بررسی کنترل شیمیایی علف‌هرز مهاجم سنبل آبی *Eichhornia crassipes Mart*

نوشین نظام آبادی[۱]، سمیه تکاسی[*۲]، علیرضا میرزاجانی[۳] و سید محمد صلواتیان[۳]

۱-بخش تحقیقات علف‌های هرز، موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران. ۲- بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران. ۳- پژوهشکده آبزی پروری آب‌های داخلی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرانزلی، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۲/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۷/۲۸

چکیده:

به‌منظور کنترل علف‌هرز مهاجم سنبل آبی (*Eichhornia crassipes* Mart.)، دو آزمایش در شهرستان بندرانزلی استان گیلان در سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ انجام شد. آزمایش اول در تالاب‌انزلی (رودخانه مرغک) با هدف ارزیابی کارآیی علف‌کش‌های گلایفوسیت (SL, 41%) در مقادیر ۲ و ۳ لیتر در هکتار (دو بار کاربرد) با و بدون ماده افزودنی دشر (0.5%)، گلایفوسیت در مقادیر ۲ و ۳ لیتر در هکتار (دو بار کاربرد) با ماده افزودنی سولفات‌آمونیوم (2%) و گلیفوزینات آمونیوم (SL, 15%) در مقادیر ۲/۵ و ۵ لیتر در هکتار انجام شد. آزمایش دوم در استخر (مزوکوزوم) با هدف مقایسه کارآیی علف‌کش‌های گلایفوسیت ۳ لیتر در هکتار (دو بار کاربرد) با و بدون سولفات‌آمونیوم، گلیفوزینات‌آمونیوم ۵ لیتر در هکتار و بیس‌پیریباک سدیم (SC, 12.5% و OF, 10%) در مقادیر ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌لیتر در هکتار (دو بار کاربرد) انجام شد. کاربرد علف‌کش‌ها در زمان رشد فعال گیاه (قبل تا اوایل گلدهی) بود. ارزیابی چشمی تیمارها (EWRC)، نمونه-برداری از سنبل آبی در زمان ۳۰ روز پس از سم‌پاشی انجام شد و درصد کاهش وزن تر و خشک سنبل آبی تیمارها نسبت به شاهد محاسبه گردید. نتایج ارزیابی چشمی دو آزمایش نشان داد که برترین تیمار، گلایفوسیت ۳ لیتر در هکتار با ۹۸ درصد کنترل بود، این تیمار در آزمایش دوم به‌ترتیب موجب ۵۶ و ۶۴ درصد کاهش وزن تر و خشک سنبل آبی، ۳۰ روز پس از سمپاشی و نابودی کامل گیاه سه ماه پس از سمپاشی شد. علف‌کش بیس‌پیریباک سدیم (OF, 10%) ۲۰۰ میلی‌لیتر در هکتار نیز به‌ترتیب موجب ۶۳، ۳۳ و ۵۶ درصد کنترل چشمی و کاهش وزن تر و خشک گیاه در زمان نمونه‌برداری و نابودی کامل گیاه سه ماه پس از سم‌پاشی شد.

واژه‌های کلیدی: اکوسیستم آبی، بیس‌پیریباک سدیم، علف‌هرز آبزی، علف‌هرز خطرساز، گلایفوسیت.

[*] **مسئول مکاتبات:** سمیه تکاسی، stokasi@yahoo.com

مقدمه:

سنبل آبی (Mart.) *Eichhornia crassipes* گیاهی چندساله آبزی، از خطرسازترین علف‌های‌هرز زیستگاه‌های آبی جهان به‌شمار می‌رود و رودخانه‌ها، تالاب‌ها، برکه‌ها، آب‌بندان‌ها و انواع دیگر زیستگاه‌های آبی را مورد تهاجم قرار می‌دهد (Center *et al.*, 2005). این گیاه یکی از ۱۰۰ گونه مهاجم دنیا (Tellez *et al.*, 2008)، یکی از ۱۰ علف‌هرز سمج و مشکل‌ساز دنیا و مخرب‌ترین علف‌هرز آبزی جهان می‌باشد (Gichuki *et al.*, 2012). سنبل آبی در استان گیلان اولین بار در سال ۱۳۹۰ در آب‌بندان عینک شهرستان رشت گزارش شد (Mozaffarian and Yaghoubi, 2015) و به علت عدم آگاهی ساکنین حوزه آب‌بندان و خرید و فروش گل‌های بسیار زیبای آن، روز به روز گسترش یافت. در بررسی پراکنش سنبل آبی در بوم‌نظام‌های آبی استان گیلان، مازندران و اردبیل در سال ۱۳۹۶، ۱۷ نقطه آلوده در استان گیلان و یک نقطه در استان مازندران گزارش شد (Amini Rad, 2017). در بررسی پراکنش این گیاه مهاجم طی سال‌های ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۷ در تالاب‌انزلی نیز ۷ تا ۸۴ نقطه آلوده با وسعت تقریبی ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ مترمربع گزارش شد (Mirzajani *et al.*, 2019).

سنبل آبی در شرایط مطلوب دمایی و مواد مغذی در پهنه‌های آبی دارای رشد رویشی بسیار زیادی می‌باشد. هر بوته سنبل آبی قادر است ۴-۲ بوته دختری تولید نماید و هر ۵ روز، گیاه دختری جدیدی تولید شود، در نتیجه هر ۱۸-۶ روز، جمعیت گیاه دو برابر می‌شود (Harvey, 2013). آلودگی بالای سنبل آبی در پهنه‌های آبی موجب بروز مشکلات زیادی شامل کاهش تنوع زیستی، آسیب به زیر ساخت‌ها، زیستگاه انواع ناقلین بیماری، کاهش کیفیت آب، هدر رفتن آب، انسداد راه‌های آبی و بسیاری مشکلات دیگر می‌شود. کنترل این گیاه خطرساز نیاز به صرف هزینه‌های بسیار زیاد دارد (Harvey, 2013). روش‌های مقابله با سنبل آبی شامل انواع روش‌های پیشگیری، کنترل فیزیکی، کنترل بیولوژیک، کنترل شیمیایی و کنترل تلفیقی است. پیشگیری اساسی‌ترین روش برای ممانعت از ورود و گسترش این گیاه مهاجم به مناطق جدید است. کنترل فیزیکی شامل کاربرد موانع فیزیکی، حذف دستی و کنترل مکانیکی (کاربرد ماشین‌آلات جمع‌آوری سنبل آبی) است. کنترل بیولوژیک نیز روشی ایمن و سازگار با محیط‌زیست است و برای کاهش آلودگی سنبل‌آبی در مناطق با وسعت آلودگی زیاد که ریشه‌کنی مقدور نباشد، به‌کار می‌رود. روش کنترل شیمیایی روشی مؤثر و به‌نسبت کم‌هزینه است که امکان کنترل مناطق وسیع را در دوره زمانی کوتاه فراهم می‌کند. انتخاب یک روش یا ترکیبی از روش‌های کنترل، بستگی به وسعت آلودگی، امکانات در دسترس و نوع کاربرد آبراهه یا پهنه آبی دارد (Harvey, 2013).

برای کنترل شیمیایی سنبل آبی، چندین علف‌کش توصیه شده است. یکی از علف‌کش‌های بسیار مؤثر و پرکاربرد گلایفوسیت است. کنترل کامل سنبل آبی، ۲۲ روز بعد از کاربرد گلیفوسیت در مقایسه با شاهد عدم سم‌پاشی گزارش شد (Costa *et al.*, 2011). در مقایسه کارآیی علف‌کش‌های گلایفوسیت، دایکوآت، ایمازاپیر و توفوردی در کنترل سه علف هرز آبزی سنبل آبی (*E. crassipes*)، کاهوی آبی (*Pistia stratiotes*) و سرخس آبی (*Salvinia molesta*) گزارش شد که ۳۲ روز پس از سم‌پاشی، دایکوآت هر سه گونه علف‌هرز را به‌طور کامل (حدود ۱۰۰ درصد) کنترل کرد. کارآیی گلایفوسیت (۳۳۳۶ گرم ماده موثره در هکتار) در کنترل سنبل آبی، ۱۰۰ درصد و کاهوی آبی، ۹۹/۵ درصد بود، ولی در کنترل سرخس آبی کارآیی مناسب را نداشت (۵۳ درصد). علف‌کش توفوردی نیز کارآیی لازم را در کنترل کاهوی آبی (۲۱ درصد) و سرخس آبی (کارایی صفر) نداشت ولی در کنترل سنبل آبی کارآیی بالایی داشت (۹۸ درصد). کارآیی علف‌کش ایمازاپیر نیز برای

کنترل این سه علف هرز ضعیف بود (Martins *et al.*, 2002).

نکته قابل توجه در کاربرد برخی علف‌کش‌ها، مرگ سریع و یک‌باره سنبل آبی است که نتیجه آن تولید حجم وسیع مواد گیاهی پوسیده در پهنه آبی و کاهش سریع و یک‌باره اکسیژن آب است که این پدیده بر زنده‌مانی موجودات آبزی اثرات بسیار بدی ایجاد می‌کند. از مزایای کاربرد گلایفوسیت، حذف سنبل آبی طی مدت ۴ هفته است (Harvey, 2013). گلایفوسیت علف‌کش ایمنی برای مدیریت تلفیقی و کاربرد به‌همراه عوامل کنترل بیولوژیک بیان شده است (Harvey, 2013). این علف‌کش دارای باقیمانده نیست و به‌محض تماس با ذرات خاک غیرفعال می‌شود. در آب به‌محض اتصال با ذرات معلق رس و رسوبات ته آب غیرفعال شده و پس از چند ماه به دی‌اکسیدکربن، آب، نیتروژن و فسفر تجزیه می‌شود (Osmond and Petroeschevsky, 2013). نتایج پژوهش‌های مختلف نشان داده است که کاهش اکسیژن محلول در آب طی زمان ۳ تا ۴ هفته پس از سم‌پاشی با گلیفوسیت ایجاد می‌شود ولی در هفته ششم، سطح اکسیژن آب به اندازه طبیعی برمی‌گردد و هیچ مرگ و میری از ماهی‌ها و اثرات مخربی بر جمعیت موجودات کوچک آبزی ایجاد نمی‌شود، هم‌چنین گلیفوسیت تأثیر مخربی بر کیفیت آب نیز ندارد (Akinyemiju, 1993; Ezeri, 2002; Adekoya, 2015). در پژوهشی در مقایسه کارآیی سه علف‌کش گلایفوسیت، فرنوکسون و پاراکوآت در کنترل سنبل آبی و تأثیر آن بر مرگ و میر سه گونه ماهی، نتایج نشان داد که هر سه علف‌کش زیست‌توده بوته‌های سنبل آبی را کاهش دادند، گلایفوسیت ۱۰۰ درصد سنبل آبی را کنترل کرد و باعث کم‌ترین میزان مرگ و میر ماهی‌ها شد. فرنوکسون و پاراکوآت به‌ترتیب در رتبه‌های بعدی کنترل قرار گرفتند و پاراکوآت بالاترین درصد مرگ و میر ماهی‌ها را موجب شد، نام‌بردگان کاربرد گلایفوسیت به‌میزان ۲/۵ کیلوگرم ماده مؤثر در هکتار را برای کنترل سنبل آبی توصیه و بیان کردند که این علف‌کش در مرحله فعال رشد سنبل آبی بسیار مؤثر است و برای موجودات غیرهدف ایمن و از نظر محیط‌زیست مورد تأیید است (Deivasigamani, 2013). در پژوهشی دیگر، تأثیر کاربرد علف‌کش‌های اکرولئین، سولفات مس، کلات مس، دایکوآت دیبرومید، گلیفوسیت، فلوریدون، تریکلوپیر، توفوردی و کاربرد سورفکتانت در محیط‌های آبی مورد مطالعه قرار گرفت و نتایج نشان داد که گلایفوسیت کم‌ترین اثر را بر روی موجودات غیرهدف و کم‌ترین سمیت را در مقایسه با سایر علف‌کش‌ها داشت، هم‌چنین نتایج نشان داد که کاربرد سورفکتانت اثرات زیست‌محیطی علف‌کش‌های مورد بررسی را افزایش داد (Siemering *et al.*, 2008). در مقایسه کارآیی علف‌کش‌های دایکوآت، گلایفوسیت و توفوردی‌آمین در کنترل سنبل آبی و تأثیر بر دو حشره عامل کنترل بیولوژیک در مقادیر مختلف با و بدون کاربرد سورفکتانت (سورفکتانت اگرال[1] با دایکوآت (میداستریم[2]) و اَد- تو[3] با گلایفوسیت-تریمسیوم (تاچ داون[4])) نیز نتایج نشان داد که علف‌کش‌های توفوردی‌آمین و دایکوآت بیش از ۸۰ درصد موجب مرگ و میر دو حشره شدند. افزودن سورفکتانت به علف‌کش‌ها نیز سمیت آن‌ها را برای حشرات افزایش داد، در نتیجه پیشنهاد کردند که در برنامه مدیریت تلفیقی سنبل آبی از علف‌کش گلیفوسیت بدون کاربرد سورفکتانت استفاده شود (Hill *et al.*, 2012). کارآیی بالای علف‌کش گلیفوسیت (SL, 41%) در ایران در کنترل سنبل آبی (حدود ۹۳ درصد) به‌صورت یک‌بار

۱ Agral
۲ Midstream
۳ Add-2
۴ Touchdown

کاربرد، به‌میزان ۳۲۸۰ گرم ماده مؤثر در هکتار نیز گزارش شده است (Yaghoubi *et al*., 2020).

در سال‌های اخیر در ایران، علف‌کش‌های کم‌خطری برای کنترل علف‌های‌هرز در محصول برنج به ثبت رسیده‌اند. علف‌کش بیس‌پیریباک سدیم یکی از علف‌کش‌های بسیار ایمن و مجاز برای زیست‌گاه‌های آبی و بازدارنده سنتز آنزیم ALS است و روی موجودات زنده اکوسیستم‌های آبی اثر سوء ندارد (Chauhan and Mahajan, 2014). کارآیی این علف‌کش برای کنترل سنبل‌آبی نیز گزارش شده است، مرگ گیاه سنبل آبی پس از کاربرد علف‌کش بیس‌پیریباک سدیم نیز به‌صورت تدریجی است که مانع از آسیب به موجودات آبزی می‌گردد (Siemering *et al*., 2008). کارآیی این علف‌کش در کنترل سنبل‌آبی در ایران، به‌صورت یک‌بار کاربرد در دو فرمولاسیون (SC, 10%)، به‌میزان ۱۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار و فرمولاسیون (SC, 40%) به‌میزان ۱۶۰ گرم ماده مؤثره در هکتار، به‌ترتیب ۹۱ و ۱۰۰ درصد گزارش شده است (Yaghoubi *et al*., 2020).

این پژوهش نیز با هدف بررسی کاربرد تقسیطی علف‌کش‌های گلیفوسیت و بیس‌پیریباک سدیم و کاربرد منفرد علف‌کش گلایفوزینات آمونیوم در مقادیر مختلف در کنترل سنبل آبی برای معرفی بهترین علف‌کش و مقدار مناسب کاربرد در کنترل مطلوب سنبل آبی در شرایط کنترل شده در استخر و شرایط طبیعی تالاب انزلی انجام شد.

مواد و روش‌ها:

آزمایش۱. این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در منطقه آلوده دهانه رودخانه مرغک به تالاب انزلی (با موقعیت جغرافیایی 37.431754 درجه شمالی و 49.335454 درجه شرقی) انجام شد. تیمارها شامل ۱- علف‌کش گلایفوسیت (SL, 41%) به‌میزان ۲ لیتر ماده تجاری در هکتار و تکرار سمپاشی با فاصله یک هفته، ۲- علف‌کش گلایفوسیت (SL, 41%) به‌میزان ۳ لیتر ماده تجاری در هکتار و تکرار سمپاشی با فاصله یک هفته، ۳- علف‌کش گلایفوسیت (SL, 41%) به‌میزان ۲ لیتر ماده تجاری در هکتار + ۰/۵ درصد ماده افزودنی دشر[۵] و تکرار سمپاشی با فاصله یک هفته، ۴- علف‌کش گلایفوسیت (SL, 41%) به‌میزان ۳ لیتر ماده تجاری در هکتار + ۰/۵ درصد ماده افزودنی دشر و تکرار سمپاشی با فاصله یک هفته، ۵ - علف‌کش گلایفوسیت (SL, 41%) به‌میزان ۲ لیتر ماده تجاری در هکتار + ۲ درصد سولفات آمونیوم و تکرار سمپاشی با فاصله یک هفته، ۶- علف‌کش گلایفوسیت (SL, 41%) به‌میزان ۳ لیتر ماده تجاری در هکتار + ۲ درصد سولفات آمونیوم و تکرار سمپاشی با فاصله یک هفته، ۷- گلایفوزینات آمونیوم (SL, 15%) به‌میزان ۲/۵ لیتر ماده تجاری در هکتار، ۸- گلایفوزینات آمونیوم (SL, 15%) به‌میزان ۵ لیتر ماده تجاری در هکتار و ۹- شاهد بدون اعمال تیمار علف‌کش بودند. علف‌کش‌ها در زمان رشد فعال گیاه (قبل تا اوایل گلدهی) مورخ دوازدهم تیرماه ۱۳۹۵ سم‌پاشی شدند. سم‌پاشی با سم‌پاش پشتی ماتابی با نازل شره‌ای و فشار حدود دو بار بر اساس ۳۰۰ لیتر آب مصرفی در هکتار پس از انجام کالیبراسیون، اعمال شد. ارزیابی کارآیی علف‌کش‌ها در کنترل سنبل آبی به روش ارزیابی چشمی خسارت به سنبل آبی بر اساس روش استاندارد ارائه شده توسط انجمن علوم علف‌های هرز اروپا (EWRS) موسوم به روش EWRC ، در زمان ۳۰ روز پس از سمپاشی به‌صورت درصد انجام گرفت (Sandral *et al*., 1997).

۵ Dasher: An esterified oil-based product with non-ionic surfactants (active constituents: 700 g/L ethyl and methyl esters of vegetable oil with 116 g/L non-ionic surfactants)

دشر: استر بر پایه روغن به‌همراه سورفکتانت غیریونی (حاوی ۷۰۰ گرم بر لیتر استرهای اتیل و متیل به همراه ۱۱۶ گرم بر لیتر سورفکتانت غیریونی)

آزمایش۲. این آزمایش به‌منظور بررسی دقیق‌تر تیمارهای مؤثر آزمایش اول و هم‌چنین علف‌کش بیس-پیریباک سدیم (دو فرمولاسیون شامل OF 10% با نام تجاری نومینی و SC, 12.5% با نام تجاری وجین) در کنترل سنبل آبی، در شرایط کنترل شده استخر (مزوکوزم) انجام شد. نمونه‌های گیاهی حاوی اندام‌های تکثیرشونده سنبل‌آبی از پهنه‌های آبی آلوده جمع‌آوری شدند و به استخرهایی به قطر ۴۳۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۲۲ سانتی‌متر انتقال یافتند. پس از اینکه کل مساحت استخرها با سنبل آبی پوشیده شد، در زمان رشد فعال گیاه، تیمارها اعمال شدند. آزمایش در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با ۳ تکرار بود. تیمارها شامل ۱-گلیفوسیت (SL, 41%) به‌میزان ۳ لیتر ماده تجاری در هکتار و تکرار سم‌پاشی با فاصله یک هفته، ۲-گلیفوسیت (SL, 41%) به‌میزان ۳ لیتر ماده تجاری در هکتار + ۲ درصد سولفات آمونیوم و تکرار سم‌پاشی با فاصله یک هفته، ۳-گلایفوزینات آمونیوم (SL, 15%) به‌میزان ۵ لیتر ماده تجاری در هکتار، ۴-بیس‌پیریباک سدیم (SC, 12.5%) به‌میزان ۲۰۰ میلی‌لیتر ماده تجاری در هکتار و تکرار سم‌پاشی با فاصله یک هفته، ۵-بیس‌پیریباک سدیم (SC, 12.5%) به‌میزان ۳۰۰ میلی‌لیتر ماده تجاری در هکتار و تکرار سم‌پاشی با فاصله یک هفته، ۶-بیس‌پیریباک سدیم (OF, 10%) به‌میزان ۲۰۰ میلی‌لیتر ماده تجاری در هکتار و تکرار سمپاشی با فاصله یک هفته، ۷-بیس‌پیریباک سدیم (OF, 10%) به‌میزان ۳۰۰ میلی‌لیتر ماده تجاری در هکتار و تکرار سم‌پاشی با فاصله یک هفته و ۸-شاهد بدون اعمال تیمار علف‌کش بودند. یک ماه بعد از انجام دومین سم‌پاشی، ارزیابی چشمی خسارت به سنبل‌آبی و نمونه‌برداری از سنبل آبی انجام شد. بوته‌های سنبل آبی درون قاب نمونه‌گیری به مساحت یک مترمربع به‌طور کامل جمع‌آوری شدند. هر نمونه درون کیسه جداگانه‌ای قرار داده و به آزمایشگاه منتقل شد، وزن‌تر نمونه‌ها اندازه‌گیری شد، سپس نمونه‌ها به‌تفکیک در گونی‌های پارچه‌ای قرار داده شدند و برای اندازه‌گیری وزن خشک در آون ۷۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۴۸ ساعت قرار گرفتند. وزن خشک نمونه‌ها با ترازوی دقیق اندازه‌گیری شد. درصد کاهش وزن تر و خشک گیاه نسبت به شاهد بدون تیمار با استفاده از معادله زیر محاسبه شد (Baghestani *et al*., 2014). در این معادله WCE (weed control efficacy)، درصد کاهش وزن تر یا خشک سنبل‌آبی و A و B به‌ترتیب بیانگر وزن خشک یا تر سنبل‌آبی در تیمار شاهد بدون کنترل و تیمار مورد نظر است.

$$\mathrm{WCE} = (\frac{\mathrm{A}-\mathrm{B}}{\mathrm{A}}) \times 100$$

محاسبات آماری. داده‌های حاصل از آزمایش به‌روش (ANOVA) تجزیه واریانس شد، سپس میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد مقایسه شدند (قبل از تجزیه واریانس، ابتدا با استفاده از آزمون نرمالیتی از نرمال بودن خطاهای آزمایشی اطمینان حاصل شد). برای تجزیه واریانس داده‌ها و مقایسه میانگین‌ها از نرم افزار SAS ver.9.4 استفاده شد.

نتایج:

آزمایش ۱. کنترل سنبل آبی در منطقه دهانه رودخانه مرغک

تجزیه واریانس تأثیر تیمارها بر درصد ارزیابی چشمی خسارت به سنبل آبی نشان داد که بین تیمارها اختلاف آماری معنی‌دار در سطح یک درصد وجود داشت و اثر بلوک‌ها نیز معنی‌دار نبود (جدول۲).

جدول۲- تجزیه واریانس ارزیابی چشمی تأثیر علف‌کش‌ها بر کنترل سنبل‌آبی بر اساس روش استاندارد کمیته پژوهش علوم علف‌هی‌هرز اروپا در مرغک

Table 2. Analysis of variance for EWRC rating scale used to herbicides effects on water hyacinth control at Morghak

source of variation	df	MS
blocks	2	20.375 ^{ns}
treatments	7	843.565**
error	14	84.279
CV (%)		12

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

مقایسه میانگین درصد نمره‌دهی چشمی خسارت تیمارها به سنبل آبی نشان داد که برترین تیمار، علف‌کش گلایفوسیت ۳ لیتر در هکتار با و بدون سولفات‌آمونیوم با حدود ۹۷ درصد خسارت به سنبل‌آبی نسبت به شاهد بدون سمپاشی بود (جدول۳). در این دو تیمار، کاربرد علف‌کش گلایفوسیت سبب پژمردگی و زرد شدن اندام‌های هوایی سنبل آبی شد. پس از آن، بالاترین درصد کنترل در تیمار گلایفوزینات آمونیوم ۵ لیتر در هکتار به‌دست آمد که با دو تیمار برتر، اختلاف آماری معنی‌داری در سطح ۵ درصد نداشت و سبب ۸۵ درصد خسارت و کنترل سنبل آبی شد. در سطح بعدی، تیمارهای دو بار کاربرد گلایفوسیت ۳ لیتر در هکتار + ۰/۵ درصد ماده افزودنی دشر و گلایفوسیت ۲ لیتر در هکتار + ۲ درصد سولفات‌آمونیوم به‌ترتیب سبب ۸۰ و ۷۸ درصد خسارت به سنبل‌آبی شدند و با هم در یک گروه آماری قرار گرفتند. کم‌ترین درصد کنترل نیز برای تیمار دوبار کاربرد گلایفوسیت ۲ لیتر در هکتار با و بدون ۰/۵ درصد ماده افزودنی دشر بود که به‌ترتیب موجب ۵۵ و ۶۲ درصد کنترل سنبل آبی شدند (جدول۳).

جدول ۳- مقایسه میانگین درصد ارزیابی چشمی خسارت علف‌کش‌ها به سنبل‌آبی در زمان ۳۰ روز پس از سمپاشی بر اساس روش استاندارد کمیته پژوهش علوم علف‌های‌هرز اروپا در مرغک.

Table 3. Mean comparison of EWRC rating scale used to herbicides effects on water hyacinth control, 30 days after herbicides application at Morghak.

Treatments	Control (%)
Glyphosate 2 L.ha^{-1} (twice application)	61.7 c
Glyphosate 3 L.ha^{-1} (twice application)	97.0 a
Glyphosate 2 L.ha^{-1} +dasher adjuvant (0.5%) (twice application)	55.0 c
Glyphosate 3 L.ha^{-1} +dasher adjuvant (0.5%) (twice application)	80.0 b
Glyphosate 2 L.ha^{-1} +Ammonium sulfate adjuvant (2%) (twice application)	78.3 b
Glyphosate 3 L.ha^{-1} +Ammonium sulfate adjuvant (2%) (twice application)	97.7 a
Glufosinate-ammonium 2.5 L.ha^{-1}	58.3 c
Glufosinate-ammonium 5 L.ha^{-1}	85.0 ab

Means followed by similar letters in each column are not significant by Duncan's Multiple Range Test at 1% probability level.
All treatments had twice application with one week interval except of Glufosinate-ammonium

آزمایش۲. کنترل سنبل‌آبی در شرایط کنترل شده

نتایج تجزیه واریانس تأثیر تیمارها بر درصد کاهش وزن‌تر، وزن خشک و هم‌چنین نمره‌دهی چشمی خسارت به سنبل آبی نسبت به شاهد عدم سم‌پاشی در زمان ۳۰ روز پس از سم‌پاشی در جدول ۴ ارائه شده است. نتایج نشان داد که بین تیمارها اختلاف آماری معنی‌دار در سطح پنج درصد از لحاظ درصد

کاهش وزن‌تر و وزن خشک وجود داشت. هم‌چنین اثر تیمارها بر خسارت به سنبل آبی به‌صورت نمره‌دهی چشمی در سطح یک درصد معنی‌دار بود و اثر بلوک نیز برای سه صفت مورد بررسی از نظر آماری معنی‌دار نبود.

جدول ۴- تجزیه واریانس تأثیر علف‌کش‌ها بر ارزیابی چشمی کنترل بر اساس روش استاندارد کمیته پژوهش علوم علف‌های‌هرز اروپا، درصد کاهش وزن‌تر و وزن‌خشک سنبل‌آبی نسبت به شاهد عدم سمپاشی در زمان ۳۰ روز پس از سمپاشی در شرایط کنترل شده استخر.

Table 4. Analysis of variance for EWRC rating scale used to herbicides effects on water hyacinth control, wet and dry weight reduction percentage of water hyacinth in comparison to no herbicide application treatment, 30 days after herbicides application in mesocosm.

Source of variation	df	Rating scale (% control)	Wet weight reduction (%)	Dry weight reduction (%)
blocks	2	79.0^{ns}	2.901^{ns}	249.47^{ns}
treatments	6	1314.49^{**}	3.624^{*}	237.70^{*}
error	12	104.6	1.092	73.32
CV (%)		14.3	18.4	15.2

^{ns}, * and **: Not-significant and significant at 5 and 1 % probability level, respectively.

نتایج مقایسه میانگین ارزیابی چشمی خسارت تیمارها به سنبل آبی، درصد کاهش وزن تر و وزن خشک سنبل آبی نسبت به شاهد عدم سم‌پاشی در جدول ۵ نشان داده شده است. نتایج مقایسه میانگین ارزیابی چشمی کنترل نشان داد که برترین تیمارها در کنترل سنبل آبی، علف-کش گلایفوسیت ۳ لیتر در هکتار (دو بار کاربرد با فاصله یک هفته) با و بدون سولفات‌آمونیوم بودند که موجب ۹۸ کنترل علف‌هرز در زمان ۳۰ روز پس از سم‌پاشی شدند (جدول۵). این دو تیمار با هم اختلاف آماری معنی‌دار نداشتند و با نتایج آزمایش ۱ مطابقت داشتند. تیمار گلیفوزینات آمونیوم ۵ لیتر در هکتار با این تیمارها اختلاف آماری معنی‌دار نداشت و موجب ۷۹ درصد خسارت و کنترل چشمی سنبل آبی شد. تیمار بیس‌پیریباک سدیم (OF, 10%) ۲۰۰ میلی‌لیتر در هکتار نیز با ۶۳ درصد کنترل با تیمار گلیفوزینات آمونیوم دارای اختلاف آماری معنی‌دار نبود. بین چهار تیمار بیس‌پیریباک سدیم اختلاف آماری معنی‌دار مشاهده نشد (جدول۵).

مقایسه میانگین کاهش وزن خشک سنبل آبی نسبت به شاهد بدون کنترل نشان داد که بالاترین درصد کاهش وزن خشک علف هرز در دو کاربرد گلیفوسیت ۳ لیتر در هکتار (دوبار کاربرد با فاصله یک هفته) با ۶۴/۴ درصد کاهش نسبت به شاهد بدون کنترل بود و تیمارهای گلیفوسیت ۳ لیتر در هکتار با سولفات آمونیوم (دوبار کاربرد با فاصله یک هفته)، بیس‌پیریباک سدیم (OF, 10%) در مقادیر ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌لیتر در هکتار (دوبار کاربرد با فاصله یک هفته)، بیس‌پیریباک سدیم (SC, 12.5%) به‌میزان ۳۰۰ میلی‌لیتر در هکتار (دوبار کاربرد با فاصله یک هفته) و گلایفوزینات آمونیوم ۵ لیتر در هکتار به‌ترتیب با ۵۹، ۵۶، ۵۵، ۵۵، ۵۵ درصد کنترل دارای اختلاف آماری معنی‌دار با آن نبودند (جدول۵). نتایج مقایسه میانگین کاهش وزن تر سنبل آبی نسبت به شاهد نیز نشان داد که روند تغییرات همانند کاهش وزن خشک سنبل آبی بود (جدول۵).

جدول ۵- مقایسه میانگین ارزیابی چشمی خسارت به سنبل آبی ناشی از کاربرد علف‌کش‌ها بر اساس روش استاندارد کمیته پژوهش علوم علف‌های‌هرز اروپا، درصد کاهش وزن تر و خشک سنبل‌آبی در تیمارها نسبت به شاهد عدم سمپاشی در زمان ۳۰ روز پس از سمپاشی در شرایط کنترل شده استخر.

Table 5. Mean comparison of EWRC rating scale used to herbicides effects on water hyacinth control and wet and dry weight reduction percentage of water hyacinth in comparison to no herbicide application treatment, 30 days after herbicides application in mesocosm.

Treatments	Rating scale (% control)	Wet weight reduction (%)	Dry weight reduction (%)
Glyphosate 3 L.ha^{-1} (twice application)	98.0 a	55.8 a	64.4 a
Glyphosate 3 L.ha^{-1} +Ammonium sulfate adjuvant (2%) (twice application)	98.3 a	47.7 ab	58.8 a
Glufosinate-ammonium 5 L.ha^{-1}	79.3 ab	29.7 a-c	54.8 ab
Bispyribac sodiumand (12.5% SC) 200 ml.ha^{-1} (twice application)	46.7 c	15.1 c	40.6 b
Bispyribac sodiumand (12.5% SC) 300 ml.ha^{-1} (twice application)	53.3 c	28.0 bc	55.2 ab
Bispyribac sodium (OF 10%) 200 ml.ha^{-1} (twice application)	63.3 bc	29.6 a-c	56.3 ab
Bispyribac sodium (OF 10%) 300 ml.ha^{-1} (twice application)	60.0 c	32.8 a-c	54.8 ab

Means followed by similar letters in each column are not significant by Duncan's Multiple Range Test at 5% or 1% probability level. All treatments had twice application with one week interval except of Glufosinate-ammonium

بحث:

نتایج ارزیابی چشمی کنترل سنبل آبی دو آزمایش در زمان ۳۰ روز پس از سم‌پاشی نشان داد که برترین تیمارهای کنترل، گلایفوسیت ۳ لیتر در هکتار (دو بار کاربرد با فاصله یک هفته) و گلایفوسیت ۳ لیتر در هکتار+ سولفات‌آمونیوم (دو بار کاربرد با فاصله یک هفته) بودند که حدود ۹۸ درصد موجب خسارت به سنبل آبی شدند. در این دو تیمار، کاربرد علف‌کش موجب پژمردگی و زرد شدن اندام‌های هوایی سنبل‌آبی شد. نتایج پژوهش‌های پیشین نیز در کاربرد گلایفوسیت نشان داد که توسعه‌ی علائم و قهوه‌ای شدن کامل اندام‌های هوایی و تخریب ریشه و ریزوم‌های سنبل آبی و خشک شدن کامل گیاه به‌دنبال پژمردگی و زردی اندام‌های هوایی رخ داد (Lancar and krake, 2002; Yaghoubi *et al.*, 2020) و حذف کامل سنبل آبی، ۴ هفته به طول انجامید (Zaranyika and Nyandoro, 1993). نتایج نمونه‌برداری از سنبل آبی در زمان ۳۰ روز پس از سم‌پاشی نشان داد که بالاترین میزان کنترل در کاربرد گلیفوسیت ۳ لیتر در هکتار (دو بار کاربرد با فاصله یک هفته) به‌میزان ۶۴/۴ درصد کاهش وزن خشک سنبل آبی نسبت به شاهد عدم سم‌پاشی بود. هم‌چنین تیمارهای گلیفوسیت ۳ لیتر در هکتار + سولفات آمونیوم (دو بار کاربرد با فاصله یک هفته)، بیس‌پیریباک سدیم (OF, 10%) در مقادیر ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌لیتر در هکتار (دو بار کاربرد با فاصله یک هفته)، بیس‌پیریباک سدیم (SC, 12.5%) به‌میزان ۳۰۰ میلی‌لیتر در هکتار (دو بار کاربرد با فاصله یک هفته) و گلایفوزینات آمونیوم ۵ لیتر در هکتار بودند که موجب ۵۹-۵۵ درصد کاهش وزن خشک سنبل آبی شدند. در پژوهش‌های مشابه، کنترل کامل (۱۰۰ درصد) سنبل آبی، ۲۲ روز پس از کاربرد گلیفوسیت (Costa *et al.*, 2011)، ۲۸ روز پس از کاربرد گلیفوسیت (Zaranyika and Nyandoro, 1993)، ۳۰ روز پس از کاربرد گلیفوسیت (Lancar and krake, 2002) و هم‌چنین ۳۲ روز پس از کاربرد گلیفوسیت (Martins *et al.*, 2002) گزارش شده است. بر این اساس در این پژوهش، نمونه‌گیری در زمان ۳۰ روز پس از سم‌پاشی انجام شد. از طرفی نتایج

پژوهش‌های دیگر نشان می‌دهد که در کاربرد گلایفوسیت برای کنترل سنبل آبی، نمونه‌برداری در زمان ۱۶ هفته پس از سم‌پاشی نسبت به هشت هفته پس از سم‌پاشی، نتایج کنترلی بالاتری را نشان می‌دهد و پاسخ و مرگ و میر سنبل آبی به علف‌کش‌ها به زمان زیادی نیاز دارد، بنابراین برای بیان درصد واقعی کنترل، نمونه-برداری دیرهنگام، نتایج واقعی را نشان می‌دهد (Yaghoubi *et al.*, 2020). هم‌چنین گزارش شده است که بیش‌ترین زرد شدن بوته‌های سنبل آبی در مقایسه با شاهد بدون سم‌پاشی در زمان ۲۸ روز پس از سم‌پاشی و بیش‌ترین مرگ و میر بوته‌ها در زمان ۳۵ روز پس از سم‌پاشی بود، ولی کاهش زیست‌توده بوته‌ها به‌تدریج رخ داد و بیش‌ترین کاهش در زمان ۵۰ روز پس از سم‌پاشی بود (Deivasigamani, 2013). بنابراین درصد بالای کنترل چشمی و درصد پایین کاهش وزن تر و خشک سنبل آبی نسبت به شاهد در زمان ۳۰ روز پس از سم‌پاشی را می‌توان به نمونه‌گیری زودهنگام در این پژوهش نسبت داد. در بازدید به‌عمل آمده، سه ماه پس از سم‌پاشی مشاهده شد که بوته‌های سنبل آبی در این تیمارها به‌طور کامل خشک شده بودند (نمونه‌گیری انجام نشد). روش تقسیط کاربرد علف‌کش‌های سیستمیک به‌صورت کاربرد متوالی، بهترین روش برای کنترل مؤثر علف‌های هرز چندساله است (Meighani and Karaminejad, 2015). در این روش، مقدار توصیه شده علف‌کش را کاهش می‌دهند و سم‌پاشی اول انجام می‌شود، فرصت داده می‌شود تا علف‌کش در سیستم آوندی گیاه انتقال یابد و گیاه را ضعیف کند. یک هفته بعد، قسمت دوم علف‌کش اعمال می‌شود تا کنترل مؤثر و پایدار به‌دست آید. با کاربرد تقسیط علف‌کش‌ها در این پژوهش نیز نتایج کنترلی پایداری به‌دست آمد و در بازدید به‌عمل آمده از تیمارها، سه ماه پس از سم‌پاشی مشاهده شد که بوته‌های سنبل آبی در تیمارهای برتر گزارش‌شده، به‌طور کامل خشک شده بودند و هیچ‌گونه سبز شدن مجددی صورت نگرفته بود.

با توجه به اینکه در این پژوهش، کاربرد مواد افزودنی تأثیر چندانی در افزایش کارآیی علف‌کش گلایفوسیت ۳ لیتر در هکتار (تیمار برتر) در کنترل سنبل آبی نداشت و هم‌چنین بر اساس سایر گزارش‌ها که کاربرد سورفکتانت به‌همراه علف‌کش گلایفوسیت موجب صدمه رساندن به حشرات مفید (عوامل کنترل بیولوژیک) در محیط می‌شود (Hill *et al.*, 2012)، بنابراین کاربرد گلایفوسیت به‌میزان ۳ لیتر ماده تجاری در هکتار در زمان رشد فعال سنبل آبی و تکرار سم‌پاشی با فاصله یک هفته برای کنترل سنبل آبی به‌عنوان بهترین تیمار معرفی می‌شود و افزودن مویان پیشنهاد نمی‌گردد.

نتیجه قابل توجه دیگر پژوهش این است که اگر هدف کنترل سریع سنبل آبی باشد، کاربرد گلایفوسیت به‌میزان ۳ لیتر ماده تجاری در هکتار در زمان رشد فعال گیاه آبزی و تکرار سم‌پاشی با فاصله یک هفته توصیه می-گردد، ولی اگر کنترل سریع مدنظر نباشد و فرصت بیش‌تری برای حذف و کنترل سنبل آبی فراهم باشد، علف‌کش بیس‌پیریباک سدیم گزینه بسیار مناسبی برای انتخاب و کنترل سنبل آبی است، زیرا در کاربرد این علف‌کش، مقدار سم مصرفی در هکتار بسیار پایین است و این ویژگی از نظر زیست‌محیطی بسیار مهم و ارزشمند است (Chauhan and Mahajan, 2014)، اما باید توجه کرد که واکنش گیاه سنبل آبی به علف‌کش بیس-پیریباک سدیم بسیار کند است، بروز علائم گیاه‌سوزی تدریجی و از هفته سوم پس از سم‌پاشی ظهور می‌یابد. واکنش تدریجی گیاه سنبل آبی به بیس‌پیریباک سدیم، کنترل به‌میزان ۸۸ درصد در زمان ۱۶ هفته پس از سم‌پاشی و مرگ کامل و توقف رشد اندام‌های رویشی و توقف تکثیر سنبل آبی در پایان آزمایش گزارش شده است (Yaghoubi *et al.*, 2020). در این پژوهش نیز با این‌که درصد کاهش وزن تر و خشک سنبل آبی نسبت

به شاهد عدم سم‌پاشی در کاربرد علف‌کش بیس‌پیریباک سدیم در زمان ۴ هفته پس از سم‌پاشی پایین بود، ولی سه ماه پس از سم‌پاشی، توقف کامل گل‌دهی و رشد گیاه سنبل آبی و نابودی کامل گیاه مشاهده شد و هیچ‌گونه سبز شدن مجدد علف هرز رخ نداد. در مقایسه کاربرد دو فرمولاسیون OF, 10% و SC, 12.5% نیز نتایج نشان داد که بین چهار تیمار این علف‌کش در کنترل چشمی، کاهش وزن تر و خشک سنبل آبی نسبت به شاهد عدم سم‌پاشی، اختلاف آماری معنی‌دار نبود. فرمولاسیون OF, 10% در ایران با نام تجاری نومینی در برنج برای کنترل علف‌های هرز در بازار موجود است، لذا از توصیه کاربرد فرمولاسیون SC, 12.5%صرف‌نظر می‌گردد. در کاربرد فرمولاسیون OF, 10%، با توجه به عدم اختلاف معنی‌دار بین مقادیر ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌لیتر در هکتار در کنترل سنبل آبی، کاربرد علف‌کش به‌میزان ۲۰۰ میلی‌لیتر ماده تجاری در هکتار پیشنهاد می‌شود.

به‌طورکلی با در نظر گرفتن همه جوانب، بر اساس نتایج این پژوهش، کاربرد علف‌کش بیس‌پیریباک سدیم (OF, 10%) به‌میزان ۲۰۰ میلی‌لیتر ماده تجاری در هکتار و پس از آن علف‌کش گلایفوسیت ۳ لیتر ماده تجاری در هکتار در زمان رشد فعال این گیاه آبزی (قبل تا ابتدای گلدهی گیاه) و تکرار سم‌پاشی با فاصله یک هفته توصیه می‌شود.

سپاسگزاری:

این مقاله از طرح پژوهشی مصوب موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور با عنوان "بررسی امکان کنترل شیمیایی گیاه مهاجم سنبل آبی در شرایط کنترل شده مزوکوزم و تالاب انزلی" به شماره مصوب ۹۶۰۴۵۸-۹۵۰۳۹-۰۰۶-۱۲-۱۶-۱۲۴ استخراج شده است. از کلیه همکارانی که در اجرای این پژوهش کمک کردند، سپاسگزاری می‌شود.

References:

Adekoya, B. B. 2015. Chemical control of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) at Ere, Ogun State, Nigeria: Implications for aquatic and terrestrial biodiversity conservation. Ogun State Agricultural Development Programme, PMB 2122, Abeokuta, Nigeria. pages: 86-98 http://aquaticcommons.org/942/1/WH_086-098.pdf

Akinyemiju, O. A. 1993. Herbicidal control of water hyacinth at Abiala Creek, Delta State, Nigeria. A Final Project Report for Shell Petroleum Development Company, Warri, Nigeria.

Amini Rad, M. 2017. Biology, phenology and distribution map of *Eichhornia crassipes* in northern provinces of Iran. Final report of project, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization. pages: 1-30.

Baghestani, M. A., Zand, E., Lotfimavi, F., Esfandiari, H., Pour Azar, R. and Mamnoei, E. 2014. Evaluation of spectrum efficacy of registered herbicides used in corn. Applied Entomology and Phytopathology. 81(2): 109- 122.

Center, T. D., Van, T. K., Dray, J. F. A., Francks, S. J., Rebelo, M. T., Pratt, P. D. and Rayamaghi, M. B. 2005. Herbivory alters competitive interactions between two invasive aquatic plants. Biological Control. (33): 173-185.

Chauhan, B. S. and Mahajan, G. 2014. Recent advances in weed management. Edited. Springer. 411 pp.

Costa, N. V., Martins, D., Rodella, R. A. and Rodrigues-Costa, A. C. P. 2011. Anatomical leaf changes in *Eichhornia crassipes* due to herbicides application. Planta Daninha. 29(1): 17-23.

Deivasigamani, S. 2013. Influence on certain herbicides for the control of water hyacinth (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms) and its impact on fish mortality. Journal of Biofertil Biopestici. 4(2): 138-151.

Ezeri, G. N. O. 2002. Effect of herbicidal control of water hyacinth on fish health at the Ere Channel, Ogun State, Nigeria. Journal of Applied Sciences and Environmental Management. 6(1): 49-52.

Gichuki, J., Omondi, R., Boera, P., Tom Okorut, T., SaidMatano, A., Jembe, T. and Ofulla, A. 2012. Water Hyacinth *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms-Laubach dynamics and succession in the Nyanza Gulf of Lake Victoria (east Africa): Implications for water quality and biodiversity conservation. The Scientific World Journal, doi:10.1100/2012/106429.

Harvey, K. 2013. Water hyacinth control modules, control options for water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) in Australia. https://www.dpi.nsw.gov.au/data/assets/pdf-file/0005/505706/water-hyacinth-control-modules-full-accessible.pdf

Hill, M. P., Coetzee, J. A. and Ueckermann, C. 2012. Toxic effect of herbicides used for water hyacinth control on two insects released for its biological control in South Africa. Biocontrol Science and Technology. 22(11): 1321-1333.

Lancar, L. and Krake, K. 2002. Aquatic Weeds & their Management. http://www.icid.org/weed_report.pdf.

Martins, D., Velini, E. D., Negrisoli, E. and Tofoli, G. R. 2002. Chemical control of *Pistia stratiotes*, *Eichhornia crassipes* and *Salvinia molesta* in reservoirs. Planta Daninha. (20): 83-88.

Meighani, F. and Karaminejad, M. 2015. Integrated management (chemical and mechanical) of field bindweed in rotation of fallow-sugarbeet. Journal of Crops improvement. 17(3): 607-619.

Mirzajani, A., Naderi, S. and Moghadam, D. P. 2019. Distribution survey and some biological of water hyacinth in Anzali Wetland, Guilan province. Iranian Journal of Plant Biology. 11(2): 51-62.

Mozaffarian, V. and Yaghoubi, B. 2015. New record of *Eichhornia crassipes* (water hyacinth) from north of Iran. Rostaniha. 16(2): 208-211.

Osmond, R. and Petroeschevsky, A. 2013. Water hyacinth Control options for water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) in Australia Control Modules. The State of New South Wales, NSW Department of Primary Industries. 94 pp.

Sandral, G. H., Dear, B. S., Pratley, J. E. and 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.

Siemering, G. S., Hayworth, J. D., Greenfield, B. K. 2008. Assesment of potential aquatic herbicide impacts to California aquatic ecosystems. Archives of Environmental Contamination and Toxicology. 55(3): 415-431.

Tellez, T., Lopez, E., Granado, G., Pérez, E., Lopez, R. and Guzman, J. 2008. The water hyacinth, *Eichhornia crassipes*: an invasive plant in the Guadiana River Basin (Spain). Aquatic Invasions. (3): 42-53.

Yaghoubi, B., Pouramir, F. and Mansourpour, F. 2020. Chemical control of aquatic weed water hyacinth (*Eichhornia crassipes*). Iranian Journal of Weed Science. 16(1): 63-78.

Zaranyika, M. F. and Nyandoro, M. G. 1993. Degradation of glyphosate in an aquatic both free and colloidal (or sediment) particle adsorbed glyphosate. Journal of Agricultural and Food Chemistry. (41): 838-842.

Investigation on the Chemical Control of the Invasive Weed, Water Hyacinth, *Eichhornia crassipes*

Nezamabadi, N[1]., Tokasi, S.,[*2] Mirzajani, A. R.[3], Salavatian, S. M.[3]

1. Weed Research Department, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran. 2. Plant Protection Research Department, Gilan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran. 3. Iranian Water Aquaculture Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Bandar Anzali, Iran.

Received: May, 2, 2021 Accepted: Oct, 20, 2021

Abstract:

In order to control the invasive weed, *Eichhornia crassipes* (Mart.), two experiments were carried out during 2017 and 2018 in Bandar Anzali, Gilan province. The first experiment was carried out in Anzali Lagoon to investigate the efficacy of Glyphosate (41%SL) at 2 and 3 Lha^{-1} (two applications), Glyphosate at 2 and 3 Lha^{-1} plus Dasher Adjuvant (0.5%) (two applications), Glyphosate at 2 and 3 Lha^{-1} plus Ammonium Sulfate Adjuvant (2%) (two applications) and Glufosinate-ammonium (15% SL) at 2.5 and 5 Lha^{-1}. The second experiment was carried out in mesocosm to compare the efficacy of Glyphosate at 3 Lha^{-1} (two applications), Glyphosate at 3 Lha^{-1} plus Ammonium Sulfate (two applications), Glufosinate-ammonium at 5 Lha^{-1} and Bispyribac sodium (12.5% SC and 10%OF) at 200 and 300 $mlha^{-1}$ (two applications). EWRC rating scale for visual control and the wet and dry weight reduction of water hyacinth were checked in comparison with the weedy check within 30 days after herbicide application. The Results of visual control in both the experiments indicated that the best treatment was Glyphosate at 3 Lha^{1} with 98% weed control and in the second experiment in this treatment wet and dry weight reduction was 56% and 64% compared to weedy check, within 30 days after herbicide application and complete control within three months after application respectively. Bispyribac sodium (10%OF) at 200 $mlha^{-1}$ had 63% visual control, 33% and 56% wet and dry weight reduction compared with the weedy check within 30 days after herbicide application and complete control within three months after application, respectively.

Keywords: Aquatic ecosystem, Aquatic weed, Bispyribac sodium, Glyphosate, Noxious weed

[*]**Corresponding author:** Somayeh Tokasi, Email: stokasi@yahoo.com