

Integrated methods of swallow-wort (*Cynanchum acutum* L.) control in sugarcane

Sasan Abdolahi Lorestani, Mostafa Oveisi*, Hassan Alizadeh, and Hamid Rahimian Mashhadi
Department of Agronomy & Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Iran.

(Received: January 28, 2021 - Accepted: June 14, 2021)

ABSTRACT

Swallow-wort (*Cynanchum acutum* L.) is a perennial and invasive weed that infested many sugarcane fields in Khuzestan. Field experiment was conducted to find out an efficient method for *C. acutum* control in sugarcane during 2018 and 2019. The experiment was split-split plots in a randomized complete block design with three replications. Main plots were pre-emergence application of metribuzin, metazachlor + qinmerac, pendimethalin, indaziflam and acetochlor; Sub plots were one time hand hoeing (four weeks after pre-emergence application), two-times hand hoeing (four and eight weeks after pre-emergence application), and without hand hoeing and sub-sub plots were post emergence application of 2,4-D+MCPA, mixture of 2,4-D+MCPA and metribuzin, and bromoxynil + MCPA herbicides. Results showed that individual application of Pendimethalin, and indaziflam herbicides, two-times if hand hoeing, and then post emergence application of 2,4-D+MCPA and metribuzin as a had the highest efficiency with an average of 96% in reducing mass dry weight. The application of mentioned treatments increased cane yield 104.7 and 102.9 t/ha respectively compared to the control (without weeding, with 110 t. ha⁻¹). However, the experimental treatments did not show a significant effect on quality traits of sugarcane.

Keywords: Herbicide, hoeing, indaziflam, pendimethalin, yield.

کارایی روش‌های تلفیقی در مبارزه با علف‌هرز کاتوس (*Cynanchum acutum* L.) در مزارع نیشکر

ساسان عبدالهی لرستانی^۱، مصطفی اویسی^{۲*}، حسن علیزاده^۳، حمید رحیمیان مشهدی^۴

^۱ و ^۲ - به ترتیب دانش آموخته دکتری، دانشیار و استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج.

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۹ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۳/۲۴)

چکیده

کاتوس (*Cynanchum acutum* L.) از علف‌های چندساله و مهاجمی است که طی یک دهه گذشته، بسیاری از مزارع نیشکر خوزستان را به تصرف خود در آورده است. مطالعه پیش‌رو، به منظور دستیابی به روشی کارآمد در مهار این علف‌هرز طی سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۸ صورت گرفت. آزمایش به صورت کرت‌های دو بار خرد شده و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی، در سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل عامل اصلی در پنج سطح با کاربرد پیش‌رویشی علف‌کش‌های متری بیوزین، متازاکلر+کوئین‌مراک، پندیمتالین، ایندازیفلام و استوکلر، عامل فرعی اول دارای سه سطح وجین علف‌هرز شامل اعمال وجین (کف‌بری) یک نوبت (هفته چهارم پس از سمپاشی پیش‌رویشی)، وجین دو نوبت (هفته چهارم و هشتم پس از سمپاشی) و بدون وجین و عامل فرعی دوم شامل کاربرد پس‌رویشی علف‌کش‌ها در سه سطح شامل توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ، اختلاط توفوردی+ام‌سی‌پی‌آ و متری بیوزین و بروموکسینیل + ام‌سی‌پی‌آ بودند. نتایج نشان داد که استفاده مجزا از دو علف‌کش پیش‌رویشی پندی‌متالین و ایندازیفلام، اجرای دو نوبت وجین و کاربرد پس‌رویشی اختلاط علف‌کش‌های توفوردی+ام‌سی‌پی‌آ و متری بیوزین با میانگین ۹۶ درصد، بیشترین کارایی را در کاهش وزن خشک کاتوس داشتند. اعمال تیمارهای اشاره شده به ترتیب با ۱۰۴/۷، و ۱۰۲/۹ تن در هکتار پس از تیمار شاهد وجین با نزدیک به ۱۱۰ تن در هکتار، موجب دستیابی به بیشترین عملکرد کمی نیشکر شدند. با وجود این، تیمارهای آزمایش تأثیر معنی‌داری بر خصوصیات کیفی نیشکر نشان نداد.

واژه‌های کلیدی: ایندازیفلام، پندیمتالین، علف‌کش، عملکرد، وجین.

مقدمه

و سپس حضور آن از استان‌های مختلف کشور از جمله گلستان، گیلان، آذربایجان، اصفهان، یزد، خوزستان، و ... گزارش شد (Faghhih & Salimi, 1997; Shimi & Hashemirad, 2012; Mighani *et al.*, 2015). کاتوس با توجه به توانایی تکثیر زایشی و رویشی (جوانه‌های روی ریشه) و ویژگی رشدی منحصر به فرد خود، از پتانسیل تهاجمی بسیار بالایی برخوردار است (Zare Sadri *et al.*, 2010a). کاتوس با پیچیدن به اندام‌های هوایی گیاهان از جمله محصولات زراعی، علاوه بر تداخل در آبیاری و برداشت محصول، استفاده از علف‌کش‌های پس‌رویشی و برگ مصرف را نیز با مشکل مواجه می‌کند (Cousens *et al.*, 1992). مهار موفق کاتوس همانند دیگر علف‌های هرز مهاجم چندساله، مشکل است (Lawlor, 2003). قطع اندام‌های هوایی کاتوس به تنهایی مانند دیگر علف‌های هرز مهاجم چندساله، یک روش مبارزه کارآمد نیست. در مبارزه شیمیایی نیز انتخاب نوع علف‌کش، به شرایط زمانی و مکانی حضور آن بستگی دارد؛ بهترین مدیریت گونه‌های هرز چندساله، مدیریت تلفیقی می‌باشد (Mighani *et al.*, 2015).

می‌توان از وجین برای قطع اندام‌های هوایی در زمانی که علف‌هرز در مناطق غیر زراعی و یا درون تاج پوشش گیاه زراعی قرار دارد استفاده کرد. برش ساقه‌ها از ارتفاع پنج سانتی‌متری سطح زمین و به دنبال آن کاربرد علف‌کش گلایفوسیت می‌تواند مؤثر باشد. اگر علف‌هرز دارای میوه بالغ بود، بذرها ممکن است رسیده و پخش شوند؛ بنابراین لازم است که اندام‌های هوایی دارای میوه و بذر منهدم شوند (USDA, 2007). با وجود این، برخی محققان اعتقاد دارند که عملیات کف‌بری برای بوته‌هایی با ارتفاع بیش از ۱۰ سانتی‌متر مؤثر نیست (Shimi & Hashemirad, 2012).

بررسی Christensen (1998) نشان داد که کاربرد گلایفوسیت در دو نوبت طی اواخر بهار و اواسط تابستان برای دستیابی به مهار بیش از ۹۰ درصد کاتوس ضروری بود. در یک آزمایش، میزان جذب و انتقال علف‌کش

علف‌های هرز و گونه‌های مهاجم، یکی از بزرگترین موانع در تولید پایدار محصولات کشاورزی می‌باشند (Nosratti *et al.*, 2017). در مزارع نیشکر ایران نیز علف‌های هرز، مهم‌ترین عامل زیان‌آور هستند که در صورت عدم مدیریت صحیح می‌توانند تا بیش از ۷۰ درصد محصول را از بین ببرند (Pour azar *et al.*, 2006). با توجه به تنوع زیاد علف‌های هرز مزارع نیشکر، اغلب آن‌ها علاوه بر تولید بذر، توانایی تکثیر توسط اندام‌های رویشی و گسترش سریع خود در مزرعه را دارا می‌باشند (Abdolahi Lorestani *et al.*, 2019)؛ بنابراین مهار آن‌ها در ابتدای فصل رشد و پیش از بسته شدن تاج پوشش نیشکر، به ویژه طی ۱۰۰ روز اول پس از رویش گیاهچه نیشکر، از اهمیت زیادی برخوردار است (Bennett *et al.*, 2004; Abdolahi Lorestani *et al.*, 2008). Nosratti *et al.* (2017) در یک بررسی به گونه‌هایی مانند (*Hordeum spontaneum* (K.Koch.)، *Physalis divaricata* (L.)، *Azolla filiculoides* (Lam) و *Cynanchum acutum* (L.) به‌عنوان علف‌های هرز نو ظهور و مهاجم که به یک مشکل جدی در بسیاری از محصولات زراعی در مناطق مختلف ایران تبدیل شده‌اند، اشاره کرده‌اند.

کاتوس (علف خرس) با نام علمی *Cynanchum acutum* L. متعلق به زیر تیره *Cynanchoideae*، و خانواده استبرق (*Asclepiadaceae*)، گیاهی علفی، چندساله و پیچنده با ریشه‌هایی قوی و ساقه‌ای بالارونده است؛ از نام‌های انگلیسی آن می‌توان به *Swallow-wort*، *dogs bane*، و *Strangle wort* اشاره کرد (Mighani *et al.*, 2015). جنس سینانکوم در جهان دارای بیش از ۸۰ گونه است که اغلب آن‌ها در آمریکا و آمریکای جنوبی پراکنده هستند (Chittendon *et al.*, 2000; Pandey, 2004). پراکنش جغرافیایی کاتوس، بسیار وسیع است، به طوری که در مناطق استوایی، نیمه استوایی و معتدله، از جنوب اروپا تا جنوب غربی آسیا و شمال آفریقا گزارش شده است. در ایران برای اولین بار کاتوس در دشت مغان مشاهده شد

مدیریت تلفیقی کاتوس با کاربرد تیمار وجین (کفبری) و تیمار شیمیایی با استفاده از علفکش‌های پاراکوات، گلایفوسیت و تری‌کلوپیر اعلام کردند که بهترین تیمارها برای کاهش تعداد ساقه، به ترتیب اعمال دو بار کفبر + یک بار تری‌کلوپیر دو لیتر در هکتار، سه بار پاراکوات چهار لیتر در هکتار، سه بار تری‌کلوپیر دو لیتر در هکتار بودند. به گزارش (Mighani *et al.*, 2009) بهترین تیمار علفکش برای کاهش تراکم کاتوس، سه بار سمپاشی با گلایفوسیت شش لیتر در هکتار و دو تا سه نوبت علفکش تری‌کلوپایر دو لیتر در هکتار طی فصل رویش می‌باشد. همچنین استفاده از گلایفوسیت شش لیتر در هکتار + سولفات آمونیوم هشت کیلوگرم در هکتار در مرحله ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متری کاتوس و تکرار آن پس از رشد مجدد و همچنین یک بار کفبر + گلایفوسیت شش لیتر در هکتار + سولفات آمونیوم هشت کیلوگرم در هکتار در همان مرحله، از بهترین تیمارهای مبارزه با کاتوس اعلام شده است (Mighani *et al.*, 2015). در سال‌های اخیر، کاتوس به سرعت به‌عنوان یک علف‌هرز مهاجم و خطرناک در مزارع نیشکر استان خوزستان ظاهر شده است و با وجود اعمال روش‌های مبارزه رایج، از تراکم و گستردگی بالایی برخوردار است. این علف‌هرز علاوه بر رقابت مستقیم و غیرمستقیم طی دوره داشت محصول گیاه نیشکر، موجب بروز مشکلاتی در اجرای عملیات مختلف داشت محصول مانند خاک‌دهی پایه بوته، کولتیواسیون و برداشت (دروگر) نیشکر می‌شود. تاکنون کاربرد علفکش‌های رایج، منجر به مهار موثر کاتوس و کاهش خسارت آن به محصول نیشکر نشده است؛ بنابراین و با توجه به اهمیت موضوع، پژوهش حاضر با هدف تعیین نوع و میزان علفکش‌های جدید کارآمد و نیز معرفی روش مبارزه تلفیقی موثر در مهار کاتوس اجرا شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش به‌صورت کرت‌های دو بار خرد شده و در قالب بلوک‌های کامل تصادفی، در سه تکرار و در یکی از مزارع

توفوردی و گلایفوسیت طی مراحل مختلف رشد چهار اکوتیپ مختلف کاتوس بررسی شد (Yousefi *et al.*, 2011). نتایج این آزمایش نشان داد که از لحاظ جذب و انتقال علفکش‌ها در مراحل مختلف رشد اکوتیپ‌ها با تفاوت معنی‌دار همراه بود، به‌طوری‌که در خصوص علفکش توفوردی، جذب و انتقال آن در تمامی مراحل رشد و در اکوتیپ‌های مورد ارزیابی در سطوح مختلف با یکدیگر تفاوت معنی‌دار داشتند. علفکش‌های آترزین و توفوردی، گیاهچه بذری *Cynanchum leave* که گونه‌ای نزدیک به کاتوس است را به‌خوبی مهار کردند، اما روی گیاهچه‌های با منشا ریشه‌ای کمتر موثر بود (Wilson and Write, 1990). استفاده از دو علفکش گلایفوسیت و تری‌کلوپیر برای مبارزه با کاتوس نیز موثر بوده است. در مزارع ذرت نیز مهار نسبی کاتوس و پیچک صحرایی با کاربرد علفکش نیکوسولفورون گزارش شده است (Mighani *et al.*, 2010b; Zare Sadri *et al.*, 2011).

نتایج یک تحقیق با استفاده از چند علفکش نشان داد که بهترین تیمارها برای مبارزه با کاتوس، به ترتیب کاربرد سه نوبت گلایفوسیت به میزان شش لیتر در هکتار، سه نوبت گلایفوسیت به میزان چهار لیتر در هکتار و دو نوبت گلایفوسیت شش لیتر در هکتار بود (Mighani *et al.*, 2009). یک بررسی در باغات پسته آران و بیدگل نیز نشان داد که کاربرد گلایفوسیت به میزان ۳/۲۸ کیلوگرم (معادل اسیدی) در هکتار همراه با چهار درصد سولفات آمونیوم توانست به‌خوبی بر کاتوس اثر گذارد؛ با وجود این، لازم است تا عملیات سمپاشی تکرار شود تا مهار موثر صورت گیرد (Zare Sadri *et al.*, 2010b).

مبارزه تلفیقی، یکی از راه‌های مناسب جهت مبارزه با این گیاه می‌باشد. خشک شدن بخش‌های رویشی می‌تواند بخشی از مدیریت کاتوس باشد (Mirvakili *et al.*, 2010). نتایج تحقیق Shimi *et al.* (2004) نشان داد که بهترین تیمار برای مبارزه با کاتوس در باغ سیب، کاربرد دو نوبت گلایفوسیت و در تاکستان، کاربرد دو مرحله کفبری کاتوس و کاربرد سه نوبت گلایفوسیت بود. (Azizian *et al.*, 2011) طی تحقیقات خود درباره

میلی‌متر و متوسط دمای سالیانه ۲۴/۷ درجه سلسیوس، در سال اجرا شد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است.

نیشکر شرکت امیرکبیر واقع در جنوب استان خوزستان با مختصات جغرافیایی طول ۴۸ درجه و ۱۶ دقیقه شرقی و عرض ۳۱ درجه و صفر دقیقه شمالی، با ارتفاع هفت متر از سطح دریا، متوسط بارندگی سالیانه ۱۴۷/۶

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

Table 1. Physiochemical properties of the experiment site soil

Physical properties					Chemical properties				
Soil depth (cm)	Sand	Silt (%)	Clay	Soil bulk density (g/cm ³)	pH	OC (%)	EC (m μ cm-1)	P (ppm)	K (ppm)
0-15	21.4	32.6	46.0	1.42	8.2	0.38	5.1	7.4	119.1
15-30	15.2	35.4	42.4	1.51	7.9	0.32	5.3	6.6	108.4
30-60	10.1	42.4	47.5	1.57	7.8	0.25	4.6	6.2	93.3

۶۷۵۴/۳ مترمربع بود. کرت شاهد علفی (بدون وجین)، پیش از هر کرت تیمار و به مساحت برابر با آن در نظر گرفته شد.

کود سوپر فسفات تریپل به‌صورت پیش از کاشت و به میزان ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار و کود نیتروژن به‌صورت کودآبیاری به میزان ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار در بهار سال بعد مورد استفاده قرار گرفتند. مزرعه در ابتدای مهرماه کشت شد و آبیاری مزرعه به‌صورت جوی و پشته، با استفاده از لوله‌های دریچه‌دار پلی‌اتیلنی و بر اساس ظرفیت زراعی صورت گرفت. تیمارهای علف‌کشی پیش‌رویشی در نیمه اول مهر ماه، به روش زود پس‌رویشی و پیش از آبیاری نوبت دوم اجرا شد. تیمارهای کف‌بری طی چهار و هشت هفته پس از سمپاشی پیش‌رویشی اعمال شد. عملیات خاک‌دهی پایه بوته‌های نیشکر (هیلینگ آپ) در اوایل اسفندماه به اجرا گذاشته شد و به‌منظور اعمال تیمارهای علف‌کشی پس‌رویشی، بعد از بازرویش کاتوس و در ابتدای اردیبهشت ماه سال بعد، انجام شد.

سمپاشی کرت‌ها با استفاده از سمپاش پستی مدل هاردی (Hardi, BP15) مجهز به نازل بادبزی معمولی (Teejet) شماره ۱۱۰۰۴، با مقدار محلول مصرفی ۲۷۰ لیتر در هکتار و فشار ۲/۵ بار انجام شد. تراکم و وزن خشک کاتوس تا پیش از بسته شدن تاج پوشش نیشکر در نیمه اول خرداد ماه، با استفاده از کادر یک در یک متر (یک مترمربع) اندازه‌گیری شد و خسارت ظاهری (ارزیابی چشمی) بر اساس روش پیشنهادی کمیته

کرت اصلی شامل کاربرد پیش‌رویشی علف‌کش‌ها در پنج سطح شامل متری‌بوزین (سنکور[®]، WP70%) به میزان ۲/۵ کیلوگرم در هکتار از ماده تجاری، متازاکلر + کوئین‌مراک (بوتیزان استار[®]، SC 41.6%) به میزان ۲/۵ لیتر در هکتار از ماده تجاری، پندیمتالین (پرول[®]، CS 45.5%) به میزان سه لیتر در هکتار از ماده تجاری، ایندازیفلام (آلیون[®]، SC 50%) به میزان ۱۲۵ میلی‌لیتر در هکتار از ماده تجاری و استوکالر (اسنیت[®]، EC 50%) به میزان ۳/۵ لیتر در هکتار از ماده تجاری، کرت فرعی اول شامل سه سطح وجین با کف‌بری کاتوس در ارتفاع ۱۵ تا ۲۰ سانتی‌متر شامل وجین (کف‌بری) در یک نوبت (چهار هفته پس از سمپاشی پیش‌رویشی)، وجین در دو نوبت (طی چهار و هشت هفته پس از سمپاشی پیش‌رویشی) و بدون وجین و کرت فرعی دوم شامل کاربرد پس‌رویشی علف‌کش‌ها در سه سطح شامل توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ (یو۴۶ کمی فلویید[®]، SL 67.5%) ۲/۵ لیتر از ماده تجاری در هکتار، اختلاط توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ و متری‌بیوزین به میزان یک به‌علاوه ۱/۵ لیتر/کیلوگرم از ماده تجاری در هکتار و بروموکسینیل + ام‌سی‌پی‌آ (بروماسید ام[®]، EC 40%) به میزان دو لیتر از ماده تجاری در هکتار بودند. هر کرت اصلی از ۱۸ ردیف به طول ۱۳/۶۷ متر (با فاصله بین ردیفی ۱/۸۳ متر) و به مساحت ۴۵۰/۳ مترمربع، کرت فرعی اول از شش ردیف به مساحت ۱۵۰/۱ مترمربع و کرت فرعی دوم از دو ردیف به مساحت ۵۰ مترمربع تشکیل شده بود و مساحت کل طرح بالغ بر

که در آن، POL Factor، ضریب پل، POL: درصد قند ساکارز و Brix: درصد ماده محلول می‌باشد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

ابتدا وضعیت نرمال بودن تمامی داده‌ها بررسی شد و سپس تجزیه آماری شامل تجزیه واریانس و مقایسه میانگین اثرات اصلی به روش آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد توسط نرم افزار SAS (version 9.4) صورت گرفت. در صورت معنی‌دار بودن اثرات متقابل، از برش‌دهی با استفاده از آزمون Ismeans استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از حداقل میانگین مربعات با استفاده از گزینه PDIF انجام شد (Soltani, 2006). نمودارها نیز به وسیله نرم افزار Excel رسم شدند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای آزمایش بر کاتوس نشان داد که تمام تیمارها و اثرات متقابل آن‌ها برای صفات تراکم، وزن خشک و خسارت ظاهری معنی‌دار ($P < 0.01$) بودند (جدول ۲).

با توجه به معنی‌دار شدن اثرات متقابل بین عامل‌ها، از برش‌دهی برای ارزیابی و مقایسه میانگین صفات مرتبط با علف‌هرز کاتوس استفاده شد. بررسی اثر سطوح مختلف عامل وجین (کف‌بری) در هر سطح عامل علف کش پیش‌رویشی نشان داد که تیمارهای مختلف وجین در تمامی تیمارهای پیش‌رویشی، اثرات معنی‌داری ($P < 0.01$) بر تراکم، وزن خشک و خسارت ظاهری علف‌هرز کاتوس داشتند (جدول ۳).

مقایسه میانگین اثر متقابل (برش داده شده) سطوح مختلف کاربرد علف‌کش‌های پیش‌رویشی در سطوح وجین بر کاهش تراکم، وزن خشک و خسارت ظاهری نشان داد که سطوح علف‌کش‌های پیش‌رویشی تحت تأثیر سطوح مختلف وجین قرار گرفتند. بر همین اساس مشاهده شد که تیمار پیش‌رویشی علف‌کش پندیمتالین × دو نوبت تیمار وجین، با قرار گرفتن در یک گروه آماری مجزا، بیشترین تأثیر را بر کاهش تراکم، کاهش وزن خشک و خسارت ظاهری به ترتیب با ۸۸/۷۸،

تحقیقات علف‌های‌هرز اروپا^۱ در مورد تأثیر تیمارهای علف‌کش بر علف‌هرز و خسارت به گیاه نیشکر صورت گرفت. برای تعیین وزن خشک علف‌هرز به این ترتیب عمل شد که بوته‌ها بلافاصله پس از نمونه‌گیری و انتقال به آزمایشگاه، به مدت ۷۲ ساعت در آون و در دمای ۷۰ درجه سلسیوس قرار گرفتند و سپس با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت دو رقم اعشار، وزن خشک آن‌ها ثبت شد. برای محاسبه کارایی مهار علف‌هرز از رابطه ۱ استفاده شد (Lesnik, 2003).

$$\text{WCE} = \frac{A-B}{A} \times 100 \quad (1)$$

که در آن، WCE: کارایی مهار علف‌هرز (درصد کاهش تراکم، یا وزن خشک علف‌هرز)، A: تراکم یا زیست توده علف‌هرز در کرت شاهد و B: تراکم یا زیست توده علف‌هرز در کرت تیمار می‌باشد.

اندازه‌گیری صفات کمی و کیفی نیشکر

در هنگام برداشت نیشکر در اواسط پاییز سال بعد از کشت، دو مترمربع از هر کرت آزمایش به صورت تصادفی و از روی پشته‌ها به طور کامل کف‌بری شد و پس از جداسازی سرنی و برگ‌ها از ساقه، وزن آن‌ها تعیین و پس از تبدیل به هکتار، عملکرد نیشکر محاسبه شد. به منظور اندازه‌گیری درصد ماده محلول (بریکس)، شیره نیشکر (شربت) به وسیله آسیاب سه غلطکی گرفته و نمونه شربت تهیه شد. سپس برای تعیین بریکس، شربت به دستگاه رفرکتومتر مدل ATAGO/RX-5000 α منتقل و بریکس آن تعیین شد (Chen & Chou, 1993). برای تعیین درصد قند، شربت به دست آمده از ساقه نیشکر، در ارلن ۲۵۰ میلی‌لیتری ریخته شد و پس از افزودن دو گرم استات سرب بازی به نمونه از صافی عبور داده شد. در ادامه، درصد قند آن به روش پلاریمتری و با استفاده از دستگاه پلاریومتر مدل ATAGO/AP-300 اندازه‌گیری شد (Chen & Chou, 1993). به منظور تعیین درجه خلوص شربت از رابطه ۲ استفاده شد:

$$\text{Purity} = \frac{\text{POL} \times \text{POL Factor}}{\text{Brix}} \quad (2)$$

³ Brix

¹ European Weed Research Council (EWRC)

² Weed control efficiency

ارزیابی اثرات متقابل تیمار پیش‌رویشی علف‌کش استوکلر × تیمار بدون اعمال وجین نشان داد که از کمترین کارایی و تاثیر بر صفات اندازه‌گیری شده کاتوس برخوردار بود (نتایج نشان داده نشده است).

۹۳/۶۷ و ۹۴/۸۹ درصد در مقایسه با شاهد علفی داشت (نتایج نشان داده نشده است). تیمار پیش‌رویشی علف‌کش ایندازوفلام × دو نوبت وجین نیز پس از تیمار فوق، با قرار گرفتن در گروه آماری مجزا، بیشترین تأثیر را بر صفات مورد ارزیابی کاتوس از خود نشان داد.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تأثیر تیمارهای آزمایشی بر صفات ارزیابی شده کاتوس

Table 2. The analysis of variance (mean squares) of experimental treatments effect on swallow wort (*Cynanchum acutum* L.) traits.

S.O.V	df	MS		
		Density reduction (%)	Dry weight reduction (%)	Appearance damage (%)
Replications (R)	2	56.251**	31.372**	37.498**
Pre-emergence herbicide	4	777.676**	706.945**	360.06**
Weeding	2	566.333**	490.069**	308.920**
Post-emergence herbicide	2	1598.700**	1249.750**	721.202**
Pre-emergence × weeding	8	6.964**	6.178**	13.080**
Pre-emergence × Post-emergence	8	9.330**	6.676**	22.587**
Post-emergence × weeding	4	82.333**	68.061**	55.114**
Pre-emergence × weeding × Post-emergence	16	5.539**	7.811**	5.187**
Error	72	1.550	0.844	4.303
C.V%		9.93	8.52	6.66

**، * و ns: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد و عدم اختلاف معنی‌دار.

**، * and ns: significant at 1% and 5% of probability levels and non-significant, respectively.

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر سطوح عامل وجین در هر سطح عامل علف‌کش پیش‌رویشی بر تراکم، وزن خشک و خسارت ظاهری علف‌هرز کاتوس.

Table 3. Slicing (mean squares) the interaction effects of weeding (B factor levels) in each pre-emergence herbicide (A factor levels) on density, dry weight and appearance damage of swallow-wort (*Cynanchum acutum*).

Pre-emergence herbicide (A factor levels)	Df	MS		
		Density reduction (%)	Dry weight reduction (%)	Appearance damage (%)
Metribuzin	2	99.486711**	88.516211**	69.250093**
Metazachlor+quinmerac	2	205.301944**	166.175878**	111.467870**
Pendimethalin	2	119.397033**	85.773693**	59.710278**
Indaziflam	2	111.654415**	107.862978**	60.863333**
Acetochlor	2	55.628404**	66.452359**	59.947870**

** معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد.

** significant at the 1% of probability level.

علف‌کش پس‌رویشی بر کاهش تراکم، وزن خشک و خسارت ظاهری نشان داد که سطوح علف‌کش‌های پیش‌رویشی، تحت تأثیر سطوح مختلف علف‌کش پس‌رویشی قرار گرفت. بر همین اساس، تیمار علف‌کش پیش‌رویشی پندیمتالین × تیمار علف‌کش پس‌رویشی اختلاط توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ و متری‌بیوزین، با قرار گرفتن در یک گروه آماری مجزا، بیشترین تأثیر را بر کاهش تراکم و وزن خشک و خسارت ظاهری به ترتیب با ۹۱/۱، ۹۵/۵۸ و ۹۴/۴۵ درصد در مقایسه با شاهد علفی داشتند (نتایج نشان داده نشده است). تیمار

برش‌دهی اثر متقابل میانگین مربعات سطوح عامل علف‌کش پس‌رویشی در هر سطح عامل علف‌کش پیش‌رویشی برای تراکم، وزن خشک و خسارت ظاهری کاتوس معنی‌دار ($P < 0.01$) شد (جدول ۴). مشاهده شد که سطوح مختلف عامل علف‌کش پس‌رویشی، سطوح مختلف علف‌کش‌های پیش‌رویشی را تحت تأثیر قرار داد و در نتیجه موجب ایجاد تغییر در صفات ارزیابی شده کاتوس شد.

مقایسه میانگین اثر متقابل (برش داده شده) سطوح مختلف کاربرد علف‌کش‌های پیش‌رویشی در سطوح

کف‌بری) بر تراکم، وزن خشک و خسارت ظاهری علف‌هرز کاتوس که معنی‌دار ($P < 0.01$) شده است، مشاهده می‌شود. بر این اساس، سطوح مختلف علف‌کش پس‌رویشی، سطوح مختلف وجین را تحت تأثیر خود قرار داد و از این رو بر صفات ارزیابی شده کاتوس مؤثر بود.

علف‌کش پیش‌رویشی ایندازی‌فلام \times اختلاط پیش‌رویشی توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ با متری‌بیوزین، پس از تیمار فوق با قرار گرفتن در یک گروه آماری مجزا، بیشترین تأثیر را بر صفات اشاره کاتوس از خود نشان داد (نتایج نشان داده نشده است). در جدول ۵ نتایج برش‌دهی اثر متقابل میانگین مربعات سطوح عامل علف‌کش پس‌رویشی در هر سطح عامل وجین

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر سطوح عامل علف‌کش پس‌رویشی در هر سطح عامل علف‌کش پیش‌رویشی بر عملکرد نیشکر.

Table 4. Slicing (mean squares) of interaction effects of post-emergence herbicide (C factor levels) in each pre-emergence herbicide (A factor levels) on density, dry weight and appearance damage of swallow-wort (*Cynanchum acutum*).

Pre-emergence herbicide (A factor levels)	Df	MS		
		Density reduction (%)	Dry weight reduction (%)	Appearance damage (%)
Metribuzin	2	371.710145	342.505241	240.924241
Metazachlor+quinmerac	2	322.376414	266.293214	218.582471
Pendimethalin	2	289.807636	198.498689	62.076214
Indaziflam	2	191.652354	162.701111	48.365252
Acetochlor	2	460.430147	306.464858	241.580636

** معنی دار در سطح احتمال یک درصد.

** : significant at the 1% of probability level.

جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر سطوح عامل علف‌کش پس‌رویشی در هر سطح عامل وجین بر تراکم، وزن خشک و خسارت ظاهری علف‌هرز کاتوس.

Table 5. Slicing (mean squares) of interaction effects of post-emergence herbicide (C factor levels) in each weeding (B factor levels) on density, dry weight and appearance damage of swallow-wort (*Cynanchum acutum*).

Weeding (B factor levels)	Df	MS		
		Density reduction (%)	Dry weight reduction (%)	Appearance damage (%)
Weeding (one time)	2	547.621149**	386.605547**	239.360389**
Weeding (Two times)	2	323.194869**	303.087087**	151.014500**
without weeding	2	892.548829**	696.178942**	441.074667**

** معنی دار در سطح احتمال یک درصد.

** : significant at the 1% of probability level.

اعمال وجین و سپس کاربرد علف‌کش پس‌رویشی توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ با ۶۷/۱۲، ۷۳/۶۱، و ۷۹/۲۷ درصد به ترتیب کمترین کارایی را در کاهش تراکم، وزن خشک و خسارت ظاهری در مقایسه با شاهد علفی دارا بود (نتایج نشان داده نشده است).

برش‌دهی اثر متقابل (میانگین مربعات) سطوح وجین و علف‌کش پس‌رویشی در هر سطح از عامل علف‌کش پیش‌رویشی بر تراکم، وزن خشک و خسارت ظاهری علف‌هرز کاتوس در جدول ۶ ارائه شده است. مشاهده می‌شود که اثرات متقابل برای سطوح مختلف عامل وجین و سطوح مختلف عامل علف‌کش پس‌رویشی در

مقایسه میانگین اثر متقابل (برش داده شده) سطوح مختلف وجین در سطوح علف‌کش پس‌رویشی بر کاهش تراکم، وزن خشک و خسارت ظاهری نشان داد که سطوح عملیات وجین، تحت تأثیر سطوح مختلف علف‌کش پس‌رویشی قرار گرفته است. بر همین اساس، تیمار اعمال دو نوبت وجین و کاربرد تیمار پس‌رویشی اختلاط علف‌کش توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ با متری‌بیوزین، با قرار گرفتن در یک گروه آماری مجزا، بیشترین تأثیر را بر کاهش تراکم، کاهش وزن خشک، پ و خسارت ظاهری به ترتیب با ۸۷/۸، ۹۲/۷، و ۹۴/۲ درصد از خود نشان داد (نتایج نشان داده نشده است). تیمار بدون

تمامی سطوح عامل علف‌کش پیش‌رویشی معنی‌دار ($P < 0.01$) شده است.

جدول ۶- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر سطوح عامل وجین و عامل علف‌کش پس‌رویشی در هر سطح از عامل علف‌کش پیش‌رویشی بر تراکم، وزن خشک، و خسارت ظاهری علف‌هرز کاتوس.

Table 6. Slicing (mean squares) of the interaction effects of weeding (B factor) and post-emergence herbicide (C factor levels) in each pre-emergence (A factor levels) on density, dry weight and appearance damage of swallow-wort (*Cynanchum acutum*).

Pre-emergence herbicide (A factor levels)	Df	MS		
		Density reduction (%)	Dry weight reduction (%)	Appearance damage (%)
Metribuzin	8	125.214367**	115.240933**	83.635579**
Metazachlor+quinmerac	8	149.223717**	126.565267**	98.328634**
Pendimethalin	8	113.638367**	78.968668**	36.497083**
Indaziflam	8	89.573395**	79.987850**	33.225208**
Acetochlor	8	131.466223**	96.700893**	79.446343**

** : معنی دار در سطح احتمال یک درصد.

** : significant at the 1% of probability level.

کاربرد پیش‌رویشی علف‌کش‌های استوکلا، متری بیوزین و متازاکلا + کوئینمراک (بوتیزان استار)، در تلفیق با تیمار بدون وجین و کاربرد تیمار پس‌رویشی علف‌کش توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ با میانگین نزدیک به ۶۴ درصد، کمترین اثر را در کاهش تراکم کاتوس از خود نشان دادند و در نتیجه ضعیف‌ترین تیمارهای تلفیقی بودند (جدول ۷).

اثرات متقابل تیمارهای آزمایش بر کاهش وزن خشک علف‌هرز کاتوس

مقایسه میانگین اثرات متقابل (برش داده شده) تیمارهای آزمایش بر کاهش وزن خشک کاتوس نشان داد که تلفیق کاربرد تیمار پیش‌رویشی علف‌کش پندی‌متالین، دو نوبت وجین و تیمار پس‌رویشی اختلاط علف‌کش‌های توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ و متری-بیوزین با میانگین ۹۶/۹ درصد، بیشترین کارایی را در کاهش وزن خشک این علف‌هرز داشته است (جدول ۷). همچنین تلفیق کاربرد تیمار پیش‌رویشی علف‌کش ایندازی‌فلام، دو نوبت وجین و تیمار کاربرد اختلاط علف‌کش‌های پس‌رویشی توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ و متری بیوزین با میانگین ۹۶/۰۵ درصد، با قرار گرفتن در رتبه دوم و یک گروه آماری مشترک با تیمار پیشین، در کاهش وزن خشک کاتوس، تیمار برتر بعدی بود. کاربرد تیمارهای علف‌کشی پیش‌رویشی و پس‌رویشی اشاره شده فوق به همراه اعمال یک نوبت وجین نیز با بیش از ۹۴ درصد کاهش وزن خشک کاتوس، از کارایی خوبی برخوردار بودند.

اثرات متقابل تیمارهای آزمایش بر کاهش تراکم علف‌هرز کاتوس

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل (برش داده شده) علف‌کش پیش‌رویشی × وجین × علف‌کش پس‌رویشی بر صفات اندازه‌گیری شده کاتوس در جدول ۷ ارائه شده است. مشاهده می‌شود که کاربرد تیمار علف‌کش پیش‌رویشی پندی‌متالین، اجرای دو نوبت وجین و کاربرد پس‌رویشی اختلاط علف‌کش توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ و متری بیوزین با میانگین ۹۲/۷ درصد، بیشترین تأثیر را در کاهش تراکم کاتوس داشت. همچنین کاربرد تیمار علف‌کش پیش‌رویشی ایندازی‌فلام، اجرای دو نوبت وجین و کاربرد پس‌رویشی علف‌کش اختلاط توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ با متری بیوزین، با میانگین ۹۰/۹ درصد و قرار گرفتن در رتبه دوم و گروه آماری مشترک با تیمار اشاره شده پیشین، در کاهش تراکم علف‌هرز موفق بوده است. یافته‌های یک تحقیق نشان داد که استفاده پیش‌رویشی علف‌کش ایندازی‌فلام در خصوص کاهش تراکم و وزن خشک علف‌هرز چندساله اویارسلام ارغوانی پس از شاهد وجین، بیشترین تأثیر را در مقایسه با دیگر تیمارهای علف‌کش دارا بود (Ahmadi et al., 2017). همچنین اعمال وجین به صورت دو نوبت کفبری کاتوس در شرایطی که اندازه بوته به ۱۵ تا ۲۰ سانتی‌متر رسیده بود، دارای اثر بخشی بیشتری بود. Azizian et al (2011) نیز اعلام کردند که بهترین تیمار تلفیقی در مهار کاتوس، اعمال دو نوبت کفبری + یک نوبت کاربرد پس‌رویشی علف‌کش تری‌کلوپیر بود.

جدول ۷- مقایسه میانگین اثر متقابل (برش داده شده) علف کش پیش‌رویشی × وجین × علف کش پس‌رویشی بر تراکم، وزن خشک و خسارت ظاهری کاتوس.

Table 7. Mean comparisons of the interaction effects (sliced) of pre-emergence herbicide × weeding × post-emergence herbicide on density, dry weight, and appearance damage of swallow-wort (*Cynanchum acutum*).

Pre-emergence herbicide	Weeding	Post-emergence	Density reduction (%)	Dry weight reduction (%)	Appearance damage (%)
Pr1	W1	Po1	68.7 i	73.77 k	80.02 l
		Po2	82.48 cd	86.6 d	90.5 d
		Po3	72.97 gh	80.74 g	84.17 ij
	W2	Po1	73.83 gh	77.32 i	83.5 ijk
		Po2	84.85 c	89.15 d	93.17 c
		Po3	74.62 gh	78.29 i	83.33 jk
	W3	Po1	63.68 k	68.69 l	75.33 mn
		Po2	77.01 f	80.97 g	85.85 g
		Po3	72.69 gh	77.29 i	82.5 k
Pr2	W1	Po1	73.69 gh	81.25 g	84.8 hi
		Po2	84.96 c	89.28 d	92.67 c
		Po3	74.84 g cc	80 h	83.52 ijk
	W2	Po1	79.95 def	84.48 e	86.83 fg
		Po2	86.75 c	92.21 cd	93.33 bc
		Po3	79.31 def	85.25 de	88.35 e
	W3	Po1	63.14 k	69.53 l	74.17 n
		Po2	80.26 de	85.85 de	89 e
		Po3	74.03 gh	80.83 g	84.5 hi
Pr3	W1	Po1	80.55 cd	86.29 de	87.67 fg
		Po2	91.19 ab	95.75 a	92.17 cd
		Po3	85.15 c	90.86 cd	90.17 de
	W2	Po1	86.1 c	91.84 cd	94.17 ab
		Po2	92.73 a	96.85 a	96.02 a
		Po3	87.51 bc	92.32 bc	94.5 ab
	W3	Po1	72.61 gh	80.48 gh	85.83 gh
		Po2	89.37 b	94.12 b	95.17 ab
		Po3	82.58 cd	87.92 d	92.17 cd
Pr4	W1	Po1	81.26 cd	86.65 d	90 de
		Po2	89.84 b	94.2 b	95.5 a
		Po3	83.69 c	88.48 d	92.02 cd
	W2	Po1	86.54 c	90.97 cd	93.33 bc
		Po2	90.87 ab	96.05 a	95.52 a
		Po3	85.16 c	90.49 d	93.67 b
	W3	Po1	72.66 gh	77.99 ij	84.7 hi
		Po2	87.166 c	90.83 cd	90.52 d
		Po3	81.85 cd	88.07 d	92 cd
Pr5	W1	Po1	67.87 j	77.51 ij	82.67 k
		Po2	82.46 cd	89.09 d	92.68 c
		Po3	73.04 gh	80.18 h	84.83 hi
	W2	Po1	70.22 i	78.04ij	84.17 ij
		Po2	83.82 c	89.21 d	92.97 c
		Po3	74.82 g	80.41 gh	85.5 gh
	W3	Po1	63.54 k	71.36 kl	76.33 m
		Po2	78.15 f	83.15 f	88.17ef
		Po3	72.42 gh	78.62 i	83.67 ijk

علف‌کش‌های پیش‌رویشی: Pr1: متری‌بیوزین؛ Pr2: متازاکلر+کوئین‌مراک؛ Pr3: پندی‌متالین؛ Pr4: ایندازیفلام؛ Pr5: استوکولر. وجین (کف‌بری): W1: یک نوبت؛ W2: دو نوبت؛ W3: بدون وجین.

علف‌کش‌های پس‌رویشی: Po1: توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ؛ Po2: متری‌بیوزین و توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ؛ Po3: برومایسید ام‌آ. میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون در سطح احتمال یک درصد، تفاوت معنی‌داری ندارند.

Pre-emergence herbicides: Pr1: Metribuzin; Pr2: Metazachlor+quinmerac; Pr3: Pendimethalin; Pr4: Indaziflam; Pr5: Acetochlor

Weeding: W1: One time; W2: Two times; W3: without weeding

Post-emergence herbicides: Po1: 2,4-D + MCPA; Po2: Metribuzin & 2,4-D + MCPA; Po3: Bromicide M.A.

Means with the same letters in the same column are not significantly different at 1% of probability Level.

نتایج تحقیق Waghmare *et al.* (2018) نشان داد که کاربرد پس‌رویشی تیمارهای اختلاط متری‌بیوزین + توفوردی و آمترین، بیشترین درصد مهار علف‌های هرز پهن برگ و کشیده برگ را در پی داشت، درحالی‌که

به ۹۶ درصد، بیشترین کارایی در ایجاد خسارت ظاهری به کاتوس را به خود اختصاص دادند. همچنین ارزیابی اثر متقابل تیمارهای اعمال شده نشان داد که تلفیق کاربرد تیمار پیش‌رویشی علف‌کش‌های متری بیوزین، متازاکلر + کوئین‌مراک و استوکلر، بدون اعمال وجین و کاربرد تیمار پس‌رویشی توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ با میانگین بین ۷۴ تا ۷۶ درصد، کمترین خسارت ظاهری به کاتوس را ایجاد کردند و از این رو جزو ضعیف‌ترین تیمارهای تلفیقی بودند.

ارزیابی تأثیر تیمارهای آزمایش بر خصوصیات کیفی و کمی نیشکر

نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایش بر صفات کمی و کیفی نیشکر نشان داد که اثرات اصلی و متقابل تمام تیمارها برای صفات کیفی، غیر معنی‌دار و برای صفت کمی نیشکر، معنی‌دار ($P < 0.01$) بودند (جدول ۸).

کمترین میزان مهار علف‌های هرز نیز به کاربرد تیمار توفوردی و تیمار آترازین به تنهایی تعلق گرفت. ارزیابی اثر متقابل تیمارهای آزمایشی نشان داد که تیمارهای کاربرد پیش‌رویشی علف‌کش‌های متری بیوزین، متازاکلر + کوئین‌مراک و استوکلر، بدون اعمال وجین و کاربرد علف‌کش پس‌رویشی توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ، با میانگین نزدیک به ۷۰ درصد، کمترین اثر را در کاهش وزن خشک کاتوس نشان دادند و از این رو ضعیف‌ترین تیمارهای تلفیقی بودند.

اثرات متقابل تیمارهای آزمایش بر خسارت ظاهری علف‌هرز کاتوس

در جدول ۷، تأثیر کاربرد تیمارهای آزمایش بر میزان خسارت ظاهری کاتوس نشان داده شده است. مشاهده می‌شود که تلفیق کاربرد پیش‌رویشی علف‌کش‌های پندی‌متالین و ایندازوفلام به صورت مجزا، اعمال دو نوبت وجین و کاربرد پس‌رویشی اختلاط علف‌کش‌های توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ و متری بیوزین با میانگین نزدیک

جدول ۸- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تأثیر تیمارهای آزمایش بر صفات کیفی و کمی نیشکر

Table 8. The analysis of variance (mean squares) of experimental treatments effect on Sugarcane (*Saccharum officinarum*) qualitative and quantitative traits.

Source of variation	df	MS		
		Purity (%)	Sucrose (%)	cane yield
Replications (R)	2	2.039 ^{ns}	0.149 ^{ns}	53.656 ^{**}
Pre-emergence herbicide	4	2.149 ^{ns}	0.38 ^{ns}	770.857 ^{**}
Weeding	2	5.125 ^{ns}	0.84 ^{ns}	565.376 ^{**}
Post-emergence herbicide	2	0.771 ^{ns}	0.83 ^{ns}	1600.615 ^{**}
Pre-emergence × weeding	8	1.826 ^{ns}	0.33 ^{ns}	6.196 ^{**}
Pre-emergence × Post-emergence	8	1.059 ^{ns}	0.31 ^{ns}	9.350 ^{**}
Post-emergence × weeding	4	2.324 ^{ns}	0.87 ^{ns}	83.380 ^{**}
Pre-emergence × weeding × Post-emergence	16	1.619 ^{ns}	0.46 ^{ns}	5.497 ^{**}
Error	72	2.247	0.45	1.558
C.V%		1.68	1.41	8.61

**، * و ns: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد و غیر معنی‌دار.

**، * and ns: Significant at 1% and 5% of probability levels, and non-significant, respectively.

بر اساس نتایج جدول ۸، تیمارهای آزمایش تأثیری بر صفات کیفی نیشکر شامل خلوص شربت و میزان ساکاروز نداشتند و تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد؛ به نظر می‌رسد که این صفات، بیشتر تحت تأثیر عوامل ژنتیکی ارقام نیشکر باشند. در پژوهش‌های متعدد که تأثیر اعمال تیمارهای مختلف علف‌کش و یا انواع عملیات خاک‌ورزی را بر ویژگی‌های کیفی نیشکر بررسی شده بود (Haji Sharafi & Mousavinia, 2006; Ahmadvpour et al., 20; Cheema et al., 2010;

هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری در صفات کیفی نیشکر مشاهده نشد که با نتایج این مطالعه مطابقت داشت. بررسی اثر سطوح مختلف عامل وجین در هر سطح عامل علف‌کش پیش‌رویشی نشان داد که تیمارهای مختلف وجین در تمامی تیمارهای پیش‌رویشی، اثرات معنی‌داری ($P < 0.01$) بر عملکرد کمی نیشکر داشته است (جدول ۹).

جدول ۹- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر سطوح عامل وجین در هر سطح عامل علف‌کش پیش‌رویشی بر عملکرد نیشکر.

Table 9. Slicing (mean squares) of the interaction effects of weeding (B factor levels) in each pre-emergence herbicide (A factor levels) on sugarcane (*Saccharum officinarum*) yield.

Pre-emergence herbicide (A factor levels)	Df	MS
		cane yield
Metribuzin	2	99.486711**
Metazachlor+quinmerac	2	205.301944**
Pendimethalin	2	119.397033**
Indaziflam	2	110.344193**
Acetochlor	2	55.628404**

** معنی دار در سطح احتمال یک درصد.

** significant at the 1% of probability level.

تلفیق تیمار علف‌کش پیش‌رویشی متری بیوزین × بدون وجین با ۸۳/۱۲ تن در هکتار، کمترین میزان عملکرد را داشت (نتایج نشان داده نشده است).
 برش‌دهی اثر متقابل میانگین مربعات سطوح عامل علف‌کش پس‌رویشی در هر سطح عامل علف‌کش پیش‌رویشی عملکرد نیشکر معنی‌دار ($P < 0.01$) شد (جدول ۱۰) و سطوح مختلف علف‌کش پس‌رویشی، سطوح مختلف علف‌کش‌های پیش‌رویشی را تحت تأثیر قرار داد.

مقایسه میانگین اثر متقابل (برش داده شده) سطوح مختلف کاربرد علف‌کش‌های پیش‌رویشی در سطوح وجین بر عملکرد نیشکر نشان داد که سطوح علف‌کش‌های پیش‌رویشی، تحت تأثیر سطوح مختلف وجین قرار گرفت. بر همین اساس مشاهده شد که تلفیق کاربرد علف‌کش پیش‌رویشی پندیمتالین × اعمال دو نوبت وجین و علف‌کش پیش‌رویشی ایندازی‌فلام × دو نوبت وجین، با قرار گرفتن در یک گروه آماری مجزا، بیشترین عملکرد نیشکر را به ترتیب با ۱۰۰/۷۸ و ۹۹/۵۲ تن در هکتار به خود اختصاص دادند. همچنین

جدول ۱۰- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر سطوح علف‌کش پس‌رویشی در هر سطح عامل علف‌کش پیش‌رویشی بر عملکرد نیشکر.

Table 10. Slicing (mean squares) of the interaction effects of post-emergence herbicide (C factor levels) in each pre-emergence herbicide (A factor levels) on sugarcane (*Saccharum officinarum*) yield.

Pre-emergence herbicide (A factor)	Df	MS
		cane yield
Metribuzin	2	371.710711**
Metazachlor+quinmerac	2	322.376700**
Pendimethalin	2	289.807144**
Indaziflam	2	193.987837**
Acetochlor	2	460.430937**

** معنی دار در سطح احتمال یک درصد.

** significant at the 1% of probability level

نیشکر را به خود اختصاص داد. همچنین تیمار علف‌کش پیش‌رویشی ایندازی‌فلام در تلفیق با کاربرد پس‌رویشی اختلاط علف‌کش‌های (توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ) و متری بیوزین، پس از تیمار فوق با قرار گرفتن در یک گروه آماری مجزا با ۱۰۱/۲۹ تن در هکتار، در رتبه دوم بهترین عملکرد نیشکر قرار گرفت (نتایج ارائه نشده است). نتایج برش‌دهی اثر متقابل میانگین مربعات سطوح عامل علف‌کش پس‌رویشی در هر سطح عامل وجین، برای عملکرد معنی‌دار ($P < 0.01$) بود (جدول

مقایسه میانگین اثر متقابل (برش داده شده) سطوح مختلف کاربرد علف‌کش‌های پیش‌رویشی در سطوح علف‌کش پس‌رویشی بر عملکرد نیشکر نشان داد که سطوح علف‌کش‌های پیش‌رویشی تحت تأثیر سطوح مختلف علف‌کش پس‌رویشی قرار گرفته است. تلفیق تیمار علف‌کش پیش‌رویشی پندیمتالین × تیمار پس‌رویشی علف‌کش اختلاط توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ) و متری بیوزین، با قرار گرفتن در یک گروه آماری مجزا و با میانگین ۱۰۳/۱ تن در هکتار، بیشترین عملکرد

(۱۱).

جدول ۱۱ - نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر سطوح علف‌کش پس‌رویشی در هر سطح وجین (کف‌بری) بر عملکرد نیشکر

Table 11. Slicing (mean squares) of the interaction effects of post-emergence herbicides (C factor levels) (*Saccharum officinarum*) yield. in each weeding (B factor levels) on sugarcane

Weeding (B factor)	Df	MS
		cane yield
Weeding (one)	2	551.932562**
Weeding (Two time)	2	323.194869**
No weeding	2	892.548829**

** : معنی دار در سطح احتمال یک درصد.

** : significant at the 1% of probability level.

عملکرد نیشکر را به خود اختصاص داد (نتایج ارائه نشده است).

برش‌دهی اثر متقابل میانگین مربعات سطوح عامل وجین و سطوح عامل علف‌کش پس‌رویشی در هر سطح از عامل علف‌کش پیش‌رویشی بر عملکرد نیشکر در جدول ۱۲ ارائه آمده است. مشاهده می‌شود که اثرات متقابل برای سطوح مختلف عامل وجین و سطوح مختلف عامل علف‌کش پس‌رویشی در تمامی سطوح عامل علف‌کش پیش‌رویشی معنی‌دار ($P < 0.01$) شد.

مقایسه میانگین اثر متقابل (برش داده شده) سطوح مختلف کاربرد وجین در سطوح علف‌کش پس‌رویشی بر عملکرد نیشکر نشان داد که سطوح وجین تحت تأثیر سطوح مختلف علف‌کش پس‌رویشی قرار گرفته است. تلفیق تیمار دو نوبت وجین و تیمار پس‌رویشی اختلاط علف‌کش توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ و متری بیوزین، با قرار گرفتن در یک گروه آماری مجزا و با میانگین ۹۹/۸ تن در هکتار، بیشترین عملکرد نیشکر را به خود اختصاص داد. پس از تیمار فوق، تلفیق تیمار وجین دو نوبت و کاربرد پس‌رویشی اختلاط علف‌کش‌های توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ و متری بیوزین با ۹۸/۱۹ تن در هکتار، بهترین

جدول ۱۲ - نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر سطوح عامل وجین و عامل علف‌کش پس‌رویشی در هر سطح از عامل علف‌کش پیش‌رویشی بر عملکرد نیشکر.

Table 12. Slicing (mean squares) of the interaction effects of weeding (B factor) and post-emergence herbicides (C factor levels) in each pre-emergence herbicides (A factor levels) on sugarcane (*Saccharum officinarum*) yield.

Pre-emergence herbicide (A factor)	Df	MS
		cane yield
Metribuzin	2	125.214367**
Metazachlor+quinmerac	2	149.223717**
Pendimethalin	2	113.638367**
Indaziflam	2	90.258573**
Acetochlor	2	131.466223**

** : معنی دار در سطح احتمال یک درصد.

** : significant at the 1% of probability level.

اختلاط علف‌کش‌های توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ و متری-بیوزین و اعمال دو نوبت و یک نوبت وجین، به ترتیب با میانگین ۱۰۴/۷۳، ۱۰۳/۱۹ و ۱۰۳/۱۹ تن در هکتار، همراه با تیمار تلفیق کاربرد پیش‌رویشی علف‌کش ایندازی‌فلام، اعمال دو نوبت کف‌بری و کاربرد پس‌رویشی اختلاط

در جدول ۱۳، اثرات متقابل (برش داده شده) اعمال تیمارهای آزمایش بر عملکرد نیشکر نشان داده شده است. مشاهده می‌شود که پس از شاهد وجین کامل با میانگین ۱۰۹/۹۷ تن در هکتار، تیمار تلفیق کاربرد پیش‌رویشی علف‌کش پندیمتالین، کاربرد پس‌رویشی

(*al.*, 2010). بنابراین مشاهده می‌شود که مبارزه مؤثر با علف‌های هرز، به‌خصوص تلفیق روش‌های شیمیایی و مکانیکی، علاوه بر مهار علف‌های هرز، موجب بهبود و افزایش در عملکرد کمی نیشکر می‌شود. در این بررسی، تلفیق تیمار پیش‌رویشی علف‌کش متازاکلر + کوئین‌مراک، بدون اعمال وجین و تیمار پس‌رویشی توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ و نیز تلفیق تیمار پیش‌رویشی علف‌کش استوکلر، بدون اعمال وجین و کاربرد تیمار پس‌رویشی توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ، به‌ترتیب با ۷۵/۱۴ و ۷۵/۶۸ تن در هکتار، کمترین عملکرد نیشکر را داشتند (جدول ۱۳).

نتیجه‌گیری کلی

کاربرد روش‌های مرسوم مبارزه با علف‌های هرز مزارع نیشکر، منجر به مهار مؤثر کاتوس نشده است؛ بنابراین کاربرد روش مبارزه تلفیقی که بتواند اثر بهتری در کاهش آلودگی ابتدای فصل کاتوس و طی داشت نیشکر داشته باشد و در نهایت رقابت با گیاه نیشکر را کاهش دهد، اهمیت زیادی دارد. به‌طورکلی، استفاده از علف‌کش‌های پندی‌متالین (پرول[®])، با فرمولاسیون جدید سوسپانسیون میکروکپسوله و ایندازیفلام (آلیون[®]) در مبارزه پیش‌رویشی، وجین به‌صورت اعمال کفبری در دو نوبت و کاربرد اختلاط علف‌کش‌های پس‌رویشی توفوردی+ام‌سی‌پی‌آ و متری‌بیوزین، بیشترین تأثیر را در کاهش تراکم و وزن خشک دارا بودند و از این رو، به عنوان مؤثرترین روش مبارزه تلفیقی با کاتوس شناسایی شدند. در مورد مهار کاتوس یادآور می‌شود که با گذشت زمان، کاهش تأثیر تیمارهای پیش‌رویشی اجتناب‌ناپذیر است، چراکه توانایی زیاد این علف‌هرز در تکثیر از طریق جوانه‌های رویشی روی ریشه، موجب افزایش دوباره آن طی فصل رشد نیشکر خواهد شد؛ بنابراین به‌منظور مهار مؤثر کاتوس، مبارزه تلفیقی ضرورت خواهد یافت. اعمال تلفیقی تیمارهای اشاره شده در مقایسه با شاهد بدون وجین علف‌هرز، موجب افزایش عملکرد کمی نیشکر شد؛ با وجود این، تیمارهای آزمایشی، تأثیر معنی‌داری در افزایش خصوصیات کیفی نیشکر نشان ندادند.

علف‌کش‌های (توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ) و متری‌بیوزین با میانگین ۱۰۲/۸۷ تن در هکتار، با قرار گرفتن در یک گروه آماری مجزا، بیشترین عملکرد نیشکر را به خود اختصاص دادند.

نتایج یک پژوهش نشان داد که کاربرد پیش‌رویشی علف‌کش ایندازیفلام علیه علف‌هرز چندساله اویارسلام ارغوانی تا ۹۰ روز پس از مصرف، پس از شاهد وجین کامل علف‌هرز، از بیشترین عملکرد برخوردار بود (Ahmadi *et al.*, 2017). نتایج یک تحقیق دیگر در خصوص مبارزه با علف‌های هرز نیشکر در منطقه Hingoli در هند نشان داد که کاربرد پس‌رویشی تیمار اختلاط متری‌بیوزین+توفوردی، ضمن ایجاد بیشترین درصد مهار علف‌های هرز پهن‌برگ و کشیده‌برگ، بالاترین عملکرد نیشکر را در مقایسه با شاهد بدون وجین تولید کرد (Waghmare *et al.*, 2018). همچنین Begum & Bordoloi (2016)، تأثیر تیمارهای مختلف علف‌کش‌های شیمیایی و عملیات زراعی را در مدیریت علف‌های هرز نیشکر مورد بررسی قرار دادند و نشان دادند که کاربرد پیش‌رویشی متری‌بیوزین + عملیات بازروی و ۴۵ روز پس از آن کاربرد پس‌رویشی علف‌کش 2,4-D و همچنین تیمار پیش‌رویشی متری‌بیوزین + عملیات بازروی همراه با وجین علف‌های هرز ۴۵ روز پس از آن، با مهار اثربخش علف‌های هرز، بیشترین عملکرد نیشکر را در مقایسه با شاهد علفی به خود اختصاص دادند. نتایج تحقیق Ahmadi *et al.* (2010) نیز نشان داد که کاربرد تلفیق روش‌های شیمیایی و مکانیکی، ضمن مهار موفق علف‌های هرز مزارع نیشکر در مقایسه با شاهد بدون وجین، افزایش عملکرد کمی نیشکر را در پی داشت. Hossein Zadeh *et al.* (2012) ضمن مطالعه تأثیر روش‌های مختلف مبارزه تلفیقی بر علف‌های هرز نشان دادند که بیشترین عملکرد نیشکر، به تیمار تلفیق علف‌کش پیش‌رویشی ای‌پی‌تی‌سی و خاک‌ورزی تعلق گرفت. در یک مطالعه، مدیریت تلفیقی علف‌های هرز نیشکر با استفاده از کاربرد تیمارهای علف‌کش روی پشته و عملیات خاک‌ورزی بین ردیفی + خاک‌دهی پایه بوته، ضمن مهار علف‌های هرز تا ۷۵ روز پس از اعمال تیمارها، موجب دستیابی به بیشترین عملکرد نیشکر شد (Cheema *et*

جدول ۱۳- مقایسه میانگین اثر متقابل (برش داده شده) علف‌کش پیش‌رویشی × وجین (کف‌بری) × علف‌کش پس‌رویشی بر عملکرد نیشکر.

Table 13. Mean comparisons of the interaction effects (sliced) of pre-emergence herbicide × weeding × post-emergence herbicide on Sugarcane yield.

Pre-emergence herbicide	Weeding	Post-emergence	cane yield (t/ha)
Pr1	W1	Po1	80.7 m
		Po2	94.48 fg
		Po3	84.97 jk
	W2	Po1	85.83 jk
		Po2	96.85 de
		Po3	86.62 j
	W3	Po1	75.68 o
		Po2	89 i
		Po3	84.69 jk
Pr2	W1	Po1	85.69 jk
		Po2	96.96 d
		Po3	86.84 j
	W2	Po1	91.95 fghi
		Po2	98.75 cd
		Po3	91.31 fghi
	W3	Po1	75.14 o
		Po2	92.26 fgh
		Po3	86.03 jk
Pr3	W1	Po1	92.55 fgh
		Po2	103.19 b
		Po3	97.15 d
	W2	Po1	98.1 cd
		Po2	104.73 b
		Po3	99.51 c
	W3	Po1	84.61 jk
		Po2	101.37 bc
		Po3	94.58 fg
Pr4	W1	Po1	93.26 fgh
		Po2	101.84 bc
		Po3	94.81 def
	W2	Po1	98.54 cd
		Po2	102.87 b
		Po3	97.16 d
	W3	Po1	84.66 jk
		Po2	99.16 c
		Po3	93.85 fgh
Pr5	W1	Po1	79.83 n
		Po2	94.46 fg
		Po3	85.04 jk
	W2	Po1	82.22 m
		Po2	95.82 def
		Po3	86.82 j
	W3	Po1	75.54 o
		Po2	90.15 i
		Po3	84.41 kl
Hand weeding check			109.97 a

علف‌کش‌های پیش‌رویشی: Pr1: متری‌بیوزین؛ Pr2: متازاکلر+کوئین‌مراک.

Pr3: پندی‌متالین؛ Pr4: ایندازی‌فلام؛ Pr5: استوک‌لر.

وجین (کف‌بری): W1: یک نوبت؛ W2: دو نوبت؛ W3: بدون وجین.

علف‌کش‌های پس‌رویشی: Po1: توفوردی +ام‌سی‌بی‌آ؛ Po2: متری‌بیوزین و توفوردی +ام‌سی‌بی‌آ؛ Po3: بروم‌اسید ام‌آ.

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، در سطح احتمال یک درصد، تفاوت معنی‌داری ندارند.

Pre-emergence herbicides: Pr1: Metribuzin; Pr2: Metazachlor+quinmerac; Pr3: Pendimethalin; Pr4: Indaziflam; Pr5: Acetochlor.

Weeding: W1: One time; W2: Two times; W3: without weeding.

Post-emergence herbicides: Po1: 2,4-D + MCPA; Po2: Metribuzin & 2,4-D + MCPA; Po3: Bromicide M.A.

Means with the same letters in the same column are not significantly different at 1% of probability level.

کاتوس، موجب افزایش توان رقابت گیاه نیشکر در دستیابی به منابع غذایی و در نتیجه افزایش عملکرد نیشکر شد.

در مجموع، کاربرد علف‌کش‌ها در ابتدای دوره رشد نیشکر و به‌دنبال آن اعمال تیمارهای وجین و کاربرد علف‌کش‌های پس‌رویشی، ضمن مهار مؤثر علف‌هرز

سپاسگزاری

شایسته است از مدیران و همکاران محترم موسسه تحقیقات و آموزش نیشکر و کشت و صنعت امیرکبیر که امکان اجرای این پژوهش را فراهم کردند، صمیمانه تشکر و قدردانی نمائیم.

REFERENCES

1. Abdolahi Lorestani, S., Ahmadpour, S.R., Paknazar, A., Shahrooz, M. & Parian, H. (2019). Sugarcane weed management: Emerging challenges and opportunities. *8th Iranian Weed Science Conference, Ferdowsi University of Mashhad*, August 27-29, Pp134-119. (In Persian)
2. Abdolahi Lorestani, S., Lorzadeh, S. & Fathi, G. (2008). *Integrated management of sugarcane weeds using chemical and mechanical (hilling-up) methods*. MSc. Thesis, Islamic Azad University, Shushtar Branch, Pp131-120. (In Persian)
3. Ahmadi, A., Elahifard, A., Siahpoosh, A. R. & Farkhari, M. (2017). Chemical management of purple nutsedge (*Cyperus rotundus* L.) in sugarcane cultivation. *Iranian Crop Science*, 48(4), 1147-1139. (In Persian)
4. Ahmadpour, S. R., Alizadeh, H. & Majnoon Hosseini, N. (2010). Integrating of hilling up operations and cultivation with strip spraying on weed control of sugarcane fields. *Iranian Journal of Crop Science*. 41(4), 729-719. (In Persian)
5. Azizian, A., Mighani, F., Mirvakili, S. M. & Baghestani, M. A. (2011). Integrated management and adaptive phenology of swallow-wort (*Cynanchum acutum* L.) in pistachio orchard. *Journal of Crop Improvement*, 13(2), 73-61. (In Persian)
6. Begum, M. & Bordoloi, B. C. (2016). Effect of weed management practices on sugarcane ratoon. *Agriculture Science Digest*, 36(2), 106-109.
7. Bennett, A. C., Ferrel, J. A. & Dusky, J. A. (2004). Weed management in sugarcane. Pages 1-7 in Gilbert, R. A. (eds). *The Sugarcane Handbook*. Electronic publication, Agronomy Department, University of Florida, USA.
8. Cheema, M. S., Bashir, S. & Ahmad, F. (2010). Evaluation of integrated weed management practices for sugarcane. *Pakistan Journal of Weed Science Research*, 16(3), 257-265.
9. Chen, J. C. P. & Chou, C. C. (1993). *Chen-Chou cane sugar Handbook: A manual for cane sugar manufactures and their chemists*, 12th eds. John Wiley and Sons, Inc., NY, 580p.
10. Chittendon, F. V., Komarov, L. & Gery-Wilson, C. (2000). *Plants for a future*. Retrieved from <http://www.pfaf.org/>.
11. Christensen, T. (1998). Swallow-worts. *Wild flower summer issue*. 42, 21-25.
12. Cousens, R. D., Johnson, M. P., Weaver, S. E., Martin, T. D. & Blair, A. M. (1992). Comparative rates of emergency and leaf appearance in wild oats (*Avena fatua*), winter barley (*Hordeum sativum*) and winter wheat (*Triticum aestivum*). *Journal of Agriculture Science*, 118, 149-153.
13. Faghieh, A. & Salimi, H. (1997). *Research plan of biology and phenology and distribution of swallow-wort (Cynanchum acutum L.)*. Final report of the research plan of the weeds research department of the Iranian Plant Protection Institute. (In Persian)
14. Haji Sharafi, G. H. & Mousavinia, H. (2006). Investigation of the possibility of replacing sugarcane herbicides in order to reduce the use of chemical pesticides and optimal use of agricultural inputs in Amir kabir industry Co. of Khuzestan Province. *The Sixth Biennial Conference of the Society of Environmental Experts*, Tehran. (In Persian)
15. Hossein Zadeh, A., Aynehband, A. & Hamdi, H. (2012). The effect of combined weed control methods on quantitative and qualitative yield of sugarcane in Khuzestan. *Plant Productions*, 35(3), 55-68. (In Persian)
16. Lawlor, F. M. (2003). The swallow-worts. *NY Forest Owner*, 41(4), 14-15.
17. Lesnik, M. 2003. The impacts of maize stand density on herbicide efficiency. *Plant Soil Environ*. 49, 29- 35.
18. Mighani, F., Mirvakili, S. M., shimi, P. & Baghestani, M. A. (2011). Investigation of chemical and mechanical control efficiency of swallow-wort (*Cynanchum acutum* L.) in Yazd. *4th Iranian Weed Science Conference*, 100 Pp. (In Persian)
19. Mighani, F., Najafi, H. & Mirvakili, S. M. (2015). Swallow-wort (*Cynanchum acutum* L.) (Biology and management). *Final Report of the Research Project of the Iranian Plant Protection Research Institute*. (In Persian)

20. Mighani, F., Shimi, P. & Baghestani, M. A. (2009). Investigation of the possibility of integrated control of swallow-wort (*Cynanchum acutum* L.). *Final Report of the Research Project of the Iranian Plant Protection Research Institute*. (In Persian)
21. Mirvakili, S. M., Meighani, F., Azizian, A. & Karimbeiki, H. (2010). Effects of desiccation on regrowth of swallow-wort (*Cynanchum acutum* L.) roots. *Proceedings of 3rd Iranian Weed Science Congress, Weed Biology and Ecophysiology*, 1, 173-176. (In Persian)
22. Nosratti, I., Sabeti, P., Chaghamirzaee, G. & Heidari, H. (2017). Weed problems, challenges, and opportunities in Iran. *Crop Protection*, 29(11), 1223-1231.
23. Pandey, B.P. (2004). *A text book of botany angiosperms (Taxonomy, anatomy, embryology including tissue culture and economic botany)*. published by S. Chand & Company Ltd, 212-214.
24. Pour azar, R., Sayad Mansour, A. A., Sharififar, S. & Zand, A. (2006). Evaluation of the efficacy of the new herbicide Krismat WG 75 (ametryn + trifoxysulfuron sodium) in sugarcane. *The 17th Iranian Plant Protection Congress*, September 2-5, Karaj. (In Persian)
25. Shimi, P. & Hashemirad, V. H. (2012). Study of swallow-wort (*Cynanchum acutum* L.) control in pistachio orchards in Kerman. *Journal of Weed Science*, 8, 62-53. (In Persian)
26. Shimi, P., Hosseini, S. M., Rivand, M. & Yazdi, M. (2004). Control of swallow-wort (*Cynanchum acutum* L.) in apple orchards and vine yards. *Plant Pests and Diseases Institute* (In Persian)
27. USDA, NRCS. (2007). *U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service. Plants Database*. Retrieved September 10, 2020, <http://www.nps.gov/plants/alien/fact/cy/01.htm>.
28. Waghmare, P. K., Shinde, S. A., Chenalwad, S. P. & Jadhav, A. S. (2018). Study on weed control and yield of seasonal sugarcane as influenced by application of different herbicides. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6, 930-932.
29. Wilson, B.J. & Write, K.J. (1990). Predicting the growth and competitive effects of annual weeds in wheat. *Weed Research*, 30, 201-211.
30. Yousefi, J., Alizadeh, H., Hosseini, S. M. B. & Mighani, F. (2011). *Investigation of ecophysiological aspects of swallow-wort (Cynanchum acutum L.) populations in Iran and determining the best time to use herbicides using carbon 14*. PhD thesis, University of Tehran. (In Persian)
31. Zare Sadri, Z., Montazeri, M. & Diyanat, M., (2010a). Biological study of Swallow-wort (*Cynanchum acutum* L.) in Aran and Bidghol pistachio orchards in Isfahan. *The 3rd Iranian Weed Science Conference*, Babolsar, February 17-18. Pp100. (In Persian)
32. Zare Sadri, Z., Montazeri, M. & Mir Hadi, M. J. (2010b). Chemical control of swallow-wort (*Cynanchum acutum* L.) in Aran and Bidgol pistachio orchards, Isfahan province. *3rd Iranian Weed Science Conference*, Babolsar, February 17-18. 2, 430 Pp. (In Persian)