

Research Article

Plant Prod., 2021, 44(2), 171-182
http://plantproduction.scu.ac.ir//

ISSN (P): 2588-543X
ISSN (E): 2588-5979

Integrated Mechanical Weeding and Herbicide Application in Weed Management of Sugarcane (*Saccharum officinarum* L.)

Yousef Rezaie¹, Elham Elahifard^{2*}, Seyed Ataollah Siadat³, Sasan Abdolahi Lorestani⁴

- 1- M.Sc. Graduate of Agronomy, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, Khuzestan Agricultural Sciences and Natural Resources University, Mollasani, Iran
- 2- ***Corresponding Author:** Assistant Professor, Department of Plant Production and Genetic Engineering, Faculty of Agriculture, Khuzestan Agricultural Sciences and Natural Resources University, Mollasani, Iran (e.elahifard@asnrukh.ac.ir)
- 3- Professor, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran
- 4- Research expert, Iranian Sugarcane Research and Training Institute, Department of Weed Science, Khuzestan, Ahvaz, Iran

Citation: Rezaie, Y., Elahifard, E., Siadat, S. A., & Abdolahi Lorestani, S. (2021). Integrated mechanical weeding and herbicide application in weed management of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.). *Plant Productions*, 44(2), 171-182.

 10.22055/PPD.2020.30228.1788

Received: 6 July, 2019

Accepted: 17 May, 2020

Abstract

Introduction

Weeds are among the most important factors reducing sugarcane yield in Khuzestan province. Sugarcane has a vegetative stage susceptible to weed competition, which is about 3 to 6 weeks from the time of planting in a warm and humid season. Therefore, the control of weeds in the early part of the growing season before the canopy closure of sugarcane and covering more than half the rows of planting is very critical. In order to investigate the effect of combination of mechanized weeding and application of three herbicides including indaziflam, 2,4-D + MCPA + metribuzin, on weed control and sugarcane yield, a field experiment was conducted in Ratoon2 field in 2017-2018 growing season in Dehkhoda Sugarcane Plantation and Industry Company, Khuzestan, Iran.

Materials and Methods

The experimental design was split plot based on randomized complete block design with three replications. Mechanical weeding at three levels (sweep cultivator, rotavator, and no cultivation) was considered as the main plots. Herbicide application was considered as sub plot at three levels [indaziflam (50 ml ai ha⁻¹), 2,4-D + MCPA + metribuzin (675 ml ai ha⁻¹ + 1050 g ai ha⁻¹) and no herbicide application (as weedy control)]. A weed-free check was included for comparison. Herbicide applications were made using backpack sprayer with TeeJet 11004 flat fan nozzle



calibrated to deliver 250 L ha⁻¹ at pressure of 2.5 atm. Sugarcane cultivar was CP-614. Weed sampling was carried out 60 days after treatment. Single stem weight, cane yield, final sugar yield, brix, pol, sugar purity and recoverable sugar were measured at the end of growing season and after sugarcane harvest.

Results and Discussion


The results showed that mechanical weeding treatments lead into reduced weed dry weight. As a result, weed control was more effective in rotavator treatment than cultivator. Maximum reduction weed dry weight (52.47%) was observed in integrated rotavator and indaziflam treatment. The results of the quantitative traits of sugarcane showed that using mechanized weeding and herbicide application, caused an increase in weight of single stem and yield of cane compared to the control. The greatest single stem weight was observed in cultivator treatment plus 2,4-D + MCPA + metribuzin (1.65 Kg m⁻²), rotavator + 2,4-D + MCPA + metribuzin (1.63 Kg m⁻²) and indaziflam (1.61 Kg m⁻²). The final sugar yield (9.79 t ha⁻¹) in indaziflam treatment was greater than other treatments (except weed -free treatment). However, the measured values of Brix, pol, sugar purity and recoverable sugar did not differ significantly among treatments. Results showed that the use of mechanized weeding combined with herbicide applications would have an effective role in improving sugarcane yield and inhibition of sugarcane weeds.

Conclusion

The use of herbicides at the beginning of the sugarcane growing season led to more effective weed control; As a result, competition between sugarcane and weeds in access to food resources decreased, which led to the growth and development of sugarcane. However, the indaziflam did better than 2,4-D + MCPA + metribuzin due to its slight superiority in single-stem weight and cane yield. In general, it can be said that the use of mechanical weeding has an important role in controlling sugarcane weeds and the use of rotivator had a significant advantage over cultivator. According to the results of single stem weight, the use of combination weeding with herbicides will play an effective role in improving the weight of sugarcane.

Keywords: Cultivator, Rotavator, Sugarcane yield, Weed biomass

تلفیق وجین مکانیکی و کاربرد علف کش در مدیریت علف‌های هرز نیشکر (*Saccharum officinarum* L.)

یوسف رضایی^۱، الهام الهی فرد^{۲*} , سید عطا... سیادت^۳، ساسان عبدالهی لرستانی^۴

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران

۲- *نویسنده مسئول: استادیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران
(e.elahifard@asnruk.ac.ir)

۳- استاد، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران

۴- کارشناس تحقیقاتی، کارشناس، مؤسسه تحقیقات و آموزش توسعه نیشکر و صنایع جانبی خوزستان، اهواز، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۲/۲۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۴/۱۵

چکیده

علف‌های هرز یکی از مهم‌ترین عوامل کاهش دهنده عملکرد نیشکر در استان خوزستان می‌باشند. به منظور بررسی اثر تلفیق وجین مکانیکی و کاربرد سه سطح علف کش ایندازیفلم، تو، فور-دی + ام‌سی پی آ + متریبوزین، بر مهار علف‌های هرز و عملکرد نیشکر آزمایشی در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ در یک مزرعه باز رویش ۲ در شرکت کشت و صنعت دهخدا، اهواز، خوزستان اجرا شد. آزمایش به صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه زیر کشت واریته CP57-614 اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل وجین مکانیکی در سه سطح (کولتیواتور پنجه‌غازی، روتیواتور و بدون عملیات مکانیکی) در کرت‌های اصلی و کاربرد علف کش در سه سطح [ایندازیفلم (۵۰ میلی لیتر ماده مؤثر در هکتار)، توفوردی + ام‌سی پی آ + متریبوزین (۱۷۵ میلی لیتر ماده مؤثر در هکتار + ۱۰۵۰ گرم ماده مؤثر در هکتار) و شاهد بدون علف کش] در کرت‌های فرعی اعمال شدند. هم‌چنین تیمار وجین دستی نیز به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که استفاده از تیمارهای وجین مکانیکی باعث کاهش زیست توده علف‌های هرز گردید. به طوری که، مهار علف‌های هرز در تیمار روتیواتور نسبت به کولتیواتور مؤثرتر بود و بیشترین درصد کاهش زیست توده علف‌های هرز در تیمار تلفیق روتیواتور و ایندازیفلم (۵۲/۴۷ درصد) مشاهده شد. نتایج صفات کمی نیشکر نشان داد که در شرایط استفاده از وجین مکانیکی و کاربرد علف کش، وزن تک ساقه و عملکرد نی نسبت به شاهد افزایش یافت. بیشترین وزن تک ساقه در تیمارهای کولتیواتورزنی به همراه کاربرد تو، فور-دی + ام‌سی پی آ + متریبوزین (۱/۶۵ کیلوگرم)، روتیواتورزنی به همراه کاربرد تو، فور-دی + ام‌سی پی آ + متریبوزین (۱/۶۳ کیلوگرم) و ایندازیفلم (۱/۶۱ کیلوگرم) به دست آمد. عملکرد نهایی شکر (۹/۷۹ تن در هکتار) در تیمار ایندازیفلم نسبت به سایر تیمارها (به جز وجین) بیشتر بود. در حالی که مقادیر اندازه‌گیری شده بریکس، پل، خلوص شکر و شکر قابل استخراج در میان تیمارها اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نشان ندادند. به طور کلی، نتایج نشان داد که استفاده از تیمار ترکیب وجین مکانیکی به همراه علف کش نقش مؤثری در بهبود عملکرد نیشکر و مهار علف‌های هرز نیشکر خواهد داشت.

کلیدواژه‌ها: روتیواتور، زیست توده علف‌هرز، عملکرد نیشکر، کولتیواتور

مقدمه

نیشکر (*Saccharum officinarum* L.) گونه‌ای چندساله از خانواده پوآسه (Poaceae)، یکی از گیاهان بسیار قدیمی جهان می‌باشد که امروزه به منظور تولید شکر و سایر محصولات جانبی کشت می‌شود (Barat Shoushtari et al., 2008). این گیاه یکی از مهم‌ترین گیاهان صنعتی می‌باشد و سطحی بیش از ۱۰۰ هزار هکتار از اراضی استان خوزستان را به خود اختصاص داده است (Hossein Zadeh h and Sheikh Davudi, 2015). طولانی بودن دوره رشد نیشکر سبب می‌شود که علف‌های هرز متنوعی در آن رویش کنند که از مهم‌ترین آن‌ها دُرَنه (*Echinochloa colona* (L.) Link.)، حلفه (*Imperata cylindrica* P. Beauv.)، قیاق (*Sorghum halepense* (L.) Pers.)، گونه‌های پنیرک (*Malva* spp.) و او یار سلام (*Cyperus* spp.) می‌باشند (Musavi, 2001). نیشکر دارای یک مرحله رویشی حساس به رقابت علف‌های هرز می‌باشد که حدود ۶-۳ هفته از زمان کاشت در فصل گرم و مرطوب می‌باشد (Peng, 1984). بنابراین، مهار علف‌های هرز در ابتدای فصل رشد پیش از بسته شدن کانوپی نیشکر و پوشش بیشتر از نصف ردیف‌های کاشت، بسیار بحرانی است (Bennett et al., 2004). گسترش مقاومت علف‌های هرز به علف کش‌ها (Elahifard et al., 2013) و تأثیر مخرب زیست محیطی ناشی از مصرف آن‌ها، توسعه راهکارهای زراعی به‌عنوان گزینه ایمن و کم هزینه به منظور مدیریت علف‌های هرز در جهت کاهش مصرف سموم از اولویت‌های کشاورزی پایدار محسوب می‌شود (Liebman et al., 2004). یکی از راه‌های رسیدن به این هدف، استفاده کمتر از نهاده‌های کشاورزی به خصوص علف کش‌ها می‌باشد (Pourreza, 2017).

علف کش‌های جدید مانند ایندازیفلم (Indaziflam) (SC 50%)، با نام تجاری آلیون (Alion)، پیش‌رویشی) با مقدار توصیه شده ۱۰۰ میلی‌لیتر در هکتار (Nikpay et al., 2015) در مقایسه با علف کش‌های رایج نیشکر که اغلب

بازدارنده‌های فتوسیستم ۲ می‌باشند (Zand et al., 2017) یکی از راهکارهای کاهش مصرف سموم در زراعت نیشکر می‌باشد.

از جمله راهکارهای دیگر کاهش مصرف سموم، مدیریت فیزیکی و یا مکانیکی علف‌های هرز است که در آن از ابزارهای مکانیکی مانند کولتیواتور و روتیواتور استفاده می‌شود (Liebman et al., 2004; Abdolahi Lorestani, 2015). شخم‌های بعد از کاشت می‌تواند یکی از بخش‌های مهم مدیریت تلفیقی علف‌های هرز به‌ویژه جهت افزایش عملکرد گیاهان زراعی یک‌ساله باشند که در بین آن‌ها، کولتیواتورزنی بین ردیف‌ها می‌تواند در مهار علف‌های هرز، قبل از استقرار، بسیار مؤثر باشد (Buhler, 2002; Abdolahi Lorestani, 2015).

روتیواتور دستگاهی است که حرکت دورانی دارد و علاوه بر مهار علف‌های هرز، کلوخه‌ها را به‌طور سطحی و تا عمق ۸ تا ۱۵ سانتیمتر خرد می‌کند. استفاده از این وسیله برای نرم کردن خاک در کشت گیاهان علفه‌ای که بذر بسیار ریزی دارند و به منظور تماس کامل خاک با بذر است؛ درحالی‌که، کولتیواتور تیغه‌ای یا پنجه‌غازی حرکت کششی دارد و لایه زیرین خاک را می‌شکافد و برخلاف روتیواتور، منجر به پودر شدن خاک نمی‌گردد (Hossein Zadeh, 2011). هم‌چنین، کولتیواتور به منظور از بین بردن عمومی علف‌های هرز از عمق ۷ سانتیمتری در گیاهان زراعی ردیفی برخوردار از ردیف‌های عریض مورد استفاده قرار می‌گیرد (Abdolahi Lorestani, 2015).

با توجه به مصرف گسترده علف کش‌ها در مزارع نیشکر خوزستان، در راستای پیشگیری از بروز مقاومت به علف کش‌ها در علف‌های هرز مزارع نیشکر و نیز بررسی تکمیلی تأثیر علف کش‌های جدید ثبت شده مانند ایندازیفلم بر مهار علف‌های هرز و عملکرد نیشکر در مقایسه با علف کش‌های رایج (متریوزین و تو، فور-دی + ام‌سی‌پی‌آی) در تلفیق با روش‌های زراعی (وجین مکانیکی)، پژوهش پیش‌رو طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه بازرویش ۲ در شرکت کشت و صنعت دهخدا (با طول جغرافیایی ۳۱/۵۳۴۰ شمالی و عرض جغرافیایی ۴۸/۷۲۸۰ شرقی) در سال ۱۳۹۶ اجرا شد.

آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در مزرعه اجرا شد. تیمارهای این آزمایش شامل وجین مکانیکی در کرت‌های اصلی در سه سطح (کولتیواتور پنجه‌غازی، روتیواتور و بدون عملیات مکانیکی) و کاربرد علف‌کش در سه سطح (ایندازیفلم، تو، فور-دی + ام سی پی آ + متریبوزین، و شاهد بدون علف‌کش) در کرت‌های فرعی بودند. هم‌چنین، تیمار وجین دستی نیز به عنوان شاهد در نظر گرفته شد.

واریته مورد استفاده در این مطالعه، CP57-614 از ارقام تجاری زودرس نیشکر و بازرویش ۲ بود. ابتدا قطعه زمینی در مزرعه بازرویش ۲ جهت اجرای آزمایش انتخاب شد. سپس، پس از برداشت محصول نیشکر بازرویش ۱، در مزرعه DC10-5 (با بررسی پیشینه علف‌های هرز مزرعه) به مساحت حدود ۴۰۰۰ مترمربع کرت‌بندی و به ۳ بلوک مساوی تقسیم گردید. هر بلوک (تکرار) شامل ۱۲ کرت بود که عرض همه کرت‌ها یکسان و ۵ متر و طول کرت‌ها ۷/۳۲ متر و مساحت کرت‌های کوچک ۳۶/۶ مترمربع محاسبه شد و برای هر کرت ۴ فارو در نظر گرفته شد. فاصله بین کرت‌ها، یک فارو و فاصله میان بلوک‌ها ۲ فارو در نظر گرفته شد. میزان مصرف کود در سال اول کاشت، ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل در هنگام کاشت و ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره بود. در سال دوم نیز کود اوره به مقدار ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار به صورت کود آبیاری داده شد.

زمان و نحوه اعمال تیمارها

اولین مرحله عملیات سم‌پاشی در زمستان ۱۳۹۶ علیه علف‌های هرز در فاصله ظهور برگ‌های لپه‌ای تا تولید برگ‌های حقیقی انجام شد. مقادیر مصرف علف‌کش‌های مورد آزمایش شامل اختلاط تو، فور-دی + ام سی پی آ (SL/۶۷/۵) + متریبوزین (WP/۷۰) (به میزان ۱/۵ + ۱ لیتر/کیلوگرم در هکتار از ماده تجاری) بود. هم‌چنین،

ایندازیفلم به میزان ۱۰۰ میلی‌لیتر در هکتار از ماده تجاری به کار برده شد. علف‌کش‌ها توسط سمپاش پشتی مجهز به نازل بادبزنی (تی‌جت) ۱۱۰۰۴ کالیبره شده برای پاشش مقدار آبی معادل ۲۵۰ لیتر در هکتار با فشار ۲/۵ بار پاشیده شدند.

در بهار ۱۳۹۷ عملیات خاک‌ورزی پس از سبز شدن مجدد، با استفاده از کولتیواتور مجهز به ۱۰ تیغه پنجه‌غازی به عرض ۲۴ سانتی‌متر و نیز روتیواتور انجام شد. سرعت حرکت دستگاه پنجه‌غازی ۱۰ کیلومتر در ساعت و برای روتیواتور ۶ کیلومتر در ساعت بود. رطوبت مناسب خاک برای ورود دستگاه به مزرعه بین ۱۴ تا ۱۶ درصد بود.

اندازه‌گیری زیست‌توده علف‌های هرز

ارزیابی تیمارهای آزمایشی در ۶۰ روز پس از اعمال تیمار وجین مکانیکی انجام گرفت. تعیین زیست‌توده علف‌های هرز با استفاده از کادر ۱×۱ متر (۱ مترمربع) در دو مرتبه درون جوی و روی پشته انجام شد.

بوته‌های علف‌های هرز درون کادرها ابتدا شمارش و سپس از سطح خاک کف‌بر و نمونه‌های علف‌های هرز پس از انتقال به آزمایشگاه، در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت قرار داده شده و سپس توزین شدند.

اندازه‌گیری صفات کمی و کیفی

صفات کمی

وزن تک ساقه

برای اندازه‌گیری این صفت، در مرحله برداشت از هر کرت ۵ ساقه انتخاب شد و وزن متوسط ساقه اصلی آن محاسبه شد.

عملکرد نی

در زمان برداشت نهایی، دو مترمربع از ساقه‌های هر کرت آزمایشی به صورت تصادفی از روی پشته‌ها (قسمت میانی کرت و با حذف حاشیه‌ها) کاملاً کف‌بر گردید و پس از جداسازی سرنی و برگ‌ها از ساقه‌ها، توزین و عملکرد نی در هکتار محاسبه شد.

صفات کیفی

درصد ماده محلول (بریکس (Brix))

جهت اندازه‌گیری بریکس، ابتدا شیرۀ نیشکر (شربت)

نرم افزار Excel 2013 استفاده شد.

ترکیب گونه‌های علف‌های هرز مزرعه

علف‌های هرز موجود در مزرعه پژوهشی عبارت بودند از شیر تیغک نرم (*Sonchus oleraceus* L.)، علف اسب (*Conyza* spp.)، کاهو وحشی (*Lactuca serriola* L.)، یونجه شاه افسر (*Melilotus officinalis* (L.) Lam.)، گونه‌های افوریا (*Chamaesyce serpens* (Kunth) Small) (Am.)، دُرنه (*Echinochloa colona* (L.) Link.)، فالاریس (*Phalaris minor* Retz.) و شغال دم (*Polypogon monspeliensis* (L.) Desf).

زیست توده علف‌های هرز

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد اثر اصلی علف کش و وجین مکانیکی و اثر متقابل آن‌ها در ۶۰ روز پس از اعمال تیمارها بر زیست توده علف‌های هرز معنی‌دار بود. در نمونه برداری از علف‌های هرز، ۶۰ روز پس از اعمال تیمارها، علف کش ایندازیفلم نسبت به تو، فور-دی + ام‌سی بی آ + متریبوزین بیشترین درصد کاهش زیست توده را داشت. به نظر می‌رسد کاربرد علف کش ایندازیفلم که به صورت زود پس رویشی مورد استفاده قرار گرفت باعث کاهش سبز شدن و مانع از رشد علف‌های هرز گردید و در نتیجه میزان زیست توده علف‌های هرز را کاهش داد (شکل ۱). همچنین، نتایج نشان داد که درصد کاهش زیست توده علف‌های هرز در تیمار روتیواتور نسبت به کولتیواتور بیشتر بود. به طور کلی، بیشترین درصد کاهش زیست توده علف‌های هرز در تیمار علف کش ایندازیفلم در شرایط استفاده از روتیواتور، کولتیواتور و بدون عملیات، بعد از وجین دستی به دست آمد (شکل ۱). با توجه به این که روتیواتور با حرکت چرخشی خود ریشه علف‌های هرز را تا عمق ۸ سانتی متری از سطح خاک کنده و با خاک مخلوط می‌کند و مانع از رشد و توسعه علف‌های هرز می‌گردد در نتیجه تأثیر بیشتری بر کاهش رشد و زیست توده علف‌های هرز می‌گذارد. به طور مشابه، نتایج مطالعه Abdolahi Lorestani et al. (2017) نشان داد که کارایی روتیواتور در مهار علف‌های هرز فصلی دارای ریشه‌های سطحی نسبت به کولتیواتور بیشتر بود.

به وسیله آسیاب سه غلطکی گرفته شد و نمونه شربت تهیه گردید. سپس جهت تعیین بریکس شربت به دستگاه رفرکتومتر (مدل ATAGO/RX-5000α ساخت کشور ژاپن) منتقل شد و بریکس آن تعیین شد (Chen and Chou, 1993).

پل (POL)

جهت تعیین پل، پس از تهیه شربت، شربت در ارلن ۲۵۰ میلی لیتری ریخته شد و حدود ۲ گرم اسنات سرب بازی به آن اضافه شده و پس از آن نمونه از صافی رد شد. سپس با استفاده از دستگاه پلاریمتر (مدل ATAGO/AP-300 ساخت کشور ژاپن) میزان پل آن اندازه گیری شد (Chen and Chou, 1993).

درصد خلوص شکر

جهت تعیین درصد خلوص نیشکر از رابطه (۱)

استفاده شد:

$$\text{رابطه (۱)} \quad \text{PTY} = \frac{\text{POL} \times \text{POL Factor}}{\text{Brix}}$$

ضریب پل (POL Factor) = به کمک جدول و عدد بریکس محاسبه شد.

درصد قند ساکارز (POL) و درصد ماده محلول (بریکس) به ترتیب توسط دستگاه‌های پلاریمتر و رفرکتومتر اندازه گیری شد.

شکر قابل استخراج

جهت تعیین شکر قابل استخراج تصفیه شده (R.S)

از رابطه ۲ استفاده شد.

$$\text{رابطه (۲)} \quad \text{R.S (\%)} = \text{Yield} \times 0.83$$

Yield = درصد شکر زرد

عملکرد نهایی شکر

جهت تعیین عملکرد نهایی شکر از رابطه (۳) استفاده شد.

$$\text{رابطه (۳)} \quad (\%) \text{ شکر سفید} = \text{عملکرد شکر (تن در هکتار)} \times \text{عملکرد نیشکر (تن در هکتار)}$$

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

داده‌ها با نرم افزار آماری SAS9.2 با استفاده از رویه PROC GLM آنالیز شدند. مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال خطای یک و پنج درصد انجام شد. به منظور ترسیم شکل‌ها نیز از

Table 1. Analysis of variance (Mean of squares) of effect of mechanical weeding and herbicide application on weed biomass

Source of variation	Degree of freedom	Mean of squares
Replication	2	0.01 ^{ns}
Mechanical weeding	2	11.73*
Main error	4	0.74
Herbicide	3	59.21**
Mechanical weeding× Herbicide	6	4.44**
Sub-error	18	0.25
Coefficient of variation (%)	-	7.44

*. ** and ns means significant at probability level of 5 and 1% and not significant.

¹ Data were square root transformed.

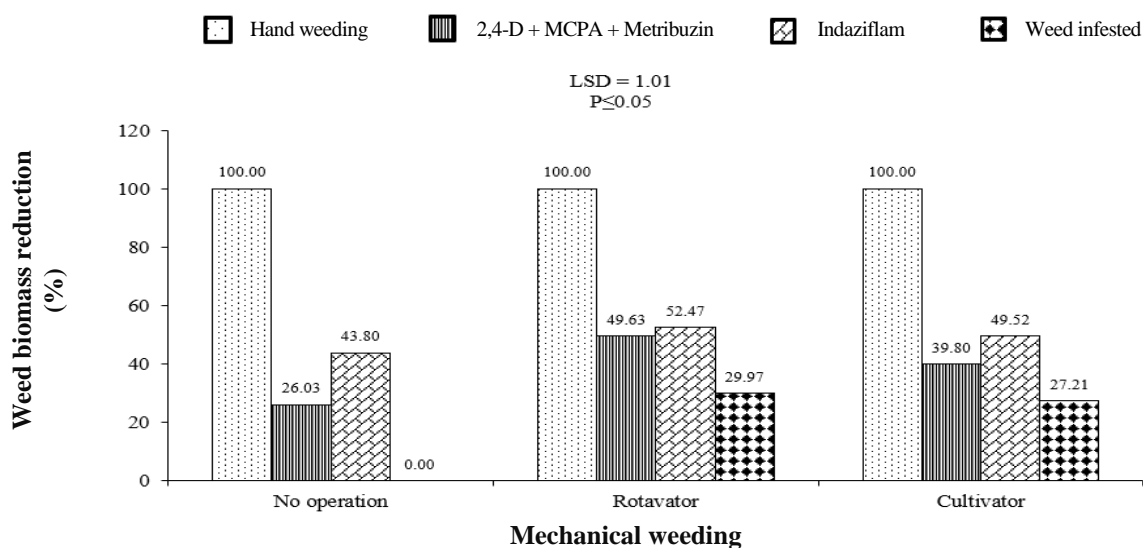


Figure 1. Interaction of mechanical weeding and herbicide application on weed biomass reduction percentage, 60 days after treatments

به کارگیری وجین مکانیکی، وزن ساقه افزایش یافته است. هم‌چنین، روتواتور به دلیل کاهش تراکم و زیست توده علف‌های هرز منجر به بهبود شرایط رشد و وزن‌گیری ساقه نیشکر شده است. از طرفی کولتیواتور با بهبود ساختار خاک و کاهش فشردگی خاک باعث نفوذپذیری بیشتر آب خاک شده در نتیجه رشد گیاه و وزن ساقه را افزایش داده است.

نتایج مقایسه میانگین اثر علف‌کش بر وزن ساقه نیشکر در (شکل ۲) نشان داد که استفاده از علف‌کش و وجین دستی باعث افزایش وزن ساقه نیشکر گردید. بیشترین وزن ساقه نیشکر در تیمار وجین دستی (۱/۴۴ کیلوگرم) و کمترین آن در تیمار بدون سمپاشی (۰/۹۴ کیلوگرم) مشاهده شد.

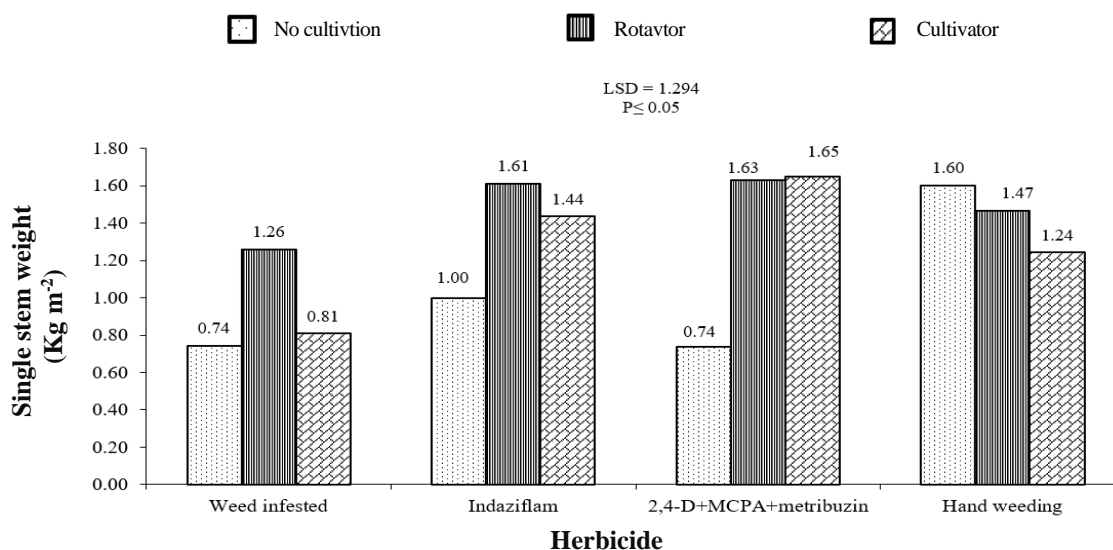
اندازه‌گیری صفات کمی و کیفی وزن تک ساقه

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که اثر اصلی وجین مکانیکی ($P \leq 0.05$) و کاربرد علف‌کش ($P \leq 0.01$) و اثر متقابل آن‌ها بر وزن تک ساقه نیشکر معنی‌دار شد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که کاربرد وجین مکانیکی باعث افزایش وزن ساقه نیشکر شده است. به‌طوری‌که، بیشترین وزن ساقه نیشکر به ترتیب در تیمارهای روتواتور (۱/۴۹ کیلوگرم) و کولتیواتور (۱/۲۸ کیلوگرم) مشاهده شد و کمترین آن نیز در تیمار بدون عملیات مکانیکی (۱/۰۲ کیلوگرم) به‌دست آمد (شکل ۲). به نظر می‌رسد به دلیل توسعه سطح برگ و در نتیجه بهبود کارایی فتوسنتزی در شرایط

Table 2. Analysis of variance of effect of mechanical weeding and herbicide application on single stem of sugarcane and cane yield

Source of variation	Degree of freedom	Mean of squares	
		Single stem weight	Cane yield
Replication	2	0.40*	417.17*
Mechanical weeding	2	0.67*	558.56**
Main error	4	0.04	35.67
Herbicide	3	0.45**	455.33**
Mechanical weeding × Herbicide	6	0.26**	37.41ns
Sub-error	18	0.06	54.37
Coefficient of variation (%)	-	13.04	8.67

*, ** and ns means significant at probability level of 5 and 1% and not significant.

**Figure 2. Interaction of mechanical weeding and herbicide application on single stem weight**

نشان داد استفاده از کنترل ترکیبی علف کش و خاک ورزی باعث افزایش زیست توده بوته نیشکر می گردد.

عملکرد نی

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد اثر اصلی مکانیکی ($P \leq 0.05$) و کاربرد علف کش ($P \leq 0.01$) بر وزن عملکرد نی معنی دار شد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد کاربرد وجین مکانیکی باعث افزایش عملکرد نی شده است. بیشترین عملکرد نی به ترتیب در تیمارهای روتواتور (۸۹/۷۷ تن در هکتار) و کولتیواتور (۸۸/۰۱ تن در هکتار) مشاهده شد و کمترین آن نیز در تیمار بدون عملیات مکانیکی به میزان ۷۷/۱۷ تن در هکتار به دست آمد (شکل ۳-الف). بالا بودن عملکرد نی در تیمارهای وجین مکانیکی به دلیل افزایش ارتفاع ساقه

نتایج اثر متقابل نیز نشان داد که بالاترین وزن ساقه نیشکر در تیمار کولتیواتور و روتواتور با کاربرد علف کش تو، فور-دی + ام سی پی آ + متریبوزین به ترتیب به میزان ۱/۶۵ و ۱/۶۳ کیلوگرم به دست آمد، که نشان دهنده این است که کنترل علف های هرز در مراحل اولیه رشد (۶-۴ هفته اول) هر چقدر بیشتر باشد تأثیر مثبت آن بر رشد گیاه زراعی بهتر خواهد بود. پس از آن، تیمارهای روتواتور به همراه کاربرد ایندازیفلام با ۱/۶۱ کیلوگرم بیشترین وزن ساقه را داشتند. در تمامی سطوح علف کش (به جز وجین دستی) تیمار بدون عملیات کمترین مقدار وزن ساقه را داشت (شکل ۲). افزایش وزن ساقه نیشکر در تیمارهای ترکیبی، حاکی از بهتر بودن توان فتوسنتزی گیاه و مناسب بودن شرایط رشد آن می باشد. نتایج مطالعه Hossein Zadeh (2011)

نتیجه تأثیر مطلوبی بر رشد گیاه داشته است. در آزمایشی مشخص شد تأثیرپذیری عملکرد دانه ذرت در شرایط رقابت با علف‌های هرز نسبت به عملکرد بیولوژیک بیشتر بود و در نتیجه شاخص برداشت ذرت بر اثر رقابت با علف‌های هرز کاهش یافت (Gerami et al., 2013). در تیمار بدون سمپاشی، به دلیل پایین بودن درجه حرارت در فصل زمستان، موجب کندی رشد نیشکر شده است و از طرفی بارندگی و شرایط مساعد جوی باعث رویش و تکثیر علف‌های هرز یک‌ساله زمستانه با سرعت رشد بالا شد، در نتیجه موجب کاهش رشد و عملکرد نیشکر شد. در حالی که، با کاربرد علف کش، به دلیل مهار علف‌های هرز و کاهش تراکم آن‌ها، گیاه فرصت مناسب برای رشد و تغذیه کافی از منابع کودی را داشته در نتیجه رشد و عملکرد آن افزایش یافت.

و تراکم بوته نیشکر می‌باشد. به طوری که، بخشی از افزایش در عملکرد ارقام نیشکر ناشی از افزایش در اجزای عملکرد مانند طول ساقه و تعداد ساقه‌ها می‌باشد. وجین مکانیکی علاوه بر کنترل مؤثر علف‌های هرز رویش یافته در بین ردیف‌های کشت احتمالاً باعث سله شکنی و افزایش تهویه و نفوذپذیری آب شد (Abedinzadeh et al., 2015).

نتایج مندرج در شکل (۳-ب) نشان داد بیشترین عملکرد نی متعلق به تیمار وجین دستی (۹۳/۶۰ تن در هکتار) و کمترین آن در تیمار بدون سمپاشی (۷۶/۲۱ تن در هکتار) مشاهده شد. به طور کلی، استفاده از علف کش و وجین دستی باعث افزایش عملکرد نی گردید. در تیمار وجین دستی، به دلیل مبارزه با علف هرز در مراحل اولیه رشد، از رقابت گیاه با علف هرز کاسته شده و در

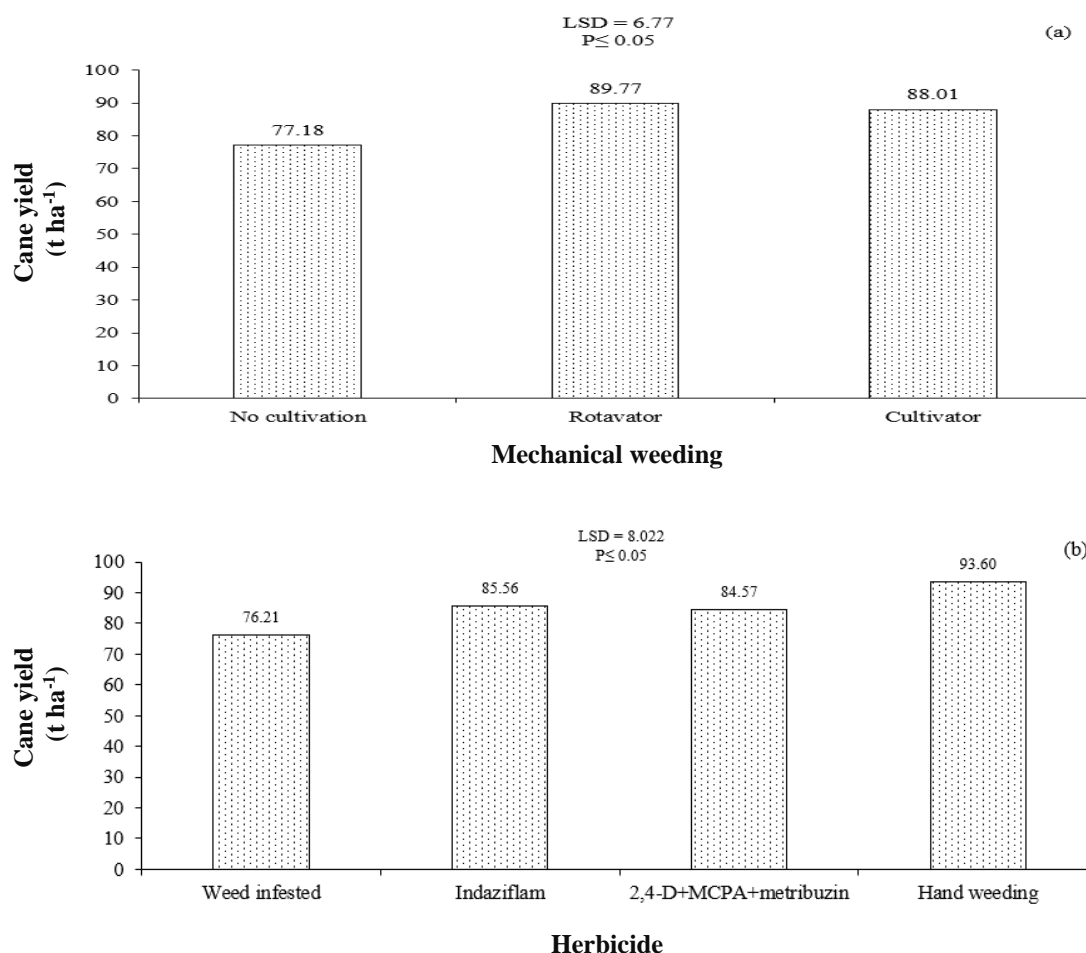


Figure 3. Average comparison of cane yield treated with mechanical weeding (a) and herbicide (b)

استخراج تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. مطالعات Abedinzadeh (2005) و Ahmadpour et al. (2011) نیز نشان داد استفاده از تیمارهای مکانیکی و شیمیایی در کنترل علف‌های هرز تأثیری بر درصد خلوص شربت نیشکر نداشت که با نتایج این مطالعه همخوانی دارد.

نتایج مقایسه میانگین اثر وجین مکانیکی بر عملکرد نهایی شکر نشان داد تیمارهای روتواتور و کولتیواتور باعث افزایش عملکرد نهایی شکر نسبت به تیمار بدون عملیات شد و بین دو تیمار کولتیواتور و روتواتور تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۴). مقایسه میانگین تیمارهای کاربرد علف‌کش نیز تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای علف‌کش از نظر عملکرد نهایی شکر نشان داد (جدول ۵). عملکرد نهایی شکر در تیمار وجین دستی نسبت به دیگر تیمارها بالاتر بوده است (جدول ۴).

نتایج مطالعه El-Shafai et al. (2010) نشان داد که در شرایط عدم حضور علف‌های هرز با سه مرتبه وجین دستی، عملکرد نیشکر افزایش می‌یابد. همچنین، (2004) Khan et al. نیز عنوان کردند حذف علف‌های هرز باعث افزایش عملکرد نی به میزان ۲۵-۲۰ درصد می‌گردد.

صفات کیفی

نتایج تجزیه واریانس اثر وجین مکانیکی و کاربرد علف‌کش بر صفات کیفی نیشکر (جدول ۳) نشان داد تیمارهای مذکور، تنها بر عملکرد نهایی شکر تأثیر معنی‌داری داشت و بر سایر صفات کیفی تأثیری نداشتند. مقایسه میانگین اثر وجین مکانیکی و کاربرد علف‌کش (جدول‌های ۴ و ۵) نشان داد بین تیمارهای مختلف از نظر بریکس، پل، درصد خلوص شکر و شکر قابل

Table 3. Analysis of variance of effect of mechanical weeding and herbicide application on qualitative sugar cane traits

Source of variation	Degree of freedom	Mean of squares				
		Brix	Pol	Sugar purity	Recoverable sugar	Final sugar yield
Replication	2	0.66 ^{ns}	0.76 ^{ns}	15.10 ^{ns}	0.68 ^{ns}	27769.77 ^{ns}
Mechanical weeding	2	0.52 ^{ns}	0.14 ^{ns}	2.54 ^{ns}	0.02 ^{ns}	81595.12*
Main error	4	0.12	0.34	10.67	0.41	12205.69
Herbicide	3	0.04 ^{ns}	0.05 ^{ns}	1.58 ^{ns}	0.05 ^{ns}	51326.55**
Mechanical weeding× Herbicide	6	0.61 ^{ns}	0.062 ^{ns}	2.87 ^{ns}	0.36 ^{ns}	5134.35 ^{ns}
Sub-error	18	0.29	0.53	5.70	0.40	6563.10
Coefficient of variation (%)	-	6.57	5.94	3.78	5.51	8.32

*, ** and ^{ns} means significant at probability level of 5 and 1% and not significant.

Table 4. Average comparison of effect of mechanical weeding on sugar cane qualitative traits

Mechanical weeding	Brix (%)	Pol (%)	Sugar purity (%)	Recoverable sugar (%)	Final sugar yield (t ha ⁻¹)
No cultivation	20.79	18.44	88.71	11.49	8.82
Rotavator	20.94	18.43	87.98	11.43	10.23
Cultivator	21.21	18.63	87.86	11.52	10.13
LSD	0.42	0.66	5.74	0.72	1.25

Table 5. Average comparison of effect of herbicide application on sugar cane qualitative traits

Herbicide	Brix (%)	Pol (%)	Sugar purity (%)	Recoverable sugar (%)	Final sugar yield (t ha ⁻¹)
Weed infested	20.97	18.60	88.70	11.58	8.81
Indaziflam	20.92	18.43	88.11	11.45	9.79
2,4-D + MCPA + Metribuzin	20.95	18.49	88.23	11.47	9.64
Hand weeding	21.08	18.48	87.68	11.41	10.66
LSD	0.54	0.72	2.36	0.63	0.80

کمی نیشکر داشته است. هم‌چنین نتایج نشان داد کاربرد علف‌کش‌ها نسبت به تیمار شاهد تأثیر مثبتی بر وزن تک‌ساقه و عملکرد نی داشته است. کاربرد علف‌کش‌ها در ابتدای دوره رشد نیشکر منجر به مهار مؤثرتر علف‌های هرز گردید؛ در نتیجه رقابت بین گیاه نیشکر و علف‌های هرز در دستیابی به منابع غذایی کاهش یافت که این امر منجر به رشد و توسعه نیشکر شد. با این حال علف‌کش ایندازیفلم به دلیل برتری جزئی در وزن تک‌ساقه و عملکرد نی نسبت به تو، فور-دی + ام‌سی‌پی آ + متریوزین بهتر بود. به‌طور کلی، می‌توان گفت استفاده از وجین مکانیکی، نقش به‌سزایی در کنترل علف‌های هرز نیشکر دارد و استفاده از روتیواتور نسبت به کولتیواتور برتری محسوسی داشت. با توجه به نتایج وزن تک‌ساقه، استفاده از تیمار ترکیبی وجین به همراه علف‌کش نقش مؤثری در بهبود وزن نیشکر خواهد داشت.

سپاس‌گزاری

بدین وسیله از مدیریت محترم شرکت کشت و صنعت دهخدا و کلیه پرسنلی که در انجام پروژه حاضر همکاری نمودند کمال تقدیر و تشکر را دارد.

هم‌چنین کاربرد علف‌کش باعث افزایش عملکرد نهایی شکر در مقایسه با تیمار بدون سمپاشی شد (جدول ۵). نتایج این مطالعه با نتایج (El-Shafai et al. (2010) که نشان دادند که در شرایط عدم حضور علف‌های هرز، عملکرد شکر افزایش می‌یابد مطابقت دارد. به‌طور مشابه (Abdolahi Lorestani et al. (2014) گزارش کردند که کاربرد کولتیواتور ۵ شاخه‌ای، ۲۱ و ۵۰ روز پس از کشت نیشکر، کنترل مؤثرتری (<90 درصد) در مقایسه با کاربرد کولتیواتور ۳ شاخه‌ای بر روی علف‌های هرز اعمال کرد. هم‌چنین، (Khan et al. (2004) نیز گزارش کردند حذف علف‌های هرز منجر به افزایش عملکرد شکر می‌گردد.

نتیجه‌گیری

زیست‌توده علف‌های هرز در ۶۰ روز پس از اعمال تیمارها در تیمار ایندازیفلم کاهش بیشتری داشته است. وزن تک‌ساقه و عملکرد نی نیز تحت تأثیر وجین مکانیکی قرار گرفت و در تیمارهای وجین، وزن ساقه و عملکرد نی افزایش یافت. به نظر می‌رسد کنترل علف‌های هرز و جلوگیری از فعالیت آن‌ها تأثیر مثبتی بر صفات

References

- Abdolahi Lorestani, S. (2015). *An introduction to mechanical weed control equipments: with a focus on mechanical weed control in sugarcane fields*. Ahvaz: Kerdegar Publication. [In Farsi]
- Abdolahi Lorestani, S., Jaefari, S., & Aghamohamadi, H. (2017). *Evaluation and comparison of efficacy of the rotavator and the sweep cultivator on annual weed control in sugarcane fields*. Presented at the conference 7th Iranian Weed Science Congress, Gorgan, Iran.
- Abdolahi Lorestani, S., Jaefari, S., Ahmadpour, S. R., & Aghamohammadi, H. (2014). *An evaluation of two sweep cultivar types on annual weeds control in sugarcane fields*. Conference 10th EWRS Workshop on Physical and Cultural Weed Control, Alnarp, Sweden.
- Abedinzadeh, M. (2005). *Tebuthionon (tebusan) application in comparison to common atrazine herbicide and mechanical control in ratoon sugarcane fields*. M.Sc. Thesis, Islamic Azad University of Shoushtar, Shoushtar. [In Farsi]
- Abedinzadeh, M., Makvandi, M. A., & Bahadori, F. (2015). Effect of mechanical control of weeds and nitrogen fertilizer use on the growth and yield of sugar cane. *Journal of Plant Production Science*, 5(2), 30-34. [In Farsi]
- Ahadpour, S. R., Alizadeh, H., & Majnoon Hoseini, N. (2011). Integrating of hilling up and cultivation with banded spraying in weed management in sugarcane fields. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 41(4), 719-729. [In Farsi]

- Barat Shoushtari, M., Asfiya, G., & Ahmadian, S. (2008). *Sugarcane in Iran*. Tehran: Aeej Publication. [In Farsi]
- Bennett, A. C., Ferrel, J. A., & Dusky, J. A. (2004). Weed management in sugarcane. In Gilbert, R. A. (ed), *The Sugarcane Handbook* (pp. 1-19). University of Florida, USA: Electronic publication.
- Buhler, D. D. (2002). Challenges and opportunities for integrated weed management. *Weed Science*, 50(3), 273-280.
- Chen, J. C. P., & Chou, C. C. (1993). *Chen-Chou cane sugar handbook: A manual for cane sugar manufactures and their chemists*. (12th Eds). New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Elahifard, E., Ghanbari, A., Rashed Mohassel, M.H., Zand, E., Mirshamsi Kakhki, A., & Mohkami, A. (2013). Characterization of triazine resistant biotypes of junglerice (*Echinochloa colona* (L.) Link.) found in Iran. *Australian Journal of Crop Science*, 7(9), 1302-1308.
- El-Shafai, A. M. A. Fakkar, A. A. O., & Bekheet, M. A. (2010). Impact of row spacing and weed control treatments on growth, quality and yield of sugarcane. *Journal of Academic Research*, 61(2), 124-136.
- Gerami, A., Siadat, S.A. Bakhshandeh, A. Fathi, G., & Alami Saeid, K. (2013). Determination of critical weed of corn (*Zea mays* L.) in Ahvaz region. *Plant Productions*, 36(1), 39-49. [In Farsi]
- Hossein Zadeh, A. (2011). *The effect of integrated management methods of weed control on quantitative and qualitative yield of sugarcane*. M.Sc. Thesis, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz.
- Hossein Zadeh, E., & Sheikh Davoudi, M. J. (2015). *Evaluation of soil compaction of sugarcane fields due to the movement of harvest machines*. Presented at the International Conference on Applied Research in Agriculture, Tehran-Malard, Iran.
- Khan, M. Z. Bashir, S., & Bajwa, M. A. (2004). Performance of promising sugarcane varieties in response of inter-row spacing towards stripped cane and sugar yield. *Pakistan Sugar Journal*, 19(5), 15-18.
- Liebman, M., Mohler, C. L., & Staver, C. P. (2004). *Ecological management of agricultural weeds*. United Kingdom: Cambridg University Press.
- Musavi, M. R. (2001). *Integrated weed management*. Tehran: Miaad Publication.
- Nikpay, A., Sharafizadeh, P. Pour Mahmoud, M., & Kurd, H. (2015). *Efficacy of alion a new herbicide for managing sugarcane weeds: Preliminary results in Iran*. 37th Annual Conference of Australian Society Sugar Cane Technology, Bundaberg, Queensland, Australia.
- Peng, S. Y. (1984). *Development in crop science: The biology and control of weeds in sugarcane* (4). Amsterdam: Elsevier Science Publisher.
- Pourreza, J. (2017). Evaluating the wheat (*Triticum aestivum*) yield loss caused by wild oat (*Avena fatua*) interference at nitrogen different levels. *Plant Productions*, 40(3), 41-52. [In Farsi]
- Zand, E., Baghestani, M. A., Nezamabadi, N., Shimi, P., & Mousavi, S. K. (2017). *A guide to chemical control of weeds in Iran*. Mashhad: Jahad-e Daneshgahi Mashhad Publication. [In Farsi]