



مقایسه شاخص‌های کمی و کیفی برداشت سبز و سوخته ارقام نیشکر

رضا مرادی^۱، سید عطاءاله سیادات^{۲*}، عبدالرضا سیاهپوش^۳، عبدالمهدی بخشنده^۴ و
محمد رضا مرادی تلاوت^۵

^۱دانشجوی دکتری زراعت دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ایران
^۲استاد گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ایران
^۳استادیار گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ایران
^۴استاد گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ایران
^۵دانشیار گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۵/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۲/۲۵

چکیده

سابقه و هدف: افزایش گرمایش جهانی و مسائل زیست محیطی فشار افکار عمومی بخصوص در مناطق شهری نزدیک مزارع نیشکر (*Saccharum officinarum*) موجب گذار از روش برداشت سوخته (آتش زدن مزرعه قبل از برداشت) به سمت برداشت سبز در اکثر مناطق کشت نیشکر در جهان شده است. آتش زدن مزرعه همچنین موجب از بین رفتن حدود ۲۰ تن برگ و سرشاخه شده که در روش برداشت سبز می‌تواند به صورت ماده آلی به خاک برگشته، موجب حاصلخیزی خاک و پایداری تولید نیشکر در استان خوزستان شود.

مواد و روش‌ها: به منظور بررسی شاخص‌های کیفی حین برداشت در روش برداشت سبز و مقایسه آن با میزان ضایعات در روش برداشت سوخته نیشکر آزمایشی در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ در کشت و صنعت نیشکر امام خمینی اجرا شد. طرح آماری مورد استفاده کرت‌های یکبار خرد شده بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار بود که سه رقم نیشکر به‌عنوان فاکتور اصلی و پنج روش برداشت و راتونینگ پس از برداشت به‌عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شد. ضایعات برداشت نیشکر در مزرعه همچون نی کف بری نشده، نی قدی بجامانده، نی چاپری ریخته شده در مزرعه، نی تراش شده، کل ضایعات برداشت، درصد قند نیشکر (پل) و عملکرد نیشکر در واحدهای آزمایشی مورد ارزیابی قرار گرفتند. کلیه محاسبات آماری با نرم افزار SAS v9.2 انجام گرفت و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) استفاده گردید.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که ارقام نیشکر در کل صفات مورد ارزیابی اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد نشان دادند. بیشترین ضایعات نی تراش شده با ۲/۶۵ تن در هکتار متعلق به رقم زودرس CP73-21 و کمترین متعلق به رقم دیررس CP48-103 با ۱/۲۳ تن در هکتار بود. بیشترین ضایعات کل برداشت مربوط به رقم زودرس CP73-21 با ۱۲/۱۴ تن در هکتار و کمترین متعلق به واریته دیررس CP48-103 با ۴/۴۶ تن در هکتار بود. با توجه به اینکه واریته‌های نیشکر از لحاظ ارتفاع ساقه تعداد برگ دوره رسیدگی و تحمل در برابر ورس متفاوتند لذا نقش واریته در میزان ضایعات حین برداشت مهم است. بیشترین ضایعات نی تراش شده متعلق به مجموع روش‌های برداشت سبز (بدون اختلاف معنی‌دار بین خود) با حدود ۲ تن در هکتار و

*نویسنده مسئول: seyedatasiadat@yahoo.com

کمترین میزان تراش نی متعلق به روش برداشت سوخته (۱/۳۵ تن درهکتار) بود. مجموع روش‌های برداشت سبز بیشترین ضایعات برداشت را نسبت به برداشت سوخته داشتند. وجود برگ و سرشاخه سبز باعث افزایش ضایعات در برداشت سبز نیشکر می‌شود. روش برداشت اثر معنی‌داری در سطح احتمال خطای پنج درصد بر درصد پل نداشت. بیشترین عملکرد مربوط به واریته میان‌رس CP69-1062 با میانگین ۹۲/۸۷ تن در هکتار بود. کمترین میزان عملکرد نی مربوط به واریته زودرس با ۶۵/۴ تن در هکتار بود. میانگین عملکرد روش برداشت سوخته ۸۳/۱۹ تن در هکتار و میانگین روش‌های برداشت سبز ۷۳/۶۸ تن در هکتار بود. در مجموع روش برداشت سبز نسبت به روش سوخته حدود ۱۱ درصد کاهش عملکرد نشان داد.

نتیجه‌گیری: از آنجا که تحقیقات در خصوص برداشت سبز نیشکر تازه در کشور شروع شده و با توجه به اینکه بیشترین ضایعات به جا مانده در مزرعه در روش برداشت سبز متعلق به واریته زودرس بود؛ همچنین نیاز به انجام تغییرات فنی در دروگرهای نیشکر برای کارایی بالاتر در برداشت سبز و کاهش ضایعات، توصیه می‌شود با امکانات فعلی برداشت سبز نیشکر در مورد واریته‌های میان‌رس و دیررس انجام شود.

واژه‌های کلیدی: درصد پل، عملکرد نی، نی چاچری، نی تراش شده، نی قدی

مقدمه

کشت نیشکر در ایران و استان خوزستان در سطحی بیش از ۱۲۰ هزار هکتار به منظور تولید شکر صورت می‌گیرد (۵)، میانگین تولید نیشکر در واحد سطح در ایران بالاتر از میانگین جهانی است (۱) که علاوه بر تولید سالانه ۷ میلیون تن ساقه و برآورده ساختن بیش از ۳۰ درصد کل نیاز کشور به شکر، صنایع مختلف جانبی از جمله خوراک دام، تخته نیمه صنعتی^۲ و الکل‌سازی را نیز تغذیه می‌کند (۹). فشرده‌گی خاک یکی از دلایل اصلی کاهش عملکرد نیشکر در راتون‌های بعدی و در دوره‌های بهره‌برداری بعدی پس از آیش مزرعه است که دلیل اصلی آن کمبود مواد آلی خاک و تردد ماشین‌آلات سنگین در مزرعه است. برداشت نیشکر (*Saccharum officinarum*) به دو صورت سوزاندن مزرعه قبل از برداشت و سبز انجام می‌گیرد. به دلیل بیوماس فوق العاده زیاد نیشکر و انبوه برگ و سرشاخه، سوزاندن مزرعه کار برداشت نیشکر را چه در حالت دستی توسط کارگر و چه ماشینی سهل می‌سازد. ولی علی‌رغم مزیت این روش به دلیل مسائل زیست

محیطی در سطح جهان در حال منسوخ شدن است و فشار سازمان‌های حامی محیط زیست و افکار عمومی برای جایگزینی برداشت سبز رو به افزایش است (۱۲ و ۱۵). در روش برداشت سبز پوشال (برگ‌های خشک نیشکر)، سرنی و مقداری نی در سطح زمین باقی می‌ماند که به تراش بلانکت^۳ معروف است (۱۱). جایگزین شدن برداشت سبز به جای برداشت سوخته می‌تواند با افزودن سالانه تا ۲۰ تن تراش بلانکت (سرنی و برگ‌های خشک نیشکر) به خاک راهی برای افزودن ماده آلی خاک و پایداری تولید نیشکر و جلوگیری از پیامدهای زیست محیطی ناشی از سوزاندن آن باشد (۲۰). از دیگر مزایای تراش بلانکت می‌توان به حفظ خاک و کاهش فرسایش آن و کنترل علف‌های هرز اشاره کرد. در مجموع باقی‌گذارن تراش بلانکت به علت کم کردن تبخیر از سطح خاک، باعث کاهش مصرف آب، با برگرداندن مواد غذایی باعث کاهش مصرف کود و با جلوگیری از رشد علف‌های هرز باعث کاهش مصرف سم می‌شود که از مسائل اولیه در سیستم‌های کشاورزی پایدار می‌باشد (۳ و ۱۲). اغلب مطالعات انجام شده

1. MDF

2. Trash Blanket

هموارسازی مسیر برداشت سبز جهت نیل به کشاورزی پایدار انجام گرفته است.

مواد و روش‌ها

به منظور مقایسه ضایعات حین برداشت و برخی شاخص‌های کیفی نیشکر برداشت شده و عملکرد آن، آزمایشی در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ در کشت و صنعت امام خمینی (ره) واقع در اراضی شعیبه در ۴۰ کیلومتری جنوب شوشتر با طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۴۴ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۴۴ دقیقه شمالی و ارتفاع ۲۴ متر از سطح دریا به صورت کرت‌های یکبار خرد شده با چهار تکرار اجرا گردید. فاکتور اصلی سه رقم نیشکر زود رس CP73-21، میان رس CP69-1062، و دیررس CP48-103 و فاکتور فرعی پنج روش برداشت و راتونینگ شامل برداشت سوخته (متداول)، برداشت سبز بدون انجام عملیات راتونینگ، برداشت سبز با عملیات راتونینگ متداول، برداشت سبز با تکرار راتونینگ پس از آبیاری اول و برداشت سبز با دو بار تکرار راتونینگ بعد از آب اول و دوم بود. سه مزرعه ۲۰ هکتاری مجاور و در یک کلاس بافتی از هر رقم که به صورت یک‌نواخت کشت شده و آماده برداشت بودند انتخاب شده در هر مزرعه ۴ نوار ۱/۵ هکتاری به فواصل یکسان توسط دروگر (آستافت مدل ۷۰۰۰) به صورت سبز برداشت شد. سپس فاروهای کناری در نوار برداشت سبز از پوشال پاکسازی شده و با رعایت احتیاط‌های لازم بقیه مزرعه آتش زده شد. چهار تیمار برداشت سبز به صورت تصادفی در نوار سبز برداشت شده قرار گرفتند. هر کرت آزمایشی شامل شش فاروی ۲۵۰ متری و عرض ۱/۸۳ متری در جهت شرق به غرب و از یکنواختی نسبی بالایی برخوردار بود. نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه در جدول ۱ ارائه شده است.

حاکی از بالاتر بودن میزان ضایعات برداشت سبز نیشکر در مزرعه نسبت به برداشت سوخته است (۱۹). بخش‌هایی از ضایعات برداشت در مزرعه که به شکل نی قدی، نی کف‌بری نشده و نی چاپر شده هستند می‌توانند بلافاصله پس از برداشت طی عملیاتی که لیلیکو نامیده می‌شود توسط کارگر جمع‌آوری شود. ولی ضایعاتی که شامل نی خرد شده و تراش شده هستند، قابل جمع‌آوری در مزرعه نیستند. میزان و نوع ضایعات مزرعه‌ای همچنین به مدل و کارایی دروگرهای نیشکر بستگی دارد (۷).

گومز و همکاران (۲۰۰۶) میزان تلفات نی در مزرعه در برداشت سبز را ۴/۵۷ تن در هکتار و در برداشت سوخته ۰/۳۹ تن در هکتار گزارش نمودند (۶). نونز واسپانز (۲۰۰۸) میزان خاشاک همراه نی ارسالی به کارخانه در برداشت سبز ۳/۱ درصد بیشتر از سوخته گزارش کرده‌اند (۱۴). وود (۱۹۹۱) میزان شکر استحصالی در برداشت سبز نسبت به سوخته را ۰/۱ تا ۰/۳ واحد کمتر گزارش کرده است (۲۱). از طرف دیگر نونز و اسپانز (۲۰۰۸) هیچ اختلاف معنی‌داری بین درصد قند قابل استحصال در برداشت سبز و سوخته مشاهده نکردند (۱۴). باتوجه به تأثیر کاهش وجود تراش بر درصد قند استحصالی آنها نتیجه گرفتند که احتمالاً میزان قند در نیشکر سبز بیشتر از سوخته است (۱۴). گومز و همکاران (۲۰۰۶) میزان کلی تلفات نیشکر در دو روش سبز و سوخته را مساوی و حدود ۱۶ درصد گزارش کرده‌اند آنها معتقدند در روش برداشت سبز شکر به دلیل ضایعات نیشکر در مزرعه و در برداشت سوخته به دلیل فاصله زمانی بین سوزاندن مزرعه و عملیات برداشت به خصوص در دمای بالای محیط تلف می‌شود (۶).

این آزمایش به منظور تعیین دقیق و تفکیک شده ضایعات مزرعه‌ای برداشت در دو روش برداشت سبز و سوخته نیشکر صورت گرفته است. همچنین مقایسه برخی شاخص‌های کیفی تولید نیشکر با هدف

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی، شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش (عمق صفر تا شصت سانتی متری)

Table 1. Physico- chemical properties of soil in 0-60 cm depth in experimental site

بافت خاک (Soil texture)	پتاسیم قابل جذب (میلی گرم بر کیلوگرم) K (mg.kg)	فسفر قابل جذب (میلی گرم بر کیلوگرم) P (mg.kg)	نیتروژن کل (درصد) Total N(%)	کربن آلی (درصد) organic C (%)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC (دسی زیمنس بر متر) dS.m ⁻¹	عمق نمونه برداری Depth of sample(cm)
رسی سیلنتی Silty clay	145	12.2	0.06	0.29	8.14	1.41	0-30
رسی Clay	123	8	0.04	21	8.03	2.3	30-60

I-Austoft

حذف اثر حاشیه‌ای) پنج متر طولی به‌طور تصادفی از سطح زمین توسط کارگر برداشت و پس از حذف برگ‌های باقیمانده روی ساقه تا گوشوارک بالاترین برگ سبز به‌عنوان ساقه قابل آسیاب در نظر گرفته شده و با توزین توسط ترازو و محاسبات لازم در نهایت عملکرد خالص و بدون ضایعات در هکتار به‌دست آمد (۴). سپس دو فاروی دیگر هر کرت توسط دروگر برداشت و عملکرد واقعی توسط تفاضل سبد پر و خالی حامل نی دو فاروی مذکور به‌دست آمد. عملکرد واقعی به‌دست آمده از این طریق با در نظر گرفتن ضایعات موجود در مزرعه با عملکرد خالص تطبیق داده شده که تفاوتی نداشت. پس از برداشت از هر کرت آزمایشی و چهارفاروی وسط کادری به مساحت ۲۷/۵ مترمربع (عرض سه فاروی ۱/۸۳ متری × پنج متر طول فارو) در عمق بیش از ۳۰ متر از ابتدای فارو به‌طور تصادفی انتخاب و ضایعات برداشت به تفکیک نی قدی بجا مانده در مزرعه، نی کف‌بری نشده، نی چاپر شده و ریخته شده در مزرعه، نی تراش شده (ریش ریش شده) جمع‌آوری شده و جداگانه توسط ترازوی دقیق توزین شدند (۱). از سبدهای حامل نیشکر هر کرت آزمایشی قبل از تحویل به کارخانه توسط دستگاه نمونه‌گیر مکانیکی، نمونه تصادفی به وزن ۲۵-۱۵ کیلوگرم (بسته به وارپته) تهیه شده و پس از عصاره‌گیری توسط دستگاه سه غلطکی Cuban Mille و صاف‌کردن توسط کاغذ

دو فاروی کناری به‌عنوان اثر حاشیه‌ای در نظر گرفته شده و از چهار فارو و باقیمانده پس از حذف ۳ متر از ابتدای فاروها به‌عنوان اثر حاشیه‌ای برای اندازه‌گیری‌های لازم استفاده شد.

در کنار هر نوار برداشت سبز شش فاروی سوخته به‌عنوان تیمار برداشت سوخته در نظر گرفته شد. بجز تیمار برداشت سبز بدون راتونینگ که هیچ عملیاتی پس از برداشت در آن صورت نگرفت بقیه تیمارها پس از برداشت توسط زیرشکن تا عمق ۴۰ سانتی‌متری زیرشکنی بین ردیف‌های کشت شدند، سپس توسط دستگاه ریشپیر کلوخه‌های بوجود آمده نرم گردید و فرم‌دهی مجدد پشته انجام شد. در تیمارهایی که نیاز به تکرار راتونینگ داشتند (به‌منظور ارزیابی تاثیر یا عدم تاثیر مخلوط نمودن تراش بلانکت با خاک) پس از آبیاری اول و دوم صرفاً عملیات دیسک فرم‌دهی پشته (ریشپیر) تکرار شد. آبیاری برای همه تیمارها به‌صورت یکسان و در ۱۹ درصد رطوبت وزنی خاک انجام گرفت (۲).

کود سرک به میزان ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن (از منبع اوره) در هکتار در چهار قسط بصورت محلول در آب آبیاری داده شد (۱۳). مبارزه با علف‌های هرز در صورت لزوم با علف‌کش‌های مرسوم در زراعت نیشکر انجام گرفت. هنگام رسیدگی محصول و برداشت (میزان ساکارز حداقل ۱۳ درصد وزن تر ساقه) (۹) از دو فاروی وسط هر کرت نی (پس از

نیشکر در خصوص کلیه صفات مورد مطالعه اختلاف معنی دار در سطح احتمال خطای یک درصد داشتند. روش های برداشت و راتونینگ بجز در مورد مقدار ساکارز در شربت در مورد بقیه صفات مورد مطالعه در سطح احتمال خطای یک درصد اختلاف معنی دار داشتند. اثر متقابل رقم و روش برداشت در مورد نی قدی بجا مانده و نی کف بری نشده و نی چاپر شده و کل ضایعات در سطح احتمال خطای یک درصد معنی دار بود.

صافی، درصد پل (قندهای راست گرد) با استفاده از پلاریمتر (Schmidt, Saccharomat Nir w2, Schmidt, Canada) با دقت ۰/۰۱ درصد اندازه گیری شد (۸). کلیه محاسبات آماری با استفاده از نرم افزار SAS V9.2 انجام گرفت و برای مقایسه میانگین ها از آزمون حداقل تفاوت معنی دار (LSD) در سطح احتمال خطای ۵ و ۱ درصد استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس در جدول ۲ آمده است. ارقام

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات کمی و کیفی و ضایعات برداشت در مزرعه ارقام نیشکر در روش برداشت سبز و سوخته

Table 2. Analysis of variance some quantity and quality indices and losses infield in green and burnt harvesting sugarcane cultivars.

منابع تغییر	درجه آزادی d.f	میانگین مربعات (Mean Square)						
		نی قدی بجامانده در مزرعه Complete cane	نی کف بری نشده uncut cane	نی تراش شده بهنگام برداشت unravel cane	نی چاپر شده مانده در مزرعه Choppe red cane	کل ضایعات برداشت Total harvest loos	مقدار ساکارز در شربت نیشکر pol percent	عملکرد نی cane yield
تکرار (Rep)	3	0.09	0.01	0.27	0.00	0.32	1.50	53.21
ارقام نیشکر (cultivar)	2	122.71 **	12.84 **	10.32 **	0.77 **	341.05 **	25.99 **	4533.42 **
خطای اصلی (e1) روش برداشت و راتونینگ	6	0.08	0.00	0.18	0.00	0.42	0.77	41.79
راتونینگ (harvesting method)	4	2.43 **	0.43 **	0.99 **	0.03 **	11.55 **	0.37 n.s	231.07 **
روش برداشت × رقم (cultivar × harvesti ng method)	8	1.56 **	0.10 **	0.08 n.s	0.01 **	2.54 **	0.25 n.s	15.68 n.s
خطای فرعی (e2)	36	0.05	0.01	0.05	0.00	0.11	0.17	12.83
ضریب تغییرات (درصد) c.v(%)	-	6.63	11.40	12.49	5.73	4.49	2.37	4.73

ns, * and ** show no significant difference, significant difference at the 5 and 1 % probability of error level respectively.

اثر تیمارها بر ضایعات نی قدی نشان داد که تنها در رقم زودرس CP73-21 اختلاف بین روش های برداشت از نظر ضایعات نی قدی معنی دار بود (جدول ۵). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که کمترین

نتایج نشان داد ضایعات برداشت به صورت نی قدی بجا مانده در مزرعه تحت اثر تیمارهای رقم، روش های برداشت و راتونینگ و اثر متقابل تیمارها تفاوت معنی دار داشت (جدول ۲). نتایج برش دهی

کرده و ضایعات به این شکل در این واریته افزایش یافت. با توجه به خصوصیات رشدی واریته زودرس CP73-21 در برداشت سوخته به علت سوزانده شدن پوشال‌ها و دید بهتر اپراتور و لذا راندمان بالاتر دستگاه‌های دروگر میزان تلفات نی قدی کمتر از برداشت سبز است ولی با این حال ضایعات به این شکل در روش سوخته این واریته حدود دو برابر واریته‌های دیگر است (جدول ۶). این نتیجه با یافته‌های استوارت و کینگستون (۱۹۷۹) که خصوصیات واریته را در میزان ضایعات برداشت مهم دانسته‌اند، مطابقت دارد (۱۸).

ضایعات به شکل نی قدی در روش متداول (سوخته) با میانگین ۲/۴۲ تن در هکتار و بقیه تیمارهای برداشت سبز همگی در یک گروه با میانگین حدود ۷ تن در هکتار قرار گرفتند (جدول ۶). یکی از اشکال ضایعات برداشت نیشکر باقیمانده نی قدی (کامل) در مزرعه است در این حالت دروگر قادر نیست کلیه ساقه‌ها را بریده و بداخل دستگاه بکشد و بعضی ساقه‌ها بدین شکل در مزرعه باقی می‌ماند. از آنجا که واریته زودرس CP73-21 دارای ساقه بسیار انحنادار و پیچ در پیچ است و به صورت ایستاده و مستقیم رشد نمی‌کند و میزان ورس در این واریته بسیار بالاست لذا دستگاه دروگر قادر نیست کلیه ساقه‌ها را جمع‌آوری

جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین اثر ارقام نیشکر بر شاخص‌های کمی و کیفی برداشت در روش سبز و سوخته

Table 3. Mean comparison effect sugarcane cultivars on quantity and quality indices in green and burnt harvesting

عملکرد نی (تن در هکتار) cane yield (ton.ha ⁻¹)	مقدار ساکارز در شربت نیشکر (درصد) pol percent (%)	نی تراش شده (تن در هکتار) unravel cane (ton.ha ⁻¹)	ارقام نیشکر (cultivar)
92.88 a	17.88 a	1.74 b	CP69-1062
68.46 b	16.06 b	1.23 c	CP48-103
65.40 b	18.16 a	2.65 a	CP73-21

مقادیر دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال خطای ۵٪ ندارند.

Values in each column followed by similar letters are not significantly different at 5 % probability level.

این مسئله در مورد رقم زود رس خصوصیات خاص اناتومیکی این واریته‌ها و اعمال ورس شدید آنها و در خصوص واریته دیررس، طولانی‌تر بودن دوره رشد و ورس غیرقابل اجتناب این واریته است.

در واریته زود رس کمترین میزان ضایعات نی قدی بری نشده مربوط به برداشت سوخته با ۱/۳۶ تن در هکتار و بیشترین مقدار با ۲/۲۲ تن در هکتار مربوط به تیمار برداشت سبز با دو بار تکرار راتونینگ که البته با بقیه تیمارهای برداشت سبز در این واریته بود اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۶).

بخش دیگری از ضایعات برداشت در مزرعه نی قدی بری نشده است. وقتی تیغه‌های برش دروگر ساقه را نه از سطح خاک بلکه از ارتفاع بالاتر قطع می‌نماید ضایعات به شکل نی قدی بری نشده در مزرعه شکل می‌گیرد. ورس گیاه و دید اپراتور دروگر به‌هنگام برداشت دو عامل اصلی در میزان این شکل از تلفات هستند. تفاوت بین روش‌های برداشت تنها در مورد رقم زودرس و دیررس در خصوص ضایعات نی قدی بری نشده در سطح احتمال خطای یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۵). همانگونه که ذکر شد علت

جدول ۴- نتایج مقایسه میانگین اثر روش برداشت و راتونینگ بر شاخص‌های کمی و کیفی برداشت نیشکر در روش سبز و سوخته

Table 4. Mean comparison harvesting and ratooning methods on quantity and quality indices in green and burnt sugarcane harvesting.

عملکرد نی (تن در هکتار) cane yield(ton.ha ⁻¹)	مقدار ساکارز موجود در شربت (درصد) pol percent(%)	نی تراش شده (تن در هکتار) unravel cane (ton.ha ⁻¹)	روش برداشت و راتونینگ harvesting method
83.19 a	17.62 a	1.36 b	برداشت متداول (سوخته) burnt harvesting
74.54 b	17.15 b	2.04 a	برداشت سبز بدون راتونینگ Green harvesting without ratooning
74.75 b	17.39 ab	2.02 a	برداشت سبز باراتونینگ متداول Green harvesting with ratooning
73.41 b	17.26 b	1.96 a	برداشت سبز با فرم دهی مجدد پشته بعد از آبیاری اول Green harvesting with once reshape rep.
72.02 b	17.40 ab	1.99 a	برداشت سبز با فرم دهی مجدد پشته بعد از آبیاری اول و دوم Green harvesting with twice reshape rep.

مقادیر دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال خطای ۵٪ ندارند.

Values in each column followed by similar letters are not significantly different at 5 % probability level.

جدول ۵- برش دهی اثر متقابل رقم × روش برداشت راتونینگ در تیمارهای ارقام بر صفات کمی و کیفی برداشت نیشکر

Table 5. Slice interaction cultivar harvesting methods at cultivar treatments on quantity and quality indices sugarcane harvesting.

ارقام cultivar	درجه آزادی d.f	نی قدی ضایعات Complete cane	نی کف بری نشده uncut cane	نی چایر شده ضایعات chopper cane	کل ضایعات برداشت losses total
CP69-1062	4	0.60 ^{n.s}	0.03 ^{n.s}	0.03 ^{**}	1.31 ^{**}
CP48-103	4	0.12 ^{n.s}	0.08 ^{**}	0.00 ^{n.s}	1.15 ^{**}
CP73-21	4	5.36 ^{**}	0.52 ^{**}	0.02 ^{**}	14.87 ^{**}

ns, * و ** به ترتیب عدم اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال خطای ۵٪ و ۱٪.

ns, * and ** show no significant difference, significant difference at the 5 and 1 % probability of error level respectively

جدول ۶- مقایسه میانگین ضایعات نی قدی، نی کف‌بری نشده، نی چایر شده و کل ضایعات تحت روش‌های برداشت در ارقام نیشکر

Table 6. Mean comparison complete cane, uncut cane, chopper cane and total losses under harvesting methods in sugarcane cultivars

ارقام cultivar	روش برداشت و راتونینگ harvesting method	تیمارها		
		نی قدی ضایعات (تن در هکتار) complete cane	نی کف بری نشده (تن در هکتار) uncut cane	ضایعات نی چایری (تن در هکتار) chopper cane
CP69-1062	T0	2.42 a	0.43 b	0.69 b
	T1	2.61 a	0.63 a	0.89 a
	T2	2.39 a	0.58 a	0.90 a
	T3	2.27 a	0.62 a	0.92 a
	T4	2.48 a	0.64 a	0.88 a
CP48-103	T0	1.69 b	0.38 b	0.59 b
	T1	2.07 a	0.61 a	0.64 a
	T2	2.07 a	0.63 a	0.61 ab
	T3	2.03 a	0.72 a	0.59 b
	T4	2.14 a	0.73 a	0.58 b
CP73-21	T0	2.42 b	1.36 b	0.86 b
	T1	7.07 a	1.98 a	1.01 a
	T2	6.92 a	2.19 a	1.02 a
	T3	7.05 a	2.17 a	0.99 a
	T4	6.99 a	2.22 a	1.04 a

مقادیر دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال خطای ۵٪ ندارند.

Values in each column followed by similar letters are not significantly difference at 5 % probability level.

نی چاپر شده همراه با پوشال توسط فن اولیه دستگاه و پرتاب آن به بیرون دانست. در واریته دیررس به دلیل طولانی‌تر شدن دوره رشد و ریزش اغلب برگ‌های نیشکر در سرمای زمستان اختلاف چندانی در این مورد بین برداشت سبز و سوخته مشاهده نمی‌شود (جدول ۶). این نتیجه‌گیری با گزارشات روزف و کرافورد (۱۹۷۹) که برداشت بعد از حدود ۳۲ درصدی سرمای زمستان را موجب کاهش ۳۲ درصدی ضایعات دانستند مطابقت دارد (۱۷).

بخشی از ضایعات برداشت نیشکر در مزرعه مربوط به نی تراش شده (ریش ریش‌شده) است. این بخش از ضایعات نیشکر در هنگام برداشت مکانیزه و داخل فن اولیه دستگاه دروگر در اثر برخورد نی درو شده با تیغه‌های فن اولیه و پرتاب به بیرون همراه با پوشال صورت می‌گیرد که قابل جمع‌آوری در مزرعه نیست. تفاوت بین ارقام نیشکر از این حیث در سطح احتمال خطای یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین میزان ضایعات نیشکر به صورت نی تراش داده شده مربوط به واریته زودرس CP73-21 با میانگین ۲/۶۵ تن در هکتار و کمترین میزان مربوط به واریته دیررس CP48-103 با میانگین ۱/۲۳ تن در هکتار بود (جدول ۳). تردی و شکنندگی واریته زورس CP73-21 علت این مسئله است. کمترین میزان ضایعات نی تراش شده مربوط به برداشت سوخته و بیشترین مربوط به همه روش‌های برداشت سبز بود که همگی در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۴). علت بالاتر بودن نی تراش شده در برداشت سبز به‌طور کلی به دلیل همراه بودن پوشال با نی و لذا برخورداری از وزن حجمی کمتر نسبت به نی سوخته و بدون پوشال بوده و لذا توسط فن دستگاه مکیده شده و به علت برخورد با تیغه‌های فن میزان نی تراش در این روش بیشتر می‌شود.

در واریته دیررس ضایعات به شکل نی کف بری نشده در برداشت سوخته ۰/۳۸ تن در هکتار کمترین مقدار و ۰/۷۴ تن در هکتار تیمار برداشت سبز با دو بار تکرار راتونینگ بیشترین مقدار بود که البته با بقیه تیمارهای سبز این واریته اختلاف معنی‌دار نداشت (جدول ۶). کمترین تلفات نی کف بری نشده در هر دو رقم زودرس و دیررس در بین روش‌های برداشت سبز مربوط به تیمار برداشت سبز بدون راتونینگ بود. علت این مسئله عدم انجام عملیات زیرشکنی بین ردیف‌های کشت در این تیمار و لذا ایجاد نشدن کلوخه است. سطح صاف و یکنواخت ایجاد شده در کف فارو به‌اضافه پوشش نرم پوشال مخلوط نشده با خاک شرایط بسیار مناسبی برای تردد دستگاه‌های دروگر فراهم می‌آورد. نوسانات کمتر دروگر باعث نوسانات کمتر ارتفاع تیغه‌های برش از سطح خاک شده و ضایعات نی کف بری نشده کاهش می‌یابد. شکل دیگری از ضایعات برداشت در مزرعه ریزش نی چاپر شده از دستگاه دروگر است. نتایج نشان داد اختلاف بین روش‌های برداشت از نظر میزان این شکل از ضایعات تنها در مورد ارقام زودرس و میان‌رس معنی‌دار بود (جدول ۵). در رقم زودرس برداشت سوخته با ۰/۸۶ تن در هکتار کمترین و مجموع روش‌های سبز با حدود یک تن در هکتار بدون داشتن اختلاف معنی‌دار با یکدیگر بیشترین میزان ضایعات نی چاپر شده را داشتند. در رقم میان‌رس برداشت سوخته با ۰/۶۹ تن در هکتار کمترین و مجموع روش‌های برداشت سبز با حدود ۰/۹ تن در هکتار بیشترین ضایعات نی چاپر شده را داشتند (جدول ۶). علت بالاتر بودن ضایعات نی چاپر شده در روش برداشت سبز نسبت به سوخته را می‌توان به دلیل حجم بیشتر توده گیاهی برداشت شده و وارد شده به دستگاه دروگر و لذا ریزش نی چاپر شده از نوارهای نقاله دستگاه و همچنین مکیده شدن

نتایج این آزمایش نشان داد ارقام نیشکر اختلاف معنی داری در سطح احتمال خطای یک درصد به لحاظ درصد قند شربت داشتند (جدول ۲). رقم زودرس و میانرس به ترتیب با میانگین ۱۸/۱۶ و ۱۷/۸۸ در یک گروه آماری قرار گرفتند که بیشتر از رقم دیررس بود (جدول ۳). به طور معمول ارقام زود رس گیاهان زراعی قندی دارای درصد وزنی قند بالاتری در بافت‌های خود نسبت به ارقام دیررس هستند. برای نمونه ارقام زودرس چغندر قند نیز درصد قند بالاتری نسبت به ارقام دیررس دارند (۱۰). روش‌های برداشت و راتونینگ از لحاظ درصد ساکارز شربت نیشکر اختلاف معنی داری نداشتند (جدول ۲). این نتایج با گزارشات نونز واسپانز (۲۰۰۸) و گومز و همکاران (۲۰۰۶) که اختلافی بین درصد قند در روش برداشت سبز و سوخته مشاهده نکردند مطابقت دارد (۶ و ۱۴).

نتایج نشان داد که عملکرد ساقه در هکتار ارقام نیشکر در سطح احتمال خطای یک درصد معنی دار است (جدول ۲). رقم CP69-1062 بیشترین عملکرد با ۹۲/۸ تن در هکتار را داشت و عملکرد نی واریته‌های دیررس و زودرس در رده‌های بعدی بودند (جدول ۳). میانگین عملکرد برداشت سوخته ۸۳/۱۹ تن در هکتار بود. عملکرد تیمارهای برداشت سبز بدون اختلاف معنی دار بین خود همگی در یک گروه با میانگین ۷۳/۶۸ تن در هکتار بود (جدول ۴). از عدم اختلاف معنی دار بین روش برداشت سبز می‌توان نتیجه گرفت که ماندن بقایای گیاهی در سطح مزرعه با مخلوط کردن آن با خاک تفاوتی در میزان عملکرد ایجاد نکرده است. این نتیجه با یافته‌های ریدج و دایک (۱۹۸۸) که تفاوتی بین مخلوط کردن تراش بلانکت با خاک و مخلوط نکردن مشاهده نکردند مطابقت دارد (۱۶). این نتیجه می‌تواند باعث کاهش هزینه تولید نیشکر شود؛ زیرا نیازی به عملیات

با محاسبه کل ضایعات برداشت مشخص شد که اختلاف بین روش‌های برداشت در مورد هر سه رقم در خصوص صفت ضایعات کل در سطح احتمال خطای یک درصد معنی دار است (جدول ۵). در رقم زود رس ضایعات کل برداشت سوخته ۸/۸۶ تن در هکتار و مجموع روش‌های برداشت سبز با حدود ۱۳ تن در هکتار بدون داشتن اختلاف معنی دار، بیشترین ضایعات را داشتند (جدول ۶). در رقم میان رس کمترین ضایعات کل مربوط به برداشت سوخته با ۴/۶ تن در هکتار و بیشترین ضایعات کل با حدود ۶ تن در هکتار مربوط به تیمارهای برداشت سبز بدون اختلاف معنی دار با یکدیگر بود (جدول ۶). در رقم دیررس اختلاف بین ضایعات برداشت بین روش‌های سبز و سوخته نسبت به دو واریته دیگر کمتر است. ضایعات کل برداشت سوخته این واریته ۳/۵۶ تن در هکتار و ضایعات کل مجموع روش‌های برداشت سبز آن بدون داشتن اختلاف معنی دار با یکدیگر حدود ۴/۶۸ تن در هکتار بود. اختلاف بین میزان ضایعات برداشت در روش برداشت سبز به‌طور کلی و روش سوخته از واریته زودرس به طرف واریته میانرس و دیررس روندی کاهنده دارد (جدول ۶). بر خلاف واریته زودرس خشک شدن برگ‌های نیشکر در واریته‌های میانرس و دیررس در اثر سرمای پاییز و زمستان و ریزش آنها اختلاف بین برداشت سبز و سوخته را در خصوص میزان ضایعات کاهش می‌دهد (۱۹). برگ‌های سبز در مزرعه هم در برش نی و هم حرکت نی بریده شده در داخل دستگاه دروگر مشکلات زیادی ایجاد می‌کند. نتایج بدست آمده با یافته‌های ریدج و دایک (۱۹۸۸) که میزان تلفات در برداشت سبز را ۱۳-۳/۵ درصد بسته به رقم یا زمان برداشت و سایز گیاه دانسته‌اند مطابقت دارد (۱۶). روزف و کرافورد (۱۹۷۹) نیز بقایای بجا مانده از برداشت سبز را ۲/۳۷ برابر سوخته دانسته‌اند (۱۷).

قسمت‌های مختلف این دستگاه‌ها می‌توان بطور قابل ملاحظه‌ای از میزان ضایعات در برداشت سبز کاست. از آنجا که اختلاف معنی‌داری بین روش‌های برداشت سبز در خصوص عملکرد ساقه و درصد قند و اکثر ضایعات برداشت وجود نداشت. بنابراین تیمار برداشت سبز بدون راتونینگ بهترین روش برداشت سبز چه از نظر کاهش هزینه و چه به لحاظ حفظ بقایای گیاهی در خاک خواهد بود؛ ضمن اینکه تلفات نی کف بری نشده در این تیمار به دلیل سطح یکنواخت و صافی که برای تردد دستگاه‌های دروگر ایجاد می‌کند کمتر از تیمارهای دیگر بوده است. با توجه به این که وارپته زودرس CP73-21 بیشترین تلفات و ضایعات را در برداشت سبز دارد و با عنایت به اینکه این رقم تنها ۲۵-۲۰ درصد سطح زیر کشت نیشکر را در واحدهای تولیدی تشکیل می‌دهد می‌توان برای شروع و رواج برداشت سبز نیشکر فعلاً از این وارپته صرف‌نظر نمود و برداشت سبز را در ارقام میان‌رس و دیررس که به هنگام برداشت بخش‌های سبز نداشته و یا مقدار کمتری دارد رایج نمود مضافاً اینکه آتش‌زدن مزارع زودرس بدلیل داشتن قسمت‌های سبز آلودگی هوای کمتری ایجاد می‌کند.

سپاسگزاری

از ریاست محترم دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان و گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، همچنین از معاونت کشاورزی و پرسنل و مدیریت مطالعات کاربردی و کارشناسان کشاورزی تولید یکم کشاورزی کشت و صنعت نیشکر امام خمینی (ره) که کمک‌های شایانی به اجرای این آزمایش نمودند سپاسگزاری می‌شود.

راتونینگ که علاوه بر هزینه زیاد بدلیل بهم زدن خاک مزرعه و ایجاد لایه سخت در زیر خاک با اصول کم خاک‌ورزی هم در تضاد است، نخواهد بود. کاهش عملکرد حدود ۱/۵ درصدی در برداشت سبز نسبت به برداشت سوخته در سال اول دور از انتظار نبوده و با گزارشات محققین دیگر مطابقت دارد. نونز و اسپانز (۲۰۰۸) کاهش عملکرد در برداشت سبز نسبت به سوخته را در سال اول آزمایش ۱۲ درصد و در سال دوم ۸ درصد گزارش کردند. نکته قابل توجه در گزارش این محققان این است که عملکرد در روش برداشت سبز در سال دوم آزمایش نسبت به سال اول تنها ۱/۲ تن در هکتار کاهش داشته است در حالی که در برداشت سوخته این کاهش تولید ۵/۱ تن در هکتار بوده است (۱۴). این نتیجه نشان‌دهنده نقش همراهی با طبیعت و عدم دستکاری در سیر طبیعی تولیدات گیاهی بر ثبات و پایداری عملکرد در واحد سطح است.

نتیجه‌گیری کلی

مسئولیت‌پذیری در قبال جلوگیری از افزایش گرمایش جهانی و ممانعت از آلودگی محیط زیست در کنار یکی از اصول مهم کشاورزی پایدار که همان حفظ بقایای گیاهی در خاک می‌باشد، ایجاب می‌کند که کشت و صنعت‌های نیشکری در خوزستان نیز همانند سایر کشورهای عمده تولید نیشکر به سمت برداشت سبز این محصول حرکت کنند. اگر چه میزان ضایعات برداشت نیشکر در روش سبز بیشتر از سوخته بود اما باید توجه داشت که هیچ تغییری در دروگرها برای تطابق با برداشت سبز صورت نگرفت و این دستگاه‌ها با همان تنظیمات و مشخصات فنی که سال‌ها برداشت سوخته انجام می‌دادند، در برداشت سبز به کارگیری شدند و قطعاً با تغییرات لازم در

منابع

1. Abdollahi, F. 2015. Agronomy section directions. Doc No AG-WI 0129 plan and programme unit, Imam Khomeini agro industry company press 6p. (In Persian)
2. Alizadeh, A. 2002. Water, Soil and Plant Relation. Astan Ghodes Razavi press 484p. (In Persian)
3. Baxter, B. 1983. Green cane harvest review. Aust, Cane grower, February: 32-35. Calcino, D.V, 1984. Ingham growers modify machines for trash retention. BSES Bull, 5:14-15.
4. Clements, H.F. 1980. Sugarcane Crop Logging and Control: Principles and Practices. Pitman Publishing Limited, London, 520 p.
5. FAOSTAT. 2013. World agricultural data, <http://apps.fao.org/faostat/>.
6. Gomez, J., Chappell, D. and McDonald, L. 2006. Sugar losses in burnt and green cane harvesting in Argentina. Sugarcane International Tech., 25(3): 21-24.
7. Gomez, J., De Castillo, G. and Ullavari, M. 2002. Effects of chopper harvesting on cane quality, 2003 ISSCT AG Mechanisation Workshop, held in Thibodaux, USA.
8. ICUMSA (International Commission For Uniform Methods In Sugar Analysis). 1999. ICUMSA Methods book and ICUMSA supplement, Whalley, H.C.S. (ED.) Elsevier publishing company, Amsterdam, London, New York, 420 p.
9. Karmollachaab, A., Bakhshandeh, A., MoradiFlavat, M.R., Moradi, F. and Shomeili, M. 2015. Effect of chemical ripeners application on yield, quality and technological ripening of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.). Iran. J. Crop Sci., 17(1): 63-73. (In Persian)
10. Khajepour, M.R. 1992. Industrial Crop Production. Esfahan Industrial University Publications, 272p. (In Persian)
11. Kingston, G. 2002. Experience With the green-cane trash-blanket production system in Australia industry experience and recent research. In: Memoria Tecnica Ataca 2002, 175-185.
12. Kingston, G., Donzelli, J.L., Meyer, J.H., Richard, E.P., Seeruttun, S., Torres, J. and Van, R. 2005. Impact of the green-cane harvest production system on the agronomy of sugarcane. Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technol., 15: 521-533.
13. Moradi, R., and Makenali, N. 2014. Sugarcane production direction document No: AG-WI-0110. Sixth edit. plan and programme unit Imam Khomeini Agro Industry Company press. 25p (In Persian)
14. Nunez, O., and Spaans, E. 2008. Evaluation of green-cane harvesting and crop management with a trash-blanket. Sugar Techol., 10(1): 29-35.
15. Richard, E.P. 2003. Implication of green-cane harvesting on planting and crop reestablishment: an overview. Int. Sos. Sugar Cane Technol. Agricultural Engineering Workshop –Abstract of Communications. <http://issct.intnet.mu>.
16. Ridge, D.R. and Dick R.G. 1988. The adoption of green cane harvesting and trash blanketing in Australia. Agri. Eng., 1034-1040.
17. Rozeff, N., and Crawford Jr, H.R. 1979. Green cane VS. burned cane harvest comparisons. Agri. Eng., 916-932.
18. Stewart, G.A., and Kingston, G. 1979. An estimate of the production of sugarcane tops and trash in Queensland. Resour. Recov. Conserv., 4: 239-246.
19. Stewart, R.L., and McComiskie, G. 1988. A comparison of green and burnt cane harvesting in the Burdekin. Proc. Aust. Soc. Sugar cane Technol., Conf., pp. 27-31.
20. Thorburn, P.J., Meier, E.A., Collins, K., and Robertson, F.A. 2012. Changes in soil carbon sequestration, fractionation and soil fertility in response to sugarcane residue retention are site-specific. Soil Tillage Res., 120: 99-111.
21. Wood, A.W. 1991. Management of crop residues following green harvesting of sugarcane in north Queensland. Soil Tillage Res., 20: 69-85.

