University of Tehran Press

Iranian Journal of Field Crop Science

Online ISSN: 2423-8082

Homepage:https://ijfcs.ut.ac.ir/

Investigating the Effect of Planting Dates and Performing Hilling up Operation on Sugarcane Quantity and Quality Yield (Cultivar CP69-1062)

Farshad Salehi [1] ✉| Hossein Noroozi [2] | Aghajan Bahadori [3]

1. Corresponding Author, Department of Agronomy Research, Khuzestan Sugarcane Development and By-products Research and Training Institute, Ahvaz, Iran. E-mail: f.salehi@iscrti.ir
2. Department of Agronomy Research, Khuzestan Sugarcane Development and By-products Research and Training Institute, Ahvaz, Iran. E-mail: h.noroozi@iscrti.ir
3. Department of Agronomy Research, Khuzestan Sugarcane Development and By-products Research and Training Institute, Ahvaz, Iran. E-mail: a.bahadori@iscrti.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received: February 27, 2024
Received in revised form: May 26, 2024
Accepted: July 09, 2024
Published online: March 21, 2025

Keywords:
Harvest waste,
millable cane,
sucrose content.

ABSTRACT

In order to determine the best planting date and time for Hilling up operation in sugarcane, a split-plot experiment was conducted based on a randomized complete blocks design with three replications at the research farm of Khuzestan Sugarcane and by-Products Research and Training Institute during the 2021-2022. Experimental treatments included the planting dates of Aug 11th, Aug 24th, Sep 6th, and Sep 19th 2021 as the main plot and Hilling up operation at three levels (no Hilling up, Hilling up on Nov 11th, and Hilling up on Feb 9th 2021) as the sub plot. The experiment was carried out in one year and on the plant cultivar CP69-1062. The main effect of planting date showed that the average cane height on the planting date of Aug 11th was equal to 189 cm, which was eight, 14, and 16% higher than the dates of Aug 24th, Sep 6th, and Sep 19th, respectively. In terms of the number of millable cane, it was also observed that the planting date of Aug 11th had five, eight, and 13% more stems than Aug 24th, Sep 6th, and Sept 19th, respectively. Also, the highest yield of sugarcane was related to the planting date of Aug 11th (94.8 t.ha^{-1}), and with the delay in the planting date, the average of this trait decreased significantly; so that the planting dates of Aug 24th, Sep 6th, and Sep 19th had 10, 13, and 17% decrease in yield, respectively, compared to the planting date of Aug 11th. Under Hilling-up levels, the average yield of sugarcane in the treatments of no Hilling-up and Hilling-up on Nov 11th (90.4 and 87.1 t.ha^{-1}, respectively) were not different from each other, but compared to the Hilling-up treatment on Feb 9th, they had 13 and 10% more yield, respectively. On the other hand, the qualitative traits of sugarcane syrup were not affected by the experimental treatments. The results also showed that the not Hilling-up compared to the treatment of Hilling-up on Nov 11th and Feb 9th, had more complete cane (41 and 25%, respectively), chopper cane (32 and 26%, respectively), trash cane (28 and 15%, respectively) and base cane (54 and 46%, respectively).

Cite this article: Salehi, F., Noroozi, H., & Bahadori, A. (2025). Investigating the effect of planting dates and performing hilling up operation on sugarcane quantity and quality yield (Cultivar CP69-1062). *Iranian Journal of Field Crop Science*, *56*(1), 23-35. Doi: 10.22059/ijfcs.2024.373068.655064.

© The Authors.
Publisher: University of Tehran Press.
DOI: http//doi.org/10.22059/ijfcs.2024.373068.655064

انتشارات دانشگاه تهران

علوم گیاهان زراعی ایران

شاپا الکترونیکی: ۸۰۸۲-۲۴۲۳

Homepage:https://ijfcs.ut.ac.ir/

بررسی اثر تاریخ کاشت و عملیات هیلینگ‌آپ بر عملکرد کمی و کیفی نیشکر رقم CP69-1062

فرشاد صالحی[۱] ✉| حسین نوروزی[۲]| آقاجان بهادری[۳]

۱. نویسنده مسئول، گروه تحقیقات به‌زراعی، مؤسسه تحقیقات و آموزش توسعه نیشکر و صنایع جانبی خوزستان، اهواز، ایران. رایانامه: f.salehi@iscrti.ir

۲. گروه تحقیقات به‌زراعی، مؤسسه تحقیقات و آموزش توسعه نیشکر و صنایع جانبی خوزستان، اهواز، ایران. رایانامه: h.noroozi @iscrti.ir

۳. گروه تحقیقات به‌زراعی، مؤسسه تحقیقات و آموزش توسعه نیشکر و صنایع جانبی خوزستان، اهواز، ایران. رایانامه: a.bahadori@iscrti.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۰۸

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۳/۰۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۴/۱۹

تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۱/۰۱

کلیدواژه‌ها:
ساقه قابل آسیاب، ضایعات برداشت، محتوی ساکارز.

چکیده

به منظور تعیین بهترین تاریخ کاشت و زمان انجام عملیات هیلینگ‌آپ در نیشکر، آزمایشی مزرعه‌ای در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۴۰۱ به صورت کرت‌های یک‌بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در موسسه تحقیقات و آموزش توسعه نیشکر و صنایع جانبی خوزستان اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل تاریخ‌های کاشت در چهار سطح (۲۰ مردادماه، دوم، ۱۵ و ۲۸ شهریورماه) به عنوان کرت اصلی و عملیات هیلینگ‌آپ در سه سطح (عدم انجام هیلینگ‌آپ، هیلینگ‌آپ در ۲۰ آبان و ۲۰ بهمن‌ماه) به عنوان کرت فرعی بود که روی سن پلنت (تازه‌کشت) رقم CP69-1062 نیشکر اجرا شد. نتایج مقایسه میانگین اثر اصلی تاریخ کاشت نشان داد که میانگین ارتفاع ساقه در تاریخ کاشت ۲۰ مردادماه برابر با ۱۸۹ سانتی‌متر بود که نسبت به تاریخ‌های دوم، ۱۵ و ۲۸ شهریورماه به‌ترتیب هشت، ۱۴ و ۱۶ درصد برتری داشت. از نظر تعداد ساقه قابل آسیاب نیز مشاهده شد که تاریخ کاشت ۲۰ مردادماه نسبت به تاریخ‌های دوم، ۱۵ و ۲۸ شهریورماه به‌ترتیب پنج، هشت و ۱۳ درصد تعداد ساقه بیشتری داشت. همچنین بیشترین میانگین عملکرد نیشکر مربوط به تاریخ کشت ۲۰ مردادماه (۹۴/۸ تن در هکتار) بود که با تأخیر در تاریخ کاشت، میانگین این صفت به‌طور معنی‌داری کاهش یافت؛ به‌گونه‌ای‌که تاریخ‌های کاشت دوم، ۱۵ و ۲۸ شهریورماه نسبت به تاریخ کاشت ۲۰ مرداد، به‌ترتیب ۱۰، ۱۳ و ۱۷ درصد کاهش عملکرد داشتند. تحت سطوح هیلینگ‌آپ نیز میانگین عملکرد نیشکر در تیمارهای عدم انجام هیلینگ‌آپ و انجام هیلینگ‌آپ در ۲۰ آبان (به‌ترتیب ۹۰/۴ و ۸۷/۱ تن در هکتار) با یکدیگر اختلافی نداشتند؛ ولی نسبت به تیمار انجام هیلینگ‌آپ در ۲۰ بهمن‌ماه به‌ترتیب ۱۳ و ۱۰ درصد عملکرد بیشتری داشتند. در مقابل، صفات کیفی شربت نیشکر تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفتند. نتایج صفات ضایعات برداشت نیز نشان داد که عدم انجام هیلینگ‌آپ نسبت به تیمارهای انجام هیلینگ‌آپ در ۲۰ آبان و ۲۰ بهمن، نی‌قدی (به‌ترتیب ۴۱ و ۲۵ درصد)، نی‌چاپر (به‌ترتیب ۳۲ و ۲۶ درصد)، نی‌تراش (به‌ترتیب ۲۸ و ۱۵ درصد) و ته‌نی (به‌ترتیب ۵۴ و ۴۶ درصد) بیشتری داشت.

استناد: صالحی، ف.، نوروزی، ح.، و بهادری، آ. (۱۴۰۴). بررسی اثر تاریخ کاشت و عملیات هیلینگ‌آپ بر عملکرد کمی و کیفی نیشکر رقم CP69-1062. *علوم گیاهان زراعی ایران*، ۵۶(۱)، ۲۳-۳۵. DOI: 10.22059/ijfcs.2024.373068.655064

ناشر: موسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان

۱. مقدمه

نیشکر (*Saccharum officinarum* L.) یک گیاه زراعی مهم خاص مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری است که به صورت رویشی تکثیر می‌شود و علاوه بر تولید شکر، به دلیل زیست‌توده زیاد و تولید اتانول حاصل از ملاس، به عنوان یک گیاه مهم تأمین‌کننده سوخت زیستی و انرژی شناخته می‌شود (Budeguer *et al*., 2021). این گیاه در حال حاضر در سطح ۲۶۰۸۹۹۸۸ هکتار از اراضی دنیا کشت می‌شود و میانگین عملکرد آن در هکتار برابر با ۷۳/۷ تن می‌باشد (Fao, 2022). رشد مطلوب این گیاه به شدت وابسته به شرایط آب و هوایی و عوامل مدیریتی است؛ به‌گونه‌ای‌که آب و هوا و رویدادهای مرتبط با آن (به عنوان مثال محیط رشد، دما، بارندگی و ...) از عوامل کلیدی برای تولید نیشکر در سراسر جهان به شمار می‌روند (Misheck, 2013).

تاریخ کاشت مناسب یکی از عوامل مهم در مدیریت کارآمد زراعی است که با انطباق فرآیندهای فیزیولوژیک، مورفولوژیکی و مراحل فنولوژیکی گیاه مانند جوانه‌زنی و سبز شدن، رشد رویشی و رسیدگی با شرایط مطلوب آب و هوایی نقش بسزایی در موفقیت تولید دارد (Erfani *et al*., 2020). بهترین تاریخ کاشت زمان مشخصی ندارد و تاریخ کاشت مطلوب در یک منطقه تابع عواملی مانند تنوع گیاهی، شرایط دمایی و دسترسی به آب می‌باشد (Balalic *et al*., 2012). در واقع مطالعات نشان داده است که زمان کاشت به دلیل تغییر در عوامل محیطی (بارش، دما، رطوبت نسبی، رطوبت خاک و دوره نوری)، بر فاز فنولوژیکی گیاه و در نهایت بر عملکرد اقتصادی گیاه تأثیر می‌گذارد (Mandić *et al*., 2020). همانند سایر گیاهان زراعی، یکی از عوامل مهم مدیریتی و تأثیرگذار بر رشد مطلوب نیشکر، تاریخ کاشت است. Paixao *et al*. (2021) تاریخ کاشت مناسب نیشکر در هر منطقه را تابع شرایط دمایی و رطوبت در دسترس خاک دانست. در این راستا، Wolde & Adane (2015) در بررسی تاریخ‌های مختلف کاشت، گزارش دادند که بیشترین عملکرد نیشکر (۱۲۰ تن در هکتار) در کاشت نیشکر در ماه مارس (فروردین) در مقایسه با آوریل (اردیبهشت) و می (خرداد) به دست آمد. این محققان افزودند که هر چه کاشت زودتر انجام شود، عملکرد نیشکر بالاتری به دست می‌آید. در کاشت زودهنگام، گیاه دوره رشد طولانی‌تری دارد و با شروع شرایط محیطی بهینه، پنجه‌زنی و تاج‌پوشش گیاه کامل می‌شود. از طرفی گزارش شده است که که با تأخیر در کاشت شیوع آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز بالاتر بود که در نهایت منجر به بروز صفات کیفی منفی شد (Kumar *et al*., 2008). Makvandi *et al*. (2019) در بررسی اثر تاریخ‌های مختلف کاشت بر ارقام نیشکر در کشت و صنعت امیرکبیر گزارش دادند که ارقام CP69-1062 و CP57-614 با ۱۰۳/۶ و ۹۳/۴ تن در هکتار بیشترین عملکرد را در تاریخ کشت بیستم مرداد و رقم CP73-21 با مقادیر ۱۰۰/۱ و ۹۷/۱ تن، بیشترین عملکرد را در تاریخ‌های بیستم مرداد و یکم شهریورماه داشتند.

در طول دوره‌ی رشد نیشکر، عملیات زراعی مختلفی انجام می‌شود. یکی از مهم‌ترین عملیات‌ها در زراعت نیشکر در ایران، هیلینگ‌آپ می‌باشد. با توجه به اینکه در خوزستان (سطح قابل برداشت نیشکر در استان خوزستان برابر با ۸۷/۷ هزار هکتار می‌باشد)، به دلیل کاهش اثرات شوری، کشت نیشکر در تابستان به صورت "کاشت در کف جوی" انجام می‌شود و از طرف دیگر، در برداشت ماشینی، دروگر توانایی برداشت کامل نی در کف جوی را ندارد، لازم است که ردیف‌های نی به روی پشته منتقل شوند. لذا یکی از عملیات مهم در مرحله‌ی داشت محصول، هیلینگ‌آپ می‌باشد که طی آن، خاک پشته کاملاً برداشته شده و در روی نی (کف جوی) ریخته می‌شود، بنابراین این عملیات جویچه را به پشته و پشته را به جویچه تبدیل می‌کند (Monjezi & Soleymani, 2022). انجام هیلینگ‌آپ در نیشکر به منظور تقویت پنجه‌زنی، تولید پنجه‌های با ارتفاع بیشتر و قطورتر، تنظیم پنجه‌زنی (Singh *et al*., 2019)، تقویت سیستم ریشه و کاهش ورس (Afzal & Chattha, 2004)، کنترل علف‌های هرز (AhmadPour *et al*., 2011؛ Huang *et al*., 2021)، تسهیل آبیاری و صرفه‌جویی در میزان آب مصرفی (Shukla & Sharma, 2017) انجام می‌گیرد. Sifat *et al*. (2023) نیز بیان کردند که نیشکر یک گیاه زراعی غول‌پیکر است و حفظ ایستادگی آن تا قبل از برداشت ضروری است. زیرا خوابیدگی ساقه بر عملکرد و میزان قند (ساکارز) نیشکر اثر منفی معناداری دارد و به همین دلیل عملیات هیلینگ‌آپ در این گیاه به منظور خاکدهی پای پنجه‌ها نقش مهمی دارد و می‌تواند منجر به کاهش خوابیدگی شود. بر این اساس Zhang *et al*. (2020) در آزمایشی دو ساله برای تعیین اثرات سه ارتفاع برش از سطح زمین (صفر، پنج و ۱۰ سانتی‌متر) بر ریشه و عملکرد نیشکر راتون گزارش دادند که برش در عمق پنج سانتی‌متری تأثیر قابل توجهی بر رشد ریشه‌های مویی داشت که ارتباط

نزدیکی با عملکرد نیشکر دارد و عملکرد نی را به‌ترتیب ۳۵ و ۲۵ درصد نسبت به عمق صفر و ۱۰ سانتی‌متر از سطح خاک افزایش داد. همچنین نتایج این محققان گویای اهمیت زمان انجام هیلینگ‌آپ (ارتفاع گیاه) بر عملکرد نیشکر بود (Zhang *et al*., 2020).

Dev *et al*. (2011) در بررسی تأثیر زمان انجام هیلینگ‌آپ (۲۵ آوریل، ۲۵ می و ۲۵ ژوئن به‌ترتیب معادل پنج اردیبهشت، چهار خرداد و چهار تیر) با دو ارتفاع (۱۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر از سطح خاک) طی دو سال زراعی (پلنت و راتون ۱)، گزارش دادند که محصول هیلینگ‌آپ‌شده در آوریل (فروردین) نسبت به ماه‌های می و ژوئن (خرداد و تیرماه)، به‌ترتیب، عملکرد نیشکر (۸/۷۰ و ۸/۴۰ درصد) و ساکارز شربت (۷/۵۱ و ۹/۵۸ درصد) بالاتری را در هر دو سن مورد بررسی نشان دادند که بر این اساس، علاوه بر تأثیر مثبت عملیات هیلینگ‌آپ، زمان انجام این عملیات نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در مقابل Noroozi *et al*. (2019) طی مطالعه‌ای در کشت و صنعت سلمان فارسی گزارش دادند که عملکرد و اجزای عملکرد نیشکر تحت تأثیر عدم انجام عملیات هیلینگ‌آپ قرار نگرفتند و تنها ضایعات برداشت در تیمار عدم انجام عملیات هیلینگ‌آپ به‌طور معنی‌داری نسبت به تیمارهای انجام این عملیات بیشتر بود.

از طرفی دیگر برخی گزارش‌ها نشان داده‌اند که اجرای هیلینگ‌آپ به دلیل آسیب به اندام زیرزمینی گیاه، گیاهچه جوان را دچار تنش می‌کند و گاهی این آسیب قابل جبران نخواهد بود؛ به‌طوری‌که در برخی مطالعات گزارش شده است که در کشت مستقیم روی پشته، عملکرد محصول تا ۲۰ درصد ممکن است بیشتر از کشت درون جوی و انجام هیلینگ‌آپ متعاقب آن باشد (Zaki Dizaji & Monjezi, 2018).

لذا با توجه به تأثیر تاریخ‌های مختلف کاشت بر عملکرد کمی نیشکر و همچنین اختلاف نظری که در رابطه با انجام و یا عدم انجام عملیات هیلینگ‌آپ و یا زمان انجام این عملیات در منابع مختلف وجود دارد، هدف از پژوهش حاضر، تعیین بهترین زمان کاشت نیشکر در جنوب استان خوزستان و انجام هیلینگ‌آپ در واریته CP69-1062 نیشکر بود.

۲. روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر تاریخ کاشت و عملیات هیلینگ‌آپ بر عملکرد کمی و کیفی نیشکر (رقم CP69-1062)، به صورت طرح آزمایشی کرت‌های یکبار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در موسسه تحقیقات و آموزش توسعه نیشکر و صنایع جانبی خوزستان طی سال زراعی ۱۴۰۱–۱۴۰۰ اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل تاریخ‌های کاشت ۲۰ مردادماه، دوم، ۱۵ و ۲۸ شهریورماه سال ۱۴۰۰ به عنوان عامل اصلی و هیلینگ‌آپ در سه سطح (عدم انجام هیلینگ‌آپ، انجام هیلینگ‌آپ در ۲۰ آبان و ۲۰ بهمن ماه ۱۴۰۰) به عنوان عامل فرعی بود. آزمایش مورد بررسی یک‌ساله بود و روی سن پلنت (تازه کشت) رقم CP69-1062 اجرا شد. تعداد واحدهای آزمایشی شامل ۳۶ واحد (۱۲ تیمار در سه تکرار)، مساحت هر واحد آزمایشی برابر با ۱۳۹۰ متر مربع (چهار فارو به طول ۱۹۰ متر و عرض ۷/۳۲ متر) و مساحت کل طرح آزمایشی حدود پنج هکتار بود.

۲–۱. انجام تیمارهای تاریخ کاشت و عملیات هیلینگ‌آپ

براساس تیمارهای آزمایشی، کشت نیشکر در چهار تاریخ کاشت به صورت دستی انجام شد. به منظور اعمال تیمارهای هیلینگ‌آپ براساس زمان‌های مشخص‌شده (۲۰ آبان و ۲۰ بهمن)، ابتدا پشته توسط یک دستگاه شش شنگ تخریب و پس از آن با دستگاه دیسک ری شیپ[1]خاک ایجادشده توسط دستگاه شش شنگ پای بوته‌های نیشکر منتقل شد. بنابراین، در این عملیات جوی به پشته و پشته به جوی تبدیل شد. عمق تقریبی هیلینگ‌آپ بین هفت تا ده سانتی‌متر بود.

مرحله‌ی داشت مزرعه‌ی آزمایشی به شکل مرسوم انجام شد. بر این اساس در طول دوره‌ی رشد ۳۵۰ کیلوگرم کود اوره (۱۰۰ کیلوگرم پایه و مابقی کود اوره به صورت سرک در سه مرحله) اضافه شد. مبارزه با علف‌های هرز در طول دوره‌ی رشد به صورت مکانیکی (کولتیواتور بین ردیف‌های کشت) و شیمیایی (علف‌کش‌های 2-4-D + سنکور) انجام شد.

1. Re-shape

۲-۲. صفات مورد بررسی

۲-۲-۱. ارتفاع نهایی و وزن تک‌ساقه

به منظور اندازه‌گیری ارتفاع نهایی ساقه در انتهای دوره رشد گیاه نیشکر (بسته به تاریخ‌های کاشت، حدود ۱۴ تا ۱۵ ماه پس از کشت) برای هر واحد آزمایشی، یک متر طولی معادل (۱/۸۳ متر مربع) از ابتدا و انتهای فارو (به دلیل طولانی‌بودن فارو از دو نقطه اندازه‌گیری انجام شد) از سطح خاک کف‌بر و سپس از مزرعه خارج و طول ساقه تا مریستم انتهایی اندازه‌گیری و میانگین آن‌ها به‌عنوان ارتفاع نهایی ساقه در هر واحد آزمایشی در نظر گرفته شد. جهت اندازه‌گیری وزن تک‌ساقه، ساقه‌های کف‌بر شده توزین و میانگین وزن تک‌ساقه برآورد شد.

۲-۲-۲. شمارش تعداد ساقه قابل آسیاب و عملکرد ساقه

پیش از عملیات برداشت مزرعه، برای هر تیمار تعداد ساقه قابل آسیاب در سه متر طولی معادل ۵/۵ متر مربع (در دو نقطه از هر واحد آزمایشی) شمارش و از این طریق تعداد ساقه قابل آسیاب محاسبه و سپس ساقه‌ها توزین و به عنوان عملکرد ساقه تعیین شد.

۲-۲-۳. اندازه‌گیری صفات کیفی

به منظور اندازه‌گیری صفات کیفی، پیش از عملیات برداشت، از هر واحد آزمایشی تعداد ۲۰ ساقه (۱۰ ساقه از ابتدای فارو و ۱۰ ساقه از انتهای فارو) به‌صورت تصادفی انتخاب و به آزمایشگاه کنترل کیفیت موسسه تحقیقات و آموزش توسعه نیشکر جهت توزین و اندازه‌گیری صفات کیفی منتقل شد. برای تعیین ویژگی‌های کیفی نیشکر، پس از عصاره‌گیری شربت نیشکر با استفاده از دستگاه آسیاب، درصد ساکارز شربت (پل[1])، کل مواد جامد محلول در شربت نی (بریکس[2]) اندازه‌گیری و درجه خلوص شربت (پیوریتی[3])، درصد شکر قابل استحصال[4] محاسبه شدند (Oliveira *et al*., 2022).

۲-۲-۴. اندازه‌گیری درصد پل و بریکس موجود در عصاره

درصد قند شربت نیشکر توسط دستگاه ساکاری‌متر (پلاریمتر) مدل SUMA اندازه‌گیری شد. درصد پل قرائت‌شده توسط دستگاه پلاریمتر با استفاده از جدول پل فاکتور اصلاح‌شده (ضریب اصلاح پل) و مقدار پل واقعی براساس رابطه ۱ محاسبه شد.

رابطه (۱) پل فاکتور× عدد قرائت‌شده توسط دستگاه = پل (درصد)

درصد بریکس شربت در عصاره حاصل از تیمارهای مختلف با استفاده از دستگاه رفراکتومتر اندازه‌گیری شد.

۲-۲-۵. محاسبه درصد خلوص شربت

پس از به‌دست‌آوردن پل و بریکس شربت، با تقسیم پل بر بریکس، درجه خلوص شربت (پیوریتی) از رابطه (۱) محاسبه شد:

رابطه (۲) ۱۰۰ × (بریکس/ پل) = درصد خلوص شربت

۲-۲-۶. محاسبه درصد شکر قابل استحصال

درصد شکر قابل استحصال با استفاده از روابط ۳ و ۴ محاسبه شد:

رابطه (۳) کیفیت شربت / ۱۰۰ = درصد شکر ناخالص موجود در ساقه

رابطه (٤) درصد شکر ناخالص موجود در ساقه × ۰/۸۳ = شکر قابل استحصال (درصد)

۲-۲-۷. عملکرد شکر

عملکرد شکر از حاصل ضرب عملکرد ساقه × درصد شکر قابل استحصال محاسبه شد.

۲-۲-۸. اندازه‌گیری میزان ضایعات برداشت

پس از عملیات برداشت ماشینی، از هر واحد آزمایشی پنج متر طولی معادل ۲۷/۵ متر مربع مشخص و ضایعات برداشت به تفکیک (نی‌قدی، چاپری، تراش و ته‌نی) جمع‌آوری و اندازه‌گیری شدند.

1. Pol
2. Brix
3. Purity (PTY)
4. Recorvery Sugar (R.S)

در نهایت، تجزیه‌ی آماری با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS 9.4 و ترسیم نمودارها با استفاده از برنامه‌های Word و Excel انجام شد. مقایسه میانگین صفات با استفاده از آزمون دانکن در سطح پنج درصد انجام شد.

۳. نتایج پژوهش و بحث

۳-۱. صفات عملکرد و اجزای عملکرد

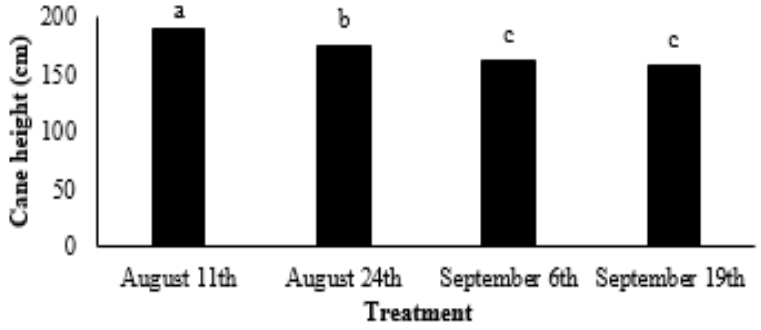
۳-۱-۱. ارتفاع ساقه

نتایج تجزیه واریانس صفات نشان داد که ارتفاع ساقه تنها تحت تأثیر اثر اصلی تاریخ کاشت در سطح احتمال خطای یک درصد قرار گرفت (جدول ۱). براساس نتایج مقایسه میانگین، بیشترین ارتفاع ساقه مربوط به تاریخ کاشت ۲۰ مرداد با میانگین ۱۸۹ سانتی‌متر بود که از این نظر نسبت به سایر سطوح تاریخ کاشت، برتری آماری معنی‌داری را نشان داد (شکل ۱). میانگین ارتفاع ساقه در تاریخ‌های کشت دوم، ۱۵ و ۲۸ شهریورماه به‌ترتیب با هشت، ۱۴ و ۱۶ درصد کاهش به مقادیر ۱۷۴، ۱۶۲ و ۱۵۸ سانتی‌متر رسید که البته از این نظر بین تاریخ‌های کشت ۱۵ و ۲۸ شهریور اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. بر این اساس مشاهده شد که به ازای هر روز تأخیر در کاشت نسبت به تاریخ کاشت ۲۰ مرداد، ارتفاع نیشکر در تیمارهای دوم، ۱۵ و ۲۸ شهریورماه به‌ترتیب ۱/۲، ۱ و ۰/۸ سانتی‌متر کاهش یافت (شکل ۱). دلیل احتمالی بیشتر بودن ارتفاع ساقه نیشکر در تاریخ‌های کاشت زودهنگام ممکن است طولانی‌تر بودن طول دوره‌ی رشدی نسبت به گیاهان کاشت تأخیری باشد. گیاهان زودکاشت به دلیل بهره‌مندی از دوره‌ی رشد رویشی طولانی‌تر و توسعه‌ی بهتر ارتفاع بیشتری داشتند. این نتایج با یافته‌های Munsif *et al.* (2018) و Tahmasebi *et al.* (2021) مطابقت دارد که دریافتند در تاریخ‌های کشت زودهنگام ارتفاع ساقه بالاتری نسبت به سایر تاریخ‌های کشت به دست آمد و تأخیر در کاشت منجر به کاهش قابل توجه ارتفاع ساقه شد.

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس صفات کمی نیشکر تحت شرایط سطوح تاریخ کاشت و زمان انجام هیلینگ‌آپ.

S.O.V	Df	Ms				
		Cane height	Millable cane	Single cane weight	Cane yield	Sugar yield
Block	2	1680	436873669	0/0025	24.4	2605
Planting date	3	1705**	755703915*	0.0070^{ns}	410**	54113**
Error	6	45	297103636	0.0037	36	3176
Hilling-up	2	288^{ns}	25351594^{ns}	0.027**	448**	43027*
Planting date× Hilling-up	6	316^{ns}	723346941^{ns}	0.003^{ns}	127^{ns}	13594^{ns}
Error	16	95	160964319	0.004	55.6	6924
CV(%)		5.73	8.00	11.80	8.73	9.86

^{ns}, * and ** are insignificant and significant at the five and one percent probability level, respectively.

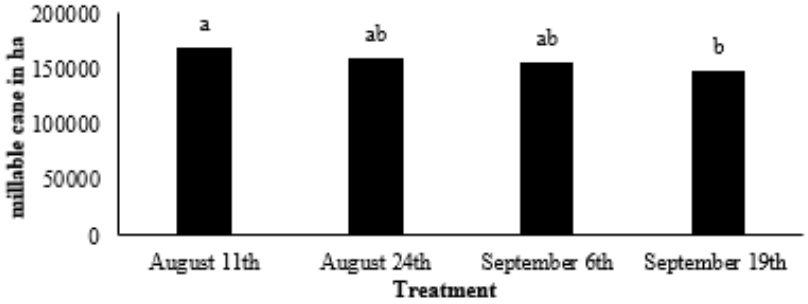


شکل ۱. مقایسه میانگین ارتفاع ساقه نیشکر در تاریخ‌های مختلف کاشت.

ستون‌های دارای حروف مشترک از نظر آماری اختلاف معنی‌داری (آزمون دانکن در سطح پنج درصد) با یکدیگر ندارند.

۳-۱-۲. تعداد ساقه قابل آسیاب در هکتار

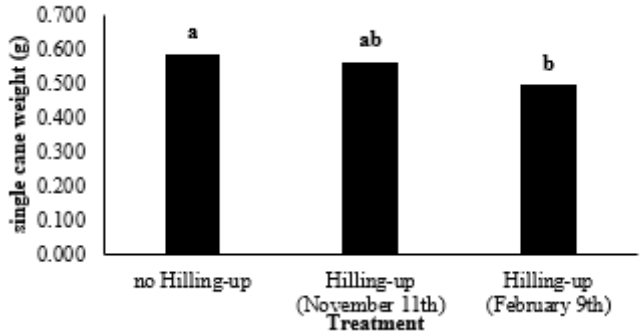
نتایج تجزیه واریانس صفات آزمایشی حاکی از تأثیرپذیری تعداد ساقه قابل آسیاب در هکتار تنها از اثر اصلی تاریخ کاشت در سطح احتمال خطای یک درصد بود (جدول ۱). بیشترین تعداد ساقه قابل آسیاب با میانگین ۱۶۹۸۵۴ ساقه در هکتار مربوط به تاریخ کاشت ۲۰ مرداد ماه بود که البته از این نظر اختلاف آماری معنی‌داری با تاریخ‌های کشت دوم و ۱۵ شهریور نداشت (شکل ۲). در مقابل کمترین تعداد ساقه قابل آسیاب مربوط به تاریخ کاشت ۲۸ شهریور بود که ۱۳ درصد کاهش را نسبت به تاریخ کاشت ۲۰ مردادماه نشان داد (شکل ۲). دلیل احتمالی کاهش تعداد ساقه در کاشت ۲۸ شهریور می‌تواند این باشد که تأخیر در تاریخ کاشت ممکن است به دلیل همزمانی با دمای پایین سبب کاهش درصد سبز شدن شود که در نتیجه تعداد پنجه و متعاقباً تعداد ساقه قابل آسیاب کمتری تولید می‌شود. نتایج مشابهی نیز توسط Omoto & Abayo (2005) به دست آمد که گزارش دادند تأخیر در تاریخ کاشت باعث کاهش تعداد پنجه و ساقه در هکتار می‌شود. علت کاهش پنجه‌دهی نیشکر در کاشت دیرهنگام به دمای پایین هوا نسبت داده شده است (Phadnawis & Saini, 1992). Munsif *et al*. (2018) نیز کاهش ۱۴/۳ درصدی تعداد پنجه در هکتار را در تاریخ کاشت دیرهنگام نسبت به تاریخ کاشت زودهنگام گزارش دادند.



شکل ۲. مقایسه میانگین تعداد ساقه قابل آسیاب در هکتار در تاریخ‌های مختلف کاشت.
ستون‌های دارای حروف مشترک، از نظر آماری، اختلاف معنی‌داری (آزمون دانکن در سطح پنج درصد)، با یکدیگر ندارند.

۳-۱-۳. وزن تک‌ساقه

براساس نتایج تجزیه واریانس صفات آزمایشی، وزن تک‌ساقه تنها تحت تأثیر اصلی زمان انجام هیلینگ‌آپ در سطح احتمال خطای یک درصد قرار گرفت. بر این اساس، میانگین وزن تک‌ساقه در تیمار عدم هیلینگ‌آپ برابر با ۰/۵۸ گرم بود که در تیمارهای انجام هیلینگ‌آپ در ۲۰ آبان و ۲۰ بهمن به‌ترتیب به مقادیر ۰/۵۴ و ۰/۵۱ گرم کاهش یافت. از این نظر مشاهده شد که تیمارهای عدم انجام هیلینگ‌آپ و هیلینگ‌آپ در۲۰ آبان اختلاف آماری معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. همچنین سطوح تیماری انجام هیلینگ‌آپ در ۲۰ آبان و ۲۰ بهمن اختلاف آماری معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (شکل ۳).



شکل ۳. مقایسه میانگین وزن تک‌ساقه در تاریخ‌های مختلف کاشت.
ستون‌های دارای حروف مشترک، از نظر آماری اختلاف معنی‌داری (آزمون دانکن در سطح پنج درصد) با یکدیگر ندارند.

۳-۱-۴. عملکرد کمی نیشکر

نتایج تجزیه واریانس صفات آزمایشی حاکی از تأثیرپذیری صفت عملکرد نیشکر از اثرات اصلی تاریخ کاشت و هیلینگ‌آپ در سطح احتمال خطای یک درصد بود (جدول ۱). بر این اساس مقایسه میانگین اثرات اصلی تاریخ کاشت نشان داد که بیشترین عملکرد نیشکر با میانگین ۹۴/۸ تن در هکتار مربوط به تاریخ کاشت ۲۰ مرداد بود که از این نظر اختلاف آماری معنی‌داری با سایر سطوح تیماری داشت. در مقابل، میانگین عملکرد نیشکر در تاریخ‌های کاشت دوم، ۱۵ و ۲۸ شهریورماه به‌ترتیب برابر با ۸۵/۱، ۸۲/۶ و ۷۹ تن در هکتار بود که از این نظر با یکدیگر اختلاف آماری معنی‌داری نداشتند (شکل ۴). به‌طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که بیشترین عملکرد نیشکر مربوط به تاریخ کاشت ۲۰ مردادماه بود و با تأخیر در تاریخ کاشت، عملکرد نی کاهش یافت. دلیل احتمالی کاهش عملکرد با تأخیر در کاشت ممکن است به دلیل کاهش تعداد پنجه، تعداد گره، قطر ساقه، طول میانگره و ارتفاع ساقه باشد. در واقع تاریخ کاشت زودهنگام منجر به طولانی‌تر بودن طول دوره‌ی رشدی نسبت به گیاهان کاشت تأخیری شده است که تحت این شرایط به دلیل رشد رویشی طولانی و نمو بهتر، خصوصیات عملکردی بهبود یافته است. این نتایج با یافته‌های Jintrawet (2000) مطابقت دارد که گزارش دادند نیشکر کاشته‌شده در ماه سپتامبر عملکرد نی بیشتری دارد و کاشت زودهنگام منجر به عملکرد بالاتر ۱۹/۹ درصد نسبت به کاشت تأخیری شد.

مقایسه میانگین اثرات اصلی هیلینگ‌آپ نیز نشان داد که میانگین عملکرد نیشکر در سطوح تیماری عدم انجام هیلینگ‌آپ (۹۰/۴ تن درهکتار) و انجام هیلینگ‌آپ در ۲۰ آبان (۸۷/۱ تن در هکتار) اختلاف آماری معنی‌داری با یکدیگر نداشته و برتری آماری معنی‌داری نسبت به تیمار انجام هیلینگ‌آپ در ۲۰ بهمن (۷۸/۶ تن در هکتار) داشتند (شکل ۴). این نتایج بیانگر این است که عدم انجام هیلینگ‌آپ و یا انجام این عملیات در اوایل فصل نتیجه مطلوب‌تری به دنبال خواهد داشت؛ زیرا گزارش شده است که اجرای هیلینگ‌آپ می‌تواند ضمن قطع قسمتی از ریشه و زخمی‌کردن کنده گیاه، گیاهچه جوان را دچار تنش نماید و گاهی کاهش جوانه‌زنی و رشد متأثر از آن قابل جبران نخواهد بود (Zaki Dizaji & Monjezi, 2018). Afzal & Chattha (2004) نیز عنوان کردند که اگر عملیات هیلینگ‌آپ در پایان مرحله پنجه‌زنی انجام شود از طریق تقویت سیستم ریشه می‌تواند به کاهش ورس کمک کند.

نتایج همبستگی ساده بین صفات آزمایشی نشان داد که عملکرد ساقه نیشکر بیشترین همبستگی را با صفات تعداد ساقه قابل آسیاب (r=۶۴**) و ارتفاع ساقه (r =۴۳*) داشت (جدول ۲). این نتایج با یافته‌های Bashir *et al*. (2012) مطابقت داشت که گزارش دادند تعداد ساقه عامل اصلی تعیین‌کننده عملکرد نیشکر بوده و بنابراین صفت مهم‌تری در تعیین عملکرد نیشکر (r =۰/۷۷)، نسبت به صفات قطر ساقه (r =۰/۵۲) و طول ساقه (r =۰/۳۳) می‌باشد.

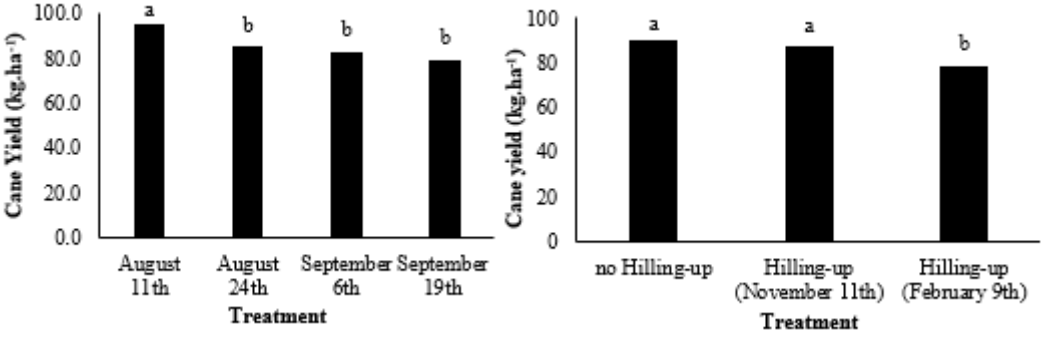
۳-۱-۵. صفات کیفی شربت

براساس نتایج تجزیه واریانس صفات آزمایشی، هیچ‌یک از تیمارهای آزمایشی تأثیر معنی‌داری بر صفات کیفی مورد بررسی نداشتند (جدول ۳). نتایج این پژوهش نشان داد که صفات کیفی شربت تحت تأثیر تیمارهای تاریخ کاشت و هیلینگ‌آپ قرار نگرفت. هم‌راستا با نتایج حاضر، Munsif *et al*. (2008) در بررسی تأثیر هفت تاریخ مختلف کاشت نیشکر گزارش دادند که درصد پل شربت ساقه تحت تأثیر تیمارهای تاریخ کاشت قرار نگرفت. Dev *et al*. (2011) نیز در بررسی تأثیر زمان انجام هیلینگ‌آپ بر اساس ارتفاع گیاه گزارش دادند که صفات کیفی شربت از جمله درجه خلوص تحت تأثیر زمان هیلینگ‌آپ قرار نگرفت.

۳-۱-۶. عملکرد شکر

نتایج تجزیه واریانس صفت عملکرد شکر در جدول ۱ نشان داده شده است. براساس نتایج تجزیه واریانس صفات آزمایشی، تاریخ‌های کاشت نیشکر در سطح احتمال خطای یک درصد و هیلینگ‌آپ در سطح احتمال خطای پنج درصد تأثیر معنی‌داری بر عملکرد شکر داشتند (جدول ۱). براساس نتایج مقایسه میانگین صفات آزمایشی میانگین عملکرد شکر در تاریخ کاشت ۲۰ مردادماه برابر با ۹۵۲ کیلوگرم در هکتار بود که به‌طور معنی‌داری بالاتر از سایر تیمارهای تاریخ کاشت بود. در مقابل، بین تاریخ‌های کاشت دوم، ۱۵ و ۲۸ شهریورماه (به‌ترتیب ۸۳۸، ۸۱۲ و ۷۷۱ کیلوگرم در هکتار) اختلاف آماری معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۵). مقایسه میانگین تیمارهای هیلینگ‌آپ نیز نشان داد که سطوح تیماری عدم هیلینگ‌آپ و هیلینگ‌آپ در ۲۰ آبان‌ماه (به‌ترتیب ۸۹۳ و ۸۶۰

کیلوگرم در هکتار) اختلاف آماری معنی‌داری با یکدیگر نداشتند ولی میانگین بالاتری نسبت به تیمار هیلینگ‌آپ در ۲۰ بهمن‌ماه (۷۷۷ کیلوگرم در هکتار) داشتند (شکل ۵). با توجه به اینکه عملکرد شکر حاصل ضرب عملکرد ساقه در درصد شکر قابل استحصال می‌باشد، هر عاملی که بتواند عملکرد یکی از این دو جزء را تغییر دهد سبب تغییر عملکرد شکر خواهد شد. با توجه به عدم معنی‌داری درصد شکر قابل استحصال تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی، افزایش عملکرد شکر در این آزمایش در تیمارهای تاریخ کاشت ۲۰ مردادماه نسبت به سایر تاریخ‌های کاشت و تیمارهای عدم هیلنگ‌آپ و انجام هیلینگ‌آپ در ۲۰ آبان‌ماه به دلیل عملکرد بالای ساقه در این تیمارهای آزمایشی می‌باشد. نتایج همبستگی صفات آزمایشی نیز این موضوع را تأیید می‌کند؛ به‌گونه‌ای‌که عملکرد شکر با عملکرد ساقه (r=۹۸**) و با درصد شکر قابل استحصال (r=۳۹*) همبستگی داشت (جدول ۲).



شکل ٤. مقایسه میانگین عملکرد نی تحت تأثیر تیمارهای تاریخ‌های کاشت و هیلینگ‌آپ.
ستون‌های دارای حروف مشترک، از نظر آماری، اختلاف معنی‌داری (آزمون دانکن در سطح پنج درصد)، با یکدیگر ندارند.

جدول ۲. همبستگی ساده بین صفات مختلف نیشکر تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی.

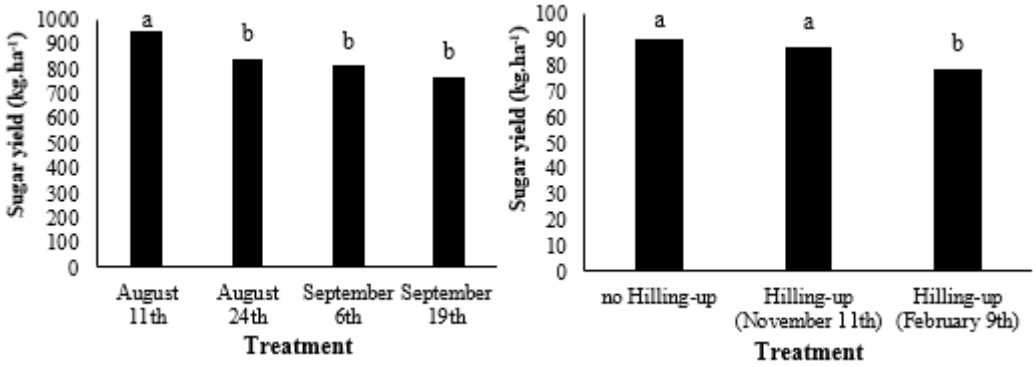
	Cane height (1)	Millable cane (2)	Single cane weight (3)	Cane yield (4)	Sugar yield (5)	Complete cane (6)	Choppered cane (7)	Trash cane (8)	Base cane (9)	Total dissolved solids (10)	Sugar content (11)	Purity (12)	Recovery sugar (13)
(1)	1.00												
(2)	-0.05 ns	1.00											
(3)	0.49**	0.02 ns	1.00										
(4)	0.43*	0.64**	0.27 ns	1.00									
(5)	0.47 **	0.56 **	0.26 ns	0.98**	1.00								
(6)	-0.26 ns	-0.08 ns	0.09 ns	-0.10 ns	0.17 ns	1.00							
(7)	0.10 ns	-0.09 ns	0.32 ns	0.17 ns	0.21 ns	0.75**	1.00						
(8)	-0.08 ns	0.02 ns	-0.18 ns	-0.28 ns	0.02 ns	0.54**	0.24 ns	1.00					
(9)	0.12 ns	-0.03 ns	0.20 ns	0.14 ns	0.29 ns	0.74**	0.76**	0.40*	1.00				
(10)	0.18 ns	0.26 ns	0.25 ns	0.58**	0.43**	-0.43*	-0.24 ns	-0.30 ns	-0.39*	1.00			
(11)	0.24 ns	0.23 ns	0.27 ns	0.56**	0.39*	-0.45*	-0.24 ns	-0.28 ns	-0.39*	0.99**	1.00		
(12)	-0.55**	-0.18 ns	-0.28 ns	-0.09 ns	0.09	0.13 ns	0.01 ns	-0.16 ns	-0.11 ns	0.34*	0.29 ns	1.00	
(13)	0.27 ns	0.21 ns	0.28 ns	0.54**	0.53**	-0.45*	-0.24 ns	-0.26 ns	-0.39*	0.98**	1.00**	0.26 ns	1.00

ns, * and ** are respectively insignificant and significant at the five and one percent probability level.

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس صفات کیفی نیشکر تحت شرایط سطوح تاریخ کاشت و زمان انجام هیلینگ‌آپ.

S.O.V	Df	MS			
		Total dissolved solids (Brix)	Sugar content	purity	Recovery sugar
Block	2	0.341	0.07	1.88	0.014
Planting date	3	0.407 ns	0.04 ns	1.25 ns	0.13 ns
Error	6	1.09	0.16	1.35	0.027
Hilling-up	2	0.13 ns	0.12 ns	0.66 ns	0.0011 ns
Planting date× Hilling-up	6	0.29	0.02	0.43	0.010
Error	16	0.16	0.084	0.977	0.08
CV(%)		2.13	1.80	1.14	2.78

ns, * and ** are respectively insignificant and significant at the five and one percent probability level.



شکل ۵. مقایسه میانگین عملکرد شکر تحت تأثیر تیمارهای تاریخ‌های کاشت و هیلینگ‌آپ.
ستون‌های دارای حروف مشترک از نظر آماری اختلاف معنی‌داری (آزمون دانکن در سطح پنج درصد) با یکدیگر ندارند.

۳-۲. پارامترهای مربوط به ضایعات برداشت

براساس نتایج تجزیه واریانس صفات آزمایشی، صفات ضایعات برداشت (نی‌قدی، نی چاپری، نی‌تراش و ته‌نی) تنها تحت تأثیر تیمارهای هیلینگ‌آپ در سطح احتمال خطای یک درصد قرار گرفت (جدول ۴).

جدول ٤. نتایج تجزیه واریانس صفات ضایعات برداشت نیشکر تحت شرایط سطوح تاریخ کاشت و زمان انجام هیلینگ‌آپ.

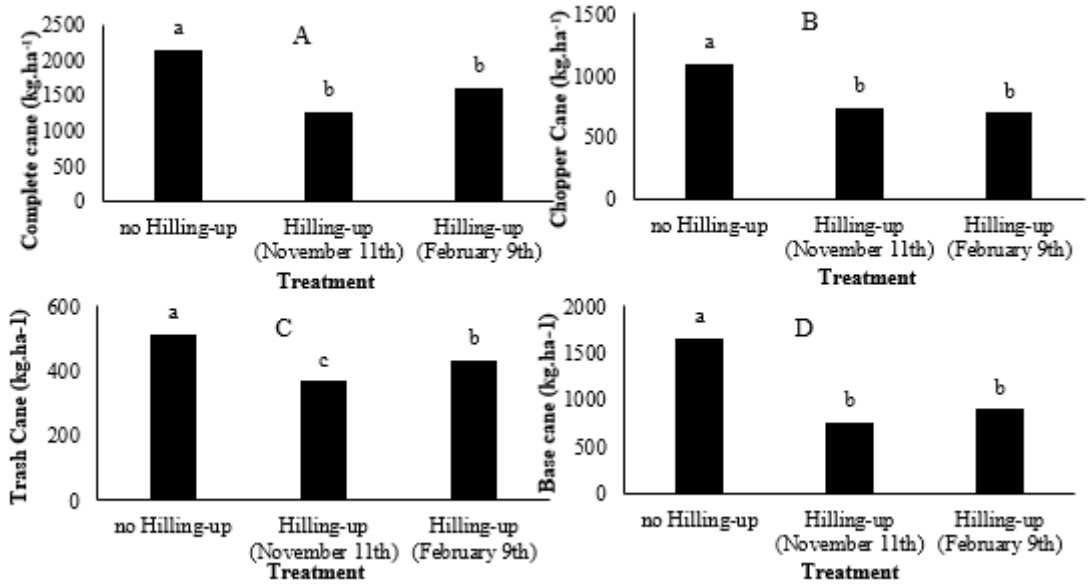
S.O.V	Df	Ms			
		Complete cane	Choppered cane	Trash cane	Base cane
Block	2	15986	13010	3477	1486
Planting date	3	19456ns	100170 ns	8145 ns	12223 ns
Error	6	8903	11177	3592	3894
Hilling-up	2	2345264**	565106**	61672**	2804083**
Planting date× Hilling-up	6	918281	48025	7660	279388
Error	16	158219	26988	4387	155799
CV(%)		23.89	19.41	15.10	25.58

ns, * and ** are respectively insignificant and significant at the five and one percent probability level.

۳-۲-۱. نی قدی

مقایسه میانگین صفت نی‌قدی تحت تأثیر سطوح هیلینگ‌آپ نشان داد که بیشترین مقدار نی‌قدی مربوط به تیمار عدم هیلینگ‌آپ (۲۱۳۸ کیلوگرم در هکتار) بود که نسبت به دو سطح تیماری دیگر برتری معنی‌داری داشت. همچنین مشاهده شد که در بین

تیمارهای انجام هیلینگ‌آپ، اجرای عملیات هیلینگ‌آپ در تاریخ ۲۰ بهمن ضایعات نی‌قدی بالاتری (۱۵۹۴ کیلوگرم در هکتار) نسبت به اجرای عملیات هیلینگ‌آپ در تاریخ ۲۰ آبان (۱۲۶۲ کیلوگرم در هکتار) داشت (شکل ۶ A).



شکل ۵. مقایسه میانگین مقدار نی‌قدی (A)، نی‌چاپر (B)، نی‌تراش (C) و ته‌نی (D) تحت تأثیر سطوح هیلینگ‌آپ.
ستون‌های دارای حروف مشترک از نظر آماری اختلاف معنی‌داری (آزمون دانکن در سطح پنج درصد) با یکدیگر ندارند.

۳-۲-۲. نی‌چاپری

براساس نتایج اثرات اصلی هیلینگ‌آپ، بیشترین مقدار نی‌چاپری مربوط به تیمار عدم هیلینگ‌آپ با میانگین ۱۰۹۵ کیلوگرم در هکتار بود که برتری آماری معنی‌داری نسبت به دو تیمار دیگر داشت. در مقابل بین تیمارهای انجام هیلینگ‌آپ در تاریخ‌های ۲۰ آبان (۷۴۴ کیلوگرم در هکتار) و ۲۰ بهمن (۶۹۹ کیلوگرم در هکتار) اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۶ B).

۳-۲-۳. نی‌تراش

از نظر مقدار نی‌تراش نیز مشخص شد که بیشترین میانگین این صفت با میانگین ۵۱۲ کیلوگرم بر هکتار مربوط به تیمار عدم هیلینگ‌آپ و کمترین میانگین این صفت مربوط به تیمار انجام هیلینگ‌آپ در تاریخ ۲۰ آبان (۳۶۹ کیلوگرم در هکتار) بود (شکل ۶ C).

۳-۲-۴. ته‌نی

در بین سطوح هیلینگ‌آپ، بالاترین مقدار ته‌نی مربوط به تیمار عدم هیلینگ‌آپ (۱۶۶۲ کیلوگرم در هکتار) بود و از این نظر برتری آماری معنی‌داری نسبت به سایر سطوح تیماری داشت. میانگین این صفت در تیمارهای اجرای هیلینگ‌آپ در ۲۰ بهمن ماه و ۲۰ آبان‌ماه به‌ترتیب برابر با ۷۶۶ و ۹۰۰ کیلوگرم در هکتار بود که از این نظر با یکدیگر اختلاف آماری معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (شکل ۶ D).

به‌طور کلی نتایج پژوهش حاضر حاکی از تأثیر منفی عدم انجام هیلینگ‌آپ بر درصد ضایعات برداشت بود که می‌تواند به دلیل کشت نیشکر در کف جوی باشد و دستگاه برداشت نمی‌تواند برش نی را از سطح پاینتری انجام دهد. این نتایج هم‌راستا با یافته‌های Noroozi *et al.* (2019) بود که گزارش دادند عدم انجام هیلینگ‌آپ منجر به افزایش معنی‌دار درصد ضایعات برداشت شد. در واقع انجام هیلینگ‌آپ منجر به سهولت در برداشت نیشکر توسط دستگاه هاروستر می‌شود که این امکان را ایجاد می‌کند از سطح پایینتری برش نی را انجام دهد و ضایعات کمتری ایجاد شود.

۴. نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که بیشترین ارتفاع ساقه، تعداد ساقه قابل آسیاب و عملکرد ساقه مربوط به تاریخ کاشت ۲۰ مرداد بود و با تأخیر در تاریخ کاشت، میانگین عملکرد صفات کاهش یافت. در بین سطوح هیلینگ‌آپ نیز مشاهده شد که عملکرد نیشکر در تیمار عدم انجام هیلینگ‌آپ و انجام هیلینگ‌آپ در ۲۰ آبان اختلافی وجود نداشت و نسبت به تیمار دیگر (انجام هیلینگ‌آپ در ۲۰ بهمن) برتری داشتند. برخلاف صفات کمی، صفات کیفی (پل، بریکس، پیوریتی و درصد شکر قابل استحصال) تحت تأثیر هیچ یک از تیمارهای آزمایشی قرار نگرفتند. همچنین بررسی صفات مربوط به ضایعات برداشت حاکی از تأثیرپذیری این صفات تنها از تیمارهای هیلینگ‌آپ بود. بر این اساس مشاهده شد که تیمارهای عدم انجام هیلینگ‌آپ بالاترین مقدار ضایعات نی‌قدی، نی‌چاپری، نی‌تراش و ته‌نی را داشت. به‌طور کلی یافته‌های این پژوهش نشان داد که در بین تاریخ‌های کاشت، تاریخ کاشت ۲۰ مرداد و در بین سطوح هیلینگ‌آپ، انجام این عملیات در ابتدای دوره رشد نیشکر و مرحله اول پنجه‌زنی این گیاه (۲۰ آبان) عملکرد بالاتری داشتند.

۵. منابع

Afzal, M., & Chattha, A.A. (2004). Advanced production technology for improving cane and sugar productivity in Pakistan. *In Proceedings of the International Symposium on sustainable sugarcane and sugar production technology. China Agriculture Press, Beijing*. (pp. 109-114).

AhmadPour, 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 Persian).

Balalic, I., Zoric, M., Brankovic, G., Terzic, S., & Crnobarac, J. (2012) Interpretation of hybrid× sowing date interaction for oil content and oil yield in sunflower. *Field Crops Research*, *137*(1), 70–77.

Bashir, S., Fiaz, N., Ghaffar, A., & Khalid, F. (2012). Ratooning ability of sugarcane genotypes at different harvesting dates. *International Sugar Journal*, *114*(1360), 273-276.

Budeguer, F., Enrique, R., Perera, M.F., Racedo, J., Castagnaro, A.P., Noguera, A.S., & Welin, B. (2021). Genetic transformation of sugarcane, current status and future prospects. *Frontiers in Plant Science*, *12*(1), 1-20.

Dev, C.M., Meena, R.N., Kumar, A., & Mahajan, G. (2011). Earthing up and nitrogen levels in sugarcane ratoon under subtropical Indian condition. *Indian Journal of Sugarcane Technology*, *26*(1), 1-5.

Erfani, R., Sattari, M., Mohaddesi, A., Tavasoli, F., Rahim Sourorsh, H., Saeedi, M., Mohammad Yousefi, M., Fathi, N., Abadian, H., & Abbasian, A.. (2020). Determination of the proper transplanting datebased on GDD and the best plant density in promising line of rice926 (Tisa). *Applied Agricultural Research*, *33*(1), 125-137. (In Persian). https://www.Fao.org/faostat/en/#data/QCL.

Huang, Y.K., Li, W.F., Zhang, R.Y., & Wang, X.Y. (2018). *Color illustration of diagnosis and control for modern sugarcane diseases, pests, and weeds* (pp. 420-420). Springer Singapore.

Jintrawet, A., Laohasiriwong, S., & Lairuengroeng, C. (2000). Predicting the effect of planting dates on sugarcane performance in Thailand. *In Proceedings of International CANEGRO Workshop*. August (pp. 4-7).

Kumar, N., Singh, T., Kumar, V., & Dhaka, R.P.S. (2008). A study on character association under different time of sowing and harvesting in sugarcane (*Saccharum officinarum* L.). *Progressive Agriculture*, 8(1), 67-70.

Makvandi, M.A. (2019), *Assessment of the trend of changes in phenological stages of sugarcane varieties in order to optimize nitrogen nutrition*, Ph.D. Thesis. Faculty of Agriculture Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran. (In Persian).

Mandić, V., Đorđević, S., Đorđević, N., Bijelić, Z., Krnjaja, V., Petričević, M., & Brankov, M. (2020). Genotype and sowing time effects on soybean yield and quality. *Agriculture*, *10*(11), 502-511.

Misheck, C. (2013). Potential impact of climate change in sugarcane and mitigation strategies in Zimbabwe. *African Journal of Agricultural Research*, *8*(23), 2814-2818.

Monjezi, N., & Soleymani, M. (2022). Evaluation of different methods of sugarcane hilling up in two soil textures and three forward speeds. *Journal of Agricultural Machinery*, *12*(3), 265-280. (In Persian).

Munsif, F., Zahid, M., Arif, M., Ali, K., & Ahmad, I. (2018). Influence of planting date on yield and quality of sugarcane under the agro-climatic conditions of Mardan. *Sarhad Journal of Agriculture*, *34*(3), 649-655.

Noroozi, H., Sheinidashtegol, A., Saeidi Majd, Q.A., & Ker Mullah Chaab, A. (2019). *Determination of the best time for hilling up operation based on the height of the plant in CP69-1062 sugarcane variety in Salman Farsi Agriculture Company*. (Final report, 2019). Khuzestan Sugarcane & By-Products Research & Training Institute. (In Persian).

Oliveira, C.L.B.D., Cassimiro, J.B., Lira, M.V.D.S., Boni, A.D.S., Donato, N.D.L., Reis Jr, R.D.A., & Heinrichs, R. (2022). Sugarcane ratoon yield and soil phosphorus availability in response to enhanced efficiency phosphate fertilizer. *Agronomy*, *12*(11), 2817-2826.

Omoto, G., & Abayo, G.O. (2005). Effect of delayed planting of seed cane on sugarcane germination, growth rate and yield. *Kenya Sugar Research Foundation (Technical Bulletin)*, *2*(1), 8-17.

Paixao, J.S., Casaroli, D., dos Anjos, J.C.R., Alves Junior, J., Evangelista, A.W.P., Dias, H.B., & Battisti, R. (2021). Optimizing sugarcane planting windows using a crop simulation model at the state level. *International Journal of Plant Production*, *15*(1), 303-315.

Phadnawis, B.N., & Saini, A.D. (1992). Yield models in wheat based on sowing time and phenological developments. *Annals of Plant Physiology*, *6*(1), 52-59.

Shukla, S.K., Sharma, L., Awasthi, S.K., & Pathak, A.D. (2017). Sugarcane in India. *Package of practices for different agro–climatic zones, All Indian Coordinated Research Project on Sugarcane, IISR Lucknow*, Uttar Pradesh, 1-64.

Sifat, M.N.F., Rahman, M.A., Ali, M.R., Hanif, M.A., Tabriz, S.S., Hossen, M.S., & Rokonuzzaman, M. (2023). Development and performance evaluation of low cost 2WT operated earthing up machine for sugarcane cultivation in Bangladesh. *AgriEngineering*, *5*(1), 1327-1346.

Singh, P., Singh, S.N., Tiwari, A.K., Pathak, S.K., Singh, A.K., Srivastava, S., & Mohan, N. (2019). Integration of sugarcane production technologies for enhanced cane and sugar productivity targeting to increase farmers' income: Strategies and prospects. *3 Biotech*, *9*(2), 1-15.

Tahmasebi, S., Sarikhani Khorami, S., & Zali, H. (2021). Effect of sowing date on grain yield and related agronomic characteristics and determinaation of the optimum sowing date window for new bread wheat cultivars in warm and dry regions of Fars province. *Seed and Plant Journal*, *37*(3), 335-357. (In Persian).

Wolde, Z., Adane, A. (2015) Determination of planting season of sugarcane at Kuraz sugar development project, Southern Ethiopia. *American Journal of Science, Engineering and Technology (ASRJETS), 7*(1), 44–49.

Zaki Dizaji, H., & Monjezi, N. (2018). Evaluation of loss resources during sugarcane production process and provide solutions to reduce waste. *Journal of Agricultural Machinery*, *8*(1), 67-77. (In Persian).

Zhang, Y.B., Yang, S.L., Deng, J., Li, R.D., Fan, X., Dao, J.M., ... & Zeng, Z.H. (2020). Effect of cutting depth during sugarcane harvest on root characteristics and yield. *BioRxiv*, *8*(1), 1-23.