مجله پژوهش علف‌های هرز
جلد ۱۵، شماره ۲، ۱۴۰۲
صفحات ۱۳-۱

ISSN NO: 2008-6563

افزایش عملکرد چغندرقند: بررسی تأثیر کشت نشایی بر کنترل علف‌های هرز و راندمان تولید

Enhancing sugar beet yield: Exploring transplanting's impact on weed control and production efficiency

ولی‌الله یوسف‌آبادی[1*]، علی صارمی‌راد[1]، بابک بابایی[1] و شهرام خدادادی[1]

چکیده

رقابت علف‌های هرز با چغندرقند برای منابع ضروری، نهایتاً بر عملکرد و کیفیت چغندرقند تأثیر می‌گذارد؛ بنابراین، اعمال اقدامات مؤثر کنترل علف‌های هرز جهت حفظ عملکرد و کیفیت مطلوب چغندرقند بسیار حیاتی است. مطالعه حاضر به‌منظور ارزیابی تأثیر روش‌های مختلف کشت شامل کشت بذر در زمان معمول، کشت تأخیری بذر و کشت نشائی بر کنترل مؤثر علف‌های هرز و کاهش عملکرد کمی و کیفی، به‌صورت طرح کرت‌های خردشده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار طی دو سال زراعی متوالی ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ در کرج انجام شد. نتایج نشان داد که سال‌های مختلف به‌طور چشم‌گیری بر عملکرد و کیفیت محصول تأثیر گذاشته است. برهمکنش بین سال و روش کشت، اثر قابل توجهی را بر درصد قند ملاس، محتوی پتاسیم و نیتروژن آمینه نشان داد. اثر اصلی کنترل علف هرز تنها بر وزن تر علف‌های هرز تأثیرگذار بود. برهمکنش آن با شرایط محیطی سال بر صفات عملکرد ریشه، درصد قند ناخالص، سدیم، پتاسیم، نیتروژن آمینه، عملکرد شکر سفید، راندمان استحصال شکر، درصد قند ملاس و شاخص سطح برگ و با شیوه کشت و شرایط سال بر صفات درصد قند ناخالص، محتوی پتاسیم، راندمان استحصال شکر و درصد قند ملاس تأثیر معنی‌داری داشت. در این میان، کنترل علف‌های هرز به شیوه وجین دستی، کنترل شیمیایی با ترکیب علف‌کش‌های پروگرس، پیرامین و سوپر گالانت و ترکیب مشابه بدون تکرار در شیوه کشت نشایی، منجر به کنترل بهتر علف‌های هرز و در نتیجه عملکرد مناسب چغندرقند شد. در مجموع، نتایج نشان داد که کنترل علف‌های هرز نقش مهمی در تعیین عملکرد کمی و کیفی چغندرقند دارد.

کلمات کلیدی: پایدار، کنترل، شاخص، عملکرد، راندمان.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۷/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۱۴

۱- مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

* نویسنده مسئول Email: v_yosef@yahoo.com

مقدمه

چغندرقند (*Beta vulgaris* L.) در بخش کشاورزی و صنعت از اهمیت قابل توجهی برخوردار است (Hoffmann *et al.*, 2009; Saremirad and Taleghani, 2022; Taleghani *et al.*, 2023a). این گیاه به‌عنوان یک منبع حیاتی برای تولید شکر، نقش مهمی در صنایع غذایی ایفا می‌کند و جایگزینی برای نیشکر است (Monteiro *et al.*, 2018). اهمیت اقتصادی این محصول به تولید اتانول زیستی به‌عنوان یک منبع انرژی تجدیدپذیر که اهمیت فزاینده‌ای دارد، گسترش می‌یابد (Salazar-Ordóñez *et al.*, 2013). فراتر از ارزش اقتصادی، چغندرقند به‌عنوان یک محصول تناوبی عمل می‌کند و به شکستن چرخه بیماری‌ها و بهبود ساختار خاک کمک می‌کند. سیستم ریشه عمیق آن نیز بر هوادهی خاک و بازیافت مواد مغذی تأثیر می‌گذارد. لذا، چغندرقند با تأثیر چندوجهی خود بر تولید مواد غذایی، انرژی‌های تجدیدپذیر و کشاورزی پایدار، به‌عنوان یک محصول از اهمیت فوق‌العاده‌ای در بخش‌های مختلف برخوردار است و آن را به سنگ بنای شیوه‌های کشاورزی مدرن و فرآیندهای صنعتی تبدیل می‌کند.

مدیریت علف‌های هرز در کشت چغندرقند برای حفظ عملکرد و کیفیت بالای محصول امری ضروری است؛ زیرا عدم کنترل علف‌های هرز می‌تواند عملکرد چغندرقند را تا بیش از ۹۰ درصد کاهش دهد. علف‌های هرز برای مواد مغذی، آب و نور با چغندرقند رقابت می‌کنند که می‌تواند به میزان قابل توجهی بهره‌وری محصول را کاهش دهد. مدیریت مؤثر علف‌های هرز شامل ترکیبی از روش‌های کنترل زراعی، مکانیکی و شیمیایی برای به حداقل رساندن رقابت علف‌های هرز و تضمین موفقیت محصول چغندرقند است؛ بنابراین می‌توان چنین بیان کرد که مدیریت یکپارچه علف‌های هرز یک رویکرد جامع است که روش‌های مختلف کنترل علف‌های هرز را برای دستیابی به مدیریت پایدار علف‌های هرز در کشت چغندرقند ترکیب می‌کند. در واقع کشاورزان می‌توانند با ادغام روش‌های کنترل زراعی، مکانیکی و شیمیایی، اتکا به هر روشی را به حداقل برسانند، مقاومت علف‌کش‌ها را در علف‌های هرز کاهش دهند و سلامت کلی محصول را ارتقا دهند. در این راستا، نظارت منظم بر جمعیت علف‌های هرز و تنظیم روش‌های کنترل بر اساس گونه‌ها و تراکم علف‌های هرز، اجزای ضروری یک برنامه مؤثر هستند (Nouzaei *et al.*, 2022). در نتیجه، مدیریت مؤثر علف‌های هرز برای کشت موفق چغندرقند بسیار مهم است. با اجرای ترکیبی از روش‌های کنترل زراعی، مکانیکی و شیمیایی، مدیریت یکپارچه علف‌های هرز می‌تواند به کشاورزان در کاهش رقابت علف‌های هرز، حفظ عملکرد محصول و حفظ سلامت کلی محصول چغندرقند کمک کند. برای چغندرکاران مهم است که از آخرین روش‌های مدیریت علف‌های هرز مطلع باشند و شیوه‌های خود را با تغییر جمعیت علف‌های هرز و شرایط محیطی تطبیق دهند.

در ارتباط با مدیریت علف‌های هرز، کشت نشایی می‌تواند بر کنترل علف‌های هرز در کشت چغندرقند تأثیر داشته باشد. تأثیر کشت نشائی بر کنترل علف‌های هرز به توانایی رقابتی محصول چغندرقند و زمان ظهور علف‌های هرز مربوط می‌شود. محصولات نشائی، از جمله چغندرقند، نسبت به بذرهایی که مستقیماً در زمین کاشته می‌شوند، شانس بیشتری در رقابت با علف‌های هرز دارند. علاوه بر این، استفاده از علف‌کش‌ها برای کنترل علف‌های هرز یکی از جنبه‌های مهم کشت چغندرقند است و زمان‌بندی کاربرد علف‌کش در رابطه با کشت نشاء باید در نظر گرفته شود تا رقابت علف‌های هرز و آسیب احتمالی محصول به حداقل برسد. عملیات کولتیواسیون در کشت مستقیم چغندرقند تا مرحله چهار تا شش برگی بوته‌ها توصیه نمی‌شود در حالی که این عملیات در کشت نشائی پنج روز بعد از نشاکاری امکان‌پذیر است (Melander, 2000). خامبا و نلسون (Khaembah and Nelson, 2016) نیز گزارش کردند که کشت نشایی چغندر علوفه‌ای، زمینه یکنواختی بیشتر در سبز مزرعه و کاهش قدرت رقابت علف‌های هرز با چغندر علوفه‌ای را در اوایل دوره استقرار گیاه فراهم خواهد کرد.

کنترل شیمیایی علف‌های هرز از طریق استفاده از علف‌کش‌ها، یکی دیگر از اجزای جدایی‌ناپذیر مدیریت علف‌های هرز در کشت چغندرقند است. استفاده از علف‌کش‌ها در کشت چغندرقند باید با درک نحوه عملکرد علف‌کش و علائم آسیب چغندرقند تکمیل شود (Nouzaei *et al.*, 2022). علف‌کش‌ها را قبل از

کاشت، بلافاصله بعد از کاشت، بعد از سبز شدن چغندرقند اما قبل از ظهور علف‌های هرز و بعد از سبز شدن چغندرقند و علف‌های هرز به‌تنهایی یا به‌صورت مخلوط استفاده می‌کنند. آگاهی از پتانسیل آسیب علف‌کش به چغندرقند و حرکت خارج از هدف علف‌کش‌های اعمال‌شده در سایر محصولات در مزارع مجاور بسیار مهم است (Dexter *et al.*, 1994). علف‌کش‌های متعددی برای کنترل انتخابی علف‌های هرز در چغندرقند ثبت شده است. گلایفوسیت و تری فلوسولفورون متیل از جمله علف‌کش‌های موجود برای کنترل پس از رویش علف‌های هرز خاص در مزارع چغندرقند هستند. مخلوط علف‌کش‌ها، در صورت انتخاب دقیق، می‌توانند به‌طور قابل توجهی تکامل علف‌های هرز مقاوم به علف‌کش را به تأخیر بیندازند. استفاده از علف‌کش‌ها در ترکیب با سایر راهکارهای کنترل برای جلوگیری از رشد علف‌های هرز مقاوم به علف‌کش مهم است (Lawrence and Kniss, 2021).

در مجموع، مدیریت علف‌های هرز در کشت چغندرقند نیازمند یک رویکرد جامع است. در این رابطه، پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر شیوه‌های مختلف کشت و کنترل علف‌های هرز از طریق زمان کاربرد و ترکیب علف‌کش‌های مختلف بر کنترل مؤثر علف‌های هرز و به حداقل رساندن کاهش عملکرد انجام شد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در ایستگاه تحقیقات چغندرقند مهندس مطهری واقع در شمال غرب شهرستان کرج طی دو سال زراعی ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ اجرا گردید. کرج در ۴۵ کیلومتری غرب تهران قرار گرفته است. ارتفاع این منطقه از سطح دریا ۱۳۲۱ متر می‌باشد. از نظر مختصات جغرافیایی در ۵۰ درجه و ۵۶ دقیقه طول شرقی و ۳۵ درجه ۴۷ دقیقه عرض شمالی واقع شده است. بر اساس بررسی‌های بلندمدت اداره کل هواشناسی استان البرز (Anonymous, 2021)، کرج دارای آب‌وهوای استوایی سرد با میانگین درجه حرارت سالیانه ۱۴/۴ درجه سانتی‌گراد بوده و مجموع بارندگی سالیانه ۲۴۷/۳ میلی‌متر می‌باشد. بر اساس اقلیم‌بندی، منطقه کرج دارای حدود ۲۰۳ روز خشکی در سال است. در نتیجه دارای اقلیمی حد واسط نیمه بیابانی خفیف تا مدیترانه‌ای گرم و خنک می‌باشد. از نظر اقلیم‌بندی در اقلیم نیمه‌خشک با زمستان نسبتاً سرد و تابستان نسبتاً معتدل قرار دارد (Anonymous, 2021).

آماده‌سازی زمین با انجام عملیات خاک‌ورزی در پاییز هر سال اجرای آزمایش شروع شد و در اوایل بهار با مساعد شدن شرایط رطوبتی با انجام عملیات سطحی و نهایی، بستر کشت فراهم گردید. پیش از اجرای آزمایش، یک نمونه مرکب خاک تهیه و به‌منظور بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن به آزمایشگاه خاکشناسی منتقل شد و نتایج آن در جدول ۱ خلاصه گردید. آزمایش به‌صورت کرت‌های یک‌بار خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل روش کشت به‌عنوان عامل اصلی با سه سطح (۱) کشت مستقیم بذر در اول بهار (روش معمول)، (۲) کشت مستقیم بذر با تأخیر ۴۵ روزه نسبت به تیمار اول (هم‌زمان با کشت تیمار نشائی) و (۳) کشت نشایی با حدود ۴۵ روز بعد از کشت مستقیم (با استفاده از نشاهایی که در خزانه تهیه شده بودند) و روش‌های کنترل علف هرز با پنج سطح به‌عنوان عامل فرعی شامل (۱) استفاده از علف‌کش‌های پیرامین و رونیت قبل از کشت، (۲) کنترل شیمیایی با استفاده از ترکیب علف‌کش‌های پروگرس، پیرامین و سوپر گالانت در مرحله دو تا چهار برگی علف‌های هرز، (۳) سم‌پاشی با استفاده از ترکیب علف‌کش‌های پروگرس، پیرامین و سوپر گالانت در مرحله دو تا چهار برگی علف‌های هرز به‌علاوه تکرار آن پس از دو هفته، (۴) کنترل مکانیکی به‌صورت وجین دستی و (۵) تداخل دائم علف‌های هرز با محصول یا تیمار بدون کنترل علف هرز به‌عنوان شاهد آزمایش بود. هر کرت فرعی آزمایش شامل پنج خط کشت به طول هشت متر و با فاصله ردیف‌های ۵۰ سانتیمتر بود. بین تکرارها جهت سهولت در انجام عملیات زراعی و عدم اختلاط تیمارهای شیمیایی ۲/۵ متر فاصله و بین کرت‌ها ۱/۵ متر فاصله در نظر گرفته شد. پس از مساعد شدن شرایط جوی و رطوبتی خاک، تیمار کشت معمول با استفاده از بذر رقم منوژرم سوپر شکوفا کشت شد.

جدول ۱- مشخصات فیزیکوشیمیای خاک محیط آزمایشی

Table 1. Physicochemical properties of soil at the experimental environments

Year	pH	EC ($ds.m^{-1}$)	O.C. (%)	P (ppm)	K (ppm)	Clay (%)	Silt (%)	Sand (%)	Texture
2021	7.21	0.53	0.74	8.24	596	37.30	41.40	21.30	Clay-loam
2022	7.30	0.77	1.01	1.97	398	37.30	41.40	21.30	Clay-loam

برای تهیه نشاء، هم‌زمان با کشت تیمار اول شیوه کشت، بذر رقم سوپر شکوفا در قطعه زمین کوچکی بنام خزانه، با تراکم حدود ۲۵۰ عدد بذر در مترمربع کاشته شد. بذور کشت‌شده در خزانه، پس از جوانه‌زنی مراحل استقرار و رشد اولیه را تا مرحله شش تا هشت برگی (حدود ۴۵ تا ۵۰ روز) در خزانه سپری نمودند و پس از این مدت با آماده‌سازی کرت‌های آزمایشی، انتقال نشاء از خزانه به کرت‌های پیش‌بینی‌شده انجام و نشاکاری صورت پذیرفت. هم‌زمان با کشت نشاء، تیمار کشت تأخیری نیز با کشت مستقیم بذر رقم سوپر شکوفا در کرت‌های پیش‌بینی‌شده انجام شد.

آزمایش در هر سال اجرای آن به روش نشتی آبیاری گردید. زمان شروع آبیاری بر اساس میزان ۹۰ میلی‌متر تبخیر از طشتک تبخیر کلاس A محاسبه و به‌طور یکنواخت در کلیه کرت‌ها توزیع شد. سایر عملیات داشت شامل مبارزه با آفات و بیماری‌ها در حد مطلوب و مطابق با عرف منطقه و طبق نظر کارشناسان مربوطه انجام شد. هرکدام از تیمارهای کشت بذری در مرحله چهار تا شش برگی بوته‌های چغندرقند تنک شد. تیمار علف‌کش قبل از کشت در هر کدام از روش‌های کشت، قبل از کشت بذر و انتقال نشاء مصرف و با لایه سطحی خاک مخلوط شد. دیگر تیمارهای در نظر گرفته‌شده بر اساس پیش‌بینی‌های صورت گرفته اعمال گردید. برای ارزیابی تأثیر روش‌های کنترل بر روی علف‌های هرز با استفاده از کوآدرات و به‌طور تصادفی تراکم علف‌های هرز و وزن تر هرگونه قبل از اعمال تیمار و بعد از آن مشخص شد. در پایان دوره رشد محصول، از هر کرت آزمایشی سه ردیف کشت میانی جمع‌آوری، شمارش و توزین شدند. سپس ریشه‌ها شسته شده و با استفاده از دستگاه خودکار ونما نمونه خمیر از آن‌ها تهیه گردید و در آزمایشگاه کنترل کیفی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند از نظر ویژگی‌های کیفی شامل درصد قند ناخالص، نیتروژن آمینه و عنصرهای سدیم و پتاسیم ارزیابی شده (Kunz *et al.*, 2002) و در نهایت از مقادیر به‌دست‌آمده برای این ویژگی‌ها، جهت تخمین سایر ویژگی‌ها از قبیل عملکرد شکر، درصد قند ملاس، درصد قند خالص، عملکرد شکر سفید و ضریب استحصال شکر به ترتیب بر اساس روابط ۱ تا ۵ استفاده شد (Cook and Scott, 1993; Reinfeld *et al.*, 1974):

رابطه ۱: $$SY = RY \times SC$$

رابطه ۲: $$MS = 0.0343(K^{+} + Na^{+}) + 0.094(alpha\ amino\ N) - 0.31$$

رابطه ۳: $$WSC = SC - (MS + 0.6)$$

رابطه ۴: $$WSY = WSC \times RY$$

رابطه ۵: $$ECS = \left(\frac{WSC}{SC}\right) \times 100$$

در این روابط (۵-۱)، SY عملکرد شکر برحسب تن در هکتار، RY عملکرد ریشه برحسب تن در هکتار، SC درصد قند ناخالص برحسب گرم قند در ۱۰۰ گرم خمیر ریشه، MS درصد قند ملاس برحسب گرم قند در ۱۰۰ گرم خمیر ریشه، *alpha amino* N نیتروژن آمینه برحسب میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ گرم خمیر ریشه، K^{+} پتاسیم برحسب میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ گرم خمیر ریشه، Na^{+} سدیم برحسب میلی‌اکی‌والان در ۱۰۰ گرم خمیر ریشه، WSC درصد قند خالص برحسب گرم قند در ۱۰۰ گرم خمیر ریشه، WSY عملکرد شکر سفید برحسب تن در هکتار و ECS ضریب استحصال شکر برحسب درصد شکر می‌باشد.

تجزیه و تحلیل آماری

در ابتدا پیش از انجام هرگونه تجزیه و تحلیلی، فرض نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون گرابز (Grubbs, 1969) و فرض همگنی واریانس خطاهای آزمایشی در سال‌های مختلف با استفاده از آزمون بارتلت (Bartlett, 1937) انجام شد. پس از اینکه یکنواختی واریانس خطاهای آزمایشی تأیید گردید، تجزیه واریانس مرکب با فرض تصادفی بودن اثر سال و ثابت بودن اثرات

رابطه ۶:
$$Y_{ijkl} = \mu + Y_i + R_{(i)k} + A_j + YA_{ij} + RA_{(i)jk} + B_l + YB_{il} + AB_{jl} + YAB_{ijl} + RB_{(ij)kl}$$

در این رابطه (۶)، Y_{ijkl} عملکرد تیمار lام در شیوه کشت iام در روش کنترل علف هرز jام در تکرار kام، μ میانگین کل آزمایش، Y_i اثر سال iام، $R_{(i)k}$ اثر تکرار در سال iام، A_j اثر شیوه کشت jام، YA_{ij} برهمکنش سال iام با شیوه کشت jام، $RA_{(i)jk}$ اثر تکرار در سال iام در شیوه کشت jام، B_l اثر روش کنترل علف هرز lام، YB_{il} برهمکنش سال iام با روش کنترل علف هرز lام، AB_{jl} برهمکنش شیوه کشت jام با روش کنترل علف هرز lام، YAB_{ijl} برهمکنش سال iام با شیوه کشت jام با روش کنترل علف هرز lام و $RB_{(ij)kl}$ اثر تکرار kام در روش کنترل علف هرز lام داخل سال iام در شیوه کشت jام (خطای آزمایشی) می‌باشد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس، اثرات قابل ملاحظه عوامل مختلف را بر صفات اندازه‌گیری شده در مطالعه حاضر نشان داد (جدول ۲). بر اساس این نتایج، سال تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد ریشه، درصد قند ناخالص، عملکرد شکر سفید و راندمان استحصال شکر و در سطح احتمال پنج درصد بر محتوی سدیم ریشه، نیتروژن آمینه، درصد قند ملاس و شاخص سطح برگ به همراه داشت. این نتایج نشان می‌دهد که شرایط محیطی سال‌های مختلف به‌طور قابل توجهی بر عملکرد و کیفیت محصول تأثیر گذاشته است. اثر اصلی شیوه کشت بر هیچ‌یک از صفات تأثیری معنی‌داری نداشت. این در حالی است که برهمکنش بین سال و روش کشت، اثر قابل توجهی را بر درصد قند ملاس، محتوی پتاسیم و نیتروژن آمینه در سطح احتمال یک درصد و عملکرد ریشه و محتوی سدیم در سطح احتمال پنج درصد نشان داد. این موضوع نشان می‌دهد که انتخاب روش کشت می‌تواند تحت تأثیر شرایط محیطی سال اثر قابل‌توجهی بر عملکرد کمی و کیفی محصول چغندرقند داشته باشد. اثر اصلی روش کنترل علف هرز تنها بر وزن تر علف‌های هرز تأثیرگذار بود. حال آن‌که برهمکنش آن با شرایط محیطی سال بر صفات عملکرد ریشه، درصد قند ناخالص، سدیم، پتاسیم، نیتروژن آمینه، عملکرد شکر سفید، راندمان استحصال شکر، درصد قند ملاس و شاخص سطح برگ و با شیوه کشت و شرایط محیطی سال بر صفات درصد قند ناخالص، محتوی پتاسیم، راندمان استحصال شکر و درصد قند ملاس تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد در پی داشت. برهمکنش سال و روش کنترل علف هرز و همچنین برهمکنش سه‌جانبه میان سال، شیوه کشت و روش کنترل مؤید اهمیت در نظر گرفتن شیوه‌های کنترل علف هرز در روش‌های مختلف کشت در سال‌های مختلف برای بهینه‌سازی عملکرد و کیفیت محصول است. همین موضوع تأییدکننده غیرقابل اجتناب بودن برهمکنش‌های مختلف در تحقیقات کشاورزی است (Sabaghnia *et al.*, 2010; Saremirad and Taleghani, 2022; Taleghani *et al.*, 2023a; Taleghani *et al.*, 2023b; Yan and Kang, 2002). بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از آزمایش‌های صادق‌زاده حمایتی و همکاران (Sadeghzadeh Hemayati *et al.*, 2022) و حسنی و همکاران (Hassani *et al.*, 2024)، محیط و برهمکنش‌های آن با شرایط مختلف، نقش بسزایی را بر بیان فنوتیپی عملکرد شکر سفید ژنوتیپ‌های چغندرقند داشته است و سبب شده است. به‌طور کلی، این نتایج بینش‌های ارزشمندی را در مورد عوامل مؤثر بر عملکرد و کیفیت محصول ارائه می‌کند و بر شیوه کشت و روش کنترل علف هرز برای صفات مورد مطالعه شامل عملکرد ریشه، درصد قند ناخالص، محتوی سدیم، محتوی پتاسیم، محتوی نیتروژن آمینه، عملکرد شکر سفید، راندمان استحصال شکر، درصد قند ملاس، شاخص سطح برگ و وزن تر علف‌های هرز با استفاده از رابطه ۶ انجام شد (Moore and Dixon, 2015):

اهمیت سال، شیوه کشت و روش کنترل علف‌های هرز و همچنین برهمکنش آن‌ها تأکید می‌کند. این یافته‌ها برای اطلاع‌رسانی شیوه‌های کشاورزی و تصمیم‌گیری برای بهینه‌سازی تولید و کیفیت محصول ضروری هستند.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در بررسی تأثیر شیوه کشت و روش کنترل بر علف‌های هرز و راندمان تولید

Table 2. The results of the analysis of the variance of the studied traits in the investigation of the effect of cultivation methods and control methods on weeds and production efficiency

Source of variation	df	Mean of square				
		Root yield	Sugar content	Na^+	K^+	*Alpha amino* N
Year	1	25714.43**	343.24**	20.39 ns	28.94*	35.37*
Replication (Year)	6	676.77	13.30	3.92	3.00	3.90
Cultivation method	2	6811.52ns	10.82 ns	85.28 ns	10.58 ns	3.32 ns
Year × cultivation method	2	3433.83*	42.73 ns	15.98*	36.03**	13.93**
$E_{(a)}$	12	289.73	11.06	1.15	1.21	0.51
Weed control	4	8372.46 ns	144.34 ns	3.62 ns	31.44 ns	3.93 ns
Year × weed control	4	1602.02**	140.63**	6.30**	30.99**	1.94**
Cultivation method × weed control	8	119.85 ns	30.60 ns	2.46 ns	6.62 ns	0.74 ns
Year × Cultivation method × weed control	8	279.66 ns	32.59**	1.61 ns	6.41**	0.69 ns
$E_{(b)}$	72	208.07	5.53	1.05	1.15	0.49

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

ns, *, **: non-significant and significant at five and one percent probability level, respectively.

ادامه جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در بررسی تأثیر شیوه کشت و روش کنترل بر علف‌های هرز و راندمان تولید

Continued table 2. The results of the analysis of the variance of the studied traits in the investigation of the effect of cultivation methods and control methods on weeds and production efficiency

Source of variation	df	Mean of square				
		White sugar yield	Extraction coefficient of sugar	Molasses sugar	Leaf area index	Weed fresh weight
Year	1	304.39**	9988.77**	12.64*	45.88*	2.15 ns
Replication (Year)	6	7.42	358.98	1.75	5.46	0.74
Cultivation method	2	30.33 ns	503.17 ns	9.49 ns	8.61 ns	0.41 ns
Year × cultivation method	2	12.34 ns	848.56 ns	12.99**	5.47 ns	1.25 ns
$E_{(a)}$	12	4.24	248.59	0.35	1.42	0.48
Weed control	4	93.83 ns	3477.13 ns	6.14 ns	7.58 ns	7.37*
Year × weed control	4	17.80**	3402.70**	6.66**	6.00**	0.59 ns
Cultivation method × weed control	8	2.26 ns	721.80 ns	1.66 ns	0.53 ns	0.16 ns
Year × Cultivation method × weed control	8	3.69 ns	736.84**	1.51**	1.36 ns	0.20 ns
$E_{(b)}$	72	2.27	142.89	0.41	0.80	0.41

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

ns, *, **: non-significant and significant at five and one percent probability level, respectively.

نتایج مقایسه میانگین برهمکنش سال و شیوه کشت برای صفات معنی‌دار شامل عملکرد ریشه، سدیم، پتاسیم، نیتروژن آمینه و درصد قند ملاس در جدول ۳ ارائه شده است. از نظر عملکرد ریشه، تفاوت آشکاری بین روش‌های کشت در هر سال وجود دارد، به‌طوری که روش کشت نشایی در سال زراعی ۱۴۰۱ بالاترین عملکرد را به میزان ۸۵/۲۳ تن در هکتار به همراه داشت. نیتروژن آمینه، محتوی سدیم و پتاسیم به‌عنوان ناخالصی‌های ریشه چغندرقند در نظر گرفته می‌شوند که بر کیفیت و عملکرد شکر حاصل از آن تأثیر می‌گذارند. محتوی نیتروژن موجود در ریشه چغندرقند که خلاصه‌ای از اسیدهای آمینه محلول و گروه‌های آمیدی است، نقش مهمی در راندمان استخراج قند دارد (Martínez-Arias *et al.*, 2017). در حالی که سطوح بالای نیتروژن آمینه می‌تواند مانع استخراج قند شود، همچنین عامل مهمی در بقا و کیفیت چغندرقند در طول ذخیره‌سازی است، بنابراین،

مدیریت مقادیر آن ضروری است که می‌تواند تحت تأثیر عواملی مانند شرایط محیطی و تنوع ژنتیکی چغندرقند متغیر باشد (Gippert *et al.*, 2022). محتوی سدیم و پتاسیم ریشه چغندرقند به‌عنوان یک ماده ملاس‌زا در چغندرقند محسوب می‌شود، به این معنی که حلالیت ساکارز را افزایش و تبلور آن را کاهش می‌دهد و در نهایت باعث کاهش کیفیت چغندرقند و راندمان استخراج قند می‌شود (Aljabri *et al.*, 2021; Makhlouf *et al.*, 2022; Muir, 2022; Xie *et al.*, 2022). محتوی بالای این عناصر می‌تواند منجر به غلظت بالای آن‌ها در ملاس شود و کیفیت را تحت تأثیر قرار دهد و استفاده از آن را در برخی از برنامه‌های کاربردی محدود کند. بنابراین شیوه‌های مدیریتی مزرعه باید به‌گونه‌ای باشد که در حالت ایده‌آل ضمن افزایش عملکرد ریشه، غلظت ناخالصی‌های آن با کاهش همراه باشد. این ناخالصی‌های ریشه بر اساس ترکیب سال و روش کشت، با برخی الگوهای قابل تشخیص در داده‌ها، تغییراتی را نشان می‌دهند. پایین‌ترین میزان سدیم در شیوه کشت با تأخیر ۴۵ روزه و کشت نشایی طی سال ۱۴۰۰ مشاهده شد. این در حالی بود که شیوه کشت با تأخیر ۴۵ روزه در سال ۱۴۰۰ کمترین میزان ناخالصی‌های پتاسیم و نیتروژن آمینه و درصد قند ملاس را از آن خود کرد.

جدول ۳- مقایسه میانگین برهمکنش میان سال و شیوه کشت بر عملکرد ریشه، سدیم، پتاسیم، نیتروژن آمینه و درصد قند ملاس

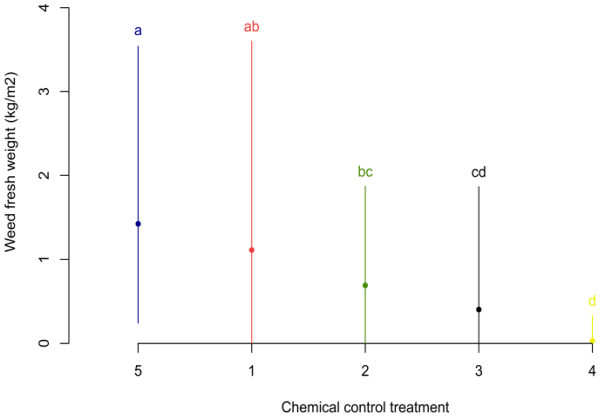
Table 3. Mean comparison of the year and cultivation method interaction on root yield, Na^+, K^+, alpha amino N and molasses sugar

Year	Cultivation method	Root yield		Na^+		K^+		*Alpha amino* N		Molasses sugar	
		V	G	V	G	V	G	V	G	V	G
2021	1	61.22	bc	5.37	a	5.96	bc	2.21	bc	3.80	a
2021	2	27.89	d	1.48	c	4.06	e	1.13	e	1.82	d
2021	3	36.86	d	2.14	c	5.28	cd	1.47	de	2.45	c
2022	1	72.58	b	4.74	a	4.77	de	1.96	cd	3.14	b
2022	2	56.00	c	3.06	b	6.39	ab	2.66	b	3.18	b
2022	3	85.23	a	3.67	b	7.08	a	3.45	a	3.70	a

بر اساس آزمون دانکن میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشابه هستند، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد باهم ندارند. V: ارزش صفت، G: گروه آماری.

According to Duncan's test, means that have at least one similar letter do not have a significant difference at the five percent probability level. V: Trait value, G: Group.

کنترل علف‌های هرز به طرق مختلف می‌تواند به‌طور قابل توجهی بر وزن تر علف‌های هرز تأثیر بگذارد (شکل ۱)، به‌طوری که بیشترین وزن تر علف هرز در تیمار شاهد و کمترین آن در تیمار کنترل مکانیکی به‌صورت وجین دستی ملاحظه شد. اثربخشی علف‌کش‌ها در کاهش وزن تر علف‌های هرز به عوامل مختلفی از جمله نوع علف‌کش، میزان مصرف، مرحله رشد علف هرز و حساسیت گونه علف‌های هرز به علف‌کش بستگی دارد. بر اساس یافته‌های مطالعه حاضر، پس از وجین دستی، در تیمار سم‌پاشی علف‌های هرز با استفاده از ترکیب علف‌کش‌های بروگرس، پیرامین و سوپر گالانت در مرحله دو تا چهار برگی و تکرار آن بعد از دو هفته و تیمار سم‌پاشی با ترکیب علف‌کش‌های بروگرس، پیرامین و سوپر گالانت در مرحله دو تا چهار برگی بدون تکرار کمترین وزن تر علف هرز حاصل شد. علف‌کش‌ها با اختلال در فرآیندهای فیزیولوژیکی مختلف در علف‌های هرز مانند فتوسنتز، تنظیم رشد و تقسیم سلولی عمل می‌کنند که منجر به مرگ علف‌های هرز می‌شود. با این حال، تأثیر علف‌کش‌ها بر وزن تر علف‌های هرز می‌تواند متفاوت باشد (Abu-Nassar and Matzrafi, 2021; Fang *et al.*, 2022). برخی از علف‌کش‌ها ممکن است باعث پژمردگی و خشک شدن سریع علف‌های هرز شوند که منجر به کاهش سریع وزن تازه می‌شود. برخی دیگر ممکن است آهسته‌تر عمل کنند و باعث زرد شدن علف‌های هرز و سپس مرگ شوند و کاهش وزن تازه در مدت طولانی‌تری اتفاق افتد.



شکل ۱- مقایسه میانگین تأثیر کنترل علف‌های هرز بر وزن تر آن‌ها. بر اساس آزمون دانکن میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشابه هستند، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد باهم ندارند.

Figure 1. Mean comparison of the weed control effect on their fresh weight. According to Duncan's test, means that have at least one similar letter do not have a significant difference at the five percent probability level.

نتایج مقایسه میانگین برهمکنش میان سال و روش کنترل علف هرز نشان داد که بین سال‌های مختلف و تیمارهای کنترل علف هرز از نظر عملکرد ریشه، درصد قند ناخالص، سدیم، پتاسیم، نیتروژن آمینه، عملکرد شکر سفید، راندمان استحصال شکر، درصد قند ملاس و شاخص سطح برگ تفاوت معنی‌داری وجود داشت (۴). بر اساس نتایج حاصله، بالاترین میزان عملکرد ریشه و عملکرد شکر سفید در سال ۱۴۰۱ در تیمار کنترل مکانیکی به‌صورت وجین دستی رخ داد. در مقابل پایین‌ترین میزان صفات مذکور در سال ۱۴۰۰ در تیمارهای شاهد و استفاده از علف‌کش‌های پیرامین و رونیت قبل از کشت به دست آمد. تیمارهای برهمکنش میان سال و روش کنترل علف هرز از نظر درصد قند ناخالص، راندمان استحصال شکر و شاخص سطح برگ به دو گروه تقسیم شدند. در این میان، به‌جز تیمارهای شاهد و استفاده از علف‌کش‌های پیرامین و رونیت قبل از کشت در سال ۱۴۰۰ مابقی ترکیبات تیماری از مقادیر بالای صفات مذکور برخوردار بودند. علاوه بر آن، این دو تیمار شاهد و استفاده از علف‌کش‌های پیرامین و رونیت قبل از کشت در سال ۱۴۰۰ پایین‌ترین میزان ناخالصی‌های سدیم، پتاسیم و نیتروژن آمینه و همچنین درصد قند ملاس را به خود اختصاص دادند.

نتایج مقایسه میانگین برهمکنش سه‌جانبه میان سال، شیوه کشت و روش کنترل علف هرز نشان داد که درصد قند ناخالص، محتوی پتاسیم، راندمان استحصال شکر و درصد قند ملاس به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر این برهمکنش سه‌جانبه قرار می‌گیرند (جدول ۱). در آزمایش سال ۱۴۰۰ دو تیمار شاهد و استفاده از علف‌کش‌های پیرامین و رونیت قبل از کشت در شیوه کشت با تأخیر ۴۵ روزه تحت تأثیر علف‌های هرز قرار گرفته و در رقابت با آن‌ها ریشه‌های بسیار کوچکی تولید شد. به همین دلیل امکان تهیه خمیر ریشه و ارزیابی‌های کیفی در این دو تیمار میسر نگردید؛ بنابراین در بررسی نتایج نادیده گرفته شدند. از مجموع ۳۰ تیمار حاصل از برهمکنش سه‌جانبه سال، شیوه کشت و روش کنترل علف هرز، تعداد ۲۰ تیمار بهترین درصد قند خالص و ۱۷ تیمار بهترین راندمان استحصال شکر را داشتند (جدول ۵). در این میان، کنترل علف‌های هرز به شیوه وجین دستی، سم‌پاشی با استفاده از ترکیب علف‌کش‌های بروگرس، پیرامین و سوپر گالانت در مرحله دو تا چهار برگی و تکرار سم‌پاشی بعد از دو هفته و تیمار سم‌پاشی با ترکیب علف‌کش‌های بروگرس، پیرامین و سوپر گالانت در مرحله دو تا چهار برگی بدون تکرار سم‌پاشی در شیوه‌های کشت با تأخیر ۴۵ روزه و کشت نشایی سبب کنترل بهتر علف‌های هرز شدند. در نتیجه بالاترین میزان درصد قند ناخالص و راندمان استحصال شکر را در پی داشتند. تیمار عدم کنترل علف‌های هرز (شاهد) در شیوه کشت نشایی در سال ۱۴۰۰ پایین‌ترین میزان محتوی پتاسیم و درصد قند ملاس را نشان داد. در مجموع، نتایج نشان داد که کنترل علف‌های هرز نقش مهمی در تعیین عملکرد کمی و کیفی چغندرقند دارد. در این ارتباط، مدیریت مؤثر علف‌های هرز به‌طور مستقیم بر بهره‌وری کلی و کیفیت برداشت تأثیر می‌گذارد. با به حداقل رساندن رقابت علف‌های هرز، گیاهان چغندرقند می‌توانند به مواد مغذی ضروری، آب و نور خورشید دسترسی داشته باشند که منجر به بهبود رشد و عملکرد بالاتر می‌شود. علاوه بر این، کنترل علف‌های هرز به کاهش خطر بیماری‌ها و آفات کمک می‌کند که در غیر این صورت می‌تواند مانع توسعه چغندرقند شوند. در واقع، مزارع عاری از علف‌های هرز با جلوگیری از آلودگی و حفظ یکنواختی در اندازه، شکل و محتوای قند به چغندرقند با کیفیت بهتر کمک می‌کند. روش‌های کنترل علف‌های هرز بهبودیافته، نه‌تنها بازده چغندرقند بهتر و سالم‌تر را تضمین می‌کند، بلکه منجر به یک محصول سازگارتر و مطلوب‌تر برای فرآوری می‌شود.

جدول ۴- مقایسه میانگین برهمکنش میان سال و روش کنترل علف هرز بر عملکرد ریشه، درصد قند ناخالص، سدیم، پتاسیم و نیتروژن آمینه

Table 4. Mean comparison of the year and weed control method interaction on root yield, sugar content, Na^+, K^+ and *alpha amino* N

Year	Weed control	Root yield		Sugar content		Na^+		K^+		*Alpha amino* N	
		V	G	V	G	V	G	V	G	V	G
2021	1	19.32	f	5.85	b	1.72	c	2.61	b	0.90	e
2021	2	55.57	de	14.51	a	3.66	a	6.51	a	2.04	cd
2021	3	62.21	de	15.05	a	3.25	ab	6.85	a	2.26	bcd
2021	4	65.06	cde	14.16	a	3.88	a	6.92	a	1.94	d
2021	5	7.78	f	5.55	b	2.48	bc	2.61	b	0.89	e
2022	1	67.08	bcd	14.57	a	3.96	a	6.11	a	2.78	ab
2022	2	78.36	ab	14.48	a	3.78	a	6.16	a	2.99	a
2022	3	75.29	abc	14.31	a	3.96	a	5.98	a	2.74	ab
2022	4	82.06	a	14.50	a	3.55	a	6.13	a	2.62	abc
2022	5	53.53	e	14.17	a	3.88	a	6.03	a	2.33	bcd

بر اساس آزمون دانکن میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشابه هستند، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد باهم ندارند. V: ارزش صفت، G: گروه آماری.

According to Duncan's test, means that have at least one similar letter do not have a significant difference at the five percent probability level. V: Trait value, G: Group.

ادامه جدول ۴- مقایسه میانگین برهمکنش میان سال و روش کنترل علف هرز بر عملکرد ریشه، درصد قند ناخالص، سدیم، پتاسیم و نیتروژن آمینه

Continued table 4. Mean comparison of the year and weed control method interaction on root yield, sugar content, Na^+, K^+ and *alpha amino* N

Year	Weed control	White sugar yield		Extraction coefficient of sugar		Molasses sugar		Leaf area index	
		V	G	V	G	V	G	V	G
2021	1	1.85	f	29.45	b	1.44	b	1.44	b
2021	2	5.66	de	71.94	a	3.37	a	3.21	a
2021	3	6.72	cde	73.16	a	3.37	a	3.35	a
2021	4	6.20	de	69.90	a	3.58	a	3.46	a
2021	5	0.62	g	26.65	b	1.70	b	1.46	b
2022	1	6.93	bcd	72.29	a	3.41	a	4.04	a
2022	2	8.20	ab	72.46	a	3.38	a	3.93	a
2022	3	7.77	abc	72.05	a	3.36	a	3.86	a
2022	4	8.64	a	73.22	a	3.26	a	3.82	a
2022	5	5.45	e	72.31	a	3.31	a	3.45	a

بر اساس آزمون دانکن میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشابه هستند، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد باهم ندارند. V: ارزش صفت، G: گروه آماری.

According to Duncan's test, means that have at least one similar letter do not have a significant difference at the five percent probability level. V: Trait value, G: Group.

جدول ۵- مقایسه میانگین برهمکنش میان سال، شیوه کشت و روش کنترل علف هرز بر درصد قند ناخالص، سدیم، راندمان استحصال شکر و درصد قند ملاس

Table 5. Mean comparison of the year, cultivation method and weed control method interaction on sugar content, K^+, extraction coefficient of sugar and molasses sugar

Year	Cultivation method	weed control	Sugar content		K^+		Extraction coefficient of sugar		Molasses sugar	
			V	G	V	G	V	G	V	G
1400	1	1	10.15	bc	4.50	fg	51.11	bc	2.75	d
1400	1	2	12.89	ab	6.48	abc	63.06	ab	4.14	ab
1400	1	3	14.04	a	6.51	abc	67.85	ab	3.85	abcd
1400	1	4	12.54	ab	5.95	abcdef	64.10	ab	3.88	abc
1400	1	5	12.68	ab	6.38	abcd	60.23	ab	4.40	a
1400	2	1	0.00	e	0.00	h	0.00	e	0.00	f
1400	2	2	15.68	a	6.24	abcdef	77.72	a	2.85	cd
1400	2	3	15.86	a	6.67	ab	77.59	a	2.91	cd
1400	2	4	15.39	a	7.38	a	74.14	a	3.34	abcd
1400	2	5	0.00	e	0.00	h	0.00	e	0.00	f
1400	3	1	7.40	c	3.33	g	37.24	c	1.58	e
1400	3	2	14.98	a	6.80	ab	75.05	a	3.13	bcd
1400	3	3	15.24	a	7.38	a	74.03	a	3.35	abcd
1400	3	4	14.56	a	7.43	a	71.48	a	3.52	abcd
1400	3	5	3.99	d	1.45	h	19.71	d	0.69	ef
1401	1	1	14.45	a	5.08	bcdef	73.63	a	3.19	bcd
1401	1	2	14.15	a	4.81	cdefg	73.17	a	3.19	bcd
1401	1	3	13.56	ab	4.62	defg	71.60	a	3.20	bcd
1401	1	4	14.46	a	4.77	cdefg	75.30	a	2.97	cd
1401	1	5	13.50	ab	4.59	efg	72.33	a	3.13	bcd
1401	2	1	15.25	a	6.27	abcde	74.92	a	3.20	bcd
1401	2	2	14.94	a	6.45	abc	74.13	a	3.26	bcd
1401	2	3	15.19	a	6.30	abcde	75.68	a	3.08	bcd
1401	2	4	15.09	a	6.51	abc	75.25	a	3.12	bcd
1401	2	5	14.63	a	6.43	abc	73.56	a	3.26	bcd
1401	3	1	14.01	a	6.99	a	68.32	ab	3.83	abcd
1401	3	2	14.36	a	7.22	a	70.09	ab	3.68	abcd
1401	3	3	14.18	a	7.02	a	68.86	ab	3.79	abcd
1401	3	4	13.96	a	7.11	a	69.11	ab	3.68	abcd
1401	3	5	14.39	a	7.06	a	71.05	a	3.53	abcd

بر اساس آزمون دانکن میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشابه هستند، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد باهم ندارند. V: ارزش صفت، G: گروه آماری.

According to Duncan's test, means that have at least one similar letter do not have a significant difference at the five percent probability level. V: Trait value, G: Group.

References **فهرست منابع**

Abu-Nassar, J. and M. Matzrafi. 2021. Effect of herbicides on the management of the invasive weed solanum rostratum dunal (Solanaceae). Plants 10(2): 284.

Aljabri, M., S. Alharbi, R. N. Al-Qthanin, F. M. Ismaeil, J. Chen and S. F. Abou-Elwafa. 2021. Recycling of beet sugar byproducts and wastes enhances sugar beet productivity and salt redistribution in saline soils. Environmental Science and Pollution Research 28(33): 45745-45755. https://doi.org/10.1007/s11356-021-13860-3

Anonymous. 2021. Climatic features of Karaj.Alborz, Iran. http://www.alborz-met.ir/Index.aspx?page_=form&lang=1&sub=0&tempname=Default&PageID=7971

Bartlett, M. S. 1937. Properties of sufficiency and statistical tests. Proceedings of the Royal Society of London. Series A-Mathematical and Physical Sciences 160(901): 268-282.

Cook, D. and R. Scott. 1993. The Sugar Beet Crop: Science into Practice. Champan and Hall Press.

Dexter, A. G., J. L. Gunsolus and W. S. Curran. 1994. Herbicide mode of action and sugarbeet injury symptoms.

Fang ,H., M. Niu, X. Wang and Q. Zhang. 2022. Effects of reduced chemical application by mechanical-chemical synergistic weeding on maize growth and yield in East China. Frontiers in plant science 13: 1024249.

Gippert, A.-L., S. Madritsch, P. Woryna, S. Otte ,M. Mayrhofer, H. Eigner, A. Garibay-Hernández, J. C. D'Auria, E. M. Molin and H.-P. Mock. 2022. Unraveling metabolic patterns and molecular mechanisms underlying storability in sugar beet. BMC plant biology 22(1): 430. https://doi.org/10.1186/s12870-022-03784-6

Grubbs, F. E. 1969. Procedures for detecting outlying observations in samples. Technometrics 11(1): 1-21.

Hassani, M., S. B. Mahmoudi, A. Saremirad and D. Taleghani. 2024. Genotype by environment and genotype by yield*trait interactions in sugar beet: analyzing yield stability and determining key traits association. Scientific reports 13(1): 23111. https://doi.org/10.1038/s41598-023-51061-9

Hoffmann, C. M., T. Huijbregts, N. van Swaaij and R. Jansen. 2009. Impact of different environments in Europe on yield and quality of sugar beet genotypes. European Journal of Agronomy 30(1): 17-26.

Khaembah, E. N. and W. R. Nelson. 2016. Transplanting as a means to enhance crop security of fodder beet. BioRxiv: 056408.

Kunz, M., D. Martin and H. Puke. 2002 .Precision of beet analyses in Germany explained for polarization. Zuckerindustrie 127(1): 13-21.

Lawrence, N. and A. Kniss. 2021. Herbicide Options for Control of Glyphosate-resistant Weeds in Sugar Beet. University of Nebraska-Lincoln, Extension Division.

Makhlouf, B. S. I., S. R. A. E. Khalil and H. S. Saudy. 2022. Efficacy of Humic Acids and Chitosan for Enhancing Yield and Sugar Quality of Sugar Beet Under Moderate and Severe Drought. Journal of Soil Science and Plant Nutrition 22(2): 1676-1691. https://doi.org/10.1007/s42729-022-00762-7

Martínez-Arias, R., B. U. Müller and A. Schechert. 2017. Near-Infrared Determination of Total Soluble Nitrogen and Betaine in Sugar Beet. Sugar Tech 19(5): 526-531. https://doi.org/10.1007/s12355-016-0496-0

Melander, B. Year. Mechanical weed control in transplanted sugar beet. Proceedings of the 4th EWRS Workshop on Physical Weed Control Elspeet, the Netherlands.

Monteiro, F., L. Frese, S. Castro, M. C. Duarte, O. S. Paulo, J. Loureiro and M. M. Romeiras. 2018. Genetic and genomic tools to asssist sugar beet improvement: the value of the crop wild relatives. Frontiers in plant science 9: 74-89.

Moore, K. J. and P. M. Dixon. 2015. Analysis of combined experiments revisited. Agronomy Journal 107(2): 763-771.

Mostafavi, K. and A. Saremirad. 2021. Genotype - Environment Interaction Study in Corn Genotypes Using additive main effects and multiplicative interaction method and GGE- biplot Method. Journal of Crop Production 14(3): 1-12. https://doi.org/10.22069/ejcp.2022.17527.2293

Muir ,B. M. 2022. Sugar Beet Processing to Sugars. In *Sugar Beet Cultivation, Management and Processing* (pp. 837-862). Springer.

Nouzaei, A. K., S. Sadeghzadeh Hemayati and A. Saremirad. 2022. Investigating the competitive ability of different potato varieties with weeds in autumn cultivation. Weed Research 14(1): 25-39.

Reinfeld, E., G. Emmerich, C. Baumgarten and U. Beiss. 1974. Zur Voraussage des Melassez zuckersaus Ruben analysen Zucker. Chapman & Hall, World Crop Series.

Sabaghnia, N., H. Dehghani ,B. Alizadeh and M. Mohghaddam. 2010. Genetic analysis of oil yield, seed yield, and yield components in rapeseed using additive main effects and multiplicative interaction biplots. Agronomy Journal 102(5): 1361-1368.

Sadeghzadeh Hemayati, S., A. Saremirad, M. Hosseinpour, A. Jalilian, M. Ahmadi, H. Azizi, H. Hamidi, F. Hamdi and F. Matloubi Aghdam. 2022. Evaluation of white sugar yield stability of some commercially released sugar beet cultivars in Iran from 2011-2020. Seed and Plant Journal 38(3): 339-٦٤https://doi.org/10.22092/spj.2023.362024.1305 .3

Salazar-Ordóñez, M., P. P. Pérez-Hernández and J. M. Martín-Lozano. 2013. Sugar beet for bioethanol production: An approach based on environmental agricultural outputs. Energy Policy 55: 662-668.

Saremirad, A. and D. Taleghani. 2022. Utilization of univariate parametric and non-parametric methods in the stability analysis of sugar yield in sugar beet (*Beta vulgaris* L.) hybrids. Journal of Crop Breeding 14(43): 49-63.

Saremirad, A., M. R. Bihamta, A. Malihipour, K. Mostafavi and H. Alipour. 2020. Evaluation of Resistance of Some Iranian Spring Bread Wheat Cultivars to Stem Rust Disease at Seedling Stage. Seed and Plant Journal 36(4): 383-401. https://doi.org/10.22092/sppi.2021.123891

Saremirad, A. and K. Mostafavi. 2020. Genetic diversity study of sunflower (*Helianthus annus* L.) genotypes for agro-morphological traits under normal and drought stress conditions. Plant Productions 43(2): 227-240. https://doi.org/10.22055/ppd.2020.27588.1671

Saremirad, A., K. Mostafai and M. S. Hosseini. 2021. Evaluation of Tolerance to Terminal Drought Stress in Sunflower Genotypes (*Hellianthus annuus* L.). Plant Production Technology 12(2): 1-18.

Taleghani, D., M. Hosseinpour, R. Nemati and A. Saremirad. 2023a. Study of the possibility of winter sowing of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) early cultivars in Moghan region, Iran. Iranian Society of Crops and Plant Breeding Sciences 24(4): 319-334. http://agrobreedjournal.ir/article-1-1269-fa.html

Taleghani, D., A. Rajabi, A. Saremirad and s. khodadadi. 2023b. Genotype- environment interaction analysis and selection of sugar beet stable genotypes in terms of white sugar yield using AMMI model. Plant Productions 46(2): 155-169. https://doi.org/10.22055/ppd.2023.43177.2089

Taleghani, D., A. Rajabi, S. Sadeghzadeh Hemayati and A. Saremirad. 2022a. Improvement and selection for drought-tolerant sugar beet (*Beta vulgaris* L.) pollinator lines. Results in Engineering 13: 100367. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rineng.2022.100367

Taleghani, D., A. Saremirad, M. Hosseinpour, M. Ahmadi, H. Hamidi and R. Nemati. 2022b. Genotype × Environment Interaction Effect on White Sugar Yield of Winter-Sown Short-Season Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.) Cultivars. Seed and Plant Journal 38(1): 53-69. https://doi.org/10.22092/spj.2022.360021.1275

Xie, X., Q. Zhu, Y. Xu, X. Ma, F. Ding and G. Li. 2022. Potassium Determines Sugar Beets' Yield and Sugar Content under Drip Irrigation Condition. Sustainability 14(19): 12520.

Yan, W. and M. S. Kang. 2002. GGE biplot analysis: A graphical tool for breeders, geneticists, and agronomists. CRC press.

Enhancing sugar beet yield: Exploring transplanting's impact on weed control and production efficiency

V. Yousefabadi[1*], A. Saremirad[1], B. Babaei[1] and Sh. Khodadadi[1]

Abstract

The competition between weeds and sugar beets for essential resources ultimately impacts the sugar beets yield and quality. Hence, it is crucial to implement effective weed control measures to preserve the desired yield and quality of sugar beets. To assess the impact of various cultivation and weed control methods on weed control effectiveness, a study was conducted using split plots in a randomized complete block design with four replications over two consecutive crop years, 2021 and 2022, in Karaj. The findings revealed significant year-to-year variations affecting product yield and quality. The interaction between the year and cultivation method notably influenced molasses sugar, K^+, and *alpha amino* N. The primary impact of weed control was observed solely on weed fresh weight. Its interaction with the year's environmental conditions affected root yield, sugar content, Na^+, K^+, *alpha amino* N, white sugar yield, extraction efficient of sugar, molasses sugar, and leaf area index. Additionally, the interaction of weed control with cultivation method and year conditions significantly influenced sugar content, K^+, extraction efficient of sugar, and molasses sugar. Notably, manual weeding and herbicide spraying led to improved weed control, resulting in a suitable sugar beet yield. In conclusion, the study underscores the pivotal role of weed control in determining both the quantitative and qualitative yield of sugar beets.

Keywords: Stable, Control, Efficiency, Index, Performance.

Received date: 18 October 2023 Accepted date: 04 January 2024

1- Sugar Beet Seed Institute (SBSI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
*-Corresponding author. E-mail: v_yosef@yahoo.com