"نشریه علوم زراعی ایران"
جلد بیست و چهارم، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۱

مقاله پژوهشی

DOR: 20.1001.1.15625540.1401.24.4.1.8

امکان‌سنجی کشت زمستانه ارقام زودرس چغندرقند (*Beta vulgaris* L.) در منطقه مغان

Study of the possibility of winter sowing of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) early cultivars in Moghan region, Iran

داریوش طالقانی[۱]، مصطفی حسین‌پور[۲]، رضا نعمتی[۳] و علی صارمی‌راد[۴]

چکیده

طالقانی، د.، م. حسین‌پور، ر. نعمتی و ع. صارمی‌راد. ۱۴۰۱. امکان‌سنجی کشت زمستانه ارقام زودرس چغندرقند (*Beta vulgaris* L.) در منطقه مغان. **نشریه علوم زراعی ایران. ۲۴ (۴): ۳۳۴ -۳۱۹.**

با توجه به اهمیت آب به‌عنوان مهم‌ترین عامل محدودکننده زراعت چغندرقند، کشت زمستانه می‌تواند راهکار مناسبی برای افزایش بهره‌وری آب این گیاه باشد. در این تحقیق ۱۱ رقم چغندرقند زودرس به‌صورت طرح کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار طی سه سال زراعی (۱۳۹۸-۱۳۹۷، ۱۳۹۹-۱۳۹۸ و ۱۴۰۰-۱۳۹۹) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی مغان مورد ارزیابی قرار گرفتند. کشت در نیمه دوم بهمن و برداشت در دو زمان (اوایل و اواخر تیر) انجام شد. ساقه‌روی در ارقام مورد ارزیابی صفر بود و این ویژگی در تجزیه و تحلیل‌ها لحاظ نشد. نتایج نشان داد که اثر سال و رقم برای صفات عملکرد ریشه، درصد قند ناخالص، محتوای سدیم، پتاسیم، نیتروژن مضره، عملکرد شکر، قند ملاس، درصد قند خالص، عملکرد شکر سفید و ضریب استحصال شکر در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بودند. برهمکنش زمان برداشت و سال اثر معنی‌داری بر کلیه صفات و شاخص‌های اندازه‌گیری شده داشت. برهمکنش رقم و سال بر کلیه صفات، به‌جز عملکرد ریشه و درصد قند ملاس، اثر معنی‌داری داشت. برهمکنش رقم و زمان برداشت تنها برای محتوای پتاسیم و عملکرد شکر سفید معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین عملکرد شکر سفید در برداشت دوم و اول سال ۱۴۰۰ (به‌ترتیب ۱۲/۶۰ و ۱۲/۱۸ تن در هکتار) بود. سه رقم چغندرقند FDIR19B3021، دراووس و SVZB2019 در سال ۱۴۰۰ به ترتیب با میانگین ۱۴/۳۸، ۱۴/۲۶ و ۱۴/۱۸ تن در هکتار، بیشترین مقدار عملکرد شکر سفید را داشتند. ارقام FDIR19B3021 و دراووس در برداشت دوم با میانگین ۱۰ و ۹/۷۰ تن در هکتار بیشترین میزان عملکرد شکر سفید را داشتند. نتایج این آزمایش نشان داد که می‌توان از ارقام چغندرقند FDIR19B3021 و دراووس، برای کشت زمستانه و برداشت در انتهای تیر، در منطقه مغان استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: زمان برداشت، عملکرد ریشه، چغندرقند، عملکرد شکر سفید و قند ملاس

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۶/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۱/۱۸ این مقاله مستخرج از پروژه تحقیقاتی شماره ۰-۰۲-۰۲-۰۴۰-۹۷۱۱۰۵ مصوب مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند می‌باشد

۱- دانشیار مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران (مکاتبه کننده)
(پست الکترونیک: d.taleghani@areeo.ac.ir)
۲- استادیار مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
۳- کارشناس ارشد تحقیقات مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
۴- کارشناس تحقیقات مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

مقدمه

جمعیت جهان در حال حاضر حدود هشت میلیارد نفر برآورد شده است و با توجه به روند صعودی جمعیت انتظار می‌رود تا سال ۲۰۵۰ و ۲۱۰۰ میلادی این مقدار به ترتیب به ۹/۷ و ۱۰/۹ میلیارد نفر افزایش یابد (United Nations, 2019). با رشد جمعیت، تقاضا برای غذا نیز به میزان قابل ملاحظه‌ای افزایش خواهد یافت. علاوه بر مواد غذایی، مصرف آب نیز به‌موازات آن افزایش خواهد یافت. در حال حاضر حدود ۴۰ درصد از زمین‌های جهان در مناطق خشک و نیمه‌خشک اقلیمی قرار گرفته و با کمبود منابع آبی مواجه هستند (Elias *et al.*, 2001). کشاورزی فاریاب اصلی‌ترین مصرف‌کننده آب شیرین محسوب شده و بیش از ۴۵ درصد مواد غذایی جهان با این روش تولید می‌شوند (Beyazgül *et al.*, 2000). بنابراین استفاده مناسب از آب و افزایش بهره‌وری آن، در چنین شرایطی که نیاز به تولید مواد غذایی جمعیت رو به رشد است، یک موضوع حیاتی و اجتناب‌ناپذیر محسوب می‌شود.

چغندرقند یکی از گیاهان مهم صنعتی است که به دلیل فصل رشد طولانی و پتانسیل عملکرد بالا، نیاز آبی زیادی دارد (Żarski *et al.*, 2020). ریشه چغندرقند که در تهیه قند مورد استفاده قرار می‌گیرد، دومین منبع تولید قند پس از نیشکر محسوب شده و در حدود ۲۰ درصد از تولید سالیانه قند جهان را به خود اختصاص می‌دهد (Monteiro *et al.*, 2018). ملاس، تفاله و الکل اتیلیک از محصولات جانبی فرایند تولید قند هستند (Tomaszewska *et al.*, 2018). برگ چغندرقند حاوی ۱۹/۴ تا ۲۲/۸ درصد (به‌صورت خشک) پروتئین (Lammens *et al.*, 2012; Tenorio *et al.*, 2017) بوده و ترکیب اسیدهای آمینه آن متعادل است (Akyüz and Ersus, 2021).

کشت چغندرقند در فصل بهار و مواجه‌شدن بخش عمده دوره رشد آن با فصل گرم سال در تابستان باعث می‌شود تا مصرف آب آن افزایش یابد. آبیاری چغندرقند در گرمای تابستان باعث تلفات آبی بالا در اثر تبخیر آب می‌شود، بنابراین افزایش مصرف آب در مناطقی که با کمبود آب مواجه هستند، ممکن است باعث انصراف کشاورزان از کشت این گیاه با ارزش اقتصادی شود. کشت پاییزه چغندرقند با هدف حل مشکلات آبی در مناطقی که امکان کشت آن وجود دارد، مورد توجه قرار گرفته است. در کشت پاییزه چغندرقند در ایران با توجه به دمای پایین‌تر هوا در دوره رشد در مقایسه با کشت بهاره، نیاز آبی گیاه کمتر است. به‌علاوه بیشترین مقدار آب مورد نیاز گیاه از طریق بارندگی‌های پاییز و زمستان تأمین می‌شود، بنابراین کارآیی مصرف آب بالاتر بوده و خسارت ناشی از وقوع تنش خشکی کمتر است. کنترل طبیعی آفات و بیماری‌هایی مانند بیماری‌های ویروسی، سفیدک و نماتد را نیز می‌توان از مزایای کشت پاییزه چغندرقند برشمرد (Taleghani *et al.*, 2011). علی‌رغم مزایای کشت پاییزه چغندرقند نسبت به کشت بهاره، پدیده ساقه‌روی یک محدودیت اساسی برای کشت پاییزه به شمار می‌رود. در شرایط آب و هوایی نسبتاً معتدل کشورهای مدیترانه‌ای، کشت پاییزه چغندرقند بدون مواجه شدن با پدیده ساقه‌روی انجام می‌شود (Metzger *et al.*, 2005; Schnepel and Hoffmann, 2016)، اما در شرایط کشورهای اروپای مرکزی، در کشت پاییزه چغندرقند، گیاهان با سرمای زمستان مواجه می‌شوند. دمای پایین هوا در زمستان باعث بهاره‌سازی بوته‌ها شده و به دنبال آن شرایط روزهای بلند در فصل بهار باعث تولید ساقه گل‌دهنده و گل‌دهی آنها می‌شود (Milford *et al.*, 2010). گذر از مرحله رویشی به زایشی باعث توقف ذخیره‌سازی مواد فتوسنتزی در ریشه (Milford and Limb, 2008)، کاهش میزان قند و افزایش میزان تفاله می‌شود. شدت خسارت ساقه روی با توجه به مرحله رشدی گیاه متفاوت است. وقوع ساقه‌روی در اوایل دوره رشد، باعث کاهش قابل توجه عملکرد ریشه تا ۵۰ درصد می‌شود

(Hoffmann and Kluge-Severin, 2011). کاهش عملکرد قند از طریق کاهش میزان قند و عملکرد ریشه، ایجاد اختلال در کار ماشین‌های برداشت، کند شدن تیغه‌های دستگاه خلال‌گیری در کارخانه به علت الیافی شدن ریشه‌ها و افزایش احتمال پراکنده شدن بذر علف‌های هرز از سایر معایب پدیده ساقه‌روی هستند (Rinaldi and Vonella, 2006;). پدیده ساقه‌روی باعث افزایش ماده خشک بافت ساقه و کاهش مقدار بافت ریشه می‌شود (Hoffmann and Kluge-Severin, 2011)، در نتیجه بوته‌های چغندرقند به ساقه رفته برای تولید قند مناسب نیستند (Reinsdorf *et al.*, 2014). به‌منظور رفع این مشکلات که در اثر ساقه‌روی ایجاد می‌شوند و جهت بهره‌گیری از مزایایی که برای کشت پاییزه عنوان شد، کشت زمستانه چغندرقند مورد توجه قرار گرفته است. در کشت زمستانه چغندرقند علاوه بر استفاده از مزایای کشت پاییزه، خطر ساقه‌روی ارقام نیز تا حد زیادی کاهش می‌یابد. در کشت زمستانه چغندرقند، پیری و ریزش برگ‌ها که ذخایر فتوسنتزی گیاه را به هدر می‌دهند، به حداقل می‌رسد (Alimoradi, 2002). از سوی دیگر با توجه به رو به گرمی رفتن هوا، میزان ساقه‌روی بوته‌ها کاهش می‌یابد (Basati *et al.*, 2003). در این رابطه احمدی و همکاران (Ahmadi *et al.*, 2004) در ارزیابی پتانسیل ارقام تجاری چغندرقند برای کشت زمستانه در استان خراسان گزارش کردند که بین ارقام تفاوت قابل ملاحظه‌ای از نظر عملکرد ریشه، قند سفید و میزان ساقه‌روی وجود داشت.

با توجه به مزایا و معایب کشت پاییزه چغندرقند و مزایای کشت زمستانه آن، تحقیق حاضر با هدف ارزیابی کشت زمستانه چغندرقند و اجتناب از پدیده ساقه‌روی و نیز اثر زمان برداشت و پیامدهای آن بر خصوصیات کمی و کیفی چغندرقند در مغان انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در ایستگاه تحقیقات کشاورزی مغان با مختصات جغرافیایی ۴۷ درجه و ۴۷ دقیقه طول شرقی، ۳۹ درجه ۳۶ دقیقه عرض شمالی و ارتفاع ۶۶ متر از سطح دریا انجام شد. بر اساس اطلاعات بلندمدت، این منطقه دارای میانگین دمای ۱۵/۱ درجه سانتی‌گراد ومیانگین بارندگی سالیانه ۲۶۵ میلی‌متر است. منطقه مغان دارای حدود ۵۲ روز یخبندان در سال است. اقلیم منطقه نیمه‌خشک و معتدل با هوای گرم و مرطوب در تابستان و زمستان‌های معتدل و مرطوب می‌باشد (Tavosi and Delara, 2010). اطلاعات اقلیمی ایستگاه تحقیقاتی مغان طی مدت اجرای آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است.

در این تحقیق ۱۱ رقم چغندرقند زودرس (جدول ۲) به‌صورت طرح کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار طی سه سال زراعی (۱۳۹۸-۱۳۹۷، ۱۳۹۹-۱۳۹۸ و ۱۴۰۰-۱۳۹۹) مورد ارزیابی قرار گرفتند. کشت در نیمه دوم بهمن انجام شده و برداشت در دو زمان (اوایل و اواخر تیر) در کرت‌های اصلی و ارقام چغندرقند در کرت‌های فرعی قرار داده شدند.

قبل از اجرای آزمایش از عمق صفر تا ۳۰ سانتیمتری خاک نمونه‌برداری شده و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در آزمایشگاه تعیین شد (جدول ۳). بر اساس نتایج آزمون خاک، ۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفر (از منبع کود سوپر فسفات تریپل) قبل از کشت و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن (از منبع کود اوره) در دو نوبت (اواخر فروردین و اواسط خرداد) به خاک داده شد. آماده‌سازی زمین شامل شخم، دیسک و ایجاد ردیف‌های کاشت (فارو کشی) در پاییز انجام شد. با توجه به اینکه حداقل دمای رشد و نمو چغندرقند (صفر فیزیولوژیکی) سه درجه سانتی‌گراد است و در دمای هشت درجه سانتی‌گراد جوانه‌زنی بذر آغاز می‌شود (Durr and Boiffin, 1995)، در نیمه دوم بهمن با مهیا شدن شرایط دمایی و رطوبتی خاک، بذر ارقام چغندرقند کاشته شدند. هر کرت آزمایشی دارای چهار ردیف کاشت به طول ۱۰ متر، فاصله بین ردیف‌های کاشت ۵۰

جدول ۱- اطلاعات هواشناسی محل اجرای آزمایش (۹۸-۱۳۹۷ و ۹۹-۱۳۹۸ و ۱۴۰۰-۱۳۹۹)

Table 1. Meteorological information of experiment site (2018-2019, 2019-2020 and 2020-2021)

		میانگین حداقل دما Mean of minimum temperature (ºC)			میانگین حداکثر دما Mean of maximum temperature (ºC)			متوسط دما Mean temperature (ºC)			بارندگی Rainfall (mm)		
		۹۸-۱۳۹۷	۹۹-۱۳۹۸	۱۴۰۰-۱۳۹۹	۹۸-۱۳۹۷	۹۹-۱۳۹۸	۱۴۰۰-۱۳۹۹	۹۸-۱۳۹۷	۹۹-۱۳۹۸	۱۴۰۰-۱۳۹۹	۹۸-۱۳۹۷	۹۹-۱۳۹۸	۱۴۰۰-۱۳۹۹
Month	ماه	2018-2019	2019-2020	2020-2021	2018-2019	2019-2020	2020-2021	2018-2019	2019-2020	2020-2021	2018-2019	2019-2020	2020-2021
Jan. 21 –Fe.19	بهمن	2.28	0.14	0.80	10.87	12.49	11.50	5.71	5.48	5.19	21.81	15.56	21.92
Feb. 20	اسفند	3.44	5.09	0.59	14.96	15.17	10.78	8.20	9.17	4.87	13.34	23.21	95.52
Mar. 21 –Apr. 20	فروردین	6.70	5.73	6.86	16.60	16.41	20.54	10.85	10.71	13.24	50.52	22.63	17.12
Apr. 21 –May 21	اردیبهشت	11.88	11.28	12.93	25.96	22.94	26.43	18.18	16.53	18.90	3.81	43.90	15.54
May 22 –Jun. 21	خرداد	17.04	16.68	18.32	33.19	33.39	32.15	25.26	24.69	24.90	7.52	10.80	16.20
Jun. 22 –Jul. 22	تیر	20.32	19.70	21.22	34.04	34.62	35.88	21.17	27.96	28.35	2.90	0.61	0.00

جدول ۲- اسامی و مشخصات ارقام چغندرقند مورد زودرس مورد استفاده در آزمایش

Table 2. Name and characteristics of short-vegetation sugar beet cultivars

ارقام چغندرقند Sugar beet cultivars	شرکت تولید کننده Producer	ارقام چغندرقند Sugar beet cultivars	شرکت تولید کننده Producer
Cadmus	Maribo, Denmark	Shokoufa	Sugar Beet Seed Institute, Iran
Dravus	Maribo, Denmark	SVZA2019	SESVanderHave, Belgium
FDIR19B3021	Florimond Desprez, France	SVZB2019	SESVanderHave, Belgium
FDIR19B4028	Florimond Desprez, France	SVZC2019	SESVanderHave, Belgium
Modex	Maribo, Denmark	SVZD2019	SESVanderHave, Belgium
Asia	Sugar Beet Seed Institute, Iran	-	-

جدول ۳- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

Table 3. Physical and chemical properties of soil at the experiment site

هدایت الکتریکی Ec (dS.m-1)	اسیدیته pH	فسفر P	پتاسیم K	نیترات NO_3	آمونیوم NH_4	رس Clay	سیلت Silt	ماسه Sand	بافت خاک Soil texture
		($mg.kg^{-1}$)					(%)		
1.5	7.5	14.0	669	27	6.3	53	37	10	Clay

سانتی‌متر و فاصله بوته روی ردیف‌ها ۱۵ تا ۲۰ سانتی‌متر بود. کاشت بذرها با تعداد بیشتری انجام شد و پس از سبز شدن گیاهچه‌ها در مرحله دو تا چهار برگی تنک بوته‌های اضافی انجام شد و تراکم بوته ۱۱۰۰۰۰ بوته در هکتار در نظر گرفته شد. آبیاری به روش نشتی انجام شد. زمان شروع آبیاری براساس ۹۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A در نظر گرفته شده و به‌طور یکنواخت در کلیه کرت‌ها انجام شد. مبارزه با علف‌های هرز، آفات و بیماری‌ها در حد مطلوب و مطابق با عرف منطقه و نظر کارشناسان مربوطه انجام شد.

میزان ساقه‌روی ارقام چغندرقند در هر سه سال آزمایش مورد بررسی قرار گرفت. به این منظور در اوایل خرداد تعداد بوته‌های به ساقه رفته در هر کرت پایش شدند. در هیچ‌یک از ارقام بوته به ساقه رفته ملاحظه نشد؛ بنابراین درصد ساقه‌روی ارقام برابر با صفر در نظر گرفته شد. برداشت محصول در دو زمان (هفته اول و هفته آخر تیر هر سال) انجام شد. برای این کار ریشه‌های دو ردیف کاشت میانی هر کرت آزمایشی جمع‌آوری، شمارش و توزین شدند. سپس ریشه‌ها شسته شده و با استفاده از دستگاه خودکار ونما نمونه خمیر از آن‌ها تهیه شده و در آزمایشگاه کنترل کیفی ویژگی‌های کیفی شامل درصد قند ناخالص، نیتروژن مضره و محتوای عناصر سدیم و پتاسیم اندازه‌گیری شدند (Kunz *et al.*, 2002). از مقادیر اندازه‌گیری شده جهت تخمین سایر ویژگی‌ها از قبیل عملکرد شکر، درصد قند ملاس، درصد قند خالص، عملکرد شکر سفید و ضریب استحصال شکر به‌ترتیب از روابط ۱ تا ۵ استفاده شد:

$$SY=RY\times SC \quad \text{(رابطه ۱)}$$

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

$$WSC=SC-(MS+0.6) \quad \text{(رابطه ۳) (Reinfeld } \textit{et al.}\text{, 1974)}$$

$$WSY=WSC\times RY \quad \text{(رابطه ۴) (Cook and Scott, 1993)}$$

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

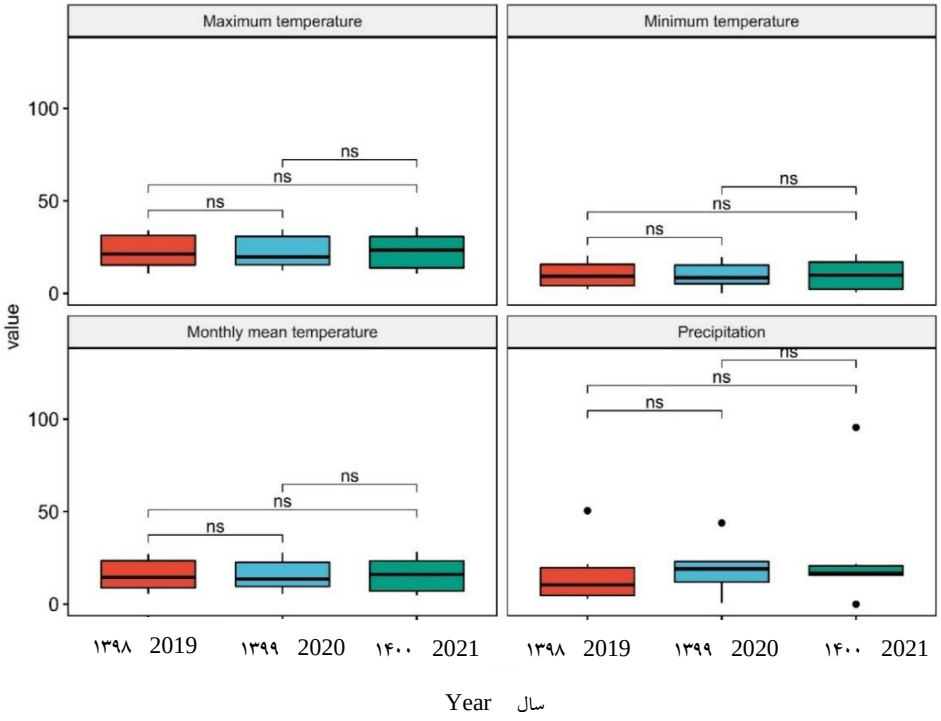
SY: عملکرد شکر برحسب تن در هکتار، RY: عملکرد ریشه برحسب تن در هکتار، SC: درصد قند ناخالص برحسب گرم قند در ۱۰۰ گرم خمیر ریشه، MS: درصد قند ملاس برحسب گرم قند در ۱۰۰ گرم خمیر ریشه، *alpha amino* N: نیتروژن مضره برحسب میلی‌اکی والان در ۱۰۰ گرم خمیر ریشه، K^{+}: پتاسیم برحسب میلی‌اکی والان در ۱۰۰ گرم خمیر ریشه، Na^{+}: سدیم برحسب میلی‌اکی والان 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 می‌باشند.

با توجه به اینکه میزان ساقه‌روی در ارقام چغندرقند صفر بود، این ویژگی در تجزیه و تحلیل‌ها لحاظ نشد. بنابراین آزمون نرمال بودن و پس از آن تجزیه واریانس و مقایسه میانگین اثرات اصلی و برهمکنش آن‌ها با آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطوح احتمال معنی‌داری با استفاده از نرم‌افزار R برای صفات عملکرد ریشه، درصد قند ناخالص، سدیم، پتاسیم، نیتروژن مضره، عملکرد شکر، درصد قند ملاس، درصد قند خالص، عملکرد شکر سفید و ضریب استحصال شکر انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر سال برای کلیه صفات ارزیابی‌شده شامل عملکرد ریشه، درصد قند ناخالص، سدیم، پتاسیم، نیتروژن مضره، عملکرد شکر،

درصد قند ملاس، درصد قند خالص، عملکرد شکر سفید و ضریب استحصال شکر در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. معنی‌دار بودن اثر سال نمی‌تواند ناشی از خصوصیات مربوط به آب و هوای محیط باشد، زیرا نتایج آزمون t (شکل ۱) که به‌منظور ارزیابی مشخصات هواشناسی (میانگین حداقل، میانگین حداکثر و متوسط دمای ماهانه و مجموع بارندگی ماهانه) در سال‌های اجرای آزمایش انجام شد، نشان داد که در بین سه سال آزمایش از نظر ویژگی‌های یاد شده تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، بنابراین اثرگذاری سال بر صفات مورد ارزیابی به دلیل عواملی به‌جز ویژگی‌های یاد شده بوده است. تنوع ژنتیکی ارقام چغندرقند بر کلیه صفات مورد مطالعه اثرگذار بود. حمیدی و همکاران (Hamidi *et al.*, 2022) اثر تنوع ژنتیکی بر صفات گیاهی ژنوتیپ‌های چغندرقند را در کشت زمستانه آنها در منطقه تربت‌جام تأیید کردند. نتایج نشان داد که برهمکنش زمان برداشت و سال اثر معنی‌داری را در سطوح احتمال یک و پنج درصد روی صفات اندازه‌گیری شده داشت. برهمکنش رقم و سال بر کلیه صفات به‌جز عملکرد ریشه و درصد قند ملاس اثر معنی‌دار داشت. برهمکنش رقم و زمان برداشت تنها برای میزان نیتروژن مضره در سطح احتمال یک درصد و میزان پتاسیم و عملکرد شکر سفید در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. نتایج آزمایش طالقانی و همکاران (Taleghani *et al.*, 2022) نشان داد که شرایط محیطی، نوع رقم و برهمکنش رقم و شرایط محیطی اثر معنی‌داری بر عملکرد شکر سفید در کشت زمستانه ارقام چغندرقند داشتند. آن‌ها گزارش نمودند که شرایط محیطی نقش زیادی در عملکرد شکر سفید در کشت زمستانه داشت، بنابراین لازم است ارقام چغندرقند بر اساس شرایط محیطی مناطق هدف برای کشت توصیه شوند.



شکل ۱- میانگین حداقل، حداکثر، متوسط دما و مجموع بارندگی ماهانه ایستگاه تحقیقات کشاورزی مغان (۹۸-۱۳۹۷ و ۹۹-۱۳۹۸ و ۱۴۰۰-۱۳۹۹)

Fig. 1. Mean of monthly minimum, maximum, average and precipitation of Moghan agriculture research station (2018-2019, 2019-2020 and 2020-2021)

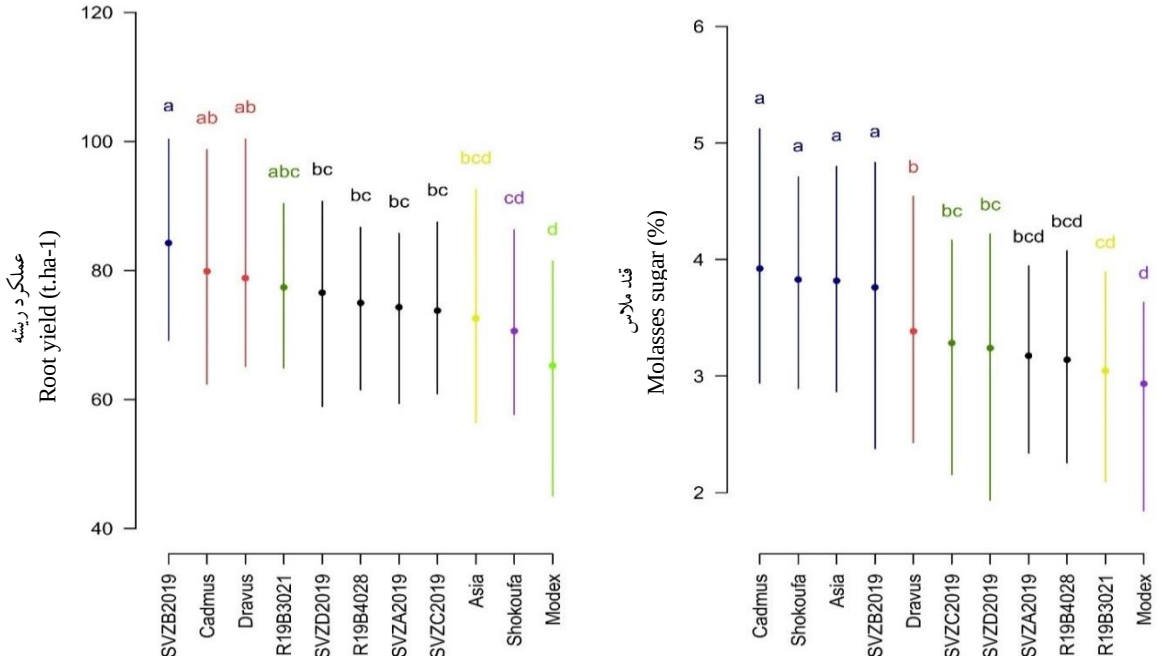
نتایج مربوط به مقایسه میانگین برهمکنش زمان برداشت و سال نشان داد که بیش‌ترین مقدار عملکرد ریشه در برداشت دوم و اول در سال ۱۴۰۰ (به‌ترتیب ۹۷/۶۶ و ۹۴/۸۵ تن در هکتار) بدست آمد؛ کمترین مقدار عملکرد ریشه مربوط به برداشت اول در سال ۱۳۹۸ (۴۷/۹۲ تن در هکتار) بود (جدول ۴). زمان‌های برداشت در سال‌های مختلف درصد قند ناخالص متفاوتی داشتند. بیشترین درصد قند در برداشت‌های اول و دوم در سال ۱۴۰۰ (به‌ترتیب ۱۵/۶۷ و ۱۵/۶۵ درصد) و کمترین مقدار آن در برداشت اول سال‌های ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ (به‌ترتیب ۱۱/۵۵ و ۱۲/۰۹ درصد) بدست آمد. برداشت اول در سال ۱۳۹۸ بیشترین میزان سدیم و برداشت اول و دوم در سال ۱۴۰۰ کمترین میزان سدیم را داشتند. برداشت دوم در سال ۱۳۹۹ دارای بالاترین مقدار پتاسیم بود. کمترین مقدار پتاسیم به‌ترتیب به برداشت دوم در سال‌های ۱۳۹۸ و ۱۴۰۰ تعلق داشت. نتایج نشان داد که در برداشت دوم در سال ۱۳۹۸ مقدار نیتروژن مضره بالا بود، در مقابل برداشت اول در سال ۱۴۰۰ کمترین مقدار نیتروژن مضره را داشت. برداشت دوم و اول در سال ۱۴۰۰ (به‌ترتیب با ۱۵/۲۸ و ۱۴/۸۲ تن در هکتار) بیشترین عملکرد شکر را داشتند، اما برداشت اول در سال ۱۳۹۸ با میانگین ۵/۵۰ تن در هکتار، کمترین عملکرد را داشت. مقایسه میانگین درصد قند ملاس نشان داد که در برداشت اول در سال ۱۳۹۸ مقدار قند بیشتر و در برداشت دوم و اول در سال ۱۴۰۰ مقدار قند کمتری به‌صورت ملاس از دسترس خارج شد. نتایج نشان داد که بیشترین درصد قند خالص به برداشت دوم و اول در سال ۱۴۰۰ (به‌ترتیب ۱۲/۹۲ و ۱۲/۹۰ درصد) و کمترین مقدار آن به برداشت اول در سال ۱۳۹۸ (با میانگین ۶/۲۷ درصد) اختصاص داشت. نتایج نشان داد که عملکرد شکر سفید در برداشت دوم در سال ۱۴۰۰ با میانگین ۱۲/۶۰ تن در هکتار، بیش از سایر تیمارها بود. کمترین عملکرد شکر سفید به برداشت اول در سال ۱۳۹۸ با میانگین ۲/۹۶ تن در هکتار اختصاص یافت. نتایج نشان داد که بیشترین میزان ضریب استحصال شکر مربوط به برداشت دوم و اول در سال ۱۴۰۰ بود. در مقابل برداشت اول در سال ۱۳۹۸ کمترین ضریب استحصال شکر را داشت. نتایج نشان دهنده تأثیرپذیری صفات از زمان برداشت در سال‌های آزمایش بود. به نظر می‌رسد که مهم‌ترین عامل موثر بر زمان برداشت که باعث می‌شود پاسخ‌های متفاوتی از نظر صفات گیاهی بروز نماید، عامل سال است. در آزمایش هافمن و کلاگ سورین (Hoffmann and Kluge-Severin, 2011) زمان‌های کاشت و برداشت با یکدیگر مقایسه شدند و گزارش شد که در کلیه تیمارها با افزایش دوره رشد و تأخیر در برداشت، عملکرد و کیفیت محصول افزایش یافت. با توجه به اینکه عملکرد شکر سفید شاخصی از کمیت و کیفیت محصول چغندرقند است، در ارزیابی گیاه بسیار مهم محسوب می‌شود؛ از این‌رو و با توجه به اینکه در پژوهش حاضر از نظر عملکرد شکر سفید، زمان برداشت دوم در هر سال بر برداشت اول ارجحیت داشت، می‌توان بیان کرد که نتایج پژوهش حاضر با نتایج پژوهش هافمن و کلاگ سورین (Hoffmann and Kluge-Severin, 2011) مطابقت دارد. دلیل افزایش کمیت و کیفیت محصول چغندرقند دریافت دمای تجمعی (روز-درجه رشد) بیشتر در اثر افزایش طول دوره رشد عنوان شده است.

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که ارقام SVZB2019، کادموس و دراووس به‌ترتیب با میانگین عملکرد ریشه ۸۴/۲۵، ۷۹/۸۶ و ۷۸/۸۱ تن در هکتار، نسبت به سایر ارقام چغندرقند برتری داشتند (شکل ۲). ارقام مودکس و شکوفا کمترین مقدار عملکرد ریشه را داشتند (به‌ترتیب ۶۵/۲۳ و ۷۰/۶۰ تن در هکتار). ارقام کادموس، شکوفا، آسیا و SVZB2019 بیشترین و ارقام مودکس و FDIR19B3021 کمترین مقدار قند ملاس را داشتند (شکل ۲). تفاوت بین ارقام چغندرقند می‌تواند مربوط به تفاوت در ویژگی‌های ژنتیکی هر رقم در پاسخ به شرایط محیطی باشد. نتایج آزمایش بیات و همکاران

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات گیاهی ارقام چغندرقند در برهمکنش تیمارهای زمان برداشت و سال

Table 4. Mean comparison of plant traits of sugar beet cultivars in interaction effect of harvest time and year

سال Year	زمان برداشت Harvest time	صفات گیاهی Plant traits: عملکرد ریشه Root yield (ton.ha^{-1})	قند ناخالص Sugar content (%)	سدیم Na^{+} (meq.100 g^{-1} pulp)	پتاسیم K^{+} (meq.100 g^{-1} pulp)	نیتروژن مضره *Alpha amino* N (meq.100 g-1 pulp)	عملکرد شکر Sugar yield (ton.ha^{-1})	قند ملاس Molasses sugar (%)	قند خالص White sugar content (%)	عملکرد شکر سفید White sugar yield (ton.ha^{-1})	ضریب استحصال شکر Extraction coefficient of sugar (%)
۱۳۹۸ 2019	اوایل تیر Jun.	47.92	11.55	8.31	4.92	4.73	5.50	4.67	6.27	2.96	53.59
	اواخر تیر Jul.	61.11	12.25	7.41	4.28	5.44	7.45	4.21	7.44	4.49	59.82
۱۳۹۹ 2020	اوایل تیر Jun.	65.44	12.09	4.41	4.57	2.04	7.92	3.02	8.47	5.54	69.36
	اواخر تیر Jul.	84.57	13.5	5.99	6.16	4.19	11.38	4.25	8.65	7.28	63.26
۱۴۰۰ 2021	اوایل تیر Jun.	94.85	15.67	2.05	4.71	1.63	14.82	2.16	12.9	12.18	82.09
	اواخر تیر Jul.	97.66	15.65	1.93	4.57	2.27	15.28	2.13	12.92	12.6	82.18
LSD 5%		4.22	0.55	0.32	0.21	0.21	0.39	0.15	0.55	0.30	1.83
LSD 1%		6.07	0.80	0.46	0.30	0.31	0.57	0.22	0.79	0.43	2.63



شکل ۲- مقایسه میانگین عملکرد ریشه و درصد قند ملاس ارقام چغندرقند

Fig. 2. Mean comparison of root yield and molasses sugar of sugar beet cultivars

(Bayat *et al.*, 2000) نیز نشان داد که در کشت زمستانه و کشت زودهنگام، برخی از ارقام چغندرقند به تنش سرما متحمل بوده و از عملکرد ریشه و عملکرد قند قابل استحصال بالاتری برخوردار بودند. این موضوع در خصوص ارقام چغندرقند مورد مطالعه در پژوهش حاضر نیز دور از انتظار نیست.

نتایج مقایسه میانگین‌های برهمکنش رقم و سال برای صفات کیفی ارقام چغندرقند نشان داد که رقم FDIR19B3021 در سال ۱۴۰۰ با ۱۷/۴۹ درصد قند ناخالص و ۱۴/۹۵ درصد قند خالص رتبه نخست را داشت. ارقام کادموس و SVZB2019 در سال ۱۳۹۸ بیشترین و FDIR19B3021 کمترین میزان سدیم را داشتند. از نقطه‌نظر ناخالصی مربوط به پتاسیم، ارقام شکوفا و آسیا در سال ۱۳۹۹ بیشترین و رقم مودکس در سال ۱۴۰۰ و رقم SVZB2019 در سال ۱۳۹۸ کمترین مقدار را داشتند. در سال ۱۳۹۸ ارقام چغندرقند میزان نیتروژن مضره بالایی داشتند و ارقام مودکس، آسیا و SVZC2019 به‌ترتیب با میانگین ۵/۷۹، ۵/۵۶ و ۵/۲۴ میلی‌اکی والان در ۱۰۰ گرم خمیر ریشه، بیشترین مقدار را داشتند. کلیه ۱۱ رقم چغندرقند در سال ۱۴۰۰ کمترین میزان نیتروژن را داشتند و در این میان کمترین مقدار آن به ارقام SVZD2019 و SVZB2019 اختصاص داشت. سه رقم SVZB2019، دراووس و FDIR19B3021 در سال ۱۴۰۰ به‌ترتیب با میانگین عملکرد شکر ۱۷/۲۲، ۱۷/۲۱ و ۱۶/۸۳ تن در هکتار و عملکرد شکر سفید ۱۴/۱۸، ۱۴/۲۶ و ۱۴/۳۸ تن در هکتار، بیشترین مقادیر این صفات را داشتند. ارقام شکوفا و آسیا کمترین مقدار عملکرد شکر و شکر سفید را داشتند. بیشترین میزان ضریب استحصال شکر ارقام چغندرقند در سال ۱۴۰۰ به دست آمد و رتبه‌های نخست به ارقام مودکس، FDIR19B3021، FDIR19B4028، SVZC2019، SVZA2019 و SVZD2019 اختصاص یافت (جدول ۵).

نتایج مقایسه میانگین برهمکنش رقم و زمان برداشت نشان داد که رقم آسیا در برداشت دوم از نیتروژن مضره

جدول ۵ - مقایسه میانگین صفات گیاهی ارقام چغندرقند در برهمکنش تیمارهای رقم و سال

Table 5. Mean comparison of plant traits of sugar beet cultivars in interaction effect of cultivar and year

سال Year	ارقام چغندرقند Sugar beet cultivars	صفات گیاهی Plant traits: قند ناخالص Sugar content (%)	سدیم Na^+ (meq.100 g^{-1} pulp)	پتاسیم K^+ (meq.100 g^{-1} pulp)	نیتروژن مضره *Alpha amino* N (meq.100 g^{-1} pulp)	عملکرد شکر Sugar yield (ton.ha^{-1})	قند خالص White sugar content (%)	عملکرد شکر سفید White sugar yield (ton.ha^{-1})	ضریب استحصال شکر Extraction coefficient of sugar (%)
۱۳۹۸ 2019	Cadmus	11.07	10.15	4.11	4.50	6.60	5.47	3.62	49.15
	Dravus	12.60	7.60	4.88	5.24	7.05	7.53	4.24	59.43
	FDIR19B3021	12.85	6.28	4.70	4.86	7.25	8.34	4.72	64.78
	FDIR19B4028	12.24	7.07	4.83	5.08	6.36	7.39	3.86	60.04
	Modex	13.98	6.65	4.32	5.79	5.85	9.38	3.93	67.01
	Asia	11.15	8.54	4.95	5.56	5.47	5.71	2.83	50.56
	Shokoufa	10.31	8.28	5.33	5.34	5.31	4.85	2.50	46.91
	SVZA2019	13.13	6.48	5.06	4.76	7.29	8.43	4.70	63.97
	SVZB2019	10.34	10.05	3.98	4.70	6.70	4.79	3.13	45.91
	SVZC2019	11.88	7.67	4.30	5.52	6.95	6.96	4.11	58.34
	SVZD2019	11.33	7.69	4.17	4.57	6.35	6.54	3.68	57.64
۱۳۹۹ 2020	Cadmus	11.70	6.83	5.04	2.73	8.95	7.08	5.33	60.28
	Dravus	13.37	4.78	5.32	2.95	10.43	9.34	7.30	69.76
	FDIR19B3021	14.59	3.97	5.74	2.82	11.66	10.70	8.53	73.20
	FDIR19B4028	14.23	3.69	5.75	2.85	11.25	10.44	8.22	73.40
	Modex	13.48	4.54	4.69	3.04	9.17	9.73	6.59	72.03
	Asia	11.73	5.97	5.98	4.16	8.80	6.95	5.11	59.23
	Shokoufa	11.86	5.34	6.39	3.65	8.45	7.20	5.07	60.38
	SVZA2019	13.70	4.05	5.81	2.87	10.64	9.75	7.55	71.34
	SVZB2019	11.29	7.10	5.12	2.85	8.93	6.54	5.06	57.82
	SVZC2019	12.73	5.06	5.32	3.44	8.86	8.54	5.89	67.10
	SVZD2019	12.11	5.85	4.86	2.88	9.04	7.87	5.83	64.89
۱۴۰۰ 2021	Cadmus	14.73	3.79	4.60	1.86	15.27	11.38	11.81	77.08
	Dravus	16.63	1.92	4.93	2.16	17.21	13.79	14.26	82.79
	FDIR19B3021	17.49	1.28	4.76	1.80	16.83	14.95	14.38	85.48
	FDIR19B4028	15.73	1.54	4.51	2.08	14.81	13.16	12.39	83.64
	Modex	16.99	1.43	3.80	1.86	14.64	14.73	12.68	86.63
	Asia	13.78	2.38	4.95	2.35	12.91	10.75	10.09	78.05
	Shokoufa	14.30	2.22	5.62	1.87	12.77	11.14	9.95	77.67
	SVZA2019	16.16	1.75	4.65	2.06	14.66	13.48	12.25	83.26
	SVZB2019	15.88	2.00	4.79	1.69	17.22	13.10	14.18	83.32
	SVZC2019	15.53	1.78	4.22	2.18	14.39	12.97	11.97	83.38
	SVZD2019	15.05	1.79	4.20	1.60	14.80	12.55	12.31	83.16
	LSD 5%	0.90	0.83	0.39	0.49	1.40	1.07	1.21	4.12
	LSD 1%	1.20	1.09	0.52	0.65	1.85	1.41	1.59	5.44

جدول ۶- مقایسه میانگین صفات گیاهی ارقام چغندرقند در برهمکنش تیمارهای رقم و زمان برداشت

Table 6. Mean comparison results of cultivar-harvest interaction in sugar beet cultivars and harvest time

زمان برداشت Harvest time	ارقام چغندرقند Sugar beet cultivars	صفات گیاهی Plant traits پتاسیم K^+ (meq.100 g^{-1} pulp)	 نیتروژن مضره *Alpha amino* N (meq.100 g^{-1} pulp)	 عملکرد شکر سفید White sugar yield (ton.ha^{-1})
اوایل تیر Jun.	Cadmus	4.62	2.51	6.74
	Dravus	4.93	2.75	7.51
	FDIR19B3021	4.89	2.52	8.43
	FDIR19B4028	4.94	2.68	7.34
	Modex	4.44	3.11	7.19
	Asia	4.92	3.30	5.48
	Shokoufa	5.74	3.28	5.66
	SVZA2019	5.04	2.60	7.01
	SVZB2019	4.50	2.54	6.77
	SVZC2019	4.48	3.05	6.70
	SVZD2019	4.20	2.44	7.02
اواخر تیر Jul.	Cadmus	4.54	3.55	6.87
	Dravus	5.16	4.15	9.70
	FDIR19B3021	5.24	3.80	10.00
	FDIR19B4028	5.13	3.99	8.98
	Modex	4.10	4.01	8.27
	Asia	5.66	4.74	6.53
	Shokoufa	5.82	3.95	6.02
	SVZA2019	5.30	3.85	9.32
	SVZB2019	4.76	3.61	8.15
	SVZC2019	4.74	4.38	7.95
	SVZD2019	4.62	3.60	7.53
	LSD 5%	0.32	0.36	0.98
	LSD 1%	0.42	0.47	1.30

بالا و ارقام SVZD2019، کادموس، FDIR19B3021 و SVZB2019 در برداشت اول از نیتروژن مضره پایینی برخوردار بودند. رقم شکوفا در هر دو زمان برداشت اول و دوم و رقم آسیا در برداشت دوم محتوای پتاسیم بالایی داشت. پایین‌ترین محتوی ناخالصی مربوط به پتاسیم در رقم مودکس در برداشت دوم و رقم SVZD2019 در برداشت اول مشاهده شد. ارقام FDIR19B3021 و دراووس در برداشت دوم (به‌ترتیب ۱۰ و ۹/۷۰ تن در هکتار) بیشترین و ارقام آسیا و شکوفا در برداشت اول (به‌ترتیب ۵/۴۸ و ۵/۶۶ تن در هکتار) کمترین میزان عملکرد شکر سفید را داشتند (جدول ۶). نتایج نشان داد که تنوع ژنتیکی ارقام چغندرقند باعث بروز پاسخ‌های متفاوتی در صفات مورد ارزیابی می‌شود؛ اما میزان اثرگذاری تنوع ژنتیکی ارقام بر صفات با توجه به شرایط محیطی و مدیریتی مزرعه تغییر می‌یابد. اثر تاریخ کاشت بر میزان ساقه‌روی و نیز کمیت و کیفیت محصول چغندرقند اثبات شده است (Sadeghzadeh Hemayati *et al.*, 2012; Taleghani *et al.*, 2011). نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش حاضر نیز نشان می‌دهد که به تعویق افتادن کشت چغندرقند تا اواسط فصل زمستان، باعث کاهش قابل ملاحظه میزان ساقه‌روی می‌شود؛ به‌طوری که درصد ساقه‌روی در سه سال اجرای آزمایش برابر با صفر بود. همین موضوع باعث می‌شود تا از اثرات زیان‌بار این پدیده جلوگیری شده و محصول مناسبی به دست آید. البته لازم به ذکر است که تعیین تاریخ کاشت مناسب برای هر منطقه با توجه به شرایط اقلیمی آن بسیار مهم است، زیرا تاریخ کاشت زمان وقوع مراحل نموی، طول دوره رشد و توازن بین آن‌ها و نهایتاً میزان تولید را کنترل می‌کند (Aghayari *et al.*, 2015). البته ممکن است در صورت کاشت در زمان نامناسب، بوته‌ها در اثر سرمازدگی از بین رفته و تراکم بوته در سطح مزرعه کاهش یافته و در نتیجه عملکرد نیز کاهش می‌یابد (Jahani Moghadam *et al.*, 2017).

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که برای بدست آمدن عملکرد مناسب در چغندرقند زمستانه در منطقه مغان، ضمن انتخاب رقم مناسب، زمان برداشت نیز نقش بسیار مهمی دارد. با انتخاب زمان برداشت مناسب می‌توان به محصول مطلوب‌تری دست یافت. در این شیوه کشت باید به زمان آماده‌سازی زمین نیز توجه ویژه شود. مطلوب است که در پاییزه عملیات آماده‌سازی تا مرحله ایجاد ردیف‌های کاشت انجام شده و در زمستان با مهیا شدن شرایط دمایی و رطوبتی کاشت بذر انجام شود. نتایج نشان داد که دو رقم چغندرقند FDIR19B3021 و دراووس خصوصیات کمی و کیفی مناسب‌تری داشته و در سه سال اجرای آزمایش، کمتر تحت تأثیر شرایط محیطی قرار گرفته و این خصوصیات را حفظ کردند، بنابراین این دو رقم برای کشت زمستانه در منطقه مغان قابل توصیه هستند. پیشنهاد می‌شود حتی‌المقدور زمان برداشت به تعویق افتد تا از یک‌سو گیاهان فرصت کافی برای تکمیل دوره رشد و نمو خود داشته باشند و از سوی دیگر زمان برداشت کشت زمستانه پس از برداشت کشت پاییزه باشد تا باعث شود که طول دوره بهره‌برداری واحدهای صنعتی افزایش یابد و این دو شیوه کشت به‌صورت مکمل اجرا شوند. بدیهی است باستفاده از شیوه کشت زمستانه در مناطق مستعد مانند مغان که در اواخر زمستان دارای اقلیم مناسب برای رشد چغندرقند هستند، باعث خواهد شد تا در مصرف آب زراعت چغندرقند در مقایسه با کشت بهاره (روش متداول) نیز صرفه‌جویی شود.

سپاسگزاری

نگارندگان از مدیریت و کارکنان مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندرقند و ایستگاه تحقیقات کشاورزی مغان که در اجرای پروژه پژوهشی همکاری کردند، سپاسگزاری می‌کنند.

منابع مورد استفاده References

Aghayari, F., A. Faraji and A. Kordkatooli. 2015. Determination of yield and yield components response of soybean (*Glycin max* L.) to sowing date, temperature and sunshine hours. J. Agroecol. 7(4): 547-562. (In Persian with English abstract).

Ahmadi, M., D. Taleghani and M. Maleki. 2004. Investigation of potential of different sugar beet cultivars for winter sowing in Khorasan province. 26th seminar of sugar factories in Iran, Mashhad, Khorasan, Iran. (In Persian with English abstract).

Akyüz, A. and S. Ersus. 2021. Optimization of enzyme assisted extraction of protein from the sugar beet (*Beta vulgaris* L.) leaves for alternative plant protein concentrate production. Food Chem. 335: 127673.

Alimoradi, A. 2002. Features of winter sugar beet. 24th annual seminars of sugar factories in Iran, Karaj, Iran.(In Persian with English abstract).

Basati, J., M. Kolivand, A. Neamati and A. Zareii. 2003. Study of autumn sowing of sugar beet in the tropical areas of Kermanshah province. J. Sugar Beet 18(2): 119-130. https://doi.org/10.22092/jsb.2003.8279. (In Persian with English abstract).

Bayat, A., A. Dastmalchi, H. A. Shahbazi and H. Fazli. 2000. Investigation the possibility of winter cultivation of sugar beet without irrigation to get water from cereals. Final Project Report, Khorsan Razavi. (In Persian with English abstract).

Beyazgül, M., Y. Kayam and F. Engelsman. 2000. Estimation methods for crop water requirements in the Gediz Basin of western Turkey. J. Hydrol. 229(1-2): 19-26.

Cook, D. and R. Scott. 1993. The sugar beet crop: science into practice. Champan and Hall Press.

Durr, C. and J. Boiffin. 1995. Sugarbeet seedling growth from germination to first leaf stage. J. Agric. Sci. 124(3): 427-435.

Elias, E., A. Salih and F. Alaily. 2001. Cracking patterns in the Vertisols of the Sudan Gezira at the end of dry season .International agrophysics 15(3): 151-156.

Hamidi, H., M. Ahmadi and D. Taleghani. 2022. Selection of suitable sugar beet genotypes for winter sowing (pending) in Torbat-e-Jam Region. Iran. J. Field Crops Res. 20(3): 335-348. (In Persian with English abstract).

Hoffmann, C. M. and S. Kluge-Severin. 2011. Growth analysis of autumn and spring sown sugar beet. Europ. J. Agron. 34(1): 1-9.

Jahani Moghadam, E., S. Parsa, S. Mahmoudi and M. Ahmadi. 2017. Effect of planting date and cultivar on yield and the early flowering in autumn sowing of sugar beet varieties. Sci. J. Manage. Syst. 13(2): 14. (In Persian with English abstract).

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

Lammens, T., M. Franssen, E. Scott and J. Sanders. 2012. Availability of protein-derived amino acids as

feedstock for the production of bio-based chemicals. Biomass. Bioenergy, 44: 168-181.

Metzger, M. J., R. G. H. Bunce, R. H. Jongman, C. A. Mücher and J. W. Watkins. 2005. A climatic stratification of the environment of Europe. Global Ecol. Biogeography. 14(6): 549-563.

Milford, G., P. Jarvis and C. Walters. 2010. A vernalization-intensity model to predict bolting in sugar beet. J. Agric. Sci. 148(2): 127-137.

Milford, G. and R. Limb. 2008. Bolting in sugar beet–time to re-evaluate our advice. British Sugar Beet Rev. 76: 3-5.

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. Front. Plant Sci. 9: 74-85.

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

Reinsdorf, E., H. J. Koch, J. Loel and C. Hoffmann. 2014. Yield of bolting winter beet (*Beta vulgaris* L.) as affected by plant density, genotype and environment. Europ. J. Agron. 54: 1-8 .

Rinaldi, M. and A. V. Vonella. 2006. The response of autumn and spring sown sugar beet (*Beta vulgaris* L.) to irrigation in southern Italy: water and radiation use efficiency. Field Crops Res. 95(2-3): 103-114.

Sadeghzadeh Hemayati, S., M. Shirzadi, M. Aghaeezadeh, D. Taleghani, M. Javaheri and A. Aliasghari. 2012. Evaluation of sowing and harvesting date effects on yield and quality of five sugar beet cultivars in Jiroft region (autumn planting). J. Sugar Beet 28(1): 25-42. (In Persian with English abstract).

Schnepel, K. and C. Hoffmann. 2016. Effect of extending the growing period on yield formation of sugar beet. J. Agron. Crop Sci. 202(6): 530-541.

Taleghani, D., M. Moharamzadeh, S. S. Hemayati, R. Mohammadian and R. Farahmand. 2011. Effect of sowing and harvest time on yield of autumn-sown sugar beet in Moghan region in Iran. Seed Plant Prod. J. 27(2): 355-371. (In Persian with English abstract).

Taleghani, D., A. Saremirad, M. Hosseinpour, M. Ahmadi, H. Hamidi and R. Nemati. 2022. Genotype × environment interaction effect on white sugar yield of winter-sown short-season sugar beet (*Beta vulgaris* L.) cultivars. Seed Plant J. 38(1): 53-69. (In Persian with English abstract).

Tavosi, T. and G. Delara. 2010. Climate Classification of Ardebil Province. Nivar, 34(71-70): 47-52. (In Persian with English abstract).

Tenorio, A. T., F. Schreuders, F. Zisopoulos, R. Boom and A. Van der Goot. 2017. Processing concepts for the use of green leaves as raw materials for the food industry. J. Clean. Prod. 164: 736-748.

Tomaszewska, J., D. Bieliński, M. Binczarski, J. Berlowska, P. Dziugan, J. Piotrowski, A .Stanishevsky and I. Witońska. 2018. Products of sugar beet processing as raw materials for chemicals and biodegradable polymers. RSC Adv. 8(6): 3161-3177.

United Nations. 2019. World population prospects 2019: Highlights. (Department of Economic and

Social Affairs, Population Division). Retrieved from Retrieved from U. Nationshttps://www.un.org/development/desa/publications/world-population-prospects-2019-highlights.html

Żarski, J., R. Kuśmierek-Tomaszewska and S. Dudek. 2020. Impact of irrigation and fertigation on the yield and quality of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) in a moderate climate. Agronomy, 10(2): 166.

Study of the possibility of winter sowing of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) early cultivars in Moghan region in Iran

Taleghani, D.[1], M. Hosseinpour[2], R. Nemati[3] and A. Saremirad[4]

ABSTRACT

Taleghani, D., M. Hosseinpour, R. Nemati and A. Saremirad. 2022. Study of the possibility of winter sowing of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) early cultivars in Moghn region in Iran. **Iranian Journal of Crop Sciences. 24(4): 319-334. (In Persian).**

Shortage of irrigation water is the most important limiting factor in sugar beet production, therefore, winter sowing can be a suitable strategy to increase water produvtivity and production of this crop. For this purpose, 11 sugar beet early cultivars were sown in the first half of February and were studied on two different harvest dates (early and late July) at Moghan Agricultural Research Station (Iran) during three cropping seasons (2019, 2020 and 2021). Since bolting percentage in all studied sugare beet cultivars was zero, therefore, this trait was not included in the analyses. Combined analysis of variance showed that the effects of year and cultivar were significant ($P\leq0.01$) on all the studied traits: root yield, sugar content, Na^+, K^+, *alpha amino* N, sugar yield, molasses sugar content, white sugar content, white sugar yield and extraction coefficient of sugar. The harvest time and year interaction effect was significant ($P\leq0.01$) on all traits. Cultivar and year interaction had significant effect on all traits except root yield and molasses sugar content. Cultivar and harvest time interaction effect was only significant on K^+ and white sugar yield. Mean comparisons indicated that the highest white sugar yield obtained in the second (12.60 ton.ha^{-1}) and first (12.18 ton.ha^{-1}) harvest time of 2021cropping season, respectively. Cv. FDIR19B3021 (14.38 ton.ha^{-1}), cv. Dravus (14.26 ton.ha^{-1}) and cv. SVZB2019 (14.18 ton.ha^{-1}) had the highest white sugar yield in 2021 cropping season, respectively. Cv. FDIR19B3021 (10 ton.ha^{-1}) and cv. Dravus (9.70 ton.ha^{-1}) had the highest white sugar yield in the second harvest time, respectively. Considering the results of this experiment, cv. FDIR19B3021 and cv. Dravus can be recommended for winter sowing in Moghan region should the crop is harvested in late July.

Key words: Harvest time, Molasses sugar content, Root yield, Sugar beet and White sugar yield

Received: September, 2022 Accepted: April, 2023

1. Associate Prof., Sugar Beet Seed Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran (Corresponding author) (Email: d.taleghani@areeo.ac.ir)
2. Assistant Prof., Sugar Beet Seed Institute Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran
3. Research Officer, Sugar Beet Seed Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran
4. Research Officer, Sugar Beet Seed Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran