

## ارزیابی وراثت‌پذیری و شناسایی هیبریدهای مناسب برای کشت دوم در چغندر قند Assessment of heritability and identification of suitable hybrids for late sowing in sugar beet

اباذر رجبی<sup>۱\*</sup>، پیرایه پیرنیا<sup>۲</sup>، رضا امیری<sup>۳</sup>، محسن ابراهیمی<sup>۴</sup> و محسن آقایی‌زاده<sup>۴</sup>

تاریخ دریافت: ۹۱/۳/۸؛ تاریخ پذیرش: ۹۲/۹/۲۷

۱. رجبی، پ. پیرنیا، ر. امیری، م. ابراهیمی، م. آقایی‌زاده. ۱۳۹۲. ارزیابی وراثت‌پذیری و شناسایی هیبریدهای مناسب برای کشت دوم در چغندر قند. مجله چغندر قند ۱۶۳-۱۷۴: (۲)۳۹

### چکیده

به منظور ارزیابی وراثت‌پذیری طول دوره رشد کوتاه (زودرسی) در هیبریدهای چغندر قند، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در ایستگاه تحقیقاتی مهندسی عبدالرسول مطهری کرج وابسته به مؤسسه تحقیقات چغندر قند در سال ۱۳۸۶ اجرا شد. در این آزمایش وراثت‌پذیری صفات تست کراس‌های حاصل از تلاقی ۱۸ خانواده ناتنی با یک لاین نرعیتم، به همراه یک رقم شاهد مناسب برای طول دوره رشد کوتاه در شرایط دیرکاشتی (تیرماه) مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تست کراس‌ها از لحاظ اغلب صفات اختلاف معنی‌داری ندارند. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که هیبریدهای شماره ۳، ۹ و ۱۶ از نظر بسیاری از صفات اختلاف اندکی با واریته شاهد دارند و در این میان، تست کراس شماره ۳ برای دوره رشد کوتاه مناسب تشخیص داده شد که با یک رقم اصلاح شده تجاری قادر به رقابت است. برای صفات مورفولوژیک (مثل تعداد برگ و ارتفاع طوقه) و برخی صفات مربوط به ناخالصی‌ها (مثل سدیم و ضریب استحصال شکر) وراثت‌پذیری خصوصی بالایی وجود داشت. لذا در بین خانواده‌های ناتنی هنوز امکان اصلاح صفات ذکر شده از لحاظ طول دوره رشد کوتاه وجود دارد. اما وراثت‌پذیری خصوصی برای عملکرد ریشه، عملکرد قند سفید در حد صفر بود. عملکرد ریشه با عملکرد قند، عملکرد قند سفید، قطر ریشه و ارتفاع طوقه همبستگی مثبت و معنی‌دار و با درصد قند همبستگی منفی و معنی‌دار نشان داد.

کلمات کلیدی: اصلاح برای طول دوره رشد کوتاه، دیرکاشتی، کمبود آب، عملکرد ریشه، وراثت‌پذیری

۱- استادیار مؤسسه تحقیقات چغندر قند- کرج \* - نویسنده مسئول [rajabi@sbsi.ir](mailto:rajabi@sbsi.ir)

۲- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، گروه علوم زراعی و اصلاح نباتات پردیس ابوریحان دانشگاه تهران

۳- دانشیار اصلاح نباتات، گروه علوم زراعی و اصلاح نباتات پردیس ابوریحان دانشگاه تهران

۴- مربی مؤسسه تحقیقات چغندر قند- کرج

## مقدمه

چغندر قند (*Beta vulgaris* L.) یکی از مهم‌ترین گیاهان خانواده اسفنجیان می‌باشد که یکی از دو محصول تولیدکننده قند بوده و افزایش تولید و بهره‌وری این محصول راهبردی در گرو شناخت مسائل و مشکلات زراعت آن و به‌کارگیری روش‌های جدید در چهارچوب یک سیستم زراعی مناسب می‌باشد. در ایران سابقه کشت چغندر قند به حدود ۱۰۰ سال می‌رسد و سطح زیر کشت آن در ایران در سال‌های ۱۳۸۶، ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ به ترتیب برابر ۱۳۴، ۵۱ و ۵۲ هزار هکتار با متوسط عملکرد ریشه ۳۳، ۳۴ و ۳۵ تن در هکتار اعلام گردیده است (Agricultural statistics 2010). حدود ۴۰ درصد از ساکارز مورد نیاز از طریق این گیاه زراعی تأمین می‌گردد (Scott 1968). چغندر قند بر حسب شرایط اقلیمی در دو فصل بهار یا پاییز کشت می‌شود و در صورتی که در اولین فرصت ممکن (پس از سپری شدن سرمای زمستانه حتی در بعضی از مناطق در اواخر زمستان) کشت گردد، می‌تواند زودتر به سطح برگ مطلوب رسیده، مقاوم در برابر آفات و بیماری‌ها شده، به تراکم مناسب دست یافته و نهایتاً افزایش عملکرد را به همراه داشته باشد. از طرفی تأخیر در تاریخ کاشت چغندر قند موجب عدم رشد کافی اندام‌های گیاهی (کرپه شدن) و کاهش عملکرد محصول می‌شود (Lauer 1995). لی و همکاران (Lee et al. 1987) دریافتند که روند تخصیص مواد فتوسنتزی به تاریخ کاشت هم بستگی دارد و برگ‌های گیاه در کاشت دیر هنگام با سرعت بیشتری از بین می‌روند، البته در کاشت زود هنگام مقدار کل ماده خشک از بین رفته در طی فصل رشد بیشتر از کاشت دیر هنگام است. تأخیر در کاشت ظرفیت تولید ماده خشک را کاهش می‌دهد. زمان کاشت این گیاه تابع درجه حرارت محیط است و موقع آن در

مناطق معتدل و سرد، حدود اواخر زمستان یا اوایل بهار و به‌طور کلی زمانی است که خطر سرما و یخبندان مرتفع شده و درجه حرارت خاک و هوا مناسب بوده و کمتر از ۴ درجه سانتی‌گراد نباشد و در مناطق گرم و خشک که از زمستان ملایم برخوردارند اوایل پاییز می‌باشد (Khodabandeh 1994).

ابوسلم و السیاد (AbuSalm and Elsyiad 2000) گزارش نمودند که برای هر رقم چغندر قند تاریخ کاشت و برداشت مطلوب متفاوت است و انتخاب یک رقم باید براساس کارایی آن در رابطه با تاریخ کاشت و برداشت صورت گیرد. لاور (Lauer 1996) اظهار داشت ۴۶ روز تأخیر در کاشت منجر به ۳۸ درصد کاهش عملکرد، ۴ درصد کاهش قند و ۴۲ درصد کاهش عملکرد قند می‌شود. وی نتیجه گرفت که روابط عملکرد و کیفیت با تاریخ کاشت و تاریخ برداشت به صورت خطی و تقریباً موازی می‌باشد. تفاوت‌های ژنوتیپی برای عملکرد و کیفیت برای تاریخ‌های زود کاشت نسبت به تاریخ‌های دیر کاشت بسیار زیاد است.

رمضان و اورال (Ramazan and Oral 2002) اظهار داشتند کشت دیر هنگام موجب کاهش عملکرد ریشه به علت کوتاه شدن طول دوره رشد رویشی می‌شود. فورچون و همکاران (Fortune et al. 1999) بیان داشتند که کاشت زود هنگام موجب بالا رفتن شاخص سطح برگ (LAI)، افزایش جذب تشعشع و به تبع آن افزایش وزن خشک و وزن طوقه می‌گردد. فصل رشد طولانی‌تر، بیشتر بودن طول مدت تابش تشعشع خورشیدی و رشد بهتر برگ‌ها در اوایل فصل و استفاده مطلوب از آب و عناصر غذایی ممکن است به چنین نتیجه‌ای منجر شده باشد. تحقیقات نشان داده است که کاشت چغندر قند از اوایل تا اواخر فروردین ماه قند یکسانی به همراه دارد در صورتی که

نشده است. روشن است که انتخاب غیرمستقیم در نسل‌های اولیه اصلاحی از طریق صفاتی که هم بستگی خوبی با عملکرد داشته و وراثت‌پذیری به مراتب بیشتر از عملکرد داشته باشند یکی از راهکارهای مهم اصلاحی است. بنابراین اطلاع از نحوه توارث و کنترل ژنتیکی صفات مختلف تحت شرایط دیر کاشتی از اهمیت ویژه‌ای در برنامه‌های اصلاحی برخوردار است (Chowdhry et al. 1999). هدف از این تحقیق شناسایی هیبریدهای مناسب برای طول دوره رشد کوتاه و محاسبه وراثت‌پذیری خصوصی صفات آن‌ها در شرایط دیر کاشتی و تعیین بهترین تست کراس‌ها به منظور استفاده در برنامه به‌نژادی است.

### مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال ۱۳۸۶ در مزرعه ایستگاه تحقیقاتی مهندس عبدالرسول مطهری کرج وابسته به مؤسسه تحقیقات چغندرقد اجرا گردید. این ایستگاه در عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۵۲ دقیقه شمالی، ۵۱ درجه و ۶ دقیقه شرقی، در ارتفاع ۱۳۰۰ متری از سطح دریا و در فاصله ۱۵ کیلومتری جنوب غربی کرج واقع شده است. آب و هوای این منطقه مدیترانه‌ای گرم و خشک بوده و بافت خاک خیلی‌سنگین تا متوسط و از نوع خاک‌های رسوبی است (Rajabi et al. 2002).

در این آزمایش ۱۸ تست کراس حاصل از تلاقی ۱۸ فامیل نیمه‌خواهری چغندرقد با رگه نرعقیم ۲۶۱ همراه با یک وارثه زودرس به‌عنوان شاهد (جدول ۱) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار مورد مقایسه قرار گرفتند. کاشت بذور به صورت دیر کاشت در تاریخ سوم تیر ۱۳۸۶ انجام شد و در تاریخ ۱۵ آبان برداشت صورت گرفت.

کشت دیرتر باعث کاهش سریع‌تر عملکرد می‌شود (Hall and Webb 1970).

از طرف دیگر یکی از مشکلات مهم کشت چغندرقد هم زمانی آبیاری اوایل دوره رشد چغندرقد با اواخر دوره رشد بعضی از غلات همانند گندم و جو است. به طوری که دو ماه ابتدای رشد چغندرقد (اردیبهشت و خرداد ماه)، همزمان با اوج نیاز آبی غلات بوده و در رقابت بین غلات و چغندرقد برای تأمین آب آبیاری، معمولاً کشاورزان اولویت را به غلات می‌دهند و از آبیاری چغندرقد خوداری می‌کنند.

مقدار بارندگی در کشور ما محدود بوده و نمی‌تواند نیاز آبی گیاهان را برطرف نماید زیرا اکثر گیاهان زراعی بیش از ۵۰۰ میلی‌متر آب نیاز دارند. در این میان اگرچه از چغندرقد به عنوان یک گیاه مقاوم به تنش خشکی نام برده می‌شود ولی این گیاه در اوایل دوره رشد نسبت به تنش خشکی حساس بوده و در صورت بروز خشکی در این مرحله دچار افت محصول می‌گردد (Monti et al. 2006). دو راهکار مهم برای مقابله با این مشکل وجود دارد. اولین راهکار استفاده از ارقام دارای مقاومت به تنش خشکی است که این راه حل بیشتر مورد توجه محققین قرار گرفته است (Basra and Basra 1997). با این حال، می‌توان برای مقابله با این مشکل از ارقام با طول دوره رشد کوتاه چغندرقد استفاده نموده و این ارقام را پس از برداشت غلات (اوایل تیر ماه) کشت نمود. با توجه به این‌که ارقام مذکور در مدت زمان کوتاه‌تری به پتانسیل عملکرد مناسب می‌رسند، لذا از این ارقام می‌توان برای مبارزه با مشکل کم آبی در ابتدای دوره رشد چغندرقد استفاده نمود. اما متأسفانه تاکنون مطالعه قابل توجهی در مورد وراثت و ارثیه‌های مناسب برای کشت دوم (طول دوره رشد کوتاه)، یا شناسایی هیبریدهای مناسب برای این امر انجام

جدول ۱ اسامی ۱۸ تست کراس چغندر قند همراه با وارسته شاهد زودرس

شماره	تست کراس	شماره	تست کراس
۱	۲۶۱×۲۷۶.p.۷۷.sp.۰۱	۱۱	۲۶۱×۲۷۶.p.۷۷.sp.۲۴
۲	۲۶۱×۲۷۶.p.۷۷.sp.۰۲	۱۲	۲۶۱×۲۷۶.p.۷۷.sp.۲۵
۳	۲۶۱×۲۷۶.p.۷۷.sp.۰۵	۱۳	۲۶۱×۲۷۶.p.۷۷.sp.۲۷
۴	۲۶۱×۲۷۶.p.۷۷.sp.۰۶	۱۴	۲۶۱×۲۷۶.p.۷۷.sp.۲۸
۵	۲۶۱×۲۷۶.p.۷۷.sp.۰۷	۱۵	۲۶۱×۲۷۶.p.۷۷.sp.۴۴
۶	۲۶۱×۲۷۶.p.۷۷.sp.۱۰	۱۶	۲۶۱×۲۷۶.p.۷۷.sp.۴۵
۷	۲۶۱×۲۷۶.p.۷۷.sp.۱۶	۱۷	۲۶۱×۲۷۶.p.۷۷.sp.۴۷
۸	۲۶۱×۲۷۶.p.۷۷.sp.۱۷	۱۸	۲۶۱×۲۷۶.p.۷۷.sp.۴۸
۹	۲۶۱×۲۷۶.p.۷۷.sp.۱۹	۱۹	DS ۴۰۵۷(شاهد)
۱۰	۲۶۱×۲۷۶.p.۷۷.sp.۲۳		

یا خالص بر حسب تن در هکتار بر اساس معادلات زیر به دست آمد (Abdollahian et al. 2005):

$$RY \times SY = SC \quad (۱)$$

$$WSC = WSY \times RY \quad (۲)$$

در این معادلات:

SY: عملکرد قندناخالص، SC: عبار قند، RY: عملکرد ریشه، WSY: عملکرد قندخالص، و WSC: درصد قند قابل استحصال می‌باشد. نرمال بودن توزیع داده‌های آزمایش توسط نرم‌افزار SAS(ver 9.1) مورد آزمون قرار گرفت. در این آزمایش چون هدف مقایسه وراثت‌پذیری می‌باشد لذا از تبدیل داده استفاده نشد. تجزیه واریانس داده‌های ۱۸ تست کراس انجام شد و سپس با توجه به امید ریاضی میانگین مربعات در جدول ۲ و براساس فرمول‌های زیر وراثت‌پذیری محاسبه گردید (Hallauer and Miranda 1982).

قبل از کاشت با توجه به نیاز گیاه و شرایط خاک کود ازته به زمین داده شد. هر واحد آزمایشی شامل سه خط به طول هشت متر و فاصله ۵۰ سانتی‌متر بود. فاصله بذور روی خط کاشت ۹ سانتی‌متر و عمق کاشت ۲ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. بعد از کاشت آبیاری اول در تاریخ ۶ تیر و آبیاری دوم در تاریخ ۱۲ تیر صورت گرفت. در حین عملیات داشت عملیات حذف علف‌های هرز، تنک و کوددهی انجام شد و همچنین خصوصیات زراعی و مورفولوژیک تست کراس‌ها روی ۱۰ بوته رقابت کننده در هر کرت اندازه‌گیری شد. سپس در مرحله برداشت، بوته‌های هر کرت (پس از حذف اثر حاشیه) به صورت جداگانه برداشت شدند و تعداد ریشه، طول ریشه، قطر ریشه و ارتفاع طوقه اندازه‌گیری شد. به منظور بررسی خصوصیات کیفی نتاج حاصل از تست کراس، پس از توزین ریشه‌ها و تهیه خمیر از ریشه‌های هر کرت، صفات درصد قند، سدیم، پتاسیم، نیتروژن آمینو، و درصد قند قابل استحصال به وسیله دستگاه بتالایزر اندازه‌گیری شد. با توجه به اعداد به دست آمده مقدار عملکرد قندناخالص و عملکرد قند سفید

جدول ۲ جدول امید ریاضی میانگین مربعات در طرح بلوک‌های کامل تصادفی

S.O.V	df	MS	EMS
تکرار	dfb	MS3	$\sigma^2e + t\sigma^2r$
تیمار	dft	MS2	$\sigma^2e + r\sigma^2g$
اشتباه	dfe	MS1	$\sigma^2e$

اول رشد، بیشتر در کاهش رشد ریشه محسوس است، و درصد قند چه در کشت زود هنگام و چه دیر هنگام می‌تواند کمتر از درصد قند در کشت به هنگام باشد، که این به علت تولید ناکافی سطح برگ و در نتیجه کاهش تولید شیره پرورده می‌باشد. چون بین درصد قند و بزرگی غده همبستگی منفی وجود دارد، کاهش وزن تک غده (در اثر تأخیر در کشت) می‌تواند تا حدودی با افزایش درصد قند آن جبران شود. لی و همکاران (1987) بیان کردند روند تخصیص مواد فتوسنتزی به‌طور نزدیکی با تاریخ کاشت همبستگی دارد. برخورد دوران رشد رویشی با درجه حرارت‌های بالاتر از ۳۰ درجه سانتی‌گراد سبب پیری زودرس برگ‌ها شده و در نتیجه باعث افزایش ضریب تولید برگ می‌شود، به‌طوری که در کاشت دیر ۱۲۴ روز بعد از کاشت ۲۰ درصد ماده خشک و در کاشت زود ۱۰ درصد ماده خشک به علت پیری برگ‌ها از بین رفته بود. در این آزمایش تست کراس شماره ۱۸ از لحاظ تعداد برگ در بالاترین سطح قرار داشت. در بین تست کراس‌ها دو تست کراس شماره ۳ و ۹ از لحاظ عملکرد ریشه و عملکرد قند تفاوت معنی‌داری با وارسته شاهد نداشتند. تست کراس شماره ۳ از لحاظ دو صفت ارتفاع طوقه و قطر ریشه در گروه a قرار داشت. در مجموع تست کراس‌های شماره ۳، ۹ و ۱۶ از نظر بسیاری از صفات اختلاف اندکی با وارسته شاهد داشتند. لذا می‌توان اظهار داشت که حداقل یک هیبرید (تست کراس شماره ۳) برای دوره رشد کوتاه مناسب شناسایی شده است که با یک رقم اصلاح شده تجاری قادر به رقابت است.

$$COV_{H,S} = \sigma^2g = \frac{MS2-MS1}{r} \quad (۳)$$

$$\sigma^2_A = 4\sigma^2g = 4 COV_{H,S} \quad (۴)$$

$$H^2_{N,S} = \frac{\sigma^2A}{\sigma^2A + \frac{\sigma^2e}{r}} \quad (۵)$$

$$t(\sigma^2A) = \frac{\sigma^2A}{\sqrt{V(\sigma^2A)}} \quad (۶)$$

$$V(\sigma^2A) = \frac{2 \times 4^2}{r^2} \left[ \frac{MS2^2}{dft+2} + \frac{MS1^2}{dfe+2} \right] \quad (۷)$$

$$S.E(h^2_{N,S}) = [S.E(\sigma^2A)] / (\sigma^2A + \frac{(\sigma^2e)}{r}) \quad (۸)$$

مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

## نتایج و بحث

تجزیه واریانس صفات مورد بررسی نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها از نظر اکثر صفات می‌باشد. براساس داده‌های به‌دست آمده از لحاظ صفات تعداد برگ، ارتفاع طوقه، میزان سدیم، آلفا آمینو نیتروژن و ضریب استحصال شکر در سطح احتمال یک درصد و قطر ریشه و عملکرد قند سفید در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار وجود داشت، (جدول تجزیه واریانس گزارش نشده است). وجود تفاوت معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها حاکی از وجود تنوع ژنتیکی در مواد مورد بررسی از نظر صفات مورد مطالعه می‌باشد. بنابراین امکان تجزیه و تحلیل ژنتیکی این صفات وجود دارد. مقایسه میانگین توده‌ها با روش آزمون چنددامنه‌ای دانکن (جدول ۳)، نشان داد که تست کراس شماره ۱۴ از لحاظ قطر ریشه و سدیم در بالاترین سطح ولی از لحاظ ضریب استحصال شکر در پایین‌ترین سطح قرار داشت. کاشانی (Kashani 1987) بیان کرد تأخیر در کاشت در مرحله

جدول ۳ مقایسه میانگین ۱۸ تست کراس چغندر قند همراه با وارسته شاهد در شرایط دیرکاشتی

شماره* تست کراس	صفات							
	تعداد برگ	قطر ریشه	ارتفاع طوقه	سدیم	ضریب استحصال شکر	عملکرد ریشه	عملکرد قند	عملکرد قند سفید
۱	۲۸/۱۵c-e	۹/۳d	۴/۸d	۱/۹۱c-e	۸۲/۱۲ab	۴۷/۰۷c	۹/۱۴c	۷/۵bc
۲	۳۰/۳۵b-e	۹/۸۸b-d	۴/۹cd	۱/۳۵de	۸۳/۴۷a	۴۶/۱c	۹/۱۵c	۷/۶۳bc
۳	۳۳/۹۰ab	۱۱/۴a	۶/۰۸a	۱/۷۵c-e	۸۰/۲۵ab	۶۵/۳۱ab	۱۲/۶۱ab	۱۰/۸ab
۴	۳۱/۳۳a-e	۹/۶cd	۵/۳b-d	۱/۳۲de	۸۰-ab	۴۹/۳۵a-c	۸/۵۱c	۶/۸۸c
۵	۳۲/۴۰۰a-e	۱۰/۷۵a-c	۵/۵۳a-c	۱/۹۲c-e	۷۹/۳۹ab	۴۷/۶۶c	۹/۰۲c	۷/۱۴c
۶	۲۷/۸۳de	۱۰/۴a-d	۵/۲۵b-d	۳/۵۸ab	۷۸/۲۵b	۵۴/۸۵a-c	۱۰/۲۶a-c	۷/۹۸bc
۷	۳۲/۵۰a-d	۱۰/۱۸a-d	۵/۳۵b-d	۱/۶c-e	۸۱/۶ab	۴۷/۱۶c	۹/۳۱bc	۷/۵۹bc
۸	۳۰/۸۰b-e	۱۰b-d	۵/۶۸ab	۲/۷۷bc	۷۸/۹۳b	۵۱/۹۴a-c	۹/۵۵bc	۷/۴۸bc
۹	۳۰/۴۸b-e	۱۰/۲۳a-d	۵/۲۵b-d	۲/۲۲c-e	۷۸/۴۳b	۵۹/۶a-c	۱۱/۲۷a-c	۸/۴a-c
۱۰	۲۷/۳۰e	۹/۸b-d	۴/۹cd	۲/۴۳b-e	۸۰/۵۸ab	۵۴/۳a-c	۱۰/۷۴a-c	۸/۶۹a-c
۱۱	۳۰/۲۵b-e	۱۰/۳۳a-d	۵/۲۵b-d	۲/۴۴b-e	۷۹/۱۵ab	۴۵/۳۵c	۸/۶۸c	۶/۸۷c
۱۲	۳۰/۲۵b-e	۱۰/۵a-d	۵/۲۵b-d	۲/۳۸b-e	۷۷/۵۷b	۵۲/۶۶a-c	۹/۸۴a-c	۷/۷۶bc
۱۳	۲۸/۵۸c-e	۹/۹۵b-d	۴/۸d	۱/۷c-e	۸۱/۴۲ab	۵۰/۸۵a-c	۹/۹۱a-c	۸/۵bc
۱۴	۲۸/۷۵c-e	۱۱ab	۳/۳۷b-d	۴/۱۵a	۷۴/۴۴c	۶۰/۷۵a-c	۱۰/۵۳a-c	۷/۸۶bc
۱۵	۳۱/۸۳a-e	۱۰/۰۳b-d	۴/۹۳cd	۱/۲۷e	۸۳/۴۶a	۴۸/۶۳bc	۹/۲۳a-c	۸/۲۸a-c
۱۶	۲۹/۲۸b-e	۱۰/۵۵a-d	۵/۳۵b-d	۱/۸۱c-e	۸۱/۴۲ab	۵۸a-c	۱۱/۶a-c	۹/۴۴a-c
۱۷	۳۳/۲۵a-c	۱۰/۳۳a-d	۴/۷۷d	۱/۵۱c-e	۸۲/۳۴ab	۴۶/۱۳c	۹/۳bc	۷/۶۵bc
۱۸	۳۵/۶۰a	۱۰/۶۸a-c	۵/۳۸b-d	۲/۶۴b-d	۷۹/۲۲ab	۴۹/۱a-c	۹/۴۵bc	۷/۴۹bc
شاهد	۲۸/۸۵b-e	۱۰/۵a-d	۵/۳۳b-d	۲/۴۶b-e	۸۲/۱۴ab	۶۶/۱۹a	۱۳/۱۵a	۱۰/۸۱a
LSD	۴/۲۷	۱/۰۵	۰/۵۷	۱۱/۱	۳/۷۳	۱۴/۵۳	۲/۸۳	۲/۲۶

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف یکسان فاقد تفاوت معنی‌دار می‌باشند (آزمون چند دامنه‌ای دانکن،  $P \leq 0.05$ )

وجود دارد. اما در مورد عملکرد ریشه، عملکرد قند و عملکرد قند سفید وراثت‌پذیری نسبتاً پایین بود (به ترتیب برابر ۰/۵۱، ۰/۴۴ و ۰/۴۱). پس عمل‌گزینش در جهت افزایش این صفات چندان مؤثر نیست و بنابر این توصیه می‌شود از طریق تولید وارسته‌های هیبرید با استفاده از دو رگ‌گیری با منابع جدید، نسبت به افزایش عملکرد ریشه اقدام کرد (Orazizadeh 2001). در مورد برخی از صفات مورفولوژیک نیز

در این آزمایش با استفاده از کوواریانس ۱۸ خانواده ناتنی، وراثت‌پذیری صفات تحت شرایط دیرکاشتی با هدف ارزیابی طول دوره رشد کوتاه محاسبه شد (جدول ۴). برای صفات مورفولوژیک (مثل تعداد برگ و ارتفاع طوقه) و برخی صفات مربوط به ناخالصی‌ها (مثل سدیم و ضریب استحصال شکر) وراثت‌پذیری خصوصی بالایی وجود داشت. لذا در بین خانواده‌های ناتنی هنوز امکان اصلاح صفات ذکر شده از لحاظ طول دوره رشد کوتاه

تابعی از درجه پراکندگی ژن‌های افزایش‌دهنده بین والدین می‌باشد اثر افزایشی برآورد شده ممکن است کوچک باشد (Alizadeh et al. 2007) و در برنامه‌های اصلاحی جهت اصلاح برای چنین صفاتی باید از تلاقی و تولید هیبرید استفاده نمود. با توجه به این‌که عملکرد ریشه وراثت‌پذیری خصوصی پایینی در شرایط دیرکاشتی دارد، استفاده از صفاتی که وراثت‌پذیری بالاتری نسبت به عملکرد دارند به عنوان معیارهای انتخاب غیرمستقیم در این شرایط قابل توصیه است.

مثل طول ریشه و صفت ناخالصی پتاسیم وراثت‌پذیری پایین بود (به ترتیب ۰/۳۱ و ۰/۲۹).

به‌طور کلی پایین بودن اثر افزایشی برای صفات عملکرد ریشه، قطر ریشه، طول ریشه و درصد قند (جدول ۴) با توجه به فرض چندژنی بودن آن‌ها دور از انتظار نیست زیرا پارامترهایی که اثر ژنی را مشخص می‌نمایند در حقیقت اثر متعادل یا متوسط همه مکان‌های ژنی در حال تفرق می‌باشند و لذا با توجه به این‌که پارامتر افزایشی یا اثر متقابل مرتبط با اثر افزایشی

جدول ۴ واریانس افزایشی، کوواریانس برادر-خواهران ناتنی و وراثت‌پذیری خصوصی صفات در ۱۸ تست کراس چغندر قند در شرایط دیرکاشتی

تعداد برگ	طول ریشه	ارتفاع طوقه	درصد قند	سدیم	پتاسیم	نیترژن - ن آمینو	درصد قند قابل استحصال	ضریب استحصال شکر	عملکرد ریشه	عملکرد قند سفید	عملکرد قند سفید
۴/۰۲	-۰/۳۴	-۰/۱۰	-۰/۰۴	۰/۵۶	۰/۰۲	-۰/۰۸	-۰/۳۰	۳/۷۱	۶/۳۱	۰/۲۶	۰/۱۵
۱۱/۲۰	-۰/۹۶	-۰/۳۰	-۰/۱۲	۱/۵۶	۰/۰۶	-۰/۲۴	-۰/۱۶	۱۰/۳۴	۲۵/۹۵	۰/۷۵	۰/۴۲
-۰/۸۳	-۰/۳۱	-۰/۸۹	-۰/۲۳	۰/۹۱	۰/۲۹	-۰/۵۹	-۰/۵۷	۰/۸۶	-۰/۵۱	۰/۴۴	۰/۴۱
۴۲/۳۴	۱۱/۷۹	-۰/۰۲	-۰/۱۶	۰/۴۴	۰/۰۷	-۰/۱۱	۱/۶۳	۳۰/۰۲	۳۰۴۴/۳۴	۴/۷۸	۲/۱۶
۱/۷۲	-۰/۲۸	۲/۱۵	-۰/۱۳	۲/۳۶	۰/۲۴	-۰/۷۲	-۰/۶۷	۱/۸۹	-۰/۴۷	۰/۳۴	۰/۲۹
-۰/۰۳	-۰/۰۱	۱/۲۶	۰	۰/۶۴	۰/۰۳	-۰/۹۶	۱/۰۸	-۰/۰۳	-۰/۰۰	۰/۰۲	۰/۰۲

(Rajabi et al. 2002) مطابقت دارد. لذا احتمال اصلاح این صفات از طریق گزینش در جمعیت گرده‌افشان ۲۷۶ زیاد است. با این حال از لحاظ عیار قند تنوعی بین خانواده‌ها مشاهده نمی‌شود. این نتیجه با اظهارات لاور (Lauer 1996) مبنی بر کاهش تفاوت‌های ژنوتیپ‌ها در شرایط دیر کاشتی مطابقت دارد. در ضمن با نتایج صادقیان و همکاران (Sadeghian et al. 1999) مبنی بر اهمیت صفاتی مانند سدیم در شرایط تنش سازگار است. نتایج تحقیق حاضر با وراثت‌پذیری صفات سدیم و نیترژن آمینو در شرایط نرمال که توسط اسمیت و مارتین

فالكونر و مکی (Falconer and Mackay 1996) معتمدند که در صورت نبودن تعادل در پیوستگی ژن‌ها اثر غالبیت باعث اریبی در وراثت‌پذیری می‌گردد. پایین بودن وراثت‌پذیری خصوصی صفات می‌تواند به علت بیشتر بودن سهم اثرهای غیرافزایشی نسبت به اثرهای افزایشی ژن‌ها باشد. چنین برآوردهایی توسط داهون و همکاران (Duhoon et al. 1982) و لبانا و جندل (Labana and Jindal 1982) برای صفات پیچیده‌ای مانند عملکرد گزارش شده است. از طرفی وراثت‌پذیری میزان سدیم بالا (۰/۹۱) بود که با نتیجه رجبی و همکاران

and Kern 1983; Labana and Jindal 1982; Ramazan and Oral 2002). همبستگی سدیم و نیتروژن آمینو نیز با درصد قند قابل‌استحصال منفی بود، به عبارت دیگر با افزایش ناخالصی در شربت خام، استحصال قند با مشکل مواجه شده و بالطبع با کاهش ضریب استحصال شکر، عملکرد قند کاهش می‌یابد. گورنیش و همکاران (Gornish et al. 1990) نیز به نتایج کاملاً مشابهی دست یافتند.

بیشترین همبستگی مثبت بین عملکردریشه و عملکردقند (۰/۹۲)، عملکردریشه و عملکرد قندسفید (۰/۸۶)، و عملکرد قندسفید و عملکردقند (۰/۹۸) مشاهده شد. همبستگی مثبت و بالایی عملکردقند و عملکرد ریشه منطقی به نظر می‌رسد چرا که عملکرد قند از روی صفات عملکردریشه و عیار قند محاسبه می‌شود (Cook and Scott 1998). نتایج مشابهی توسط فتح اله طالقانی (Fathollah Taleghani 2008) گزارش شده است. همبستگی بالا بین صفات مذکور بیان‌گر احتمال وجود ژن‌های مشترک مطلوب در بین توده‌ها می‌باشد. کمپل و کرن (Campbell and Kern 1983) با تجزیه علیت اظهار نمودند که تغییر در تجمع ساکارز تأثیر زیادی روی مقدار ساکارز دارد. آن‌ها بیان کردند، مؤثرترین فاکتور در عملکردقند در هکتار، عملکردریشه است.  $Na^+$  و N آمینو دارای هم بستگی مثبتی با یکدیگر و با درصد قند قابل استحصال هم بستگی منفی دارند. هم بستگی سدیم نیز با عملکردریشه منفی بود.

(Smith and Martin 1989) به‌دست آمد، متفاوت بود. علت این تفاوت احتمالاً به دلیل دیرکاشتی یا متفاوت بودن ژنوتیپ‌ها در این مطالعه می‌باشد. اسمیت و مارتین (1989) بیان داشتند مواد غیرقندی محلول در شیره چغندر قند که شامل  $Na^+$ ،  $K^+$  و N آمینو می‌باشند مانع از کریستاله شدن و نهایتاً کاهش میزان ساکارز می‌شوند. انتخاب جهت کاهش  $Na^+$  باعث افزایش میزان خلوص قند می‌شود. در این آزمایش وراثت‌پذیری  $Na^+$ ،  $K^+$  و N آمینو به ترتیب ۰/۲۹، ۰/۹۱ و ۰/۵۹ بود. رجبی و همکاران (2002) با ارزیابی تنوع ژنتیکی در ۴۹ توده اصلاحی چغندر قند برای صفات زراعی و کیفیت محصول اظهار نمودند بالاترین مقادیر وراثت‌پذیری مربوط به صفات میزان سدیم، عرض برگ، وزن ریشه و طول دمبرگ می‌باشد.

ضرایب همبستگی ساده بین ۱۳ صفت مورد بررسی در جدول ۵ نشان داده شده است. محاسبه شده است. هم بستگی درصد قند قابل استحصال با ضریب استحصال شکر برابر ۰/۸۴ بود که در سطح یک درصد معنی‌دار می‌باشند. این نتایج مطابق با نتایج رجبی و همکاران (2002) می‌باشد.

ضرایب همبستگی درصد قند با درصد قندسفید (قند قابل‌استحصال) و ضریب استحصال شکر مثبت و معنی‌دار به ترتیب برابر ۰/۸۳ و ۰/۷۶ بود. همبستگی بین عملکردریشه و درصد قند منفی و معنی‌دار (۰/۳۸-) به‌دست آمد که با نتایج محققین دیگر مطابقت دارد (Duhoon et al. 1982; Kampel ,

جدول ۵ ضرائب همبستگی بین صفات مورد ارزیابی در ۱۸ تست کراس چغندر قند و واریته شاهد در شرایط دیر کاشتی

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳
۱													
۲	-۰/۱۶ <sup>n.s</sup>												
۳	۱	-۰/۱۷ <sup>n.s</sup>											
۴	۱	-۰/۱۷ <sup>n.s</sup>	-۰/۱۹ <sup>n.s</sup>										
۵	۱	-۰/۱۷ <sup>n.s</sup>	-۰/۱۳ <sup>n.s</sup>	-۰/۲۵ <sup>*</sup>									
۶	۱	-۰/۱۷ <sup>n.s</sup>	-۰/۱۳ <sup>n.s</sup>	-۰/۲۵ <sup>*</sup>	-۰/۱۱ <sup>n.s</sup>								
۷	۱	-۰/۱۷ <sup>n.s</sup>	-۰/۱۳ <sup>n.s</sup>	-۰/۲۵ <sup>*</sup>	-۰/۱۱ <sup>n.s</sup>	-۰/۶۴ <sup>**</sup>							
۸	۱	-۰/۱۷ <sup>n.s</sup>	-۰/۱۳ <sup>n.s</sup>	-۰/۲۵ <sup>*</sup>	-۰/۱۱ <sup>n.s</sup>	-۰/۶۴ <sup>**</sup>	-۰/۰۵ <sup>n.s</sup>						
۹	۱	-۰/۱۷ <sup>n.s</sup>	-۰/۱۳ <sup>n.s</sup>	-۰/۲۵ <sup>*</sup>	-۰/۱۱ <sup>n.s</sup>	-۰/۶۴ <sup>**</sup>	-۰/۰۵ <sup>n.s</sup>	-۰/۳۵ <sup>**</sup>					
۱۰	۱	-۰/۱۷ <sup>n.s</sup>	-۰/۱۳ <sup>n.s</sup>	-۰/۲۵ <sup>*</sup>	-۰/۱۱ <sup>n.s</sup>	-۰/۶۴ <sup>**</sup>	-۰/۰۵ <sup>n.s</sup>	-۰/۳۵ <sup>**</sup>	-۰/۳ <sup>**</sup>				
۱۱	۱	-۰/۱۷ <sup>n.s</sup>	-۰/۱۳ <sup>n.s</sup>	-۰/۲۵ <sup>*</sup>	-۰/۱۱ <sup>n.s</sup>	-۰/۶۴ <sup>**</sup>	-۰/۰۵ <sup>n.s</sup>	-۰/۳۵ <sup>**</sup>	-۰/۳ <sup>**</sup>	-۰/۸۴ <sup>**</sup>			
۱۲	۱	-۰/۱۷ <sup>n.s</sup>	-۰/۱۳ <sup>n.s</sup>	-۰/۲۵ <sup>*</sup>	-۰/۱۱ <sup>n.s</sup>	-۰/۶۴ <sup>**</sup>	-۰/۰۵ <sup>n.s</sup>	-۰/۳۵ <sup>**</sup>	-۰/۳ <sup>**</sup>	-۰/۸۴ <sup>**</sup>	-۰/۳۴ <sup>**</sup>		
۱۳	۱	-۰/۱۷ <sup>n.s</sup>	-۰/۱۳ <sup>n.s</sup>	-۰/۲۵ <sup>*</sup>	-۰/۱۱ <sup>n.s</sup>	-۰/۶۴ <sup>**</sup>	-۰/۰۵ <sup>n.s</sup>	-۰/۳۵ <sup>**</sup>	-۰/۳ <sup>**</sup>	-۰/۸۴ <sup>**</sup>	-۰/۳۴ <sup>**</sup>	-۰/۹۳ <sup>**</sup>	
	۱	-۰/۱۷ <sup>n.s</sup>	-۰/۱۳ <sup>n.s</sup>	-۰/۲۵ <sup>*</sup>	-۰/۱۱ <sup>n.s</sup>	-۰/۶۴ <sup>**</sup>	-۰/۰۵ <sup>n.s</sup>	-۰/۳۵ <sup>**</sup>	-۰/۳ <sup>**</sup>	-۰/۸۴ <sup>**</sup>	-۰/۳۴ <sup>**</sup>	-۰/۹۳ <sup>**</sup>	-۰/۹۸ <sup>**</sup>

دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد، n.s: غیر معنی دار

## نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج این مطالعه می‌توان اظهار داشت کشت دیرهنگام پس از برداشت غلات به‌عنوان راهکاری برای مقابله با کمبود آب در ابتدای دوره رشد چغندر قند، قابل معرفی می‌باشد. واریته شاهد با میانگین عملکرد ریشه ۶۶/۱۹ و تست کراس شماره ۳ با عملکرد ریشه ۶۵/۳۱ تن در هکتار، به ترتیب بهترین ژنوتیپ‌ها از نظر عملکرد ریشه بودند. در شرایط دیرکاشتی که طول دوره رشد کوتاه می‌شود، یکی از معیارهای آن رسیدگی تکنولوژیک است. از لحاظ وراثت‌پذیری برای صفات مورفولوژیک (تعداد برگ و ارتفاع طوقه) و برخی صفات تکنولوژیک (مثل سدیم، و ضریب استحصال شکر) وراثت‌پذیری خصوصی بالایی وجود داشت. لذا در بین خانواده‌های نانتی هنوز امکان اصلاح صفات ذکر شده از لحاظ طول دوره رشد کوتاه وجود دارد. اما در مورد عملکرد ریشه، عملکرد قند و عملکرد قند سفید وراثت‌پذیری نسبتاً پایین بود (به ترتیب برابر ۰/۵۱، ۰/۴۴ و ۰/۴۱)، که برای

اصلاح این صفات تولید واریته‌های جدید و ارزیابی آن‌ها در شرایط دیر کاشتی برای مقابله با تنش خشکی توصیه می‌شود. تاکید این مطلب ضروری است که اثرهای افزایشی و غالبیت ژن‌ها جهت کنترل ژنتیکی صفت مورد نظر با توجه به نوع مواد آزمایشی، طرح تلاقی مورد استفاده و محیط آزمایش متغیر می‌باشد. بنابراین شناخت دقیق ساختار ژنتیکی صفات مرتبط با عملکرد این گیاه و قابلیت توارث آن‌ها موجب تسهیل گزینش و موفقیت برنامه‌های به‌نژادی برای سازگاری در شرایط دیر کاشتی می‌باشد.

## سپاسگزاری

بدین وسیله از کارشناسان ایستگاه تحقیقات مهندسی عبدالرسول مطهری کرج و کلیه کسانی که ما را در انجام این پژوهش یاری نمودند، قدردانی می‌نمایم.

## References:

## منابع مورد استفاده:

- Abdollahian Noghahi MR, Sheikholeslami, Babaei B. Application of terms and definitions of sugar beet technological quantity and quality in agricultural research. Journal of Sugar Beet. 2005. 21: 101-104. (in Persian, abstract in English)
- AbuSalm AM, ElSyiad SI. Studies on some sugar beet cultivars under middle Egygyt condition II-response to accumulated heat units. J. Agric Sci. 2000. 31: p. 482.
- Agricultural statistics. Vice-president of budget, Agricultural information and statistics organization, Ministry of Agric. 2010. P. 185. (in Persian).

- Alizadeh Benab G, Ghassemi Golezani K, Tobeh.A, Sadegzadeh Hemayati S. Investigation of different sowing and harvesting dates effect on yield and quality of monogram sugar beet seed. Karaj, Iran. Pajouhesh And Sazandegi. 2007; 19 (4): 33-42. (in Persian, abstract in English)
- Amiri R, Pirniya P, Rajabi A, Ebrahimi M. Identifying the suitable genotypes for short term growth period in sugar beet. The 31th annual symposium of sugar factories in iran. The center of searching and training of sugar industries in Iran. Mashhad, Iran. 2010. 1-8. (in Persian, abstract in English)
- Basra AS, Basra RK. Mechanisms of environmental stress resistance in plants. Harwood Academic, Amsterdam, The Netherlands. 1997. pp.1-43.
- Campbell LG, Kern JJ. Relationships among components of yield and quality of sugar beets. J. A. S. S. B. T. 1983; 22(2): 135-145.
- Cooke AD, Scott RK. Sugar Beet Crops, from Science to Practice (Translated by Scientific members of Sugar Beet Seed Institute). Ganjineh Pub. 1998.
- Chowdhry MAI, Rasool I, Khaliq T, Mahmood, Gilani MM. Genetics of some metric traits in Spring wheat under normal and drought environment. Rachis Newsletter. 1999; 18(1): 34-39.
- Duhoon Chandra SSS, Basu AK, Makhija OP. Components of genetic variation for yield and attributes in a diallel cross of yellow seeded Indian Colza *Brassica napus* var. Glauca. Indian J. Agric Sci. 1982; 52:154–158.
- Falconer DS, Mackay TFC. Introduction to Quantitative Genetics. Fourth edition. Logman, Inc, New York. 1996.
- Fathollah Taleghani D. Determination of the most suitable date for sowing and harvesting of new monogerm hybrids of sugar beet varieties. The final report of proposal, Sugar beet Research Institue. 2008. (in Persian, abstract in English)
- Fortune RA, Burki G, Intedy TK, Osullivan E. Effect of early sowing on the growth, yield and quality of sugar beet, Crops Research Center, Oak Park,Carlow; ISBN 184170 0800. 1999. p. 13.
- Ghandorah MO, Refay YA. Effect of early sowing date and cultivar on sugar beet production in the central region of Saudi Arabia. Persian-Gulf. Journal of Science Research. 1994; 12(3): 465-478.
- Gornish MA, Smith MC, Mackay IJ. An Evaluation of single plant randomized field trials of Sugar beet (*Beta Vulgaris L.*). Euphytica. 1990; 45: 1-7.
- Hull R, Webb DJ. The effect of sowing date and harvesting date on the yield of sugar beet. J. Agric Sci. 1970; 75: 223-229.
- Hallauer AR, Miranda JB. Quantitative Genetics in Maize Breeding. Iowa State Univ Press, 1982. Ames, Iowa, USA.

- Kashani A. Sugar beet cultivation in temperate zone. Coll. of Agric. Shahid Chamran Univ, 1987. (in Persian).
- Khodabandeh N. Agronomy of Industrial Plants. Sepehr press. 1994; P 504. (in Persian).
- Labana KS, Jindal SK. Genetics of seed yield and its components in Indian colza. Indian J. Agric Sci. 1982. (Abstract).
- Lauer JG. Plant density and nitrogen rate effects sugar beet yield and quality early in harvest. Argon Journal. 1995; 87: 586-591.
- Lauer JG. Sugar beet performance and interactions with planting date, genotype and harvest date. Agron Journal. 1996; 89: 469-475.
- Lee G, Dunn SG, Schemehl WR. Effect of date of planting and nitrogen fertilization on growth components of sugar beet. J. A.S.S.B.T. 1987; 24: 80-100.
- Monti A, Brugnoli E, Scartazza A, Amaducci MT. The effect of transient and continuous drought on yield, photosynthesis and carbon isotope discrimination in sugar beet (*Beta vulgaris* L.). Journal of Experimental Botany. 2006; 57: 1253-1262.
- Orazezadeh MR. Genetic analysis for resistance to Bolting and Cercospora in sugar beet. Msc Thesis in Plant Breeding, Azad Univ, Karaj Branch. 2001. (in Persian, abstract in English)
- Rajabi A, Moghadam M, Rahimzadeh Khoeii F, Mesbah M, Ranzi Z. Evaluation of genetic diversity of sugar beet populations for quality and agronomic traits. Iran. J Agric. Sci. 2002; 33: 553-567. (in Persian, abstract in English).
- Ramazan Cakmaki, Oral E. Root Yield and Quality of Sugar beet in Relation to Sowing Date, Plant Population and Harvesting Date Interactions. Turk. J. Agric. 2002; 133-139.
- Sadeghian SY, Fazli H, Taleghani DF, Mohammadian R. Drought tolerance screening for sugar beet improvement. First International Conference on Sugar and Integrated Industries. Luxor, Egypt. 1999. 2: 1-7.
- Scott RK. Sugar beet seed growing in Europe and north America. Journal of International Institute for Sugar beet Research. 1968; 3: 53-84.
- Smith GA, Martin SS. Effect of selection for sugar beet purity components on quality and sucrose extractions. Crop Sci. 1989; 29: 294-298.