

بررسی سیلوپذیری ژنوتیپ‌های اصلاحی چغندر قند مقاوم به ریزومانیا

Study on silo potential of sugar beet lines resistant to Rhizomania disease

بابک بابایی^{۱*}، محسن بذرافشان^۲ و سیدباقر محمودی^۳

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۸/۲۶؛ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۶/۱۷

ب. بابایی، م. بذرافشان و س.ب. محمودی. ۱۳۹۸. بررسی سیلوپذیری ژنوتیپ‌های اصلاحی چغندر قند مقاوم به ریزومانیا. چغندر قند، ۳۵(۱): ۱-۱۲.
DOI: 10.22092/jsb.2019.124188.1206

چکیده

کاهش کیفیت ریشه چغندر قند در سیلو می‌تواند برای ارقام حساس و مقاوم به بیماری ریزومانیا متفاوت باشد. این پژوهش با هدف بررسی کیفیت ژنوتیپ‌های گرده‌افشان چغندر قند مقاوم به بیماری ریزومانیا در سیلو در سال ۱۳۹۳ در منطقه کرج (بدون آلودگی به بیماری ریزومانیا) و در سال ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ در منطقه زرقان فارس (آلوده به بیماری ریزومانیا) انجام شد. این تحقیق در قالب آزمایش کرت‌های خرد شده در زمان بر پایه طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. عوامل مورد بررسی شامل نه ژنوتیپ اصلاحی، یک رقم حساس و یک رقم مقاوم چغندر قند به بیماری ریزومانیا (مجموعاً در ۱۱ سطح) و عامل مدت سیلو در سه سطح ۲۰، ۴۰ و ۶۰ روز بود. صفات کیفی اندازه‌گیری شده در این تحقیق شامل: ساکارز، سدیم، پتاسیم، نیتروژن مضره، ماده خشک ریشه، بریکس و درجه خلوص شربت بودند که برای هر نمونه قبل و بعد از سیلو اندازه‌گیری شد. مقدار پوسیدگی ریشه‌های چغندر قند پس از سیلو نمره‌دهی شد. نتایج نشان داد شدت پوسیدگی ژنوتیپ‌های اصلاحی در سیلوی منطقه زرقان فارس بیشتر از سیلوی منطقه کرج بودند. در منطقه زرقان فارس پوسیدگی ژنوتیپ‌های چغندر قند شماره ۳۱۹۲۴، ۳۱۹۲۷، ۳۱۹۲۹، ۳۲۰۰۳، ۳۲۸۱۴ پس از ۶۰ روز سیلو کمتر از بقیه ژنوتیپ‌های مورد بررسی بود. در سه سال آزمایش سیلوپذیری ژنوتیپ چغندر قند ۳۲۰۰۳ با درجه خلوص ۷۱/۸۶ از سایر ژنوتیپ‌های مورد بررسی بیشتر بود و از آن می‌توان به عنوان ژنوتیپ با سیلوپذیری بهتر در برنامه‌های اصلاحی بعدی چغندر قند استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: چغندر قند، ریزومانیا، سیلوپذیری

۱- مربی پژوهشی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران. * نویسنده مسئول

babak_babae@yahoo.com

۲- استادیار بخش تحقیقات چغندر قند، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران.

۳- دانشیار مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

مقدمه

دارای مقادیر بیشتر قندهای انورت، پتاسیم و سدیم بوده و مقدار نیتروژن، نیتروژن آمینی، نیتروژن آمونیومی و بتاین در آنها کمتر است.

سیلوپذیری ارقام مقاوم به ریزومانیا همواره مورد سؤال بوده و تحقیقات انجام شده نشان می‌دهد افزایش ناخالصی‌های ریشه چغندرقد در اثر بیماری، تنفس و پوسیدگی موجب کاهش کیفیت چغندرقد در زمان نگهداری در سیلو است (Kenter and Hoffman 2009; Klotz and Campbell 2009) کمپل و همکاران (Campbell *et al.* 2008) شدت تنفس ریشه چغندرقد را در سیلو برای ارقام حساس و مقاوم به بیماری ریزومانیا متفاوت گزارش کردند. در آزمایشات آنها مشخص شد شدت تنفس ارقام حساس به بیماری در سیلو برای ۱۲۰ روز نگهداری چهار برابر بیشتر و مقدار ساکارز آنها ۱۸ کیلوگرم به ازای هر تن چغندرقد کمتر از ارقام مقاوم بودند. در تحقیقی مشابه که توسط استراسبو و همکاران (Strausbaugh *et al.* 2008) انجام شد اثر بیماری ریزومانیا بر سیلوپذیری شش وارته چغندرقد با مقاومت‌های مختلف به مدت ۱۴۴ روز بررسی و گزارش کردند که ارقامی که مقاومت بیشتری به بیماری ریزومانیا در محیط آلوده داشتند از سیلوپذیری بهتری برخوردار بودند. در آزمایش دیگری که توسط استراسبو و همکاران (Strausbaugh *et al.* 2009) انجام گرفت درصد آلودگی قارچی ریشه‌های ارقام مقاوم به بیماری ریزومانیا در سیلو مورد بررسی قرار گرفت. به این منظور در دو منطقه سالم و آلوده ارقام مقاوم به ریزومانیا کشت شدند و پس از برداشت از هر قطعه آزمایش برای تعیین درصد قند دو نمونه انتخاب و مابقی ریشه‌ها به مدت ۱۴۴ روز نگهداری شدند. نتایج نشان داد ارقام مقاوم به ریزومانیا در مقابل گسترش قارچ در سیلو از خود مقاومت بهتری نشان دادند.

سیلوپذیری چغندرقد از جمله خصوصیتی است که به‌طور غیرمستقیم از شکل ریشه و به‌طور مستقیم از نحوه برداشت، حمل و خصوصیات مقاومت به بیماری آن تأثیرپذیری دارد (Abdollahian Noghbi *et al.* 2010). همچنین نوع رقم بر میزان تنفس ریشه در سیلو مؤثر است (Alimoradi 2002). دما مهمترین عامل در شدت تنفس می‌باشد تحقیقات نشان می‌دهد در دمای ۳ درجه سانتی‌گراد ضایعات قندی چغندرقد سالم در سیلو حدود ۲۲۰ گرم بر تن در روز بوده و وقتی دمای سیلو بین ۹ تا ۱۳ درجه سانتی‌گراد باشد ضایعات قندی چغندرقد تا ۸۰۴ گرم بر تن در روز می‌رسد (Van der poel *et al.* 1998). در خصوص ضایعات وزنی نیز نگهداری ریشه در دمایی بین ۱۹-۲۷ درجه سانتی‌گراد موجب کاهش وزنی در حدود ۴۰/۴ کیلوگرم به ازای یک تن در روز می‌شود. از این رو در مناطق گرم و خشک توصیه می‌شود چغندرقد حداکثر تا ۲۰ ساعت پس از برداشت مصرف شود (Van der poel *et al.* 1998).

علاوه بر تنفس ریشه چغندرقد در سیلو، وجود آلودگی ریشه به بیماری‌های چون ریزومانیا (Campbell and Klotz 2008; Strausbaugh *et al.* 2008) ریزوکتونیا (Campbell *et al.* 2014) و یا ریشه‌های چغندرقد تولید شده در شرایط کم‌آبیاری (Kenter and Hofmann 2008) در کیفیت نگهداری چغندرقد در سیلو مؤثر است.

ظهور بیماری ریزومانیا در ایران اولین بار در سال ۱۳۷۵ از استان فارس گزارش شد و استفاده از رقم‌های مقاوم شاید مؤثرترین روش برای مقابله با این بیماری می‌باشد. دی بیاگی و همکاران (De Biaggi *et al.* 2010) نشان دادند که ریشه‌های چغندرقد مبتلا به بیماری ریزومانیا در مقایسه با ریشه‌های سالم

این تحقیق در قالب آزمایش کرت‌های خرد شده در زمان بر پایه طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۳ در منطقه کرج (بدون آلودگی به بیماری ریزومانیا) و در سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ در زرقان فارس (آلوده به بیماری ریزومانیا) انجام شد. تیمارهای چغندرقد مورد بررسی شامل نه ژنوتیپ گرده‌افشان مقاوم، یک ژنوتیپ گرده‌افشان حساس و رقم خارجی مقاوم به بیماری ریزومانیا (جدول ۱) و مدت نگاه‌داری در سیلو در سه سطح ۲۰، ۴۰ و ۶۰ روز بودند.

این تحقیق با هدف بررسی سیلوپذیری ژنوتیپ‌های چغندرقد حساس و مقاوم به بیماری ریزومانیا در شرایط بدون آلودگی به بیماری ریزومانیا در منطقه کرج و در شرایط وجود آلودگی به ریزومانیا در منطقه زرقان فارس انجام شد تا ژنوتیپ‌های برتر در این خصوص شناسایی و معرفی شوند.

مواد و روش‌ها:

جدول ۱ مشخصات ژنتیکی ژنوتیپ‌های مورد بررسی چغندرقد

ردیف	شماره ژنوتیپ‌های اصلاحی	مرحله اصلاحی	مقاومت	مشخصه ژنتیکی
۱	۳۱۸۸۷	نسل دوم	مقاوم به ریزومانیا	دیپلوئید مولتی ژرم گرده‌افشان
۲	۳۱۹۲۴	نسل دوم	مقاوم به ریزومانیا	دیپلوئید مولتی ژرم گرده‌افشان
۳	۳۱۹۲۷	نسل دوم	مقاوم به ریزومانیا	دیپلوئید مولتی ژرم گرده‌افشان
۴	۳۱۹۲۹	نسل دوم	مقاوم به ریزومانیا	دیپلوئید مولتی ژرم گرده‌افشان
۵	۳۲۱۴۴	نسل دوم	نیمه مقاوم به ریزومانیا	دیپلوئید مولتی ژرم گرده‌افشان
۶	۳۲۰۰۲	نسل دوم	مقاوم به ریزومانیا	دیپلوئید مولتی ژرم گرده‌افشان
۷	۳۲۸۱۴	نسل دوم	مقاوم به ریزومانیا	دیپلوئید مولتی ژرم گرده‌افشان
۸	۳۱۳۷۰	نسل دوم	مقاوم به ریزومانیا	دیپلوئید مولتی ژرم گرده‌افشان
۹	۳۲۰۰۳	نسل دوم	مقاوم به ریزومانیا	دیپلوئید مولتی ژرم گرده‌افشان
۱۰	۱۹۱	ژنوتیپ گرده‌افشان	حساس	دیپلوئید مولتی ژرم گرده‌افشان
۱۱	طوس	رقم	مقاوم به ریزومانیا	تجارتی

۱۰ متر بود. به منظور اندازه‌گیری درجه حرارت حداقل و حداکثر، در هنگام ایجاد سیلو یک لوله PVC به قطر ۱۰ سانتی‌متر و طول دو متر به‌طور مورب و شیبدار در مرکز سیلو قرار داده شد. تغییرات کمینه و بیشینه دما در هر شبانه‌روز اندازه‌گیری شد. برای هر سطح مدت نگاه‌داری، شاخص دمای مؤثر در تنفس ((Respiration Digree Day (RDD) چغندرقد طبق رابطه (۱) به‌دست آمد (Abdollahian Noghahi et al. 2009).

$$RDD = \sum [(T_{\max} + T_{\min}) / 2] - T_b \quad (1)$$

برای این منظور ژنوتیپ‌های مورد بررسی طبق تقویم زراعی بهاره در اولین فرصت در هر منطقه در قطعه زمینی به مساحت حدود ۲۰۰۰ متر مربع با تراکم حدود صد هزار بوته در هکتار کشت شدند. عملیات داشت مطابق روش متداول و عملیات برداشت در پاییز هر سال انجام شد. از هر ژنوتیپ چغندرقد نه نمونه هر کدام حاوی ۲۵ تا ۳۰ ریشه وزن و شماره‌گذاری شدند (Burcky and Maier 2005). نمونه‌ها بدون حذف قسمت سر و فقط با حذف اندام‌هوایی وزن و در کیسه‌های توری قرار داده شدند. ابعاد سیلو شامل: عرض، ارتفاع و طول به ترتیب ۲، ۱/۵ و

تقسیم شد (Akeson 1980). شدت پوسیدگی و فساد ریشه در سیلو در اثر عوامل بیماری‌زا با استفاده از مقیاس نه‌گانه باتر و همکاران (Buttner *et al.* 2004) برآورد شد. در این مقیاس به ریشه‌های کاملاً سالم نمره یک و به ریشه‌های کاملاً گندیده نمره نه داده شد. ارزیابی مقاومت به بیماری ریزومانیا در مزرعه بر اساس روش لوتر باخر و همکاران (Luterbacher *et al.* 2005) انجام گرفت. براین اساس، رتبه‌بندی گیاهان باریشه‌های سالم (فاقد ریشه ریشی یا تغییر رنگ) نمره یک، گیاهان با ریشه ریشی محدود و قدری تغییر رنگ یافته نمره سه، گیاهان با ریشه ریشی متوسط و تغییر رنگ یافته نمره پنج، گیاهان با ریشه ریشی شدید و به شدت تغییر رنگ یافته نمره هفت و ریشه‌های کاملاً پوسیده نمره نه دریافت نمودند. در ضمن نمرات زوج به بوته‌هایی که حدواسط نمرات فرد بودند داده شد.

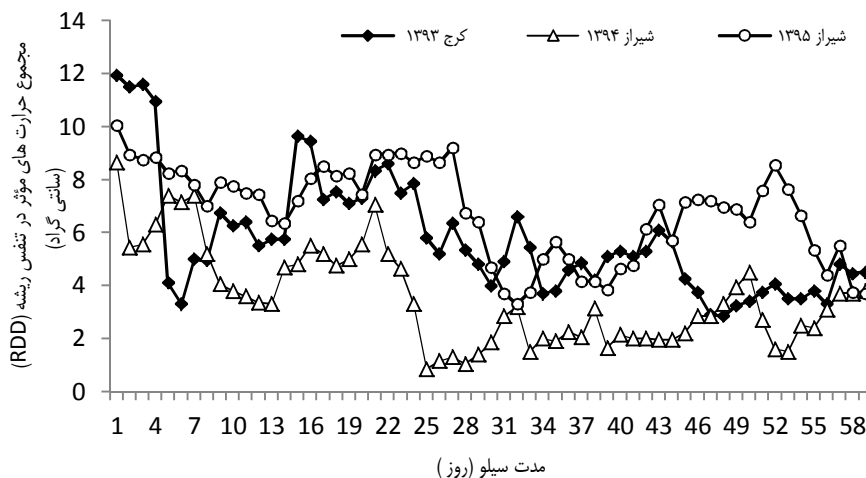
در پایان مدت اجرای طرح، نتایج جمع‌بندی و با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS مورد تجزیه واریانس و مقایسه میانگین قرار گرفتند. بر اساس آزمون F_{max} هارتلی نتایج دو ساله منطقه زرقان فارس به صورت تجزیه مرکب و نتایج منطقه کرج به صورت مجزا گزارش شد. در تجزیه مرکب در مواردی که عامل مورد بررسی با سال اثرات متقابل معنی‌دار بود مقایسه میانگین برای آن عامل بصورت سالانه گزارش شد.

نتایج و بحث

روند تغییرات مجموع حرارت‌های مؤثر در تنفس ریشه چغندرقد (RDD) را در سیلو نشان می‌دهد با افزایش زمان سیلو مقدار (RDD) کاهش داشته که علت آن می‌تواند در اثر کاهش دمای محیط با نزدیک شدن به فصل زمستان باشد (شکل ۱).

در این رابطه T_{max} = دمای بیشینه شبانه روز سیلو، T_{min} = دمای کمینه شبانه روز سیلو و T_b حداقل دمایی است که بیشتر از آن ضایعات تنفس ریشه ملموس است می‌باشد. در این تحقیق T_b ، ۳ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شد (Wyse 1978). کیفیت اولیه ژنوتیپ‌های چغندرقد پس از برداشت و قبل از تشکیل سیلو با برداشت ۳۳ نمونه انجام شد.

صفات اندازه‌گیری شده در این تحقیق شامل: ماده خشک، ساکارز، سدیم، پتاسیم، نیتروژن مضره، پوسیدگی و بریکس و درجه خلوص شربت بودند. درصد قند به روش پلاریمتری، غلظت سدیم و پتاسیم به روش طیف‌سنجی نشر شعله (فلیم فتومتری) و غلظت نیتروژن مضره به روش عدد آبی توسط اسپکتروفتومتر دستگاه بتالایزر اندازه‌گیری شد (Kunz 1998). تعیین درصد مواد جامد محلول حاصل از عصاره ریشه چغندرقد (بر مبنای بریکس) توسط دستگاه رفرکتومتر اندازه‌گیری شد. تعیین ماده خشک ریشه چغندرقد با قرار دادن بخشی از خمیر ریشه (حدود ۲۰ گرم) در آون با دمای 2 ± 103 درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۶ ساعت تا رسیدن به وزن ثابت انجام شد (Lescure 1998). میزان قندملاس با استفاده از فرمول راینفلد و همکاران (Reinefeld *et al.* 1974) برآورد شد. تعیین صفت درجه خلوص شربت از تقسیم ساکارز موجود ریشه به کل مواد جامد محلول عصاره حاصل از ریشه محاسبه شد (Asadi 2007). تعیین صفت ضایعات وزنی از اختلاف وزن نمونه به هنگام شروع سیلو به وزن نمونه هنگام پایان سیلو تقسیم بر تعداد روزهای نگهداری در سیلو به دست آمد و جهت تعیین ضایعات قندی از اختلاف حاصل ضرب وزن نمونه هنگام شروع سیلو در عیار نمونه مشابه آن در مزرعه با وزن نمونه هنگام پایان سیلو در عیار آن به دست آمد که حاصل آن بر تعداد روزهای نگهداری در سیلو



شکل ۱ مقایسه نقطه به نقطه مجموع حرارت‌های مؤثر در تنفس ریشه چغندر قند (RDD) در سیلو

نگهداری بر صفات درجه خلوص و قندملاس در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بودند.

مقایسه میانگین ضایعات وزنی و قندی سال ۱۳۹۳ منطقه کرج با میانگین دو سال ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ منطقه زرقان در جدول ۴ نشان می‌دهد که برای هر سه سال آزمایش مقدار ضایعات وزنی و قندی در ۲۰ روز اول تشکیل سیلو نسبت به ۴۰ روز و ۴۰ روز هم نسبت به ۶۰ روز نگهداری به طور معنی‌داری بیشتر است. این نتیجه با گزارش مارتنز و اولد فیلد (Martens and Oldfield 1970) در رابطه با اینکه در روزهای اول تشکیل سیلو ضایعات وزنی و قندی بیشتر از میانگین آن برای هفته‌های بعد است مطابقت دارد. به‌طور معمول شروع سیلو چغندر قند در اواسط آبان‌ماه انجام می‌شود که هوا به تدریج رو به سردی رفته و موجب کم شدن ضایعات وزنی و قندی چغندر قند در اثر کاهش دمای محیط می‌شود (Vukov and hangyal 1987).

بررسی نتایج جدول تجزیه واریانس برای منطقه کرج در سال ۱۳۹۳ و منطقه زرقان فارس در سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ نشان داد (جدول ۲ و ۳) که اثر اصلی ژنوتیپ و مدت نگهداری چغندر قند در سیلو در منطقه کرج بر صفات ضایعات قندی، ضایعات وزنی، درجه خلوص و قندملاس و همچنین اثر متقابل مدت سیلو \times ژنوتیپ بر صفت ضایعات وزنی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. در منطقه زرقان فارس اثر اصلی ژنوتیپ بر صفات ضایعات قندی، درجه خلوص و قند ملاس و مدت سیلو بر صفات ضایعات قندی، ضایعات وزنی، درجه خلوص و قندملاس اثر معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد نشان داد. همچنین اثر متقابل سال \times ژنوتیپ بر صفات ضایعات قندی و قندملاس در سطح احتمال یک درصد و برای صفت درجه خلوص در سطح احتمال پنج درصد معنی بود. اثر متقابل سال \times مدت سیلو بر صفات درجه خلوص و اثر متقابل سه فاکتور سال \times ژنوتیپ \times مدت

جدول ۲ تجزیه واریانس ساده و مرکب، ژنوتیپ‌های چغندر قند و مدت سیلو بر صفات ضایعات وزنی و ضایعات قندی چغندر قند به ترتیب برای کرج در سال ۱۳۹۳ و زرقان فارس طی دو سال ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵

منابع تغییرات	درجه آزادی	منطقه زرقان		درجه آزادی	منطقه کرج	
		ضایعات وزنی	ضایعات قندی		ضایعات وزنی	ضایعات قندی
سال	۱	۶۶۷۰۴۰۹	۱۹۴۵۸۰**	-	-	-
تکرار (سال)/تکرار	۴	۷۸۲۷۰۵	۱۵۹۱۹	۲	۶۳۹۸۸۰۱۳**	۱۳۳۰۱۰**
ژنوتیپ	۱۰	۸۱۳۲۱۷۲	۱۰۱۱۱۷**	۱۰	۶۷۹۹۴۴۹**	۵۹۳۷۲**
سال × ژنوتیپ	۱۰	۱۸۴۹۶۳۳	۳۹۶۰۷**	-	-	-
تکرار × ژنوتیپ (سال) // تکرار × ژنوتیپ	۴۰	۵۱۹۲۱۴۳	۱۲۲۲۵	۲۰	۱۱۵۶۱۵۵	۱۵۲۴۶
مدت سیلو	۲	۳۳۱۶۷۸۲۰۵**	۷۴۵۵۵۷**	۲	۱۴۳۹۳۱۲۱۳**	۲۷۶۲۱۶**
سال × مدت سیلو	۲	۸۱۸۶۵۹۹	۵۸۲۲	-	-	-
مدت سیلو × ژنوتیپ	۲۰	۷۷۶۸۹۷۷	۱۲۳۷۵	۲۰	۳۳۰۸۳۸۰**	۲۲۷۲۰ ns
سال × مدت سیلو × ژنوتیپ	۲۰	۳۰۷۱۲۴۲	۱۸۸۷۴	--	--	--
خطای کل	۸۸	۴۷۴۵۶۷۱	۱۲۷۶۴	۴	۷۳۳۹۰۷	۵۳۲۰۳
ضریب تغییرات (CV)		۳۰/۴۱	۱۸/۱۸		۱۴/۷۹	۱۹/۳۲

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

جدول ۳ تجزیه واریانس ساده و مرکب، ژنوتیپ‌های چغندر قند و مدت سیلو بر صفات درجه خلوص و قند ملاس چغندر قند در کرج در سال ۱۳۹۳ و زرقان فارس در دو سال ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵

منابع تغییرات	درجه آزادی	منطقه زرقان		درجه آزادی	منطقه کرج	
		درجه خلوص	قند ملاس		درجه خلوص	قند ملاس
سال	۱	۱۳۴۳۴**	۲۶/۵۹**	--	--	--
تکرار (سال)/تکرار	۴	۱۸/۶۷	-/۳۵	۲	۲۸/۹۷	۱/۹**
ژنوتیپ	۱۰	۲۲۵**	۲۱/۰۵**	۱۰	۹۲/۵۴**	۷/۷۵**
سال × ژنوتیپ	۱۰	۵۵/۲۹*	۱/۳۲**	--	--	--
تکرار × ژنوتیپ (سال) // تکرار × ژنوتیپ	۴۰	۲۱/۰۶	-/۵۸	۲۰	۱۸/۵۷	۰/۱۸
مدت سیلو	۳	۵۷۴۶**	۱۱/۲۱**	۳	۵۷۲**	۳۰/۴**
سال × مدت سیلو	۳	۳۳۶۴**	-/۱۰	--	--	--
مدت سیلو × ژنوتیپ	۳۰	۲۹/۶۵	۱/۰۶**	۳۰	۴۰/۱۲ns	۰/۴۹ ns
سال × مدت سیلو × ژنوتیپ	۳۰	۵۰/۸۴**	۱/۰۹**	--	--	--
خطای کل	۱۳۲	۲۶/۲۲	-/۴۹	۶	۷۸/۱۲	۰/۹۴
ضریب تغییرات (CV)		۷/۳۲	۱۶/۴۹		۷/۷۸	۱۲/۹۹

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

جدول ۴ مقایسه میانگین ضایعات وزنی و قندی چغندر قند در اثر مدت سیلو در مناطق مورد بررسی

مدت سیلو (روز)	صفات			
	ضایعات وزنی (کیلوگرم بر تن در روز)		ضایعات قندی (کیلوگرم بر تن در روز)	
	سال ۱۳۹۳ منطقه کرج	میانگین دو سال ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ منطقه زرقان	سال ۱۳۹۳ منطقه کرج	میانگین دو سال ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ منطقه زرقان
۲۰	۸/۴۴۹ a	۹/۲۸ a	۰/۷۲۸a	۰/۷۲۹ a
۴۰	۶/۵۳۶ b	۶/۴۸۷ b	۰/۶۱۸ b	۰/۶۰۶ b
۶۰	۵/۴۷ c	۵/۷۲۱ c	۰/۵۴۶ c	۰/۵۱۷ c

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف یکسان در هر ستون از لحاظ آماری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

بوده و مابقی ژنوتیپ‌های چغندر قند مورد بررسی در این خصوص اختلاف معنی‌دار نداشتند.

در خصوص صفت قندملاس، در سال ۱۳۹۳ منطقه کرج کمترین مقدار قندملاس مربوط به ژنوتیپ‌های چغندر قند شماره ۳۲۰۰۳، ۳۲۸۱۴، ۳۲۰۰۲ بودند و برای هر دو سال ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ منطقه زرقان فارس کمترین مقدار قند ملاس مربوط به ژنوتیپ‌های چغندر قند شماره ۳۲۰۰۳، ۳۲۱۴۴، ۳۲۸۱۴ و ۳۲۰۰۲ بودند که در یک گروه آماری قرار گرفتند.

میانگین نمره پوسیدگی ژنوتیپ‌های چغندر قند در منطقه کرج در سال ۱۳۹۳ برای ۶۰ روز نگهداری در سیلو ۱/۴ از ۹ بود (جدول ۶). این بدان معنی است که تک ریشه‌های سیلو شده از شرایط خوبی طی مدت سیلو برخوردار بودند. میانگین نمره پوسیدگی ژنوتیپ‌های چغندر قند در منطقه زرقان فارس در سال ۱۳۹۴ نمره ۳/۵ و در سال ۱۳۹۵ نمره ۳/۷ از ۹ برای ۶۰ روز سیلو بود. ژنوتیپ‌های شماره ۳۱۹۲۴، ۳۱۹۲۷، ۳۱۹۲۹، ۳۲۰۰۳، ۳۲۸۱۴ با نمره سه از نه برای ۶۰ روز سیلو در هر دو سال ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ دارای پوسیدگی کمتر در سیلو بودند.

جدول ۵ گروه‌بندی میانگین صفات ضایعات قندی، درجه خلوص شربت و قندملاس را برای اثر متقابل مدت سیلو و ژنوتیپ‌های چغندر قند در سال ۱۳۹۳ منطقه کرج و دو سال ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ منطقه زرقان فارس نشان می‌دهد. کمترین ضایعات قندی در سال ۱۳۹۳ منطقه کرج مربوط به ژنوتیپ‌های چغندر قند شماره ۳۱۹۲۴، ۳۱۹۲۷، ۳۱۹۲۹، ۳۱۳۷۰، ۳۲۰۰۳، ۳۲۸۱۴ و ۳۲۰۰۲ بود. در منطقه زرقان فارس در سال ۱۳۹۴ بیشترین ضایعات قندی به طور معنی‌داری مربوط به گروه افشان ۱۹۱ بود و در سال ۱۳۹۵ بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی در این خصوص اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

در سال ۱۳۹۳ در منطقه کرج ژنوتیپ‌های چغندر قند شماره ۳۲۰۰۳، ۳۱۹۲۴، ۳۱۹۲۹، ۳۲۸۱۴، ۳۲۰۰۲ و رقم طوس بیشترین درجه خلوص ریشه را داشتند و در یک گروه آماری قرار گرفتند. در حالی که در منطقه زرقان فارس در سال ۱۳۹۴ ژنوتیپ‌های چغندر قند شماره ۳۲۱۴۴، ۳۱۹۲۴، ۳۱۸۸۷، ۳۲۰۰۳ و رقم طوس بیشترین درجه خلوص را دارا بودند و در یک گروه آماری قرار گرفتند. مقایسه صفت درجه خلوص در سال ۱۳۹۵ منطقه زرقان فارس نشان از بیشتر بودن درجه خلوص رقم طوس

جدول ۵ مقایسه میانگین ضایعات قندی، درجه خلوص و قندملاس چغندر قند در اثر تغییر نوع ژنوتیپ چغندر قند در دو منطقه کرج و زرقان

ژنوتیپ چغندر قند	صفات								
	ضایعات قندی (کیلوگرم بر تن در روز)			درجه خلوص شربت (درصد)			قند ملاس (درصد)		
	سال ۱۳۹۳ منطقه کرج	سال ۱۳۹۴ منطقه زرقان	سال ۱۳۹۵ منطقه زرقان	سال ۱۳۹۳ منطقه کرج	سال ۱۳۹۴ منطقه زرقان	سال ۱۳۹۵ منطقه زرقان	سال ۱۳۹۳ منطقه کرج	سال ۱۳۹۴ منطقه زرقان	سال ۱۳۹۵ منطقه زرقان
۳۱۹۲۴	۰/۵۸۲ dc	۰/۶۰۲b-f	۰/۵۱۸ e-g	۷۲/۴۰ab	۷۷/۹۳ ab	۶۳/۵۶ fg	۵/۳۵ a	۵/۳۸ b	۴/۶۸c
۳۱۹۲۹	۰/۵۵۰ d	۰/۵۸۳c-g	۰/۴۶۷g	۷۰/۴۵abc	۷۱/۴۷cd	۵۶/۳۱ h	۵/۰۳aa	۶/۱۵a	۵/۴۰b
۳۱۹۲۷	۰/۶۲۹ dc	۰/۵۷۴c-g	۰/۴۸۱fg	۶۸/۸۰bcd	۶۹/۳۹de	۶۰/۵۹ g	۵/۴ a	۶/۵۸a	۵/۴۷b
۳۱۳۷۰	۰/۵۵۳ d	۰/۶۲۶ b-e	۰/۵۷۵ c-g	۶۶/۲۰de	۷۵/۵۶bc	۶۱/۹۱g	۳/۹۷c	۳/۶۶ def	۴/۰۴cde
۳۱۸۸۷	۰/۶۵۷ a-c	۰/۵۹۱ c-g	۰/۵۷۴c-g	۶۴/۷۰e	۷۹/۶۸ ab	۶۱/۹۸ g	۴/۵۳ b	۴/۲۴cd	۴/۰۳cde
۳۲۰۰۳	۰/۶۳۴bcd	۰/۵۶۶c-g	۰/۵۶۳bcd	۷۳/۵۰ a	۷۹/۴۴ab	۶۲/۶۵ g	۳/۴۷d	۳/۸۵def	۳/۲۳fg
۳۲۱۴۴	۰/۶۸۷abc	۰/۷۱۹b	۰/۶۲۳b-e	۶۹/۶bcd	۸۰/۸۷a	۶۱/۸۰g	۳/۹۸c	۳/۷۲def	۲/۹۴g
۳۲۸۱۴	۰/۵۵۸ d	۰/۷۲۵b	۵۳d-g	۷۲/۰۰ab	۷۷/۱۳ab	۶۴/۹۲fg	۳/۴۱ d	۴/۱۶cde	۲/۹۶g
۳۲۰۰۲	۰/۵۵۵ d	۰/۶۲۰b-e	۰/۶۵۵bcd	۷۲/۳۰ab	۷۵/۶۹bc	۶۵/۳۱efg	۳/۴۸ d	۴/۰۵cde	۲/۹۸g
۱۹۱	۰/۷۵۵ ab	۰/۸۹۱a	۰/۶۸۹bc	۶۷/۷۰cde	۷۹/۱۰ab	۶۴/۱۶ fg	۴/۱۲ c	۴/۲۵cd	۳/۵۰Efg
طوس	۰/۷۷۵ a	۰/۶۲۷b-e	۰/۶۸۰bc	۷۱/۴۰ab	۸۱/۵۹ a	۶۴/۷۲def	۳/۴۴d	۴/۲۹cd	۴/۱۲Cde

میانگین‌های دارای حروف یکسان در هر ستون از لحاظ آماری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

ریزومانی در سال ۱۳۹۵ نسبت به سال ۱۳۹۴ باشد (جدول ۶).
درجه خلوص ژنوتیپ‌های ۳۲۰۰۳ و ۳۲۸۱۴ در سال ۱۳۹۴ تا ۴۰ روز و در سال ۱۳۹۵ تا ۲۰ روز پس از برداشت در سیلوی چغندر قند دارای اختلاف معنی‌دار نبودند که می‌تواند نشان از تأثیر بیماری ریزومانی بر شدت تنفس ریشه در سیلو باشد (Campbell and Klotz 2008).

بررسی اثر متقابل سال × ژنوتیپ و مدت نگهداری چغندر قند در سیلو بر گروه‌بندی میانگین صفت درجه خلوص در جدول ۷ نشان داد که افزایش مدت نگهداری موجب کاهش درجه خلوص شربت حاصل از ریشه چغندر قند می‌گردد به‌ویژه در سال ۱۳۹۵ برای ۴۰ و ۶۰ روز نگهداری چغندر قند در سیلو مقدار درجه خلوص برای تمامی ژنوتیپ‌های مورد بررسی کاهش معنی‌دار نشان داد علت آن احتمالاً می‌تواند شدت بیشتر آلودگی به بیماری

جدول ۶ میانگین نمره پوسیدگی ریشه چغندر قند در هنگام برداشت، ۴۰، ۶۰ و روز نگهداری در سیلو و میانگین نمره آلودگی مزرعه در سال ۱۳۹۳ منطقه کرج و دو سال ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ منطقه زرقان

شماره ژنوتیپ چغندر قند	میانگین نمره پوسیدگی ریشه (۹-۱)												شاخص آلودگی مزرعه به بیماری ریزومانیا (DI) (۹-۱)		
	زمان برداشت سال			۲۰ روز سیلو سال			۴۰ روز سیلو سال			۶۰ روز سیلو سال			۹۳	۹۴	۹۵
	۹۳	۹۴	۹۵	۹۳	۹۴	۹۵	۹۳	۹۴	۹۵	۹۳	۹۴	۹۵			
۳۱۹۲۴	۱	۱	۱	۱/۵	۱	۳	۱/۰	۲/۰	۳/۰	۱/۴	۳/۰	۳	۱	۳/۰	۴/۰
۳۱۹۲۹	۱	۱	۱	۱/۶	۱	۳	۱/۳	۲/۰	۳/۰	۱/۴	۳/۰	۳	۱	۳/۰	۳/۰
۳۱۹۲۷	۱	۱	۱	۱/۶	۱	۲	۱/۳	۲/۰	۲/۰	۱/۳	۳/۰	۳	۱	۳/۰	۵/۰
۳۱۳۷۰	۱	۱	۱	۲/۱	۱	۲	۱/۹	۲/۰	۲/۰	۱/۸	۳/۰	۴	۱	۳/۰	۵/۰
۳۱۸۸۷	۱	۱	۱	۱/۳	۱	۲	۱/۴	۲/۰	۲/۰	۱/۳	۳/۰	۴	۱	۳/۰	۶/۰
۳۲۰۰۳	۱	۱	۱	۱/۴	۱	۲	۱/۴	۲/۰	۲/۰	۱/۵	۳/۰	۳	۱	۳/۰	۵/۰
۳۲۱۴۴	۱	۱	۱	۱/۴	۱	۳	۱/۲	۲/۰	۳/۰	۱/۳	۳/۰	۵	۱	۲/۰	۴/۰
۳۲۸۱۴	۱	۱	۱	۱/۳	۱	۳	۱/۴	۲/۰	۴/۰	۱/۴	۳/۰	۳	۱	۳/۰	۵/۰
۳۲۰۰۲	۱	۱	۱	۱/۳	۲	۳	۱/۵	۵/۰	۳/۰	۱/۵	۶/۰	۵	۱	۳/۰	۴/۰
۱۹۱	۱	۱	۱	۱/۴	۲	۳	۱/۳	۵/۰	۴/۰	۱/۶	۶/۰	۵	۱	۴/۰	۷/۰
طوس	۱	۱	۱	۱/۴	۲	۲	۱/۴	۲/۰	۲/۰	۱/۴	۳/۰	۳	۱	۳/۰	۳/۰
میانگین	۱	۱	۱	۱/۵	۱/۲	۲/۵	۱/۴	۲/۵	۲/۷	۱/۴	۲/۵	۳/۷	۱	۳/۰	۴/۶

جدول ۷ اثر متقابل سال، ژنوتیپ و مدت سیلو بر میانگین صفات درجه خلوص چغندر قند در سیلو در دو سال ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ منطقه زرقان

سال	درجه خلوص چغندر قند (درصد)							
	شماره ژنوتیپ	۱۳۹۴ مدت سیلو (روز)			۱۳۹۵ مدت سیلو (روز)			۶۰
		برداشت	۲۰	۴۰	۶۰	برداشت	۲۰	
۳۱۹۲۴	۸۰a-i	۷۸a-j	۷۹a-i	۷۵a-k	۸۳a-d	۷۵b-m	۴۷p-s	۵۰o-r
۳۱۹۲۹	۷۳c-m	۷۰h-m	۶۷j-m	۷۵a-m	۷۳c-m	۷۱f-m	۴۵q-t	۳۶t
۳۱۹۲۷	۷۷a-k	۶۵l-n	۶۵m-n	۷۱g-m	۷۵a-k	۷۳e-m	۴۸o-s	۴۸o-s
۳۱۳۷۰	۷۸a-i	۷۷a-k	۷۲d-m	۷۵b-m	۷۷a-k	۷۸a-i	۳۹st	۵۴opq
۳۱۸۸۷	۸۴fab	۸۹a-i	۸۰a-i	۷۶a-k	۷۸a-i	۸۰a-i	۴۱rst	۴۹o-r
۳۲۰۰۳	۸۴fab	۸۰a-i	۸۰a-i	۷۴b-m	۷۹a-i	۷۷a-k	۴۱rst	۵۴opq
۳۲۱۴۴	۸۳a-d	۸۳a-d	۷۸a-i	۸۰a-i	۷۵a-k	۷۶a-k	۴۵q-t	۵۰o-r
۳۲۸۱۴	۸۲a-d	۸۱a-g	۷۸a-i	۶۷klm	۸۰a-i	۷۴b-m	۵۲opq	۵۴opq
۳۲۰۰۲	۸۳a-d	۷۱f-m	۷۹a-i	۷۰g-m	۸۱a-h	۷۷a-j	۵۲opq	۵۱opq
۱۹۱	۸۳a-c	۸۰a-h	۷۹a-i	۷۴b-m	۷۷a-k	۷۰i-m	۵۲opq	۵۷no
طوس	۸۶a	۷۹a-i	۸۲a-f	۸۰a-i	۸۳abc	۸۲a-e	۵۶nop	۵۰o-r

میانگین‌های دارای حروف یا علائم یکسان در هر سطر و ستون از لحاظ آماری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

نتیجه‌گیری

تنفس مهمترین عامل مصرف قند و تغییرات شیمیایی ریشه چغندر قند بعد از برداشت به حساب می‌آید و دما بزرگترین اثر را بر روی سرعت تنفس ریشه چغندر قند در سیلو دارد (Van der poel *et al.* 1998). مجموع حرارت‌های مؤثر در تنفس ریشه چغندر قند (RDD) با افزایش مدت سیلو در سه سال آزمایش در هر دو منطقه کرج و زرقان فارس روند تغییرات کاهشی داشته و اختلاف بزرگی بین مجموع حرارت‌های مؤثر تنفس ریشه در دو منطقه مشاهده نشد. از طرفی افزایش مدت سیلو تا ۶۰ روز موجب افزایش پوسیدگی ریشه بین ژنوتیپ‌های چغندر قند مورد بررسی در دو منطقه گردید. شدت پوسیدگی در سیلوی منطقه کرج (بدون آلودگی به بیماری ریزومانیا) کمتر از سیلوی منطقه زرقان فارس (آلوده به بیماری ریزومانیا) بود. بر اساس گزارشات موجود شدت تنفس ریشه چغندر قند برای ارقام مقاوم و حساس رشد کرده در منطقه آلوده به ریزومانیا در سیلو متفاوت است. بنابراین پوسیدگی بیشتر ژنوتیپ‌های چغندر قند مورد بررسی در منطقه زرقان می‌تواند متأثر از رشد ریشه‌ها در منطقه آلوده به بیماری ریزومانیا باشد (Campbell *et al.* 2008).

در انتخاب ژنوتیپ چغندر قند با سیلو پذیری بهتر علاوه بر توجه به پایین بودن پوسیدگی و ضایعات قندی در مدت سیلو به سایر صفات کیفی از قبیل درجه خلوص شربت و قند ملاس نیز باید اهمیت داد. بین ژنوتیپ‌های چغندر قند مورد بررسی ژنوتیپ‌های شماره ۳۱۹۲۴، ۳۱۹۲۷، ۳۱۹۲۹، ۳۲۰۰۳، ۳۲۸۱۴ در منطقه زرقان فارس دارای پوسیدگی کمتر بودند.

بین ژنوتیپ‌های شماره ۳۱۹۲۴، ۳۱۹۲۷، ۳۱۹۲۹، ۳۲۰۰۳، ۳۲۸۱۴ با پوسیدگی کمتر، قند ملاس ژنوتیپ‌های ۳۲۰۰۳ و ۳۲۸۱۴ در هر دو منطقه کرج و زرقان فارس کمتر بود. بین دو ژنوتیپ ۳۲۰۰۳ و ۳۲۸۱۴ با پوسیدگی و قند ملاس کمتر، ژنوتیپ ۳۲۰۰۳ از ضایعات قندی کمتری برخوردار بود. همچنین ژنوتیپ چغندر قند شماره ۳۲۰۰۳ در هر دو منطقه مورد بررسی دارای درجه خلوص شربت بیشتر بود. در نتیجه ژنوتیپ چغندر قند شماره ۳۲۰۰۳ با توجه به نتایج پوسیدگی، قند ملاس و ضایعات قندی کمتر و درجه خلوص بیشتر می‌تواند در فرایندهای اصلاحی بعدی به عنوان ژنوتیپ چغندر قند با سیلو پذیری بهتر مورد استفاده قرار گیرد.

منابع مورد استفاده:

References:

- Abdollahian Noghabi M, Babaei B, Fotohi K. Improving the quality of the technology and reducing the waste of sugar beet harvesting and storage. In: Taleghani D, SadeghZadeh Hamati S, Mesbah M. National Strategy Paper for Sugar Beet Research. Sugar Beet Seed Institute 2010; chapter 15; 520 pp (in Persian).
- Abdollahian Noghabi M, Babaei B, Mansouri B, Noushad h. Effect of storage method in field silage on weight loss and quality of sugar beet. Journal of Sugar Beet. 2009; 25 (1), 71-86. (In Persian, abstract in English).
- Akeson WR. Methods for estimating sucrose loss in laboratory storage tests. Journal of the American society of sugar beet technologists. 1980; 21 56-73.

- Alimoradi A. Biochemical changes of sugar beet quality in storage duration. Iran Sugar Industries Journal. 2002; 154 136-125.
- Asadi, M. Beet-sugar handbook. 2007; A John Wiley and Sons, incorporation, 884 pp.
- Buttner G, Pfahler B, Marlande B. Greenhouse and field techniques for testing sugar beet for resistance to Rhizoctonia root and crown rot. Plant Breeding, 2004; 123 158-166.
- Burcky K, Maier J. Sugar loss in beets stored in field clamps with and without cover. Zukerindustrie. 2005; 130 (12) 891-896.
- Campbell LG, Klotz KL. Postharvest storage losses associated with rhizomania in Sugar beet. Plant Diseases. 2008; 92 572-580.
- Campbell LG, Windels CE, Fugate, KK, Brantner JR. Postharvest losses associated with severity of rhizoctonia crown and root rot of sugarbeet at Harvest. Journal of Sugar Beet Research. 2014; 51 (1) 31-51.
- De Biaggi M, Stevanato P, Trebbi D, Saccomani M, Biancardi, E. Sugar beet resistance to rhizomania: State of the art and perspectives. Sugar Technology. 2010; 12 (3-4) 238-242.
- Kenter C, Hoffmann C, Märlander B. Sugar beet as raw material Advanced storage management to gain good processing quality. Sugar industry. 2006; 131 706-720.
- Kenter C, Hoffman C. Influence of drought stress on quality and storage properties of sugarbeet. Sugar Industry. 2008; 133 155-160.
- Kenter C, Hoffmann CM. Changes in the processing quality of sugar beet (*Beta vulgaris L.*) during long-term storage under controlled conditions. International journal of food science and technology. 2009; 44 910-917.
- Klotz KL, Campbell LG. Effects of Aphanomyces root rot on carbohydrate impurities and sucrose extract ability in postharvest sugar beet. Plant Disease. 2009; 93 94-99.
- Kunz M. Beet. The International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis (ICUMSA) general subject 6. 1998; 138-146.
- Lescure JP. Beet sugar Processing. The International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis (ICUMSA), general subject 8. 1998; 153-161.
- Luterbacher MC, Asher MJC, Beyer W, Mandolino G, Scholten OE, Frese L, Biancardi E, Stevanato P, Mechelke W, Slyvchenko O. Sources of resistance to diseases of sugar beet in related Beta germplasm: Soil borne diseases. Euphytica. 2005; 141 49-63.
- Martens M, Oldfield JFT. Storage of sugar beet in Europe report of an IIRB enquiry. Journal of the Institute for Sugar Beet Research, 1970; 5 102-28.

- Reinefeld E, Emmerich A, Baumgarten G, Winner C, Beiss U. Zur voraussage des melassezuckers aus rubenanalysen. Zucker; 1974; 27 2-15.
- Strausbaugh CA, Rearick E, Camp S, Gallian JJ, Dyer AT. Influence of beet necrotic yellow vein virus on sugar beet storability. Plant Diseases. 2008; 92 581-587.
- Strausbaugh CA, Eujayl I, Rearick E, Foot P, Elison D, Sugar beet cultivar evaluation for storability and rhizomania resistance. Plant Diseases. 2009; 93 632-638.
- Van der poel PW, Schiweck H, Schwartz T. Sugar technology beet and cane sugar manufacture Verlag Dr Albert Bartens KG 1998; 1120 pp.
- Vukov K, Hangyal K. Sugar beet storage. Sugar Technological Review, 1985; 12 143-265.
- Wyse R. Effect of harvst injuries on respiration and sucrose loss in sugarbeet roots during storage. Journal of the American Society of Sugar Beet Technologists, 1978; 20 193-202.