

اثر روش نگهداری ریشه در سیلوی کنار مزرعه بر ضایعات وزنی و کیفیت تکنولوژیکی چغندر قند

Effect of on-farm storage method on root mass and sugar losses of sugar beet

محمد عبداللهیان نوقابی^{۱*}، بابک بابایی^۲، بیتا منصوری^۲ و حمید نوشاد^۲
تاریخ دریافت: ۸۶/۱۲/۲؛ تاریخ پذیرش: ۸۸/۶/۶

م. عبداللهیان نوقابی، ب. بابایی، ب. منصوری و ح. نوشاد. ۱۳۸۸. اثر روش نگهداری ریشه در سیلوی کنار مزرعه بر ضایعات وزنی و کیفیت تکنولوژیکی چغندر قند. مجله چغندر قند ۲۵(۱): ۷۱-۸۵.

چکیده

پژوهش حاضر با هدف بررسی ضایعات کمی و کیفی ریشه‌های چغندر قند تحت شرایط دو روش نگهداری در کنار مزرعه برای مدت زمان‌های مختلف در سال ۱۳۸۴ در مزرعه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات چغندر قند واقع در کمال شهر کرج انجام شد. بررسی به صورت آزمایش فاکتوریل اسپلیت پلات در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با نه تکرار صورت گرفت. ترکیبی از دو زمان برداشت (نیمه آبان و نیمه آذر) با دو روش نگهداری چغندر قند در مزرعه (سیلوی توصیه شده در کنار مزرعه و به صورت کپه‌ای مشابه روش متداول توسط برخی از کشاورزان) در کرت‌های اصلی و مدت زمان نگهداری ریشه‌ها در سیلو (دو، چهار، شش و هشت هفته) در کرت‌های فرعی اختصاص یافتند. خصوصیات کمی و کیفی ریشه چغندر قند و همچنین تغییرات دما و ضایعات وزنی و قندی قبل از سیلو و در پایان مدت نگهداری اندازه‌گیری شد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر روش نگهداری و مدت نگهداری برای همه صفات‌های مورد بررسی معنی‌دار ($P < 0.01$) است. در برداشت آبان ماه، متوسط کمینه دمای داخل سیلوی توصیه شده معادل ۲/۵ و در داخل کپه معادل ۳/۰- و در هوای اطراف سیلوه‌ها معادل ۸/۰- درجه سانتی‌گراد بود. میانگین ضایعات وزنی و ضایعات قندی چغندر قند در روش نگهداری به صورت کپه‌ای در سطح مزرعه به ترتیب ۲/۶ و سه برابر بیشتر از سیلوی کنار مزرعه بود. نگهداری چغندر قند به صورت کپه‌ای در سطح مزرعه اگرچه باعث افزایش عیار معادل ۲/۴۸ درصد نسبت به ریشه‌های نگهداری شده در سیلوی کنار مزرعه گردید، عمدتاً به دلیل ۴/۶ درصد پلاسیدگی ریشه در اثر از دست دادن رطوبت) لکن مقدار ساکاروز بر مبنای ماده خشک آن ۴۰/۲ درصد کم‌تر بود. با افزایش مدت نگهداری تا شش هفته، درصد قند و درصد ماده خشک ریشه به طور معنی‌داری افزایش یافت ولی میانگین ضایعات وزنی روزانه ریشه چغندر قند در دو هفته اول حدود ۴۰ درصد بیشتر از دو هفته بعد بود. اگرچه برای هر تن چغندر قند که از مزرعه بارگیری و در کنار مزرعه به صورت سیلوی توصیه شده نگهداری شود ۵۰۶۲۵ ریال هزینه شد در مقابل، ضایعات شکر در این روش معادل ۱۰۷۲ گرم شکر به ازای هر تن چغندر قند در هر روز به ارزش ۵۸۹۶ ریال کم‌تر از روش نگهداری به صورت کپه‌ای در سطح مزرعه بود. بنابراین اگر کشاورز بخواهد چغندر قند را بیش از نه روز (معادل ۲۷ درجه روز از لحاظ مجموع واحدهای حرارتی مؤثر در تنفس ریشه، RDD) در مزرعه نگهداری نماید از لحاظ اقتصادی توجیه دارد که ریشه‌ها را در سیلوی توصیه شده در کنار مزرعه نگهداری نماید. لذا توصیه می‌گردد کارخانه‌های قند از طریق مساعدت‌های تشویقی، کشاورزان را ترغیب نموده تا ریشه‌های برداشت شده از مزرعه بلافاصله در کنار مزرعه به روش صحیح سیلو و در فرصت مناسب به کارخانه قند حمل گردد.

واژه‌های کلیدی: تلفات وزنی، چغندر قند، دمای سیلوی کنار مزرعه، ضایعات قندی، کلش گندم، هزینه نگهداری

۱- دانشیار موسسه تحقیقات چغندر قند-کرج *نویسنده مسئول Noghabi@yahoo.com

۲- مربی پژوهشی موسسه تحقیقات چغندر قند-کرج

مقدمه

در حال حاضر ظرفیت کارخانه‌های قند کشور کمتر از میزان چغندر قندی است که به صورت روزانه برداشت می‌شود. گاهی اوقات در روزهایی که هوا مناسب است، تعداد زیادی از کشاورزان جهت کشت گندم در زمین چغندر قند اقدام به برداشت محصول می‌کنند. در این شرایط، ریشه‌های برداشت شده به صورت کپه‌های کوچک در مزرعه ذخیره می‌شوند و زارعین به دلیل هزینه‌بر بودن تهیه سیلو در کنار مزرعه، از انجام این کار خودداری می‌کنند. در صورتی که در این دوره با بارندگی‌های فصلی مواجه شوند، مدت زمان نگهداری ریشه‌های برداشت شده در مزرعه طولانی‌تر می‌شود. در این شرایط، احتمال یخ‌زدگی ریشه‌ها نیز وجود دارد. حمل ریشه‌های یخ‌زده به کارخانه قند و نگهداری در سیلوی کارخانه نیز باعث افزایش ضایعات سیلو می‌شود. میزان ضایعات چغندر قند در سیلوی کارخانه‌های قند کشور طی سال‌های مختلف بسته به شرایط آب و هوایی بین حدود ۱۵۰ تا ۲۵۰ هزار تن چغندر قند در نوسان بوده است. ریشه‌های چغندر قند در سال ۱۳۸۲ در برخی استان‌ها دچار یخ‌زدگی شد و ضایعات ناشی از آن به حداکثر مقدار خود برابر ۲۶۵۲۰۹ تن چغندر قند رسید. این مقدار معادل ۴/۵ درصد کل چغندر قند خریداری شده در آن سال (۵۹۳۳۴۹۲ تن) (بی‌نام، ۱۳۸۲) و معادل ۴۴۵۵۵ تن شکر به ارزش اقتصادی ۲۷۰ میلیارد ریال بود.

بررسی‌ها نشان می‌دهد چغندرهایی که در معرض باد و نور خورشید قرار دارند و یا در سطح

سیلوا انبار می‌شوند، بالاترین میزان ضایعات قندی و وزنی را نسبت به سایر چغندرها دارند (اسماعیل‌زاده کناری ۱۳۸۱، Tschernjawska and Chelemski 1997; Akesson 1981). پلاسیده شدن چغندر قند بر اثر وزش باد باعث تسریع در تولید قند انورت می‌شود. پلاسیدگی به هیدرولیز پروتئین‌ها سرعت می‌بخشد و در نتیجه، میزان نیتروژن موجود در چغندر قند به صورت ترکیبات آمینه افزایش می‌یابد (اسماعیل‌زاده کناری ۱۳۸۱، Vander Poel et al. 1998). در برخی شرایط، میزان ساکاروز در ریشه چغندر قند پلاسیده به حدود یک‌سوم ریشه‌های سالم تقلیل می‌یابد و علاوه بر آن، مقاومت ریشه‌های تُرد در برابر ضربات مکانیکی ناشی از حمل و نقل بیش از ریشه‌های پلاسیده است (Brown and Filbrow 1996; Houghton and Hopkinson 1998). ریشه‌هایی که در مزرعه به صورت کپه‌های کوچک رها می‌شوند، دارای سطح جانبی بیشتری در مجاورت با هوای آزاد نسبت به چغندرهای سیلو شده هستند. در نتیجه، میزان ضایعات آن‌ها که در معرض باد و نور خورشید قرار می‌گیرند، بیشتر از ریشه‌های سیلوشده است. علاوه بر آن، در صورت سرد شدن هوا و بروز یخبندان میزان چغندرهای یخ‌زده در سیلو بسیار کمتر از چغندرهای رها شده در سطح زمین زراعی است. در اثر نگهداری چغندر قند در سیلوی کنار مزرعه و هم‌چنین در سیلوی کارخانه قند در شرایط گرم مدیترانه‌ای در ایتالیا، ضایعات بین ۴ تا ۵ کیلوگرم

چغندرقد افزایش می‌یابد و در اندازه گیری میزان ساکارز با روش پلاریمتری خطا ایجاد می‌کند (Augustinussen et al. 1995).

لذا این پژوهش جهت بررسی و مقایسه ضایعات وزنی و کیفی ریشه چغندرقد که تحت شرایط دو روش کپه کوچک در سطح مزرعه و سیلوی کنار مزرعه برای مدت زمان‌های مختلف نگهداری شوند انجام گردید.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در مزرعه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات چغندرقد واقع در کمال‌شهر کرج در سال ۱۳۸۴ انجام شد. بررسی به صورت آزمایش فاکتوریل اسپلیت‌پلات با نه تکرار در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی انجام شد. ترکیبی از دو زمان برداشت (نیمه آبان و نیمه آذر) و دو روش سیلوی کنار مزرعه (سیلوی توصیه شده و روش کپه‌ای متداول توسط برخی از کشاورزان) به صورت فاکتوریل به کرت‌های اصلی اختصاص یافتند. مدت زمان نگهداری ریشه‌ها در سیلو شامل دو، چهار، شش و هشت هفته به‌عنوان کرت‌های فرعی منظور شدند. هر واحد آزمایشی (نمونه) شامل یک کیسه توری پلاستیکی حاوی حدود ۲۵ ریشه چغندرقد بود. در هر کیسه، خصوصیات کمی و کیفی چغندرقد قبل از قرار دادن در سیلو و هم‌چنین پس از هر مدت نگهداری در سیلو برای تیمارهای مختلف برداشت چغندرقد از مزرعه تعیین شد. ضمناً تعداد نه کیسه به‌طور تصادفی از بین نمونه‌ها انتخاب و به

در هر تن در هر روز گزارش شده است (Mantovani and Vaccari 1990).

دمای کمتر از دو درجه سانتی‌گراد زیر صفر باعث یخ زدن ریشه می‌شود و لذا، باید روی سیلو پوشیده شود (Houghton and Hopkinson 1998). استفاده از پوشش‌های مختلف در سیلوی کنار مزرعه در شرایط اقلیمی اروپا باعث شد هنگامی که دمای محیط تا ۱۳- درجه سانتی‌گراد کاهش یافت، دمای داخل سیلوی کنار مزرعه با پوشش یک لایه ولیس و پوشش سه‌لایه‌ای ولیس - کلش گندم - ولیس به‌ترتیب در حد ۲- و ۲+ درجه سانتی‌گراد باقی ماند و کمتر دچار یخ‌زدگی شد (شیخ‌الاسلامی، ۱۳۸۶). یخ‌زدگی و پس از آن باز شدن یخ، علاوه بر آنکه باعث افزایش میزان آنیون‌های موجود در شربت خام می‌شود، شرایط را برای فعالیت آنزیم‌ها و میکروارگانیزم‌های موجود مساعد می‌کند و در نهایت، باعث فساد سریع در چغندرقد می‌شود (Tschernjawska and Chelemski 1997; Houghton and Hopkinson 1998; Vander Poel et al. 1998).

ضایعات ناشی از تنفس ریشه چغندرقد با دما رابطه مثبت دارد ولی این رابطه خطی نیست یعنی میزان تنفس ریشه چغندرقد در یک تا دو روز اول نگهداری در بیشترین مقدار است و پس از حدود چهار روز نگهداری تقریباً ثابت و به حدود ۳۰ میلی‌لیتر گاز کربنیک به ازاء هر کیلوگرم ریشه در هر ساعت می‌رسد (Dilley et al. به نقل از Vander Poel et al. 1998). در اثر انبارداری، میزان قند انورت در ریشه

کنار مزرعه و هم‌چنین مطابق روش کشاورزان به صورت کپه‌های کوچک در سطح مزرعه نگهداری شدند. نیمی از ریشه‌ها در سیلویی با شرایط سطح صاف و خشک به ارتفاع حداکثر دو متر و پهنای دو الی ۲/۵ متر و طول سه متر ذخیره شد (به حجم حدود ۱۲ مترمکعب). روی سیلو با لایه‌ای از کلش گندم (بدون بسته‌بندی) به ضخامت حدود ۱۰ سانتی‌متر (شیخ‌الاسلامی ۱۳۸۶) پوشیده شد. در روش کپه‌ای نیز ریشه‌ها در کپه‌های کوچک (به حجم حدود یک مترمکعب) در داخل مزرعه به عنوان روش متداول کشاورز (شاهد) نگهداری شد (بساطی ۱۳۸۶). هر کپه شامل چهار عدد کیسه توری (هر کیسه حاوی حدود ۲۵ عدد ریشه) بود که در کنار هم روی زمین قرار داده شد. اطراف کیسه‌ها نیز با حدود ۵۰ عدد ریشه چغندر قند پوشیده شد که در مجموع در هر کپه حدود ۱۵۰ عدد ریشه چغندر قند قرار داشت.

جهت اندازه‌گیری تغییرات دما در داخل کپه یا سیلوی کنار مزرعه، لوله‌های PVC به قطر ۱۰ سانتی‌متر و طول مناسب به طور مورب داخل توده چغندر قند قرار داده شد به طوری که دماسنج با دمای مرکز توده به تعادل رسید. ضمناً جهت جلوگیری از تبادل دمای مرکز سیلو با بیرون از طریق لوله PVC، درب لوله که در بیرون از توده قرار داشت پس از هر قرائت با درپوش یونولیتی به ضخامت ۱۰ سانتی‌متر بسته نگه داشته شد. در داخل هر لوله یک عدد دماسنج مینیمم - ماکزیمم قرار داده و دمای کمینه و بیشینه به‌طور روزانه قرائت و ثبت شد.

عنوان معیار کیفی قبل از قرار دادن در سیلو مورد تجزیه قرار گرفت. برای اندازه‌گیری کاهش وزن چغندر قند و ضایعات شکر طی مدت نگهداری در سیلو، وزن مجموع ۲۵ ریشه قبل و بعد از سیلو توزین و مقدار ضایعات شکر با استفاده از روش آکسون (Akeson 1981) محاسبه شد. پس از شستشوی ریشه‌ها، از مجموع آن‌ها با استفاده از دستگاه تک‌اره سیستم ونما به طور تصادفی از قسمت‌های مختلف مجموع ۲۵ ریشه به عنوان معیار، نمونه خمیر تهیه شد. صفات وزن ریشه، درصد قند، مقدار ناخالصی‌های پتاسیم، سدیم و نیتروژن مضره، میزان قند انورت، بریکس عصاره و درصد ماده خشک طبق روش‌های استاندارد اندازه‌گیری شد. درصد قند نمونه‌ها توسط دستگاه پلاریمتر و غلظت سدیم و پتاسیم توسط دستگاه فلیم‌فتمتر و نیتروژن مضره توسط دستگاه تست آمین و به روش عدد آبی اندازه‌گیری شد (شیخ‌الاسلامی ۱۳۷۶). سپس توسط فرمول راینفیلد و همکاران (Reinefeld et al. 1974) میزان قند ملاس ریشه‌ها تعیین شد. مقدار بریکس عصاره، درصد قند قابل استحصال، درجه خلوص شربت خام و ضریب استحصال شکر در تیمارهای مختلف بر اساس روابط استاندارد محاسبه شد (عبداللهیان نوقایی و همکاران ۱۳۸۴). برای اندازه‌گیری میزان قند انورت از روش شیمیایی احیای محلول مس استفاده شد (ریاحی و سجادی ۱۳۶۹).

در پاییز پس از برداشت چغندر قند از مزرعه در نیمه آبان و نیمه آذر، ریشه‌ها در سیلوی توصیه شده در

بیشتر از کمینه دمای داخل کپه و دمای کمینه محیط اطراف بود (شکل ۱). متوسط کمینه دمای داخل سیلوی توصیه شده برای برداشت آبان معادل ۲/۵ و در داخل کپه معادل ۰/۳- و در هوای اطراف سیلوه‌ها معادل ۰/۸- درجه سانتی‌گراد بود. بیش‌ترین اختلاف دمای محیط (که با دمای کپه تقریباً برابر بود) با دمای داخل سیلوی توصیه شده معادل نه درجه سانتی‌گراد در ۳۰ دی اتفاق افتاد (شکل ۱). این نتایج نشان دهنده این است که احتمال یخ‌زدگی ریشه‌ها در داخل سیلوی توصیه شده خیلی کم‌تر از ریشه‌های داخل کپه بود. نتایج تحقیقی تحت شرایط اقلیمی اروپا نشان داد که استفاده از پوشش‌های ولیس و کلش گندم روی سیلوی کنار مزرعه باعث شد دمای داخل سیلو تا حدود ۱۰ درجه سانتی‌گراد گرم‌تر از دمای محیط باشد (شیخ‌الاسلامی ۱۳۸۶). برای ریشه‌های برداشت شده در نیمه آذر که تا نیمه بهمن در سیلوه‌ها نگهداری شده بودند نیز متوسط کمینه دمای داخل سیلوی توصیه شده طی سه ماه معادل ۰/۶- و در داخل کپه طی این مدت معادل ۲/۲- و در هوای اطراف سیلوه‌ها معادل ۳/۵- درجه سانتی‌گراد بود. به‌طور کلی نتایج متوسط کمینه دما نشان داد که دمای داخل سیلوی توصیه شده نسبت به ریشه‌های داخل کپه در شرایط مناسب‌تری حفظ شد و از خطر یخ‌زدگی در امان ماند. نتایج تحقیقات یوئدا و همکاران (Ueda et al. 2001) نیز نشان داد پوشاندن سیلو با الیاف مناسب باعث شد نوسانات دما در داخل سیلو کم‌تر از محیط بیرون باشد و در نتیجه، ضایعات

با توجه به این که شرایط آب و هوایی از لحاظ دما طی مدت نگهداری ریشه‌ها در تیمارهای مختلف متفاوت بود، معادل هر یک از روزهای نگهداری ریشه‌ها در سیلو طی دوره انجام پژوهش از شاخصی تحت عنوان «مجموع واحدهای حرارتی مؤثر در تنفس ریشه» (Respiration Degree Days = RDD) استفاده شد. ضایعات ناشی از تنفس ریشه چغندرقد با دما رابطه مثبت دارد (Vander Poel et al. 1998) و در دمای بالاتر از صفر درجه سانتی‌گراد (Vukov and 1985) یا بالاتر از یک تا سه درجه سانتی‌گراد (Hangyal Wyse به نقل از Vander Poel et al. 1998) افزایش ضایعات ناشی از تنفس ریشه چغندرقد ملموس است، لذا در این پژوهش مجموع دماهای بالاتر از صفر درجه سانتی‌گراد (به عنوان کف) در محاسبه واحدهای حرارتی مؤثر در تنفس ریشه طبق رابطه I در نظر گرفته شد.

$$RDD = \sum \frac{T_{max} + T_{min}}{2} - T_b \quad \text{رابطه I}$$

$$\text{If } \therefore T_{min} < 0 \circ C \Rightarrow T_{min} = 0 \circ C$$

که در این رابطه RDD ، مجموع واحدهای حرارتی مؤثر در تنفس ریشه؛ T_{max} ، دمای بیشینه در هر ۲۴ ساعت در مرکز سیلو؛ T_{min} ، دمای کمینه در هر ۲۴ ساعت در مرکز سیلو و T_b ، کم‌ترین دمایی که بیش‌تر از آن ضایعات تنفس ریشه ملموس است.

نتایج و بحث

نمودار تغییرات کمینه دمای روزانه در داخل کپه و سیلوی کنار مزرعه طی مدت نگهداری نشان داد که همواره کمینه دمای داخل سیلوی توصیه شده

به متوسط بیشینه دمای داخل کپه در کل مدت نگهداری کمتر بود. سایر محققین نیز نتایج مشابهی را گزارش کرده‌اند (شیخ‌الاسلامی ۱۳۸۶؛ Ueda et al. 2001).

اثر روش نگهداری و همچنین مدت نگهداری چغندر قند برای تمام صفت‌های مورد مطالعه در این پژوهش معنی‌دار ($P < 0.01$) شد. نتایج مقایسه دو روش نگهداری چغندر قند نشان داد ریشه‌هایی که به صورت کپه‌ای و در سطح مزرعه مطابق روش کشاورز نگهداری شده بودند در مقایسه با ریشه‌های نگهداری شده در سیلوی کنار مزرعه و با روش توصیه شده، ضایعات وزنی ریشه، درصد قند، درصد قند قابل استحصال، درصد قند ملاس، درصد قند انورت، مقدار بریکس عصاره و درصد ماده خشک ریشه به‌طور قابل ملاحظه‌ای ($P < 0.05$) بیش‌تر بود؛ در حالی که مقدار ساکاروز بر مبنای ماده خشک ریشه و ضریب استحصال شکر در ریشه‌های نگهداری شده در روش سیلوی کنار مزرعه نسبت به روش نگهداری به صورت کپه‌ای در داخل مزرعه (شاهد) به‌طور معنی‌داری ($P < 0.05$) بیش‌تر بود. به‌طور متوسط، ضایعات قندی در روش نگهداری چغندر قند در سیلوی کنار مزرعه نسبت به کپه کردن ریشه‌ها در سطح مزرعه حدود سه برابر کم‌تر بود (جدول ۱). بیش‌تر بودن ضایعات قندی ریشه‌های داخل کپه‌ها نسبت به ریشه‌های داخل سیلوی کنار مزرعه احتمالاً به دلیل دمای بیش‌تر داخل کپه نسبت به دمای سیلوی کنار مزرعه طی مدت نگهداری (شکل ۲) و به لحاظ ارتباط مثبت افزایش

وزنی ریشه چغندر قند خیلی کم‌تر از سیلوی بدون پوشش بود.

نمودار تغییرات بیشینه دمای روزانه در داخل کپه و سیلوی کنار مزرعه طی مدت نگهداری ریشه‌های چغندر قند نشان داد که بیشینه دمای داخل سیلوی توصیه شده همواره کم‌تر از بیشینه دمای داخل کپه و محیط اطراف بود (شکل ۲). افزایش دمای داخل سیلوی رابطه بسیار نزدیک و مثبتی با افزایش تنفس ریشه و ضایعات قند دارد (Vander Poel et al. 1998). بنابراین، نگهداری ریشه‌ها در شرایطی که مانع از افزایش دمای داخل توده چغندر قند شود، می‌تواند ضایعات قندی را کاهش دهد. متوسط بیشینه دما برای ریشه‌های برداشت شده در نیمه آبان که تا نیمه دی در داخل سیلوی توصیه شده نگهداری شدند معادل ۵/۹ و طی همین مدت برای ریشه‌های داخل کپه معادل ۹/۹ و متوسط بیشینه دمای محیط اطراف معادل ۱۳/۷ درجه سانتی‌گراد بود. متوسط بیشینه دما برای ریشه‌های برداشت شده در نیمه آذر که تا نیمه بهمن در داخل سیلوی توصیه شده نگهداری شدند معادل ۲/۹ و طی همین مدت برای ریشه‌های داخل کپه معادل ۷/۸ درجه سانتی‌گراد بود. به‌طور کلی نتایج متوسط بیشینه دما نشان داد که دمای داخل سیلوی توصیه شده نسبت به متوسط بیشینه دمای داخل کپه در کل مدت نگهداری کم‌تر بود. سایر محققین نیز نتایج مشابهی را گزارش کرده‌اند (شیخ‌الاسلامی ۱۳۸۶؛ Ueda et al. 2001). به‌طور کلی نتایج متوسط بیشینه دما نشان داد که دمای داخل سیلوی توصیه شده نسبت

دمای شرایط نگهداری با افزایش تنفس ریشه‌ها (Vander Poel et al. 1998) باشد.

در روش نگهداری ریشه‌های چغندرقد در سیلوی توصیه شده در کنار مزرعه، میانگین ضایعات وزنی ریشه‌ها (حدود پنج کیلوگرم به ازای هر تن در روز) کم‌تر از روش نگهداری ریشه‌ها به صورت کپه‌ای در سطح مزرعه بود. کاهش وزن بیش‌تر ریشه‌ها در روش کپه‌ای عمدتاً به دلیل کاهش درصد آب (شکل ۳) و پلاسیدگی ریشه بود که باعث افزایش ۲/۴۸ درصدی عیار در ریشه‌های نگهداری شده به صورت کپه‌ای نسبت به سیلوی کنار مزرعه شد. در حالی که مقدار ساکاروز بر مبنای ماده خشک برای ریشه‌های نگهداری شده به صورت کپه‌ای معادل ۲/۴ درصد کم‌تر ($P < 0.05$) از روش سیلوی کنار مزرعه بود (جدول ۱). این موضوع در سیستم خرید چغندرقد بر مبنای کیفیت تکنولوژیکی از اهمیت خاصی برخوردار است. لیکن در سیستم خرید فعلی چغندرقد در ایران که صرفاً بر اساس وزن ریشه و عیار چغندرقد (درصد قند در وزن تر) انجام می‌شود (عبداللهیان نوقابی و شیخ‌الاسلامی ۱۳۸۳)، نه تنها انگیزه‌ای برای مراقبت از ریشه‌های برداشت شده برای جلوگیری از پلاسیدگی وجود ندارد بلکه از دید برخی کشاورزان افزایش عیار ریشه‌ها بر مبنای وزن تر - که در اثر پلاسیدگی به وجود می‌آید - بیش‌تر از کاهش وزن ریشه‌ها ملموس است.

ریشه‌های نگهداری شده به صورت کپه‌ای در سطح مزرعه معادل ۴/۶ درصد رطوبت از دست دادند (جدول ۱). طبق تعریف و گروه‌بندی انجام شده بر

اساس میزان تلفات آب توسط وکوف و مونگیل (Vukov and Mongyal 1985)، چنان‌چه ریشه چغندرقد بین چهار تا ۱۰ درصد آب از دست دهد، ریشه‌ها از لحاظ خصوصیات فیزیکی دچار حالت «خشک شده» و فرم ظاهری آن حالت ارتجاعی پیدا می‌کند و در نتیجه، تهیه خلال مناسب از این ریشه‌ها در کارخانه قند با مشکل مواجه می‌شود (Vukov 1975). افزایش ماده خشک ریشه در اثر نگهداری چغندرقد در شرایط گرم مدیترانه‌ای در ایتالیا تا حدود ۱۵ درصد پس از چهار روز گزارش شده است (Mantovani and Vaccari 1990).

نتایج مربوط به مقایسه مدت نگهداری چغندرقد نشان داد که میانگین ضایعات وزنی روزانه ریشه چغندرقد در دو هفته اول حدود ۴۰ درصد بیش‌تر ($P < 0.05$) از دو هفته بعد بود. دلیل بیش‌تر بودن ضایعات وزنی ریشه‌ها در دو هفته اول احتمالاً به دلیل بالاتر بودن دما در دو هفته اول نگهداری ریشه‌ها مخصوصاً در برداشت ۱۹ آذر و سپس اُفت دمای هوا از اوایل دی (شکل ۱ و ۲) و همچنین احتمالاً به علت بیش‌تر بودن مقدار تنفس ریشه‌ها بلافاصله پس از برداشت در اثر صدمات وارد شده و سپس کاهش مقدار تنفس (Campbell and Klotz 2006) بود. میانگین درصد قند، متوسط درصد ماده خشک ریشه و همچنین درصد قند قابل استحصال با افزایش مدت نگهداری تا شش هفته به طور معنی‌داری ($P < 0.05$) افزایش یافت (جدول ۱). بین مدت نگهداری چهار هفته و شش هفته تفاوت معنی‌داری وجود نداشت و میزان ضایعات وزنی

در نیمه آبان از مزرعه برداشت و نگهداری آن‌ها تا نیمه دی در داخل سیلوی توصیه شده انجام شد، مجموع واحدهای حرارتی مؤثر در تنفس ریشه طی این مدت (۳۰ روز) معادل ۲۶۷ درجه‌روز بود. طی همین مدت برای ریشه‌های داخل کپه، مجموع واحدهای حرارتی مؤثر در تنفس ریشه معادل ۳۲۴ درجه‌روز یعنی حدود ۲۱ درصد بیش‌تر بود (شکل ۵). این مقدار برای ریشه‌هایی که در نیمه آذر از زمین برداشت و تا نیمه بهمن (۳۰ روز) در داخل سیلوی توصیه شده نگهداری شدند، معادل ۱۲۳ درجه‌روز و معادل ۵۴ درصد کم‌تر از ریشه‌هایی بود که در نیمه آبان از مزرعه برداشت و تا نیمه دی به همان روش نگهداری شده بودند (شکل ۵). ضمناً مجموع واحدهای حرارتی مؤثر در تنفس ریشه برای ریشه‌هایی که در نیمه آذر از زمین برداشت و تا نیمه بهمن در کپه داخل مزرعه نگهداری شدند، برابر ۲۲۶ درجه‌روز یعنی حدود ۸۴ درصد بیش‌تر از روش نگهداری در سیلوی توصیه شده بود (شکل ۵).

نتایج محاسبه هزینه تمام شده براساس نرخ‌های سال ۱۳۸۵ نشان داد برای هر تن چغندرقد که از مزرعه بارگیری و در کنار مزرعه به صورت سیلوی توصیه شده نگهداری می‌شود، به‌طور متوسط ۵۰۶۲۵ ریال هزینه شد (جدول ۳). مقایسه ضایعات شکر در دو روش نگهداری نیز نشان داد که به‌طور متوسط ضایعات شکر در روش نگهداری چغندرقد در سیلوی توصیه شده در کنار مزرعه معادل ۱۰۷۲ گرم شکر به ازای هر تن چغندرقد در هر روز کم‌تر از روش نگهداری به روش کشاورز به‌صورت کپه‌ای در سطح

ریشه‌ها در هشت هفته آخر به‌طور معنی‌داری ($P < 0.05$) کم‌تر از هفته‌های اول بود (شکل ۲). بنابراین، در برنامه‌ریزی برداشت و تحویل چغندرقد با توجه به میزان ضایعات وزنی ریشه‌ها، لازم است ریشه‌ها پس از برداشت در کم‌ترین زمان ممکن به کارخانه تحویل داده شود. چنانچه به هر دلیلی امکان تحویل ریشه‌ها در دو هفته اول فراهم نشد، با توجه به عدم اختلاف قابل ملاحظه در میزان ضایعات وزنی بین مدت نگهداری چهار تا شش هفته، باید سعی شود ریشه‌ها در مناسب‌ترین شرایط از لحاظ دما و رطوبت نگهداری شود. از لحاظ ضایعات شکر حین نگهداری، نتایج نشان داد که بیش‌ترین مقدار ضایعات شکر نیز در دو هفته اول روی می‌دهد و پس از آن تا هشت هفته نگهداری، مقدار ضایعات شکر روند نزولی دارد (شکل ۳). نتایج تحقیقات سایر محققین نیز حاکی از آن بود که بیش‌ترین مقدار ضایعات شکر بلافاصله پس از برداشت ریشه‌ها از زمین است (Fox 1973). احتمالاً مقدار تنفس ریشه در اثر صدمات وارده به ریشه بلافاصله پس از برداشت در حداکثر مقدار (حدود ۱۶ میلی‌گرم دی اکسیدکربن در هر کیلوگرم چغندرقد در ساعت) است و پس از آن کاهش می‌یابد (Campbell and Klotz 2006). در پنج روز اول نگهداری چغندرقد در سیلو میزان ضایعات حدوداً سه برابر بیش‌تر از میانگین ضایعات در دو تا سه هفته بعد است (Martens and Oldfield 1970).

نتایج مربوط به مجموع واحدهای حرارتی مؤثر در تنفس ریشه (RDD) نشان داد برای ریشه‌هایی که

مزرعه بود. با فرض قیمت یک کیلوگرم شکر معادل ۵۵۰۰ ریال، مشخص می‌شود که ضایعات شکر در روش نگاه‌داری چغندر قند در سیلوی توصیه شده روزانه به ازای هر تن چغندر قند معادل ۵۸۹۶ ریال است. در نتیجه، هزینه انجام شده جهت بارگیری، حمل و نگاه‌داری هر تن چغندر قند در روش سیلوی توصیه شده در کنار مزرعه پس از نه روز نگاه‌داری مستهلک می‌شود. بنابراین، اگر کشاورز بخواهد چغندر قند را بیش از نه روز در مزرعه نگاه‌داری کند، نگاه‌داری ریشه در سیلوی توصیه شده در کنار مزرعه از لحاظ اقتصادی موجه خواهد بود. البته با عنایت به ساز و کار فعلی خرید چغندر قند، توصیه می‌شود کارخانه‌های قند کشاورزان را به سیلوی ریشه برداشت شده در کنار مزرعه به روش صحیح و تحویل آن به کارخانه در فرصت مناسب تشویق کنند. در آن صورت علاوه بر کاهش ضایعات قندی، خلال‌پذیری ریشه و ضریب استحصال شکر از چغندر قند سیلو شده در کنار مزرعه نسبت به ریشه‌های نگاه‌داری شده به صورت کپه‌ای در سطح مزرعه بهتر خواهد بود و از این طریق، برای کارخانه قند نیز توجیه خواهد داشت.

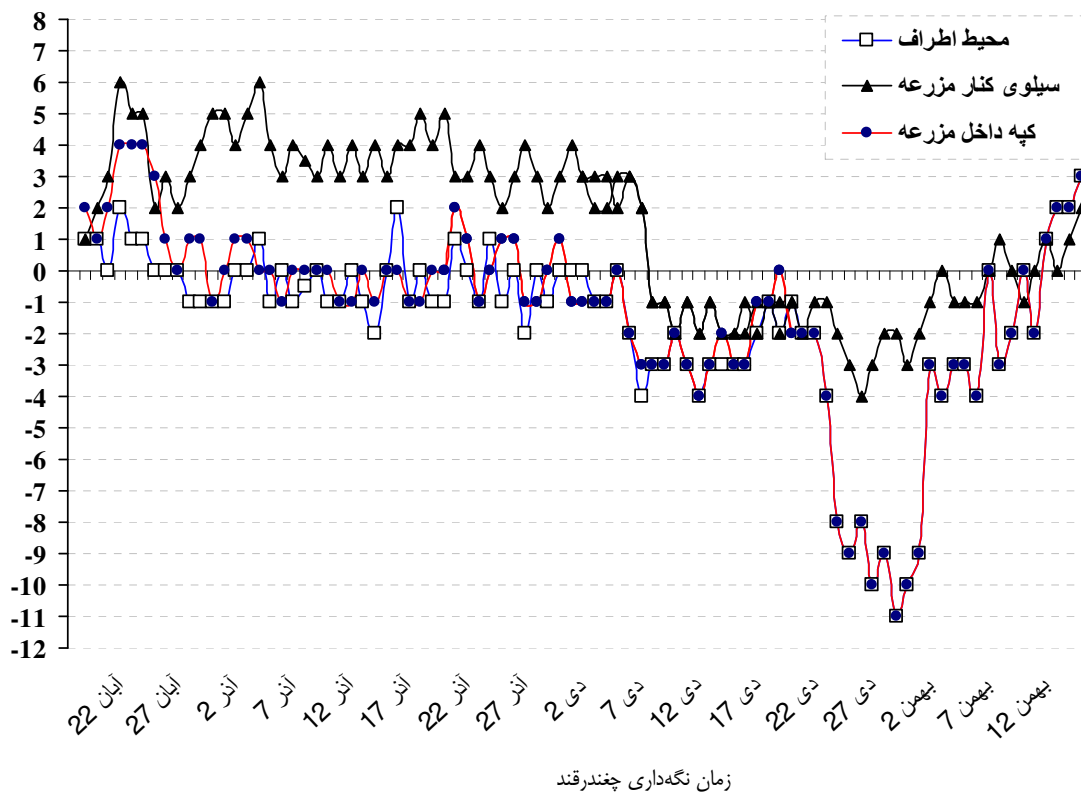
از دیگر مزایای روش نگاه‌داری چغندر قند در سیلوی توصیه شده در کنار مزرعه می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد:

- دسترسی راحت‌تر به سیلو به ویژه در مناطقی که ریزش نزولات جوی ورود کامیون را با مشکل مواجه می‌کند.
- آزاد شدن سطح مزرعه چغندر قند برای انجام عملیات خاک‌ورزی در روش سیلوی کنار مزرعه.
- سهولت بارگیری از سیلوی کنار مزرعه با استفاده از ابزار مکانیکی از جمله بیل جلو تراکتوری و لودر.

سپاسگزاری

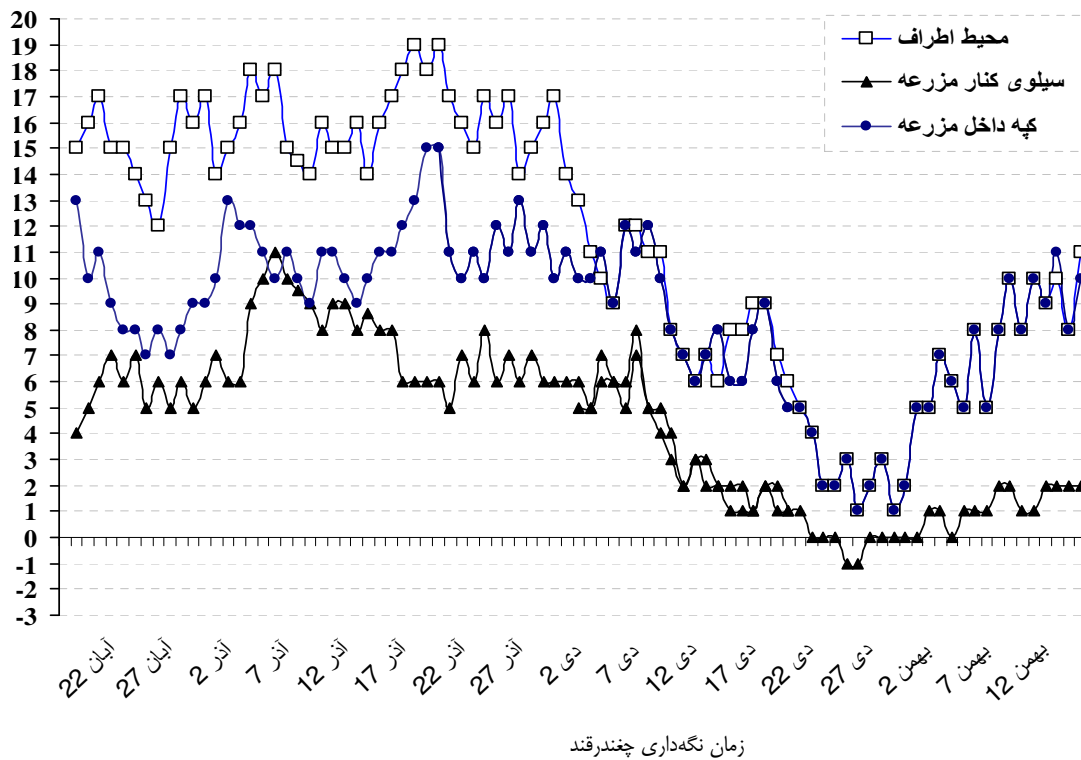
مقاله حاضر برگرفته شده از نتایج پروژه مصوب شماره ۱۲-۸۳۰۳-۱۱-۰۱-۲ در مؤسسه تحقیقات چغندر قند است که بدین وسیله از مدیریت محترم مؤسسه به خاطر فراهم ساختن امکانات اجرای پروژه و کلیه همکاری‌هایی که در انجام پژوهش همکاری کردند، تشکر و سپاسگزاری می‌شود.

دمای کمینه هوا (درجه سانتی گراد)



شکل ۱ تغییرات کمینه دمای هوای اطراف، داخل توده چغندر قند در کپه و سیلوی کنار مزرعه، طی دوره نگهداری در سال ۱۳۸۴

دمای بیشینه هوا (درجه سانتی گراد)

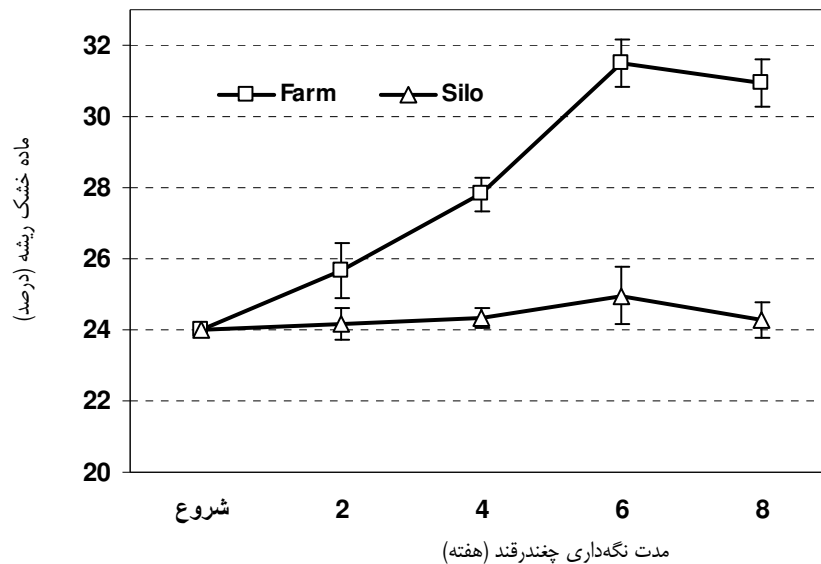


شکل ۲ تغییرات بیشینه دمای هوای اطراف، داخل توده چغندر قند در کپه و سیلوی کنار مزرعه طی دوره نگهداری در سال ۱۳۸۴

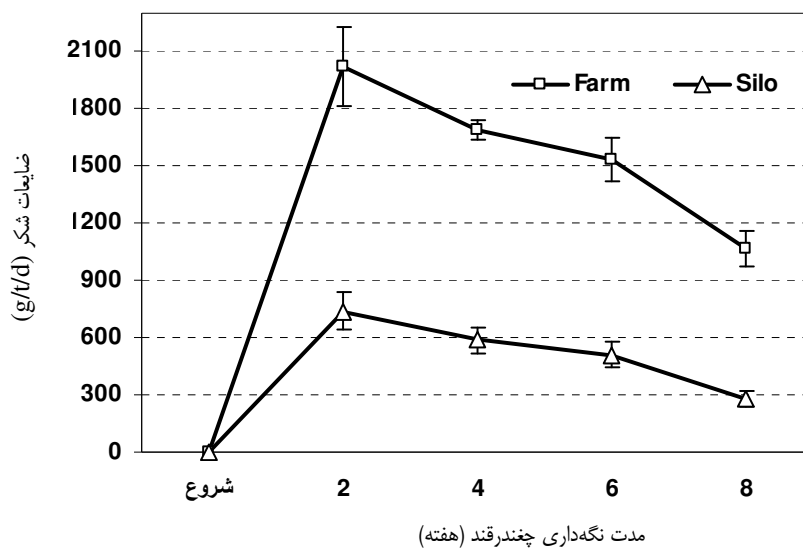
جدول ۱ مقایسه میانگین* سطوح زمان برداشت (H)، روش سیلو (S) و مدت نگهداری (D) ریشه های چغندرقد برای صفات ضایعات وزنی ریشه، درصد قند، درصد قند بر مبنای ماده خشک، ضایعات شکر، درصد قند قابل استحصال، ضریب استحصال شکر، مقدار قند انورت، میزان بریکس عصاره، درصد ماده خشک ریشه و درصد قند ملاس

تیماها	صفات	تلفات وزنی ریشه (گرم در تن در روز)	درصد قند (عیار)	درصد قند بر مبنای ماده خشک	ضایعات شکر (گرم در تن در روز)	درصد قند قابل استحصال	درصد ضریب استحصال شکر	درصد قند انورت	درصد بریکس عصاره	درصد ماده خشک ریشه	درصد قند ملاس
	H ₁ (۱۸ آبان)	۵۸۸۳ a	۱۹/۲۲ a	۶۹/۸۶ a	۱۱۴۲/۷ a	۱۴/۶۷ a	۷۶/۱۳ a	-/۰.۹۵a	۲۵/۷ a	۲۷/۷ a	۳/۹۵ a
	H ₂ (۱۸ آذر)	۵۱۶۰ a	۱۸/۱۳ b	۷۰/۶۷ a	۹۵۱/۸ b	۱۳/۷۲ b	۷۵/۴۶ a	-/۰.۷۲ b	۲۵/۳ a	۲۵/۷ b	۳/۸۱ b
	EMS (dfe 32)	۴۷۱۲۴۷۲	۳/۳۲	۲۱/۲۴۸	۱۴۹۷۶۴/۳	۳/۴۱	۱۱/۴۰	-/۰.۰۰۶	۵/۲۲	۵/۰۲	-/۰.۲۲۲
	S ₁ (کیه داخل مزرعه)	۸۰۲۲ a	۱۹/۹۳ a	۶۹/۰۵ b	۱۵۷۴/۳ a	۱۵/۰۰ a	۷۵/۰۰ b	-/۰.۹۴ a	۲۷/۰ a	۲۹/۰ a	۴/۳۴ a
	S ₂ (سیلوی کنار مزرعه)	۳۰۲۲ b	۱۷/۴۵ b	۷۱/۴۵ a	۵۲۸/۹ b	۱۳/۴۱ b	۷۶/۵۸ a	-/۰.۷۳ b	۲۴/۰ b	۲۴/۴ b	۳/۴۳ b
	EMS (dfe 32)	۴۷۱۲۴۷۲	۳/۳۲	۲۱/۲۴۸	۱۴۹۷۶۴/۳	۳/۴۱	۱۱/۴۰	-/۰.۰۰۶	۵/۲۲	۵/۰۲	-/۰.۲۲۲
	D ₁ (دو هفته)	۸۱۰۷ a	۱۶/۶۲ c	۶۷/۰۵ b	۱۳۷۷/۱ a	۱۲/۱۶ c	۷۲/۹۸ b	-/۰.۹۴ a	۲۲/۳ c	۲۴/۹ c	۳/۸۵ b
	D ₂ (چهار هفته)	۵۷۸۴ b	۱۹/۱۳ b	۷۳/۴۲ a	۱۱۲۱/۸ b	۱۴/۷۷ b	۷۷/۱۹ a	-/۰.۶۷ b	۲۵/۵ b	۲۶/۰ b	۳/۷۶ b
	D ₃ (شش هفته)	۴۷۶۰ b	۲۰/۲۴ a	۷۲/۰۹ a	۱۰۲۰/۲ b	۱۵/۶۱ a	۷۶/۹۲ a	-/۰.۷۷ b	۲۶/۰ b	۲۸/۲ a	۴/۰۳ a
	D ₄ (هشت هفته)	۳۴۳۵ c	۱۸/۷۶ b	۶۸/۵۷ b	۶۷۴/۶ c	۱۴/۲۸ b	۷۶/۱۲ a	-/۰.۹۶ a	۲۸/۲ a	۲۷/۶ a	۳/۸۸ ab
	EMS (dfe 95)	۵۳۸۸۶۳۲	۱/۷۹۰	۲۰/۲۳	۱۷۶۱۳۳/۵	۱/۸۶	۵/۸۵	-/۰.۰۰۵	۳/۶۴	۴/۸۳	-/۰.۱۲

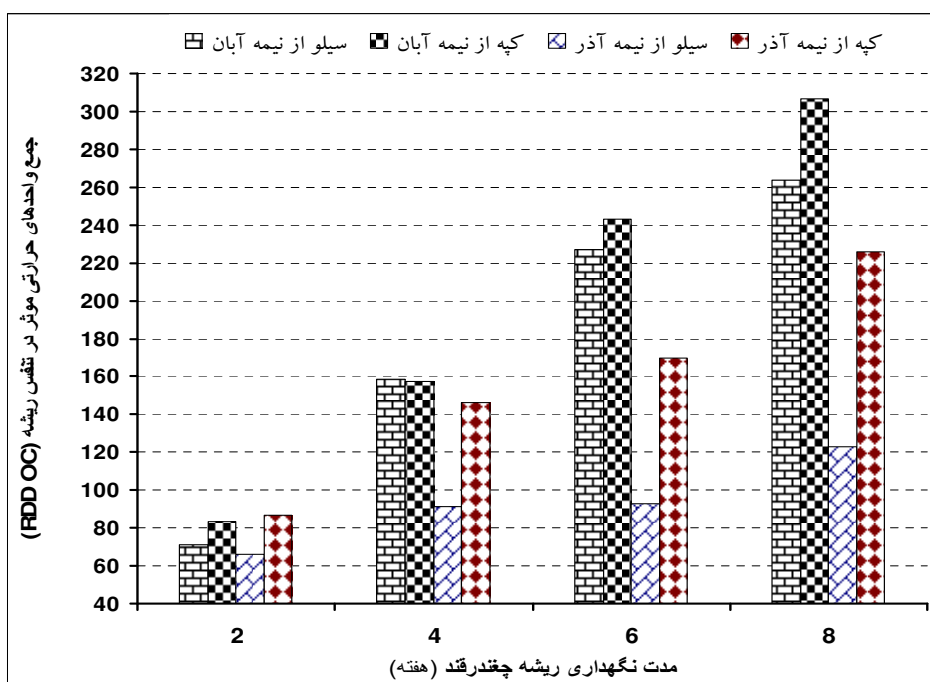
* میانگین های دارای حروف انگلیسی مشابه در هر ستون، بر اساس آزمون LSD (برای زمان برداشت و روش سیلو) و دانکن (برای مدت نگهداری) در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی داری ندارند.



شکل ۳ تغییرات درصد ماده خشک ریشه چغندرقد طی مدت زمان نگهداری در سیلوی کنار مزرعه (Silo) و به صورت کپه‌ای مشابه روش کشاورز در مزرعه (Farm). میله‌های روی میانگین‌ها نشان دهنده دامنه خطای معیار میانگین (SE) است



شکل ۴ تغییرات ضایعات شکر در ریشه چغندر قند طی مدت زمان نگهداری در سیلوی کنار مزرعه (Silo) و به صورت کپه‌ای مشابه روش کشاورز در مزرعه (Farm). میله‌های روی میانگین‌ها نشان دهنده دامنه خطای معیار میانگین (SE) است.



شکل ۵ مجموع واحدهای حرارتی مؤثر در تنفس ریشه چغندر قند طی مدت‌های مختلف نگهداری آن‌ها در دو روش سیلوی کنار مزرعه و کپه‌ای مشابه روش کشاورز برای دو زمان برداشت محصول از مزرعه

جدول ۳ هزینه‌های ایجاد سیلوی کنار مزرعه جهت نگهداری ریشه‌های چغندر قند (برای ۸ تن چغندر قند)

ردیف	عنوان	مدت / میزان	هزینه هر واحد (هزار ریال)	جمع هزینه (هزار ریال)
۱	اجاره تراکتور و تریلر جهت حمل ریشه‌ها به کنار مزرعه	۱/۵ ساعت	۲۰۰	۳۰۰
۲	هزینه بارگیری ریشه‌ها از داخل مزرعه	۲ کارگر به مدت ۱/۵ ساعت	۱۰	۳۰
۳	هزینه تخلیه ریشه‌ها در محل احداث سیلوی کنار مزرعه	۲ کارگر به مدت ۱/۵ ساعت	۱۰	۳۰
۴	هزینه قرار دادن ریشه‌ها در سیلوی کنار مزرعه	۲ کارگر به مدت ۱/۵ ساعت	۱۰	۳۰
۵	هزینه کلس مصرف شده جهت پوشش سیلو	۱۵ کیلوگرم	۰/۷	۱۰/۵
۶	جمع هزینه‌های ایجاد سیلوی کنار مزرعه	برای ۸ تن چغندر قند		۴۰۵
۷	میانگین هزینه نگهداری چغندر قند در سیلوی کنار مزرعه برای هر تن			۵۰

References:

منابع مورد استفاده:

- اسماعیل زاده کناری، ر. ۱۳۸۱. تکنولوژی قند. ۱۶۸ صفحه.
- بساطی، ج. ۱۳۸۶. بررسی تاثیر قطع آبیاری آخر فصل بر کمیت و کیفیت و سیلو پذیری چغندر قند. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه. ۳۱ صفحه.
- بی نام. ۱۳۸۲. آمار بهره‌برداری کارخانه‌های قند و شکر کشور. انجمن صنفی کارخانه‌های قند و شکر ایران.
- ریاحی، الف. و سجادی، الف. ۱۳۶۹. روش‌های آنالیز و کاربرد آن از مراکز تحقیقات صنایع قند فرانسه (ترجمه). سندیکای کارخانه جات قند و شکر ایران. ۴۱۵ صفحه.
- شیخ الاسلامی، ر. ۱۳۷۶. روش‌های آزمایشگاهی و کاربرد آن‌ها در کنترل فرآیند صنایع غذایی (قند). چاپ دوم. نشر مرسا. تهران، ۳۴۲ صفحه.
- شیخ الاسلامی، ر. ۱۳۸۶. نگهداری طویل‌المدت چغندر قند- نتایج و تجربیات (ترجمه). مجله صنایع قند ایران. ۱۸۲: ۴-۲.
- عبداللهیان نوقابی، م. و شیخ الاسلامی، ر. ۱۳۸۳. تعیین کیفیت تکنولوژیکی چغندر قند و خرید بر مبنای کیفیت- چالش‌های موجود و راه کارهای آینده. بیست و ششمین دوره سمینارهای سالانه کارخانه‌های قند و شکر. ۲۸-۲۶ اردیبهشت، مشهد.
- عبداللهیان نوقابی، م. شیخ الاسلامی، ر. و بابایی، ب. ۱۳۸۴. اصطلاحات و تعاریف کمیت و کیفیت تکنولوژیکی چغندر قند. مجله چغندر قند، ۲۱ (۱): ۱۰۴-۱۰۱.

کوک، دی. ا. و اسکات، آر. کی. ۱۹۹۳. چغندرقد، از علم تا عمل (ترجمه). اعضاء هیات علمی مؤسسه تحقیقات چغندرقد. نشر علوم کشاورزی. تهران. ۷۳۱ صفحه.

Akeson WR (1981) Methods for estimating sucrose loss in laboratory storage tests. Journal of the A.S.S.B.T. 21 (1): 56-73.

Augustinussen E, Smed E, Steensen JK (1995) Sugar losses in damaged sugar beet in the field, during storage and through washing. SP. Rapport Statens. No.7, 39 PP.

Brown SP, Filbrow JR (1996) Effective harvesting: The way to cut sugar beet losses. British Sugar Beet Review 64 (3): 8-10.

Campbell LG, Klotz KL (2006) Storage. In: (Ed) Draycott AP Sugar Beet Blackwell, P 387-439.

Fox SD (1973) Economic significance of quality losses in commercial piles. In: Post harvest losses of sucrose in sugar beets. Proceedings of the Beet Sugar Development Foundation Conference. Montney, CA. Pp. 15-20.

Houghton BJ, Hopkinson IP (1998) Sugar beet storage technology. Aspects of Applied Biology 52: Protection and Production of Sugar beet and Potatoes. 191-198.

Mantovani G, Vaccari G (1990) Sugar beet storage in Mediterranean basin. Proceedings of the 53rd Winter Congress of the IIRB. 14-15 Feb. Bruxelles, Belgium, 281-293.

Martens M, Oldfield JFT (1970) Storage of sugar beet in Europe, report of an IIRB enquiry. Journal of the Institute for Sugar Beet Research 5: 102-28.

Reinefeld E, Emmerich A, Baumgarten G, Winner C, Beiss U (1974) Zur voraussage des melassezuckers aus rubenanalysen. Zucker, 27: 2-15.

Tschernjawska LT, Chelemski MS (1997) Sugar losses in the storage and processing of sugar beets. Part 1: Studies to determine beet mass and sugar losses in beet storage. Zuckerindustrie 122 (6): 440-446.

Ueda S, Oda Y, Touge H; Takada S (2001) Studies on storage of sugar beets [*Beta vulgaris*], 2: Relations between open air temperature and covering sheet in storage of sugar beet root. Proceedings of the Sugar Beet Research Association, Japan, P. 79-86.

Vander Poel PW, Schiweck H, Schwartz T (1998) Sugar technology beet and cane sugar manufacture. Published with support of the Beet Sugar Development Foundation. Denever, USA. P. 251-305.

Vukov K, Mongyal K (1985) Sugar beet storage. British Sugar Beet Review. 12: 263-265.

Vukov K (1975) Effect of beet properties on slicing. Zeitschrift fur die Zuckerindustrie 25 (10): 549-552.