

## تأثیر اندازه چغندر و ارتفاع نگهداری آن روی ضایعات وزنی و قندی در طی نگهداری در سیلو

خلیل بهزاد<sup>۱\*</sup> - روح الله بهزاد<sup>۲</sup> - مصطفی مظاهری تهرانی<sup>۳</sup> - مصطفی شهیدی نوقابی<sup>۴</sup>

تاریخ دریافت: ۸۸/۲/۸

تاریخ پذیرش: ۸۸/۱۱/۵

### چکیده

مطالعات نشان می‌دهد که چغندر قند در طی نگهداری در سیلو دچار افت وزنی و تغییر در عیار می‌شود. عوامل مختلفی از جمله اندازه چغندرها و ارتفاع ذخیره سازی در سیلو می‌تواند، در تغییرات وزنی و قندی موثر باشد که در این تحقیق مورد توجه قرار گرفته است. به منظور مطالعه این موضوع، از چغندر هایی که جهت ذخیره سازی از سه منطقه مختلف به سیلوهای کارخانه قند شیروان آورده شده بود به طور تصادفی و مجزا نمونه برداری و در ۴ اندازه مختلف (درشت، متوسط، ریز و مخلوط) گروه بندی شد. این گروه ها در ۴ ارتفاع مختلف، در سیلوهای صنعتی کارخانه قند شیروان نگهداری شد و پس از مدت ۱۸ روز نگهداری در سیلو، عیار و وزن آنها اندازه گیری و مقادیر آنها با قبل از نگهداری در سیلو (ابتدای شروع زمان نگهداری) مقایسه شد. نتایج این پژوهش نشان داد که در اثر نگهداری چغندر در سیلو بیشترین ضایعات وزنی و قندی در چغندرهایی هر سه منطقه متعلق به چغندرهایی ریز است که میزان آن به ترتیب بین ۵/۵۴ تا ۶/۹۷ درصد برای ضایعات وزنی و بین ۳/۸۶ تا ۴/۱۳ برای ضایعات قندی می‌باشد. همچنین کمترین ضایعات وزنی متعلق به چغندرهایی نگهداری شده در کف بوده و مقدار آن بین ۱/۶۹ تا ۱/۹۱ درصد است. هر چه چغندر به لایه‌های فوقانی و سطح سیلو نزدیک‌تر می‌شود، این ضایعات افزایش یافته، بطوریکه بیشترین ضایعات وزنی متعلق به چغندرهایی است که در سطوح فوقانی سیلو نگهداری شده و مقدار آن بین ۶/۳۷ تا ۹/۸۴ درصد است. همچنین نتایج نشان می‌دهد که بیشترین ضایعات قندی (کاهش عیار) متعلق به چغندرهایی است که در کف سیلو قرار دارد و مقدار آن بین ۴/۸۰ تا ۵/۲۰ درصد است و هر چه به طرف لایه‌های فوقانی چغندر و به سطح سیلو نزدیک‌تر می‌شود، ضایعات قندی کمتر شده بطوریکه ضایعات قندی چغندرهایی که در سطح سیلو قرار دارد بین ۱/۷۷ تا ۲/۲۰ درصد است.

**واژه های کلیدی:** ارتفاع نگهداری، افت عیار، اندازه چغندر قند، ذخیره سازی در سیلو، ضایعات وزنی

### مقدمه

سیلوه‌ها ذخیره و نگهداری شوند. نگهداری چغندر به عنوان گیاه زنده باید به طریقی باشد که ادامه حیات این گیاه با کمترین ضایعات همراه بوده و تغییرات کمی و کیفی آن در حداقل ممکن قرار داشته باشد. به عبارت دیگر هدف از دانش نگهداری چغندر در سیلو حفظ کیفیت و جلوگیری از ضایعات قندی و وزنی چغندر است. علت اهمیت بررسی عوامل موثر بر تغییرات عیار در کارخانجات قند به علت اثر مستقیم آن بر راندمان تولید کارخانه روشن است. باید توجه داشت که ضایعات وزنی چغندر نیز می‌تواند به طور غیر مستقیم باعث افزایش ضایعات قندی گردد، به عنوان مثال این امر می‌تواند باعث افزایش فعالیت آنزیم انورتاز شده و ساکارز بیشتری را به قندهای انورت (گلوکز و فروکتوز) تبدیل کند و از آنجایی که در کارخانجات قند فقط ساکارز به عنوان محصول نهایی شناخته شده و کریستالیزه می‌گردد، این امر سبب افزایش ضایعات قندی کارخانجات قند می‌گردد (۹). بر طبق گزارش اشنادیر (۱۶)، آتورنکلکتیو (۲) و پل و همکاران (۱۴ و ۱۵) تغییرات کمی و کیفی چغندر در طی نگهداری اثر منفی روی بخش‌های مختلف نظیر شربت‌گیری، تصفیه شربت، رنگ شربت،

عیار یکی از شاخص های مهم کیفیت چغندر است. کاهش عیار باعث ضایعات قندی مستقیم و غیر مستقیم شده و منجر به افت استحصال می‌شود. بررسی آمار عملکرد کارخانه‌های قند نشان می‌دهد که به علت عدم استفاده از امکانات تکنولوژیکی پیشرفته و در نظر نگرفتن شرایط اقلیمی و عوامل مدیریتی و اقتصادی، استحصال در برخی از کارخانه‌های قند نسبت به کارخانه های مشابه کمتر بوده و در مقایسه با کشورهای پیشرفته در حد بسیار نامناسبی قرار دارد. یکی از بخش‌های مهم کارخانه‌های قند که استحصال را تحت تأثیر قرار می‌دهد، نگهداری چغندر در سیلو می‌باشد. زیرا این کارخانه‌ها همیشه با مقدار زیادی چغندر مازاد بر مصرف مواجه می‌باشند که باید در

۱، ۳ و ۴- به ترتیب استادیار، استادیار و دانشجوی دکتری، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد  
\* - نویسنده مسئول: (Email: Behzad@ferdowsi.um.ac.ir)  
۲- دانشجوی دوره دکتری دانشگاه پوناهند و کارشناس بتالایزر

سیلو، روی ضایعات وزنی و قندی چغندر قند در طی نگهداری، مورد بررسی قرار گرفته است تا مشخص شود که پس از طی مدت نگهداری در سیلو تغییرات وزن و عیار چغندر دریافت شده از مناطق مختلف چه رابطه‌ای با اندازه و ارتفاع ذخیره سازی دارد.

## مواد و روش‌ها

### تیمارهای آزمایش

اندازه چغندر، در ۴ سطح درشت (چغندره‌های با وزن بیشتر از ۵۰۰ گرم، با کد S1)، متوسط (چغندره‌های با وزن ۲۵۰ تا ۵۰۰ گرم با کد S2)، ریز (چغندره‌های با وزن کمتر از ۲۵۰ گرم با کد S3) و مخلوط (بدون جداسازی و بر اساس اندازه چغندره‌های یک کامیون، با کد S4) تفکیک شدند. ارتفاع نگهداری، در سه سطح کف سیلو (H1)، یک متری (H2)، سه متری (H3) و ۵ متری یا سطح سیلو (H4) مورد بررسی قرار گرفت. مقادیر وزن و عیار تیمارهای مختلف در روز اول (قبل از شروع دوره نگهداری در سیلو) با مقادیر وزن و عیار آنها پس از طی مدت زمان نگهداری در سیلو (مدت نگهداری در سیلو ۱۸ روز بوده است)، به صورت درصد تغییرات وزن یا درصد تغییرات عیار مورد مقایسه قرار گرفت. چغندرهایی که به سیلوی این کارخانه منتقل می‌شد از سه منطقه برداشت چغندر، مزارع جلگه رخ واقع در جاده مشهد به تربت حیدریه با کد M1، مزرعه منصوران شیروان با کد M2، روستای قزلباشی جوین با کد M3 بود. از آنجایی که هدف از این تحقیق، ارائه نتایج کاربردی برای کارخانجات قند بود، بنابراین با اینکه هدف پروژه بررسی اثر منطقه کشت نبود، اما نمونه‌گیری بایستی بر اساس چغندره‌های ورودی به کارخانه، یعنی از سه منطقه مذکور انجام می‌گرفت. برای اطمینان از بررسی اثر تیمارها در تغییرات وزنی و قندی چغندر در سیلو بدون در نظر گرفتن اثر شرایط منطقه کشت باید این تغییرات در چغندره‌های هر سه منطقه به صورت مجزا صورت می‌گرفت تا بتوان بدون در نظر گرفتن اثر منطقه کشت، شرایط نگهداری را بهینه سازی کرد. البته در صورت یکسان نبودن تغییرات در مناطق مختلف، می‌بایست به بررسی دقیق تر عوامل موثر منطقه‌ای مثل بذر، کود، مدیریت کشت و غیره در حفظ کیفیت چغندر در سیلو پرداخت.

### روش نمونه‌برداری

نمونه برداری به طریق ربعی و با استفاده از نتایج واجنا (۲۰) انجام گرفت. در این روش بطور تصادفی محموله چغندر یک کامیون بطور کامل تخلیه و چغندر آن به ۴ قسمت تقسیم شد و از ¼ چغندره‌های تخلیه شده نمونه‌های درشت، متوسط، ریز و مخلوط جدا گردید. این نمونه‌ها به دو قسمت تقسیم شد. از قسمت اول هر

کریستالیزاسیون و کیفیت شکر می‌گذارد و استحصال را کاهش می‌دهد. گزارش وایز (۲۱) نشان می‌دهد که مهمترین عامل ایجاد ضایعات قندی در سیلو ایجاد تنفس در چغندر قند است، به طوریکه ۷۰ درصد ضایعات قندی مربوط به تنفس است. در همین رابطه گزارش کنتز (۱۱) نشان می‌دهد که ۷۶ تا ۹۰ درصد ضایعات قندی به دلیل تنفس است.

یکی از عوامل مهم در افزایش شدت تنفس و افزایش دمای هوای داخل توده چغندر سیلو شده، اندازه و ارتفاع نگهداری چغندر است. مطالعات نشان می‌دهد که افزایش دما باعث افزایش شدت تنفس چغندر شده و کیفیت و کمیت آنرا کاهش می‌دهد (۴). گزارش واجنا (۲۰)، اشناپدر (۱۶) و کنتز (۱۱) حاکی از آن است که شدت تنفس و ضایعات آبی با سطح نسبی چغندر (نسبت سطح به وزن چغندر) رابطه مستقیم دارد و هر چه سطح نسبی چغندر بزرگتر باشد، شدت تنفس چغندر بیشتر است. براساس سطح نسبی چغندر، واجنا (۲۰) معادله‌ای ارائه نموده است که ضایعات قندی سیلو در مدت نگهداری قابل پیش بینی می‌باشد. استفاده از این فرمول مستلزم اندازه‌گیری سطح نسبی یکایک چغندرها بوده که این امر، استفاده از فرمول را بسیار مشکل و پیچیده می‌سازد. بهزاد و همکاران (۱) برای کاربردی کردن استفاده از این معادله، رابطه‌ای را ارائه نمودند که با استفاده از آن می‌توان بر اساس وزن، سطح نسبی را برآورد نمود.

بر اساس تحقیقات ارائه شده، عوامل مختلفی در طی نگهداری چغندر در سیلو می‌تواند، بر خصوصیات کمی و کیفی آن موثر باشد که مهمترین آنها دما و عوامل موثر بر شدت تنفس چغندر در طی دوره ذخیره سازی است. امروزه در مورد دمای بهینه و برخی از فاکتورهای کنترل کننده شدت تنفس بررسی‌های بسیاری شده است که رعایت نتایج حاصل از آنها نقش عمده‌ای در کاهش ضایعات کارخانجات قند داشته است. اما در این میان به دو عامل مهم که به طور غیر مستقیم بر این عوامل (دما و شدت تنفس) تأثیر می‌گذارند، توجه چندانی نشده است. مثلاً دمای هوا و رطوبت نسبی آن در اطراف چغندرهایی که در ارتفاع ۱ متری نگهداری می‌شوند، ممکن است با چغندرهایی که در ارتفاع ۳ متری نگهداری می‌شوند متفاوت باشد و یا شدت تنفس و در نتیجه گرمای حاصل از آن در چغندره‌های با اندازه مختلف و یا به عبارتی با سطح نسبی متفاوت، متغیر بوده و این امر تغییرات کمی و کیفی این چغندرها را تحت تأثیر قرار دهد. گرچه امروزه با استفاده از تکنیک‌هایی مثل به جریان در آوردن هوای سیلو اثرات موارد ذکر شده را به حداقل می‌رسانند، اما به نظر می‌رسد بررسی‌های علمی برای مشخص کردن اثر ارتفاع و اندازه چغندر بر ضایعات قندی و وزنی چغندر در طی نگهداری در سیلو‌های صنعتی، که از امکانات مختلفی برای کاهش ضایعات قندی و وزنی خود استفاده می‌کنند، لازم باشد.

در این تحقیق تأثیر اندازه چغندر و ارتفاع ذخیره سازی چغندر در

به صورت نمودار ارائه گردید. به

### نتایج و بحث

#### اثر اندازه روی ضایعات وزنی

شکل ۱، اثر اندازه روی ضایعات وزنی در چغندر های جمع آوری شده از مناطق مختلف را در طی ذخیره سازی در سیلو نشان می‌دهد. بررسی نتایج آنالیز آماری نشان می‌دهد که در سه منطقه کاشت چغندر M1، M2، و M3 ضایعات وزنی بین چغندرها درشت با متوسط، و همچنین بین ریز با مخلوط و متوسط با ریز اختلاف معنی‌دار است، لیکن بین چغندرها متوسط با مخلوط اختلاف معنی‌داری مشاهده نمی‌شود. ضایعات وزنی در چغندر از شاخص‌های مهم فیزیکی در ارزیابی کیفیت چغندر می‌باشد. علت اصلی ضایعات وزنی چغندرها ذخیره شده در سیلوها دو عامل تبخیر و شدت تنفس است.

بالاترین ضایعات وزنی مربوط به چغندر ریز است که مقدار آن در منطقه کاشت چغندر M1 معادل ۵/۵۶ و در منطقه M2 معادل ۵/۵۴ و در منطقه M3 معادل ۶/۹۷ درصد بوده است. پائین‌ترین ضایعات وزنی مربوط به چغندرها درشت است که مقدار آن در منطقه کاشت چغندر M1 معادل ۳/۲۹ و در M2 معادل ۳/۰۰ و در منطقه M3 معادل ۳/۵۹ درصد است.

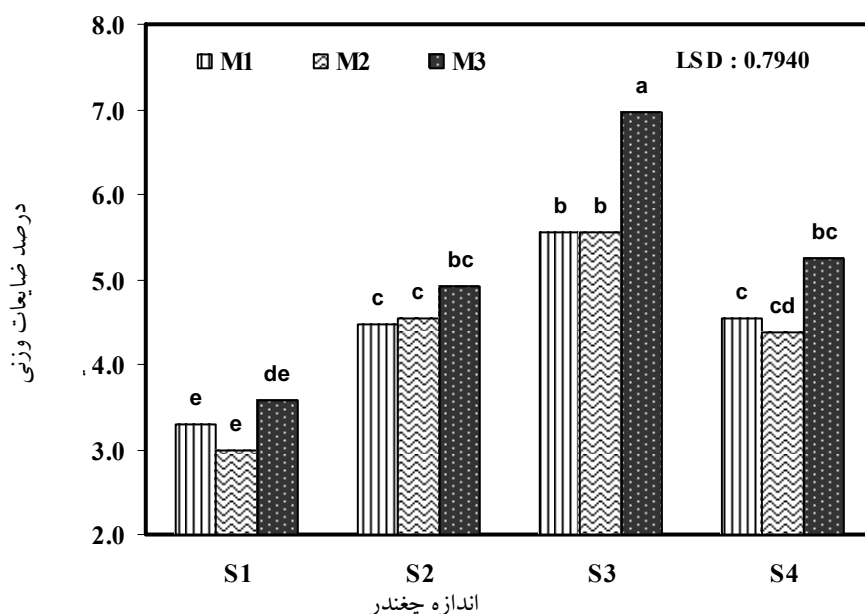
تیمار ۳ نمونه انتخاب و پس از توزین در کیسه‌های مشبک بسته‌بندی گردید. از این چغندر ها خمیره تهیه شد و بلافاصله به عیارسنج کارخانه ارسال و عیار آن اندازه گیری شد. از قسمت دوم هر تیمار ۳ نمونه پس از بسته‌بندی در کیسه‌های پلاستیکی مشبک، توزین و در ارتفاعات مختلف نظیر کف، یک متری، سه متری و سطح سیلو (۵ متری) قرار داده شد. کلیه نمونه‌ها قبل از بسته‌بندی در کیسه‌های مشبک بوسیله ترازوی عیارسنج ساخت Venema هلند توزین گردیدند. هدف از انتخاب ۳ نمونه به حداقل رساندن خطای نمونه‌گیری و بالا بردن دقت آزمایش بود.

#### روش‌های آزمون

در این تحقیق عیار نمونه‌ها با استفاده از پلاریمتر (عیار سنج) کارخانه قند شیروان و نیز دستگاه بتالایزر شرکت تحقیقات چغندر قند خراسان و مطابق دستورالعمل ایکومزا (۶) انجام پذیرفت. ضایعات وزنی نیز بر اساس کاهش وزن نمونه‌ها، با استفاده از ترازوی Sartorius مدل MP1204 با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه گیری شد.

#### روش آماری

بمنظور بررسی نحوه نگهداری چغندر بر خصوصیات و تغییرات کیفی آن، کلیه تجزیه‌های آماری در قالب آزمایش فاکتوریل ۳ فاکتوره بر پایه طرح کاملاً تصادفی در ۳ تکرار انجام گرفت و میانگین صفات مورد بررسی از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن توسط برنامه



شکل ۱- اثر اندازه روی ضایعات وزنی چغندر های جمع آوری شده از مناطق مختلف

که در شکل ۱ با حروف الفبای انگلیسی مشخص شده است، با توجه به معنی دار بودن اثر اندازه در چغندر حاصل از مناطق مختلف روی ضایعات وزنی، می‌توان گفت ضایعات وزنی متناسب با سطح نسبی چغندر بوده و چغندره‌های ریز با سطح نسبی بزرگ حاصل از هر منطقه به دلیل ضایعات وزنی شدید مناسب نگهداری در سیلو نمی‌باشند. با توجه به نتایج به دست آمده، پیشنهاد می‌شود چغندره‌های ورودی به کارخانه بدون در نظر گرفتن منطقه کشت آنها، سریعاً سورت شده و چغندره‌های ریز، سریعاً فرآوری شده و چغندره‌های درشت، ذخیره سازی گردند.

### اثر اندازه روی عیار چغندر ها

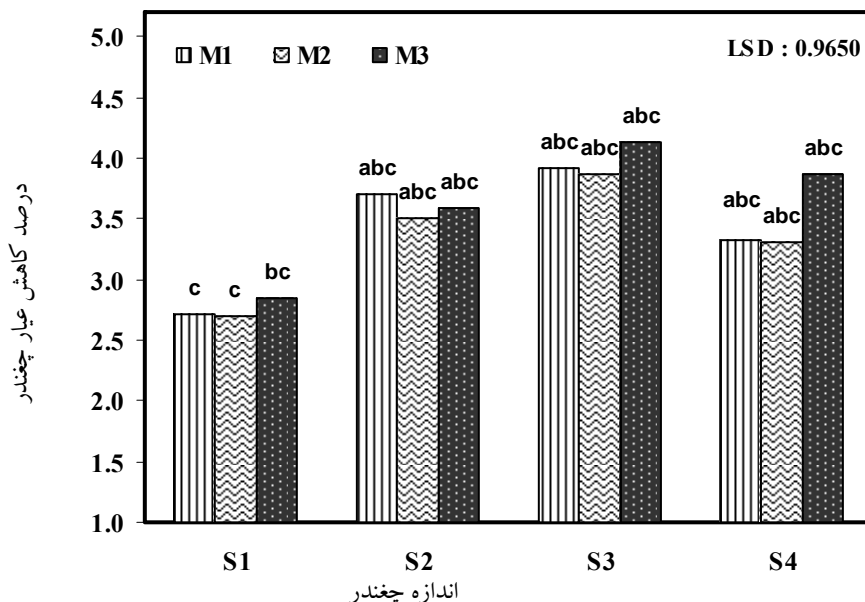
شکل ۲ اثر اندازه روی عیار چغندر های جمع آوری شده از مناطق مختلف را نشان می‌دهد.

همانطوریکه ملاحظه می‌شود کاهش عیار در چغندره‌های ذخیره شده درشت در منطقه کاشت M1 معادل ۲/۷۱، M2 معادل ۲/۷۰ و M3 معادل ۲/۸۵ درصد است. در چغندره‌های متوسط برای منطقه کاشت M1 معادل ۳/۷۰، M2 معادل ۳/۵۰ و M3 معادل ۳/۵۹ درصد می‌باشد. در چغندره‌های ریز برای منطقه M1 معادل ۳/۹۲، M2 معادل ۳/۸۶ و M3 معادل ۴/۱۳ درصد است. در چغندره‌های مخلوط برای منطقه M1 معادل ۳/۳۳، M2 معادل ۳/۳۰ و M3 معادل ۳/۸۶ درصد است.

ضایعات وزنی حاصل مجموعه ضایعات قندی و آبی در چغندر می‌باشد و ضایعات قندی به دلیل شدت تنفس است که در چغندر ایجاد می‌شود و با سطح نسبی چغندر (یعنی نسبت سطح به وزن چغندر) رابطه مستقیم دارد. با توجه به اینکه چغندره‌های ریز دارای سطح نسبی بزرگتری هستند. بنابراین شدت تنفس در چغندره‌های ریز بیشتر بوده و ساکارز بیشتری هیدرولیز می‌شود که نتیجه آن کاهش عیار است. در حالیکه در چغندره‌های درشت به دلیل سطح نسبی کوچکتر شدت تنفس و در نتیجه هیدرولیز ساکارز کمتر انجام می‌گیرد.

عامل دیگر در ایجاد ضایعات وزنی در چغندره‌های ذخیره شده تبادل رطوبت است که با هوای اطراف انجام می‌گیرد. شدت این تبادل وابسته به رطوبت نسبی هوا و سطح نسبی چغندر است. هر چه چغندر ریزتر و سطح نسبی آن بزرگتر باشد به همان نسبت تبادل رطوبت بیشتر انجام می‌گیرد و ضایعات آبی افزایش می‌یابد.

گزارش واجنا (۲۰) و اشنايدر (۱۶) و کتتر (۷، ۹، ۱۰ و ۱۱) نیز نشان دهنده وابستگی سطح نسبی با ضایعات وزنی می‌باشد. تحقیقات وایز (۲۱)، اسمد (۱۸) و کتتر و همکاران (۱۱) نیز حاکی از آن است که علت عمده ضایعات وزنی در چغندره‌های ذخیره شده تبادل رطوبتی است که با هوای اطراف انجام می‌گیرد. چون ضایعات وزنی در چغندره‌های ریز بیشتر از چغندره‌های درشت است، بنابراین دچار چروکیدگی شده که منجر به تشدید شدت تنفس و ضایعات قندی بیشتری می‌شود که در بخش تغییرات عیار بحث خواهد شد. همانطور



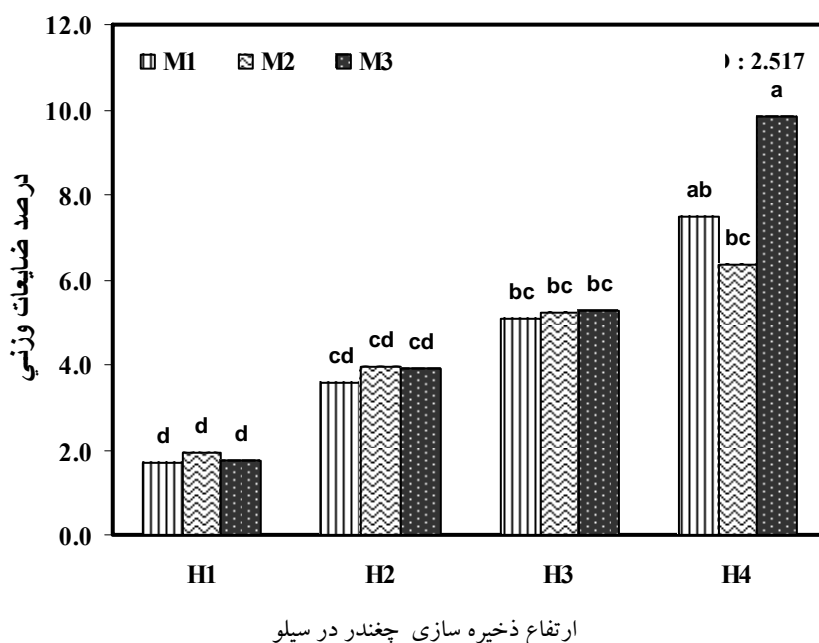
شکل ۲- اثر اندازه روی عیار چغندر های جمع آوری شده از مناطق مختلف

## اثر ارتفاع نگهداری روی ضایعات وزنی

شکل ۳، اثر ارتفاع ذخیره سازی روی ضایعات وزنی چغندرها را جمع آوری شده از مناطق مختلف را نشان می‌دهد. بررسی نتایج آنالیز آماری نشانگر این است که در منطقه M3, M2, M1 بین چغندرها نگهداری شده در کف سیلو با ارتفاع سه متری و سطح، ارتفاع یک متری با سطح به استثنای منطقه M2 و در منطقه M3 بین ارتفاع سه متری و سطح اختلاف معنی داری مشاهده می‌شود. کمترین ضایعات وزنی متعلق به چغندر هایی است که در کف سیلو نگهداری شده‌اند هرچه به سطح فوقانی سیلو نزدیک تر می‌شود این ضایعات افزایش می‌یابد. ضایعات وزنی در کف سیلو در طی نگهداری در منطقه M1 معادل ۱/۶۹ و در M2 معادل ۱/۹۱ و در M3 معادل ۱/۷۳ درصد و در یک متری ۳/۵۸، ۳/۹۶ و ۳/۸۹ درصد و در ۳ متری ۵/۰۸، ۵/۲۳ و ۵/۲۵ درصد و در سطح فوقانی سیلو ۷/۵، ۶/۳۷ و ۹/۸۴ درصد است.

علت افزایش ضایعات وزنی در لایه‌های فوقانی چغندرها و بخصوص در سطح سیلو، تخییری است که در چغندر انجام می‌گیرد. در سطح سیلو هوا به سادگی به لایه‌های فوقانی نفوذ کرده و با چغندر تبادل رطوبت می‌کند در حالیکه در لایه‌های تحتانی نفوذ جریان هوا کمتر است.

بیشترین کاهش عیار متعلق به چغندرها ریز و کمترین آن متعلق به چغندرها درشتی است که ذخیره شده است. چغندر ریز دارای سطح نسبی بزرگتری بوده و شدت تنفس در آن بیشتر است و هر چه شدت تنفس بیشتر باشد، ضایعات قندی بیشتر می‌باشد (۱۲ و ۱۷). همانطوریکه در شکل ۱، ملاحظه می‌شود ضایعات وزنی در چغندرها ریز ذخیره شده بیشتر از سایر اندازه‌ها است که یکی از دلایل عمده آن تخییر شدیدتر در چغندرها ریز است (۲۰). این تخییر باعث افزایش غلظت ساکارز گردیده است و بنابراین ضایعات قندی در چغندرها ریز بیش از ضایعاتی است که در شکل ۲ ملاحظه می‌شود. این ضایعات قندی که به عنوان ضایعات قندی نهان شناخته می‌شوند، نسبت معکوس با اندازه و بزرگی چغندر داشته و چون ضایعات وزنی در چغندرها درشت کمتر است، بنابراین ضایعات قندی نهان نیز در چغندرها درشت که دارای سطح نسبی کوچکتری هستند کمتر می‌باشد. با توجه به معنی دار بودن اثر اندازه روی عیار در چغندر های ذخیره شده و براساس آزمون مقایسه میانگین‌ها در سطح  $\alpha = 5\%$  کاهش عیار در چغندرها ریز در تمام مناطق بیشتر است، بنابراین باید از نگهداری آن‌ها در سیلو خودداری نمود. نتایج حاصل از این پژوهش حاکی از آن است که قابلیت نگهداری چغندر های درشت در سیلو بیشتر است و ضایعات وزنی و قندی در آن در حداقل ممکن قرار دارد.



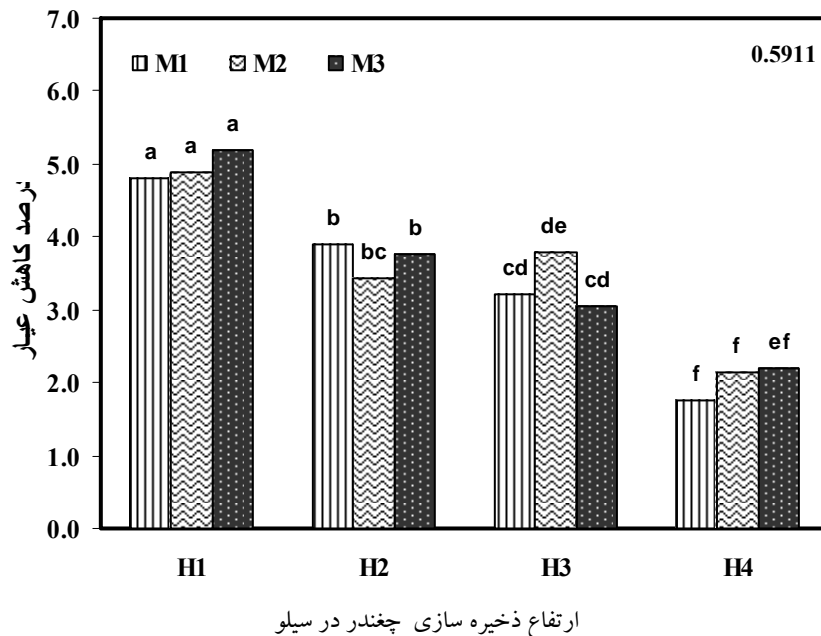
شکل ۳- اثر ارتفاع ذخیره سازی روی ضایعات وزنی چغندرها جمع آوری شده از مناطق مختلف

در ارتفاعات سیلو اندازه‌گیری نشده است. بدون در نظر گرفتن منطقه کشت، اثر ارتفاع در سطح  $\alpha = 5\%$  روی ضایعات وزنی چغندر قند معنی دار بوده است و این ضایعات در سطح سیلو بیشترین مقدار را به خود اختصاص می‌دهد.

#### اثر ارتفاع نگهداری روی عیار

شکل ۴ اثر ارتفاع ذخیره سازی روی درصد کاهش عیار چغندر قند مناطق مختلف را نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود، بیشترین کاهش عیار متعلق به چغندرهایی است که در کف سیلو نگهداری شده و هر چه به طرف لایه‌های فوقانی نزدیک‌تر می‌شود، این ضایعات کمتر شده بطوریکه کاهش عیار در نمونه‌های کف سیلو برای منطقه کاشت چغندر M1 معادل ۴/۸۰، برای منطقه M2 معادل ۴/۸۸ و برای منطقه M3 معادل ۵/۲۰، در نمونه‌های یک متری برای منطقه M1 معادل ۳/۹۰، برای M2 معادل ۳/۴۳ و برای M3 معادل ۳/۷۶، در ارتفاع ۳ متری برای منطقه M1 معادل ۳/۲۲، برای M2 معادل ۳/۷۹ و برای منطقه M3 معادل ۳/۰۶ درصد، در سطح سیلو برای منطقه M1 معادل ۱/۷۷، برای منطقه M2 معادل ۲/۱۵ و برای منطقه M3 معادل ۲/۲۰ درصد است. بنابراین روند کاهش عیار در چغندرهایی حاصل از مناطق مختلف، یکسان می‌باشد و بیشترین کاهش عیار مربوط به نمونه‌های کف سیلو بوده و هر چه به طرف سطح سیلو نزدیک‌تر می‌شود، این ضایعات کاهش می‌یابد.

همچنین تأثیر نور و گرمای خورشید عامل مهم دیگری در ایجاد ضایعات آبی در چغندر می‌باشد که تأثیر آن در لایه فوقانی بیشتر و هر چه به لایه‌های تحتانی نزدیک می‌شود، کمتر است. این تأثیر در لایه‌های کناری سیلو نیز مصداق دارد. وزش باد، نور خورشید، دمای هوای داخل سیلو، تبخیر چغندر و ضایعات قندی از مهمترین عوامل ایجاد ضایعات وزنی می‌باشد. در هنگام تهویه هوای داخل توده چغندر، هوای سرد بطور طبیعی یا اجباری از قسمت تحتانی وارد سیلو می‌شود و هر چه این هوا به طرف لایه‌های بالائی چغندر صعود می‌کند گرم‌تر شده و در نتیجه رطوبت بیشتری را از چغندر جذب می‌کند که در این حالت تبادل رطوبت در لایه‌های فوقانی سیلو بیشتر است، بخصوص در سطح سیلو که از یکطرف دمای هوای داخل توده چغندر به حداکثر ممکن می‌رسد و از طرف دیگر گرمای نور خورشید عامل کمک کننده به افزایش این دما می‌باشد که نتیجه آن حداکثر جذب رطوبت و افزایش ضایعات آبی در چغندرهایی ذخیره شده در سطح سیلو است. ضایعات قندی که عامل دیگری برای ایجاد ضایعات وزنی است، نیز باید مورد توجه قرار بگیرد. چون دمای هوای داخل توده چغندر وابسته به دمای هوای ورودی به سیلو می‌باشد و این دما در طول روز و شب بخصوص در فصل زمستان که مصادف با بهره‌برداری کارخانه‌های قند است، ثابت نبوده و متغیر می‌باشد. لذا دما در لایه‌های ارتفاعات مختلف سیلو متفاوت است. طبق گزارش جاگارد در سال ۱۹۹۷ تاکنون در خصوص تأثیر تفاوت دما در لایه‌های مختلف چغندر های ذخیره شده روی ضایعات وزنی و قندی



شکل ۴- اثر ارتفاع ذخیره سازی روی درصد کاهش عیار چغندر های مناطق

قندی در سطح سیلو حدود ۳ برابر ضایعات قندی در کف سیلو می‌باشد که منطبق با نتایج این پژوهش نمی‌باشد و دلیل آن یکسان نبودن شرایط جوی، تفاوت زمان نگهداری، افزایش ضایعات آبی و غلظت عصاره چغندرهایی است که در سطح سیلو نگهداری شده‌اند. با توجه به معنی‌دار بودن اثر ارتفاع روی کاهش عیار در چغندره‌های ذخیره شده از مناطق مختلف در سطح ۵٪،  $\alpha$ ، کاهش عیار بستگی به ارتفاع نگهداری چغندر در سیلو داشته و هر چه به لایه‌های فوقانی سیلو نزدیک‌تر می‌شود، این کاهش عیار کمتر شده، به طوریکه کاهش عیار در سطح سیلو دارای کمترین مقدار است. این نتیجه‌گیری با واقعیت تطبیق نمی‌کند زیرا طبق شکل ۳، ضایعات وزنی در تیمارهای نگهداری شده نسبت معکوس با کاهش عیار (شکل ۴)، دارد چون علت عمده ضایعات آبی تبادل رطوبتی و به عبارت دیگر تبخیری است که در چغندر انجام پذیرفته است. بنابراین افزایش غلظت عصاره چغندرهایی که در سطح سیلو نگهداری شده‌اند منجر به افزایش عیار گردیده است. بمنظور کاهش ضایعات قندی بهترین روش افزایش رطوبت نسبی هوای ورودی به داخل سیلو و تنظیم ارتفاع نگهداری چغندر براساس دمای هوا می‌باشد.

به نظر می‌رسد علت عمده ضایعات وزنی در نمونه‌های ذخیره شده در سطح سیلو، ضایعات آبی می‌باشد. ضایعات آبی در چغندر منجر به فعال‌تر شدن آنورزاز و افزایش شدت تنفس در چغندر شده و ضایعات قندی را افزایش می‌دهد (۹). چون ضایعات آبی از عوامل مهم ضایعات وزنی و قندی است بنابراین باید شرایطی ایجاد گردد که رطوبت نسبی هوای ورودی به داخل توده چغندر افزایش یافته و به این طریق ضایعات آبی که عامل مهم در کاهش وزن و تشدید شدت تنفس است به حداقل ممکن کاهش یابد.

مقایسه شکل ۳ و ۴، نشان می‌دهد که ضایعات وزنی در نمونه‌های کف دارای کمترین و در سطح دارای بیشترین مقدار است، در حالیکه این روند در کاهش عیار برعکس بوده و در کف دارای بیشترین و در سطح دارای کمترین مقدار است. با وجودیکه شدت تنفس در نمونه‌های نگهداری شده در سطح سیلو به دلیل ضایعات آبی و فعال‌تر شدن آنورزاز بیشتر می‌باشد (۲۰). لیکن آزمایش‌های انجام گرفته در چغندره‌های ذخیره شده نشانگر این واقعیت نمی‌باشد. دلیل عمده این مغایرت آن است که ضایعات آبی منجر به تغلیظ ساکارز شده و افزایش عیار در لایه‌های فوقانی چغندر های ذخیره شده را در پی دارد. بنابراین کاهش عیار چغندره‌های ذخیره شده در لایه‌های فوقانی نسبت به لایه‌های تحتانی‌تر کمتر بوده که با واقعیت تطبیق نمی‌کند. گزارش شرنجاسکا (۱۹) نیز نشان می‌دهد که چنانچه ضایعات آبی در چغندر زیاد شود، در این صورت به دلیل افزایش غلظت ساکارز، عیار افزایش می‌یابد که منطبق با نتایج این پژوهش است. به عبارت دیگر ضایعات قندی در لایه‌های فوقانی بخصوص در سطح سیلو دارای ضایعات ظاهری و ضایعات نهان می‌باشد. همچنین در اثر نگهداری چغندر در سیلو مقدار گلوکز، فروکتوز، رافینوز و دکستران در نمونه‌ها افزایش می‌یابد و چون گلوکز، رافینوز و دکستران راست گردان و فروکتوز چپ گردان است، لذا ساخته شدن این مواد روی پلاریمتر اثر گذاشته و عیار واقعی را پس از ذخیره سازی نشان نمی‌دهد (۸، ۱۱، ۱۳). به همین علت است که محاسبه ضایعات قندی از طریق موازنه جرمی به نتیجه مطلوب نرسیده است (۵). با این وجود دکستر و همکاران (۴) و برکی و همکاران (۳) با در نظر گرفتن موازنه جرمی ضایعات قندی را در کف سیلو کمترین مقدار اعلام کرده‌اند و هر چه به طرف سطح سیلو نزدیک‌تر می‌شود، این ضایعات افزایش می‌یابد، به طوریکه ضایعات

## منابع

- ۱- بهزاد خ، س. ع. مرتضوی، م. مظاهری تهرانی، ه. پوراآذرنگ. ۱۳۸۵. افزایش استحصال کارخانه های قند از طریق مدل سازی سطح نسبی چغندر قند به عنوان تابعی از وزن چغندر در سیلوه‌ها. مجله علوم و صنایع کشاورزی، جلد ۲۰، شماره ۷، صفحه ۱۹۸-۱۹۱.
- 2- Autorenkollektiv. 1984. Die zuckerherstellung verlag VEB Leipzig.
- 3- Buercky, K. and Maier. J. 2005. Zuckerverlust von in Feldrandmieten gelagerten Rieben mit und ohne Abdeckung. Zuckerind. 130 Nr. 12, 891-866.
- 4- Dexter, S. T, M. G., Frakes, and R.E. Weyse. 1969. Sugar Beet Technol. 15, 480-488
- 5- Hein, H, G., Pollach, M. Haluschan. 1995. Ueberlegung zur Bestimmung Von saccharoseverlusten bei der lageung Von zuckerruben. Zuckerind. Nr. 4. S 289-293.
- 6- ICUMSA. 1979. Sugar Analysis. Edited by Ferdinand Schneider. Peter Borough, England.
- 7- Jaggard, K. W., C.J.A, Clark, M.J, May, S., Mc Cullagh, A. P. Draycott. 1997. Changes in the weight and quality of Sugarbeet (*Beta vulgaris*) roots in storage clamps on farms. J. Agric. Sci. 129, 287-301.
- 8- Kammerer, F.X. and H. J. Delavier. 1967. Physikalische, Chemische und mikrobielle Veraenderungen Von Zuckerruben bei der Gefrierlagerung. Z. Zuckerind. 17, 349-357, 419-427, 464-469.
- 9- Kenter, C. and C. Hoffmann. 2004. Einfluss Von Trockenstress auf Qualitaetsveraenderungen bei der Lagerung Von Zuckerruben. Mitt. Ges pflanzenbauwiss. 16, 37-38.
- 10- Kenter, C. and C. Hoffman. 2005. Lagerung and Qualitaet von zuckerruben welchen Einfluss hat die sorte.

- Zuckerind. 51, 312-316.
- 11- Kenter, C and C. Hoffmann. 2006. Qualitaetsveraenderungen bei der Lagerung frostgeschaedigter Zuckerrueben in Abhaengigkeit Von Temperatur und sorte. Zuckerind. 131 Nr. 2,85-91.
  - 12- Luedeke, H. 1961. Zuckerruebenbau. 2 Auflage Hamburg und Berlin. S 109, 37, 137, 50, 128.160.
  - 13- Martin, S.S, J. A., Narum, and K. H. Chambers. 2001. Sugar beet biochemical quality changes during pile storage. Part 2. Non-Sugar. J. Sugar Beet Res. 38, 173-188.
  - 14- Poel, P. W., Van der, H., Schiwek, T. Schwarz. 1998 Sugar Technology Beet and Cane Manufactures. Verlag Dr. A. Bartens, Berlin.
  - 15- Poel, W., Van der, H., Schiweck, T. Schwarz. 2000. Zuckertechnologie Rueben-und Rohrzucker-herstellung. Verlag. Dr. Albert Bartens. Berlin.
  - 16- Reinefeld, E. and F. Schneider. 1983. Analytische Betriebskontrolle der Zuckerindustrie Teil C. Verlag Bartens. Berlin.
  - 17- Schneider, F. 1968. Technologie des Zuckers. Zweite Auflage. Verlag M, H. Schaper Hannover.
  - 18- Smed, E. 1990. Der Einfluss Von Frost auf die Qualitaet der Zuckerrueben. Zuckerruebe 39, 271-273.
  - 19- Tschernjawsckaja, L. and M.S. Chelemski. 1997. Zuckerverluste bei der Lagerung und Verarbeitung von Zuckerrueben. Zuckerind. Nr.12 S 440-446.
  - 20- Vajna, S. 1964. Zuckerruebenlagerung, Verlag Bartens, Berlin.
  - 21- Wyse, R.E., and S.T. Dexter. 1971. Source of recoverable sugar losses in several sugar beet varieties during storage. Journal of the ASSBT. 16-390-398.