بسم الله الرحمن الرحیم

صاحب امتیاز:
انجمن صنایع قندوشکر ایران

ناشر:
انجمن صنایع قندوشکر ایران

مدیر مسؤول:
علیرضا اشرف

سردبیر:
سیدمحمود کمگویان

هیأت تحریریه:
بهمن دانائی
محمدباقر باقرزاده
اسدالله موقریپور، غلامعباس بهمنی
حسن حمدی، عزتالله رضایی عراقی
رضا شیخالاسلامی، سیدیعقوب صادقیان
ایرج علیمرادی، کاوه مختاری
و
محمدصادق جنانصفت

تصحیح:
زهره بابائی

امور فنی:
صفحهآرا: علی صائمی
حروفنگار: حمیدرضا خدابخش

مسؤول وبسایت:
محمدرضا عبدوس

لیتوگرافی و چاپ:
ایرانمصور

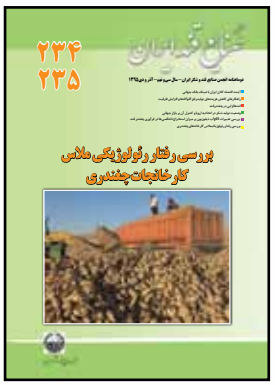
info@ISFS.ir
www.ISFS.ir

در این شماره می‌خوانید:

- سرمقاله/آینده اقتصاد کلان ایران با عینک بانک جهانی ● ۲
- راهکارهای کاهش هزینه‌های تولیددرفع گلوگاه‌ها و افزایش ظرفیت ● ۳
- اشتغالزایی در چغندرقند ● ۹
- وضعیت تولید شکر در اتحادیه اروپا و کنترل آن بر بازار جهانی ● ۱۷
- بررسی تغییرات pHآب دیفوزیون بر میزان استخراج ناخالصی‌ها در فرآوری چغندر قند ● ۲۱
- بررسی رفتار رئولوژیکیملاس کارخانه‌های چغندری ● ۲۶

۲۳۴
۲۳۵

دوماهنامه کشاورزی
صنعتی، اقتصادی
چغندرقند و نیشکر
سال سی و نهم
شماره ۲۳۵-۲۳۴
آذر و دی ۱۳۹۵



تهران، میدان دکتر فاطمی
خیابان شهید گمنام، شماره ۱۴
تلفن: ۸۸۹۶۵۷۱۵-۸۸۹۶۹۹۰۳
فاکس: ۸۸۹۶۹۰۵۵

- کلیه کارشناسان و صاحبنظران میتوانند مقالات خود را در مجله صنایع قند بهچاپ برسانند.
- حق ویرایش، حذف و اصلاح مطالب برای مجله محفوظ است.
- مقالات ارسالی بههیچوجه مسترد نخواهد شد.
- مطالب مطرح شده در مقالات بانگر نظرات نویسنده و مترجمان است.

آینده اقتصاد کلان ایران با عینک بانک جهانی

محمدصادق جنان‌صفت

اقتصاد کلان شامل برخی متغیرها مثل تورم، بیکاری، سرمایه‌گذاری، سیاست‌های پولی، ارزی بر فعالیت بنگاه‌ها و رشته‌های گوناگون صنعتی اثرات انکارناپذیر دارد. با توجه به اینکه اقتصاد کلان در ایران به دلیل قدرت بالای نهاد دولت از اهداف دولت سرچشمه می‌گیرد، مدیران و صاحبان بنگاه‌های صنعتی ناگزیرند این اهداف را به خوبی رصد کرده و در باره آنها با کارشناسان و همکاران خود رایزنی کنند. دولت ایران در حال حاضر با گرفتاری‌های بزرگی در اداره کشور به ویژه در حوزه اقتصاد مواجه است و این گرفتاری‌ها به طور مستقیم یا غیرمستقیم بر فعالیت‌های صنعت، کشاورزی و تجارت خارجی مؤثر است.

صنعت قند و شکر از یک طرف وابسته به فعالیت‌های صنعتی است و از طرف دیگر چشم به زمین و آسمان نیز دارد و سرانجام اینکه تجارت خارجی را نیز باید رصد کند. دولت یازدهم نیز همانند دولت‌های قبلی بخشی از اطلاعات مربوط به شاخص‌های کلان را دراختیار کارشناسان بانک جهانی قرار داده است و این کارشناسان با توجه به آمار و اطلاعات دراختیارشان و همچنین گمانه‌زنی از تحولات جهانی کسب و کار کلان ایران در سال ۲۰۱۷ را بررسی کرده است. با توجه به اینکه بانک جهانی به عنوان معتبرترین مرجع وضعیت اقتصادها گزارش‌هایی از اقتصاد کشورها منتشر می‌کند. این گزارش‌ها می‌تواند راه‌های عمل قانونگذاران ایرانی باشد. تازه‌ترین گزارش ارایه شده از طرف بانک جهانی درباره اقتصاد ایران در سال ۲۰۱۷ چه علامت‌هایی به مدیران صنعت می‌دهد؟

ادامه تحریم‌های بانکی

در گزارش بانک جهانی تأکید شده است به رغم اینکه برجام امیدهای زیادی در دل فعالان صنعت و بازرگانی ایران باز کرده بود که می‌توانند با دنیا تعامل داشته باشند، اما این رخداد به دلیل تداوم تحریم بانکی ایران از طرف آمریکا همچنان ناممکن شده است. به این معنی که بنگاه‌های ایرانی اعم از دولتی یا خصوصی نباید امیدوار باشند که می توانند به سادگی فعالیت‌های بانکی انجام دهند. علاوه بر این، باقی ماندن تحریم بانکی موجب شده است که ورود سرمایه‌گذاران خارجی به ایران هنوز با سختی مواجه شده و آن طور که تصور می‌شد پول از این مسیر به تن اقتصاد ایران سرازیر نخواهد شد.

رشد اقتصادی

رشد اقتصادی بهترین شاخص اندازه‌گیری اقتصاد ملی در هر جامعه‌ای به حساب می آید. رشد اقتصادی بالاتر این امکان را می‌دهد که شهروندان قدرت خرید بالاتری به دست آورند و بنابر اینکه عادت آنها در تخصیص درآمد میان پس‌انداز و مصرف چگونه است بخشی از قدرت خرید افزایش یافته را به مصرف دهند. افزایش مصرف می‌تواند بنگاه‌ها را از رکود خارج کند. بانک جهانی برای ایران رشد حدود ۴ درصد به طور متوسط در سال ۲۰۱۷ و ۲۰۱۸ را پیش‌بینی کرده است که از میانگین رشد سال‌های اخیر بالاتر است.

نرخ تورم

تورم قاتل سرمایه‌گذاری است زیرا ارزش تولیدات در برابر رشد شتابان تورم نابود می‌شود. تورم ۴۰ درصدی سال ۱۳۹۱ موجب شد قدرت خرید شهروندان کاهش یابد و هزینه‌های تولید افزایش یابد که هر دو متغیر به زیان صنعت بود. دولت یازدهم توانست در سال‌های اخیر نرخ شتابان تورم را مهار و آن را به زیر ۱۰ درصد برساند. بانک جهانی در پیش‌بینی خود نرخ تورم ایران را برای حدود ۱۱ درصد پیش‌بینی کرده است که به معنای صعودی شدن نرخ این متغیر است و شاید با هدف اتخاذ سیاست‌های انبساطی باشد.

بهبود وضعیت مالی

بر اساس پیش‌بینی بانک جهانی موقعیت مالی ایران برای نخستین بار از سال ۲۰۱۲ به بعد بهبود خواهد یافت. پس از آنکه دولت ایران در سال ۲۰۱۶ با کسری بودجه مواجه شد به نظر می‌رسد به دلیل رشد صادرات بتوانیم شاهد بهبود وضع مالی دولت باشیم. آزاد شدن برخی از دارایی‌های بلوکه شده ایران در کشورهای دیگر و همچنین رشد قیمت نفت در جهان از دیگر عوامل بهبود وضعیت مالی ایران هستند. پیش‌بینی بانک مرکزی این است که مازاد حساب جاری ایران که در سال ۲۰۱۶ معادل ۲/۶ درصد تولید ناخالص داخلی بود در سال ۲۰۱۷ و ۲۰۱۸ به ترتیب ۳/۴ درصد و ۴/۱ درصد تولید ناخالص داخلی برسد. علاوه بر این بهبود وضع صنعت گردشگری ایران نیز یک محل مناسب برای کسب درآمد ارزی به حساب می‌آید.

رصد کنید

مدیران و صاحبان بنگاه‌های صنعتی علاوه بر اینکه باید محیط کارخانه خود را از ابعاد گوناگون رصد کرده و با استفاده از کارآمدترین روش‌ها و نیروهای متخصص راه را برای سرپا ماندن فراهم کنند باید همواره نگاهی به شاخص‌های کلان اقتصاد نیز داشته باشند. بدون رصد کردن تحولات اقتصاد کلان و سیاست‌های دولت در حوزه اقتصاد احتمال اینکه بنگاه‌ها غافلگیر شده و توانایی انطباق با وضعیت تازه را از دست دهند افزایش می‌یابد. در شرایطی که اقتصاد ایران درگیر آن است هر احتمالی درباره سیاست‌های ارزی، پولی و تجاری وجود دارد. به طور مثال اگر همان طور که بانک جهانی پیش‌بینی کرده است وضع مالی دولت بهبود یابد ممکن است با هدف جلب توجه شهروندان واردات انواع کالاها با تعرفه‌های پایین را در دستور کار قرار دهد. از طرف دیگر ممکن است تحت فشارهای خاص قرار گرفته و ناگهان تصمیم بگیرد که دلار را ارزان کند و آنگاه واردات ارزان شود و شرایط سخت شود. سیاست‌های کلان دولت با توجه به وضعیت‌های خاص می‌تواند به تولید صنعتی، بر رفتار کشاورزان و بر بنگاه‌ها مؤثر باشد. مدیران صنعت قند و شکر ایران شاید از این جهت که باید هم سیاست‌های کشاورزی، هم سیاست‌های صنعتی و هم سیاست‌های تجاری را همزمان رصد کنند وضعیت خاصی دارند.

راهکارهای کاهش هزینه‌های تولید رفع گلوگاه‌ها و افزایش ظرفیت

مهندس محمدحسین شاه‌کرمی‌راد

صنعت قند و شـکر کشور در شرایطی قرار گرفته است که قیمت تمام شـده شکر تولیدی با قیمت شکر وارداتی به اجبار وارد رقابت جدی گردیده اسـت، مشـکلات عدیده حادث شده بر صنعت قند، بخشی ناشی از نداشتن توان رقابتی به دلیل ظرفیت پایین کارخانه‌ها و مهم‌تر از آن عدم استفاده بهینه از ظرفیت‌های موجوداست.

گلوگاه‌هـای متعـدد در قسـمت‌های مختلـف کارخانـه از علل عمده کاهش ظرفیت می‌باشـد، عمده ترین عوامل ایجاد آنها، عدم به‌کارگیری اتوماسیون مناسب جهت کنترل پروسه تولید می‌باشد.

یکی از راهکارهای رفع مشکلات موجود،بر طرف نمودن گلوگاه‌ها و بهینه‌سـازی پروسـه تولید وکاهش هزینه‌ها به پایین‌ترین میزان ممکن می‌باشد، کاهش بعضی از این هزینه‌ها تنها با بررسی پروسه تولید به آسـانی امکان‌پذیر است واکثراً نیاز به سرمایه‌گذاری ندارد و یا در صورت نیاز مقدار آن بسیار اندک می‌باشد، بررسی علمی‌هر مرحله از تولید به شناسـایی گلوگاه‌ها و همچنین تصمیم‌گیری در انتخاب روش مناسب کمک می‌کند.

در ایـن مقاله عملکـرد میانگیـن کارخانه‌ای مـدرن با ظرفیت ۱۰۰۰۰تن در ساعت و عملکرد کارخانه‌های پیشنهادی مدرن برای کشورهایی با درجه تمیزی شربت خام حدود ۸۸ در صد و ظرفیت ۱۰۰۰۰تن در ساعت ، با عملکرد کارخانه‌ای با ظرفیت سه هزار تن چغندر در ایران ، مقایسـه انجام گردیده و نقاط ضعف و قوت مورد بررسی قرار گرفته است.

لازم به توضیح است که برای مقایسه بهتر اطلاعات پروسه تولید بیسـت روزه کارخانه ایرانـی در میانه دوره بهره‌برداری اسـتفاده شده است.

جدول شـماره یک اطلاعات موازنه جرمی‌کارخانه‌ها در بالا اشاره شده را نشان داده است.

جدول شماره ۱ (اطلاعات موازنه جرم کارخانه‌ها)

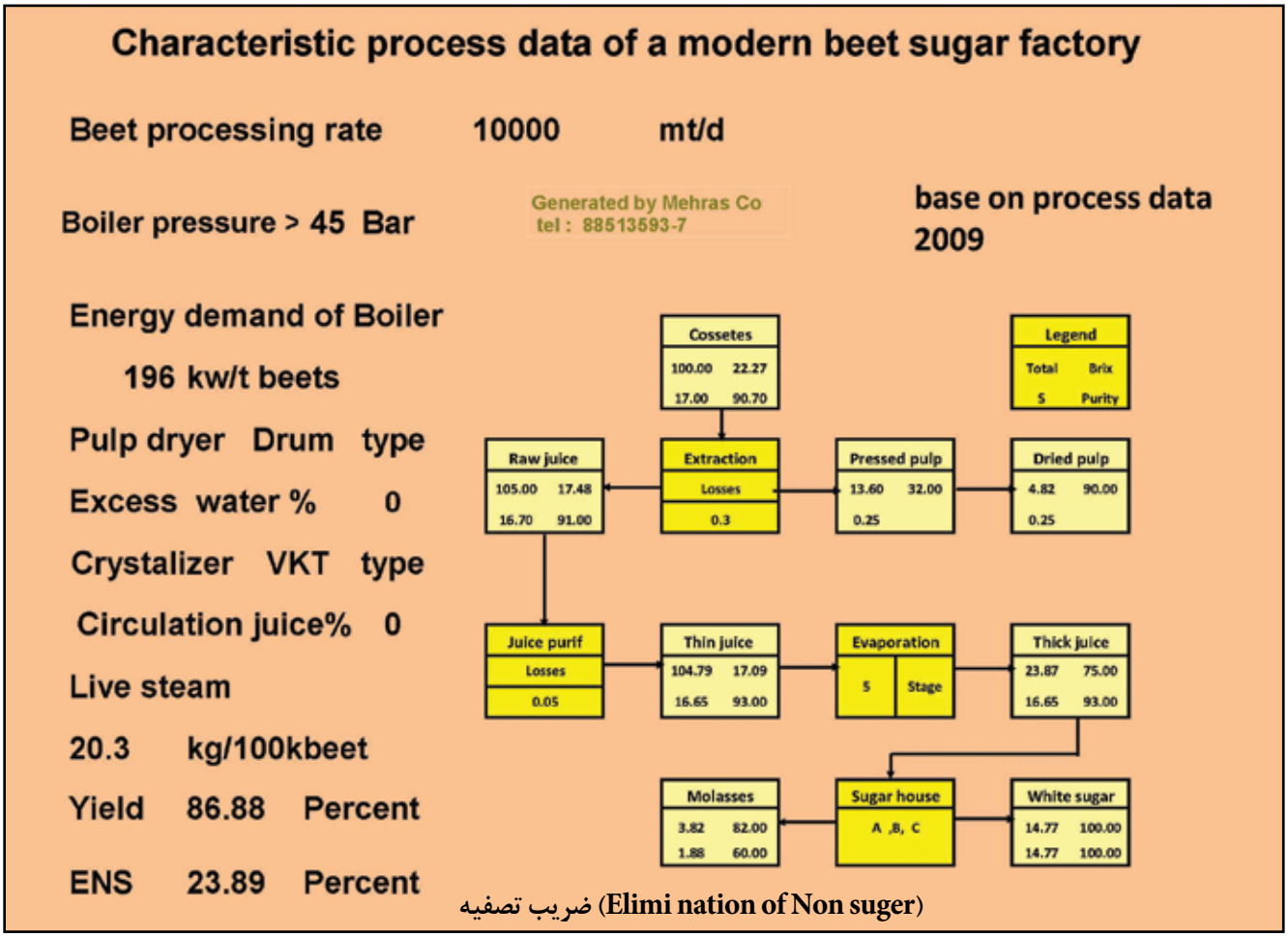
شرح	واحد	کارخانه مدرن	کارخانه کارآمد پیشنهادی	کارخانه ایرانی
		مقدار	مقدار	مقدار
۱- خلال				
۱- ۱-مصرف	تن در روز	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۳۰۰۰
۲- ۱- قند (دیژسیون)	کیلوگرم*	۱۷	۱۸	۱۷/۷
۲-شربت خام				
۲-۱- درجه تمیزی Q	در صد	۹۱	۸۸	۸۹/۰۸
۲- ۲- ماده خشک (BX)	در صد	۱۷/۴۸	۱۸۹/۲۹	۱۶/۰۸
۳- ۱- قند .Pol	کیلوگرم*	۱۶/۷	۱۷/۷	۱۷/۲۹
۴-۲- کشش حجمی	در صد	۱۰۵	۱۱۰	۱۲۰/۷
۳- ضایعات خام	در صد	۰/۳	۰/۳	۰/۴۸
۴- تفاله پرس شده				
۴-۱-مقدار	کیلوکرم*	۱۳/۶	۱۹/۷	۳۳/۴
۴-۲-ماده خشک	در صد	۳۲	۳۰	۱۶
۴-۳-قند	کیلوکرم*	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۴۸
۵-تفاله خشک				
۵-۱-ماده خشک	در صد	۹۰	۹۰	۸۵
۵-۲-مقدار***	کیلوکرم	۴/۸۲	۶/۶۲	۶/۷۴
۵-۳-قند	کیلوکرم	۰/۲۵	۰/۲۵	۱/۲۶
۶- ضایعات گل و نا معلوم	در صد	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۶۱
۷-شربت رقیق				
۷-۱-درجه تمیزی(Q)	در صد	۹۳	۹۱	۹۱/۹۳
۷- ۲- ماده خشک (BX)	در صد	۱۷/۰۹	۱۷/۶۸	۱۳/۷۵
۷- ۳- قند .Pol	کیلوکرم*	۱۶/۶۵	۱۷/۶۵	۱۶/۶۸
۸-اواپراسیون				
۸-۱-مرحله	(stage)	۵	۵	۴
۹-شربت غلیظ				
۹-۱-درجه تمیزی	در صد	۹۳	۹۱	۹۲,۰۷
۹- ۲- ماده خشک	در صد	۷۵	۷۳	۴۸,۷۳
۹- ۳- قند	کیلوکرم*	۱۶,۶۵	۱۷,۶۵	۱۶,۶۸
۱۰-شربت برگشتی **				
۱۰-۱-مقدار	کیلوکرم*	۰	۰	۳/۰۲
	درصد **	۰	۰	۸
۱۱-آب اضافه شده				
۱۱-۱- مقدار	کیلوکرم*	۰	۰	۳/۲
۱۱-۲- درصد	درصد **	۰	۰	۱۳
۱۲- طباخی	مراحل پخت	۳	۳	۳
۱۳- شکر سفید تولیدی				
۱۳-۱-مقدار	کیلوکرم*	۱۴/۷۷	۱۵/۲۴	۱۴/۷
۱۴-ملاس				
۱۴-۱-درجه تمیزی	در صد	۶۰	۵۸	۵۸/۵۰
۱۴- ۲- ماده خشک	در صد	۸۲	۸۲	۷۹/۵۳
۱۴- ۳- قند	کیلوکرم*	۱/۸۸	۲/۴۱	۱/۹۶
۱۴-۴-مقدار	کیلوکرم*	۳/۸۲	۵/۰۷	۴/۲۲
۱۵-ضریب تصفیه	درصد	۲۳/۳۹	۲۷/۴۷	۲۸/۳۹
۱۶-راندمان (ضریب استحصال)	درصد	۸۶/۸۸	۸۴/۶۷	۸۲/۷۲
۱۷-انرژی سوخت مصرفی	کیلوات ساعت/تن چغندر	--------	۹۸	۲۳۵

* کیلوگرم در صد کیلوگرم چغندر. ** در صد شربت برگشتی نسبت به کل شربت غلیظ محاسبه شده است.

*** در کارخانه مدرن مقداری از تفاله پرس شده در تفاله خشک کن استفاده نشده است.

برای درک بهتر اعداد درج شده در جدول شماره یک، موازنه جرمی‌وانرژی مربوطه در صفحه بعد آمده است

الف: موازنه جرم و انرژی کارخانه مدرن



ضریب تصفیه (Elimi nation of Non suger)

دلایل افزایش راندمان به مقدار ۸۶٫۸۸ در صد درکارخانه مدرن موارد ذیل می‌باشد

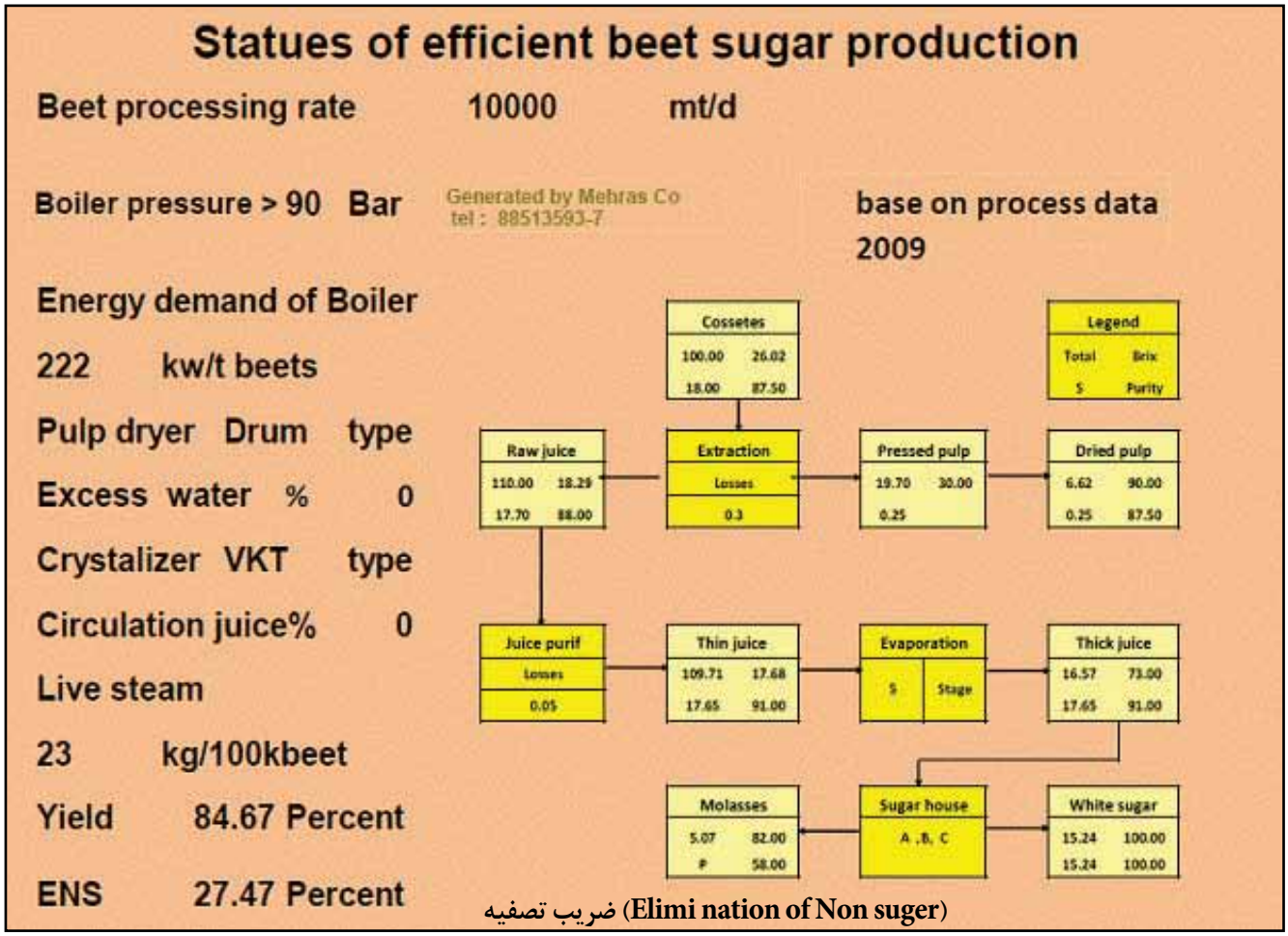
۱. کاهش ضایعات قسمت خام با افزایش ماده خشک تفاله پرس شده به ۳۲ در صد.

۲. کاهش ضایعات قسمت تصفیه به مقدار ۰٫۰۵ در صد مربوط به ضایعات گل و بویژه ضایعات نا معلوم.

۳. کاهش ضایعات ملاس بدلیل کیفیت بالای چغندر قند تولیدی.

۴. عدم برگشت شربت‌های واحد اواپراسیون، طباخی و سانتریفوژهای به قسمت تصفیه.

ب: موازنه جرم و انرژی کارخانه کارآمد مدرن پیشنهادی برای کشورهایی با درجه تمیزی ۸۸ در صد



ضریب تصفیه (Elimi nation of Non suger)

دلایل افزایش راندمان به مقدار ۸۴٫۶۷ در صد درکارخانه پیشنهادی کار آمد مدرن موارد ذیل می‌باشد.

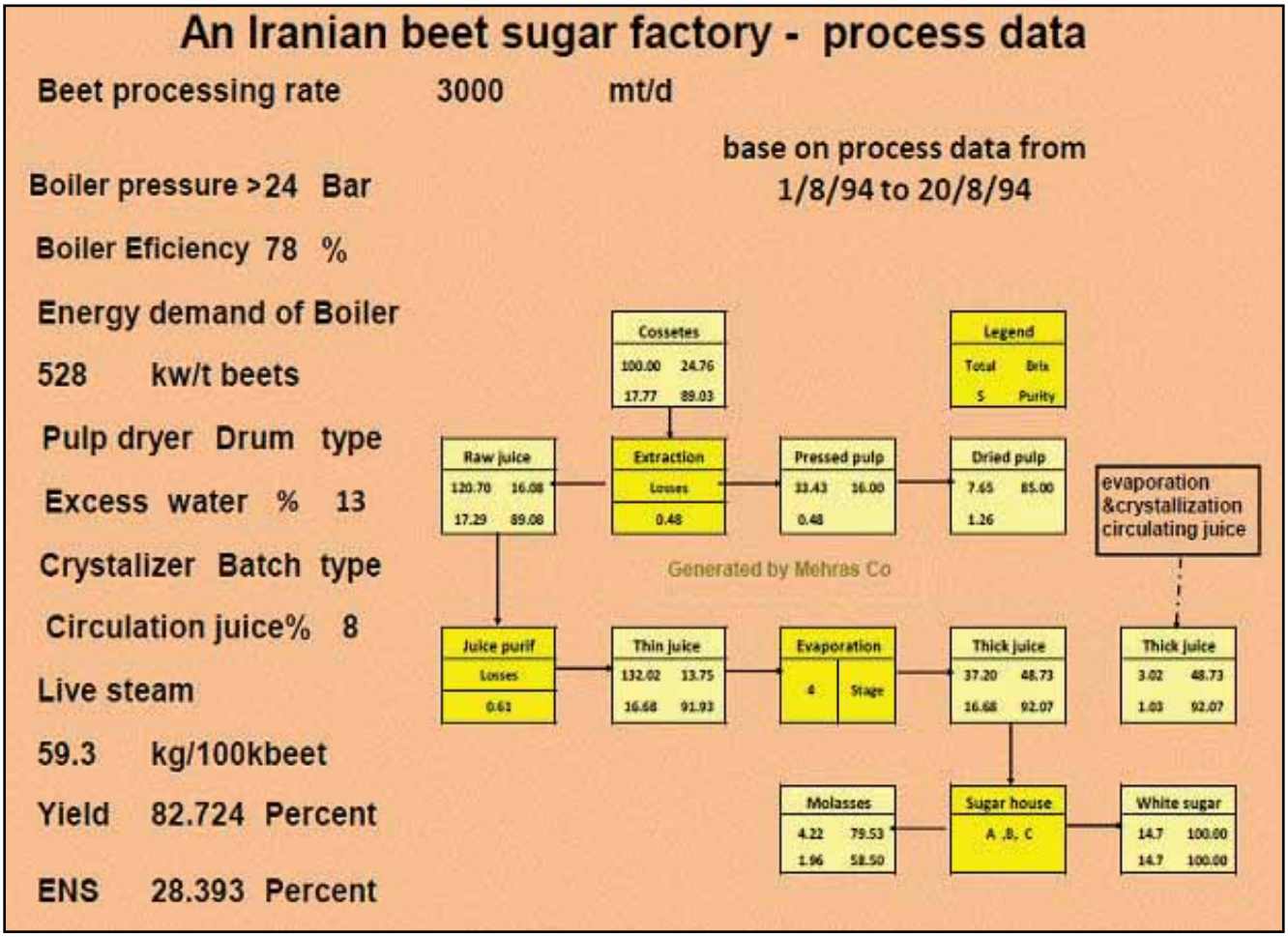
۱. کاهش راندمان قسمت خام با افزایش ماده خشک تفاله پرس شده به ۳۰ در صد.

۲. کاهش ضایعات قسمت تصفیه به مقدار ۰٫۰۵ در صد مربوط به ضایعات گل و بویژه ضایعات نا معلوم.

۳. دراین مرحله ضایعات ملاس در مقایسه با کارخانه ایرانی نه تنها باعث افزایش راندمان نمی‌باشد بلکه برعکس عامل کاهش گردیده است.

۴. عدم برگشت شربت‌های واحد اواپراسیون، طباخی و سانتریفوژهای به قسمت تصفیه.

پ: موازنه جرم و انرژی کارخانه ایرانی در بازه زمانی بیست روزه



دلایـل اختلاف عمده راندمـان ۸۲,۷۲ در صدکارخانه ایرانی با مقدار ۸۴,۶۷ در صد ،کارخانه پیشـنهادی کار آمد ومقدار ۸۶,۸۸ در صدی کارخانه مدرن موارد ذیل می‌باشد

۱. ماده خشـک پایین تفاله پرس شده، باعث افزایش ۰/۱۸ تن ضایعات تفاله و کاهش اسـتحصال به مقدار ۱ در صدگردیده است برای رفع مشـکل در مرحله اول تعمیرات اساسی پرس‌های تفاله موجود و خرید پرسـهای تفاله با ماده خشـک بـالا برای تکمیل ظرفیت لازم می‌باشـد. با انجام امور فوق علاوه بر کاهش ضایعات، در مصرف سوخت نیز همزمان کاهش انجام می‌گیرد.

۲. ضایعات گل و نامعلوم بالاتر، باعث افزایش ۰/۵۶ تن ضایعات قندی وکاهش استحصال به مقدار ۳/۱۵ در صدگردیده است، برای جلوگیری از ضایعات، در مرحله اول تعمیرات اساسی تمامی‌پمپ‌های پروسـه تولید و جلوگیری از ریزش آنها با به کارگیری سـیل‌های مکانیکی می‌باشـد ، در مرحله بعد انجام اتوماسیون بهتر و کامل‌تر مورد نیاز می‌باشـد، با توجه به وجـود متخصصین مربوطه در این زمینه انجام این گونه موارد به آسانی امکان‌پذیر می‌باشد.

تعمیـرات اساسـی فیلترهـای دکانتور موجود نیـز در کاهش ضایعات گل کمک شـایانی می‌کند ، لازم به ذکراست به‌کارگیری فیلترهـای پرس و یا ممبران با ماده خشـک بـالا در کاهش قابل توجه ضایعات گل و همچنین کاهش مصرف آب و اسـتفاده از آب شیرین آن در تهیه شیر آهک، موجب کاهش مصرف بخار و مصرف سوخت نیز می‌گردد.

مصرف انرژی

دلایـل کاهش قابل توجه مصرف انـرژی در کارخانه‌ها مدرن و پیشنهادی به شرح ذیل می‌باشد

۱. کاهش کشـش شربت خام به۱۱۰-۱۰۵ در صد وزن چغندر مصرفی.

۲. افزایش ماده خشک تفاله پرس شده

۳. استفاده از آب شیرین در تهیه شیر آهک

۴. کاهش شربت برگشتی به قسمت تصفیه

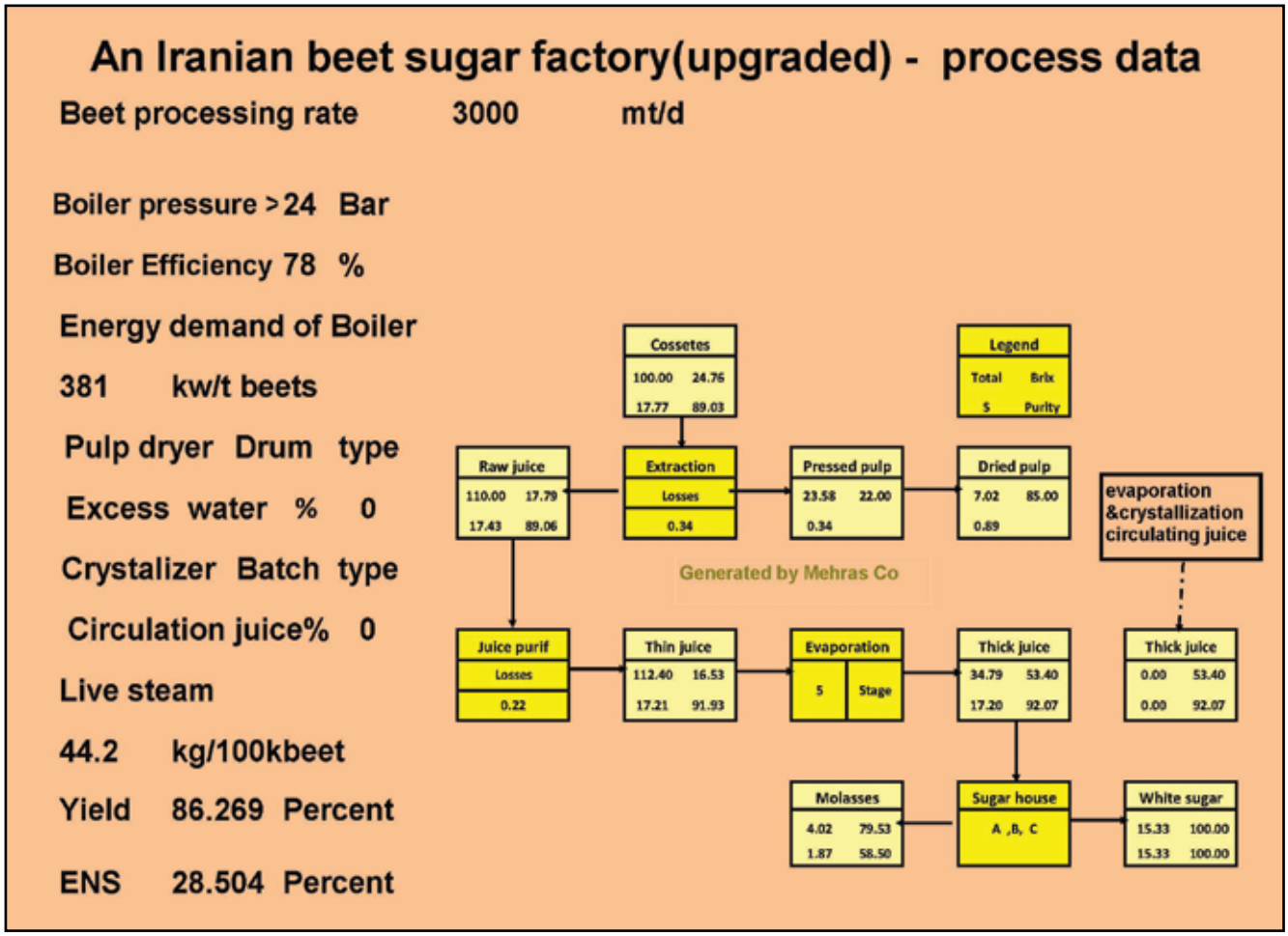
۵. جلوگیری از افزایش آب اضافی به پروسه تولید

۶. افزایش مراحل اواپراسیون به ۵ الی ۶ بدنه.

۷. مهم‌ترین و اساسـی‌ترین عامل، اسـتفاده گرمایشی از بخار بدنه‌های ۴و۵ بجای۲و ۳ می‌باشد.

با شبیه‌سازی کارخانه ایرانی با فرض انجام اصلاحات وتعمیرات وخرید بعضی از دستگاه‌ها مانند فیلترپرس یا ممبران و انجام موارد ۱ الـی ۶ که نیاز به سـرمایه‌گذاری زیادی ندارد و شـکل جریان کارخانه اصلاح شده در صفحه بعد آمده است.

ب: موازنه جرم و انرژی کارخانه کارآمد مدرن پیشنهادی برای کشورهایی با درجه تمیزی ۸۸ در صد



نتیجه‌گیری:

با توجه به تخصص بالای مدیران فنی وتولید وبرق و اتوماسیون،با انجام تعمیرات اساسی ذکر شده و اصلاحات در اتوماسیون کلی کارخانه بویژه در دیفوزیون باکنترل دقیق کشش و کنترل سطوح مخازن مختلف وکنترل میزان و غلظت گل تولیدی و برگشتی و کنترل فشار و درجه حرارت اواپراسیون و مبدل‌های حرارتی، حصول به راندمان صنعتی ۸۶/۳ و مصرف انرژی ۳۸۱ کیلووات در تن چغندر و مصرف ۴۴کیلوبخار زنده در ۱۰۰تن چغندر در کوره بخار و همچنین مصرف انرژی ۱۵۲ کیلووات در تن چغندر در تفاله خشک کن به آسانی امکان پذیر می‌باشد، کاهش بیشترمصرف انرژی نیاز به تغییرات اساسی و سرمایه گذاری بیشتر می‌باشد که از بحث این مقاله خارج است.

اشتغالزایی در چغندرقند

از: غلامرضا رحمت، سمانه گل‌سرخی

چغندرقند در کشور ما به عنوان یک محصول استراتژیک در تأمین مواد غذایی و اشتغال نقش مهمی‌را ایفا می‌نماید. اشتغال و امنیت غذا، از جمله موضوعات بسیار جدی است که در صورت توسعه و تولید چغندرقند و شکر می‌تواند سهم قابل توجهی را به شکل عملی به خود اختصاص دهد. با توجه به تأثیـــر فزاینده‌ای که زراعت چغندر قند در تولید محصولات زراعی پس از خود بجای می‌گذارد. بســیار مورد توجه زارعین کشورهای مختلف قرار گرفته است. نکته ضروری و مهم در تولید چغندر قند علاوه بر اشتغال‌زایی چغندرقند- میزان تأمین غذا برای جامعه است که در صورت برداشت ۴۸ تن چغندرقند در هکتار با عیار ۱۶ درصد می‌توان:

– ۶/۲۴ تن شکر سفید

– ۲/۸۸ تن تفاله خشک با ۹۴ درصد ماده خشک و یا ۱۵/۸۴ تن تفاله تر با ماده خشک ۱۷ درصد

– ۲/۱۶ تن ملاس با ۴۸ تا ۵۰ درصد قند

– ۱۰ تن برگ سبز چغندرقند (کود سبز)؛ برداشت نماییم:

ملاس نیز در صنایع الکل‌سازی، قندگیری از ملاس، تولید انواع مخمر و خمیرمایه، تولید بیواتانول، خوراک دام و طیور، تولید چسب و سموم گیاهی (موش‌کش‌ها)، تولید رنگ‌های صنعتی، صنایع بیسکویت‌ســازی، نوشابه، شیرینی‌سازی و... کاربرد بسیار زیادی دارد.

همان‌گونه که می‌دانیم هدف از تولید محصولات کشاورزی تأمین غذا به صورت مستقیم و غیرمستقیم برای انسان است. با مطالعات صورت گرفته در مقام مقایسه تأمین غذا برای هر نفر از هر هکتار در سال بین محصولات مختلف زراعی، نتایج زیر به دست آمده است.

- یک هکتار چغندر قند تأمین غذا برای ۳۰ نفر در یک سال
- یک هکتار مرتع تأمین غذا برای ۲ نفر
- یک هکتار علوفه تأمین غذا برای ۳ تا ۴ نفر
- یک هکتار جو تأمین غذا برای ۴ تا ۶ نفر
- یک هکتار گندم تأمین غذا برای ۶ تا ۸ نفر
- یک هکتار سیب زمینی غذا برای ۱۲-۱۰ نفر در سال را تأمین می‌نماید.

(منبع: انجمن صنفی کارخانه‌های قند و شکر ایران بروز شده توسط نگارنده)

برآورد نیروی انسانی:

بر اساس بررسی‌های صورت گرفته از مرحله تهیه زمین تا پایان عملیات برداشت و به ازای تولید ۴۸ تن چغندرقند در هر هکتار و با احتساب زمان ۱۸۰ روز کاری از شــروع تهیه زمین، کاشــت، داشــت، برداشت و حمل تا

کارخانــه به ازای هر تن چغندرقند به ۳/۴ نفر/ ســاعت نیروی کار مورد نیــاز خواهد بود. به بیان دیگر، بــه ازای هر هکتار زراعت با تولید ۴۸ تن چغندرقند به ۱۵۳/۶ نفر/ســاعت نیروی کار نیاز خواهیم داشــت، که از مراحل تهیه زمین، کاشت، داشت، برداشت و حمل محصول به کارخانه تا قبل از مراحل استحصال شکر می‌باشد. محاسبات برآورد کاربری و سطح اشــتغالزایی نیروی انسانی برای تولید ۴۸ تن چغندرقند با روش استفاده کامل از مکانیزاسیون، کشت با بذر منوژرم و به روش آبیاری فاریاب و طول دوره رشــد ۱۸۰ روزه و با اســتفاده از ادوات و دنباله بندهای استاندارد و تراکتور با قدرت ۱۶۵ قوه اسب بخار با مفروضات ذیل صورت گرفته است.

مفروضات:

۱– سطح واحد اقتصادی مزرعه ۲۵ هکتار

۲– چغندر قند تولیدی ۴۶ تا ۵۰ تن در هکتار

۳– بذر مصرفی برای یک هکتار یک یونیت بذر منوژرم(۱۰۰هزاربذر)

۴– گاو آهن ۶ خیش

۵– دیسک ۲۸ پره افست

۶– سرعت و حرکت تراکتور ۵-۳ کیلومتر در ساعت

۷– ماشین آلات برداشت ماترود فرانسه یا مشابه آن

۸– به ازای عملیات مکانیزه، همیشه یک نفر کارگر راننده را در امور اجرایی کمک می‌کند.

۹– برای عملیات داشت ۲ نفر/ روز کارگر همچنین برای عملیات برداشت هم ۲ نفر/ روز کارگر به ازای هر هکتار در مزرعه کارگر پیش‌بینی شده است.

۱۰– این برآورد بدون در نظر گرفتن میزان اشتغالزایی و تأثیر چغندرقند در صنایع پایین و بالا دســتی (بعد از تولید شکر، ملاس و تفاله) صورت گرفته اســت و به نظر می‌رسد کشــت چغندرقند در بین زراعت نباتات صنعتی از اشتغالزایی مطلوب‌تری برخوردار می‌باشد.

۱۱– به ازای هر واحد ۲۵ هکتاری یک نفر سرپرست مزرعه پیش‌بینی شــده است که در کل طول دوره (از مرحله کاشت تا تحویل چغندرقند به کارخانه) به ۱۸۰ نفر/ روز نیرو لازم خواهیم داشت. بنابراین سهم یک هکتار به اندازه ۷/۲ نفر/ روز یا ۵۳/۲۸ نفر/ ســاعت در هر هکتار در طول دوره به نیروی مدیریتی نیاز می‌باشــد که با احتساب ۱۱۰ نفر / ساعت نیروهای عملیاتی در مزرعه جمعاً ۱۷۰ نفر/ ســاعت در مزرعه به نیروی کاری نیازمندیم که تقریباً معادل ۲۳ نفر/ روز کارگر خواهد بود.

با توجه به کاربری ۲۳ نفر/ روز برای تولید ۴۸ تن چغندرقند در هر هکتار به ازای هر تن چغندرقند به ۳/۵۴ نفر/ ســاعت نیروی کار در مزرعه احتیاج می‌باشد، این عدد در کشورهای توسعه یافته حداکثر به ۲/۵ نفر/ ساعت به ازای هر تن چغندرقند می‌رسد (منبع ASCS sugar reports,sept-1969)

علــت این اختلاف در میزان برداشــت بیشــتر چغنــدر در هر هکتار گسترده‌تر و یکپارچه بودن اراضی، عدم نیاز به آبیاری، نوع ماشین آلات و ادوات کشاورزی مورد استفاده می‌باشد.

جدول ۱- شرح عملیات زراعی :

ردیف	شرح	تعداد	زمان لازم ساعت	زمان کل ساعت	تعداد افراد	نیروی لازم (نفر/ساعت)
۱	شخم	۲	۳	۱۲	۲	۱۲
۲	دیسک	۲	۱	۴	۲	۱۶
۳	کود پاشی قبل از کاشت	۱	۱	۲	۲	۱۸
۴	علفکش قبل از کاشت	۱	۱	۲	۲	۲۰
۵	شیپر (shaper)	۱	۳	۶	۲	۲۶
۶	کاشت	۱	۳	۶	۲	۳۲
۷	آبیاری	۹	۱	۹	۱	۴۱
۸	سمپاشی (علف‌کش، حشره‌کش، قارچ‌کش)	۶	۱	۱۲	۲	۵۳
۹	(کود کاری+ کولتیواسیون)	۲	۲	۴	۲	۵۷
۱۰	برگ‌زنی و طوقه‌زنی	۱	۱	۲	۲	۵۹
۱۱	چغندرکنی	۱	۱/۵	۳	۲	۶۲
۱۲	بارکن	۱	۰/۵	۰/۵	۲	۶۶
۱۳	حمل با کامیون	۴	۲	۸	۱	۷۴
۱۴	نیروی انسانی	۴	۷/۴	۲۹/۶	–	۱۰۳/۶
۱۵	مدیریت	۱	۱۸۰	۵۳/۲۸	–	۱۵۶/۸۸
۱۶	پیش بینی نشده	–	–	۱۳/۱۲	–	۱۷۰

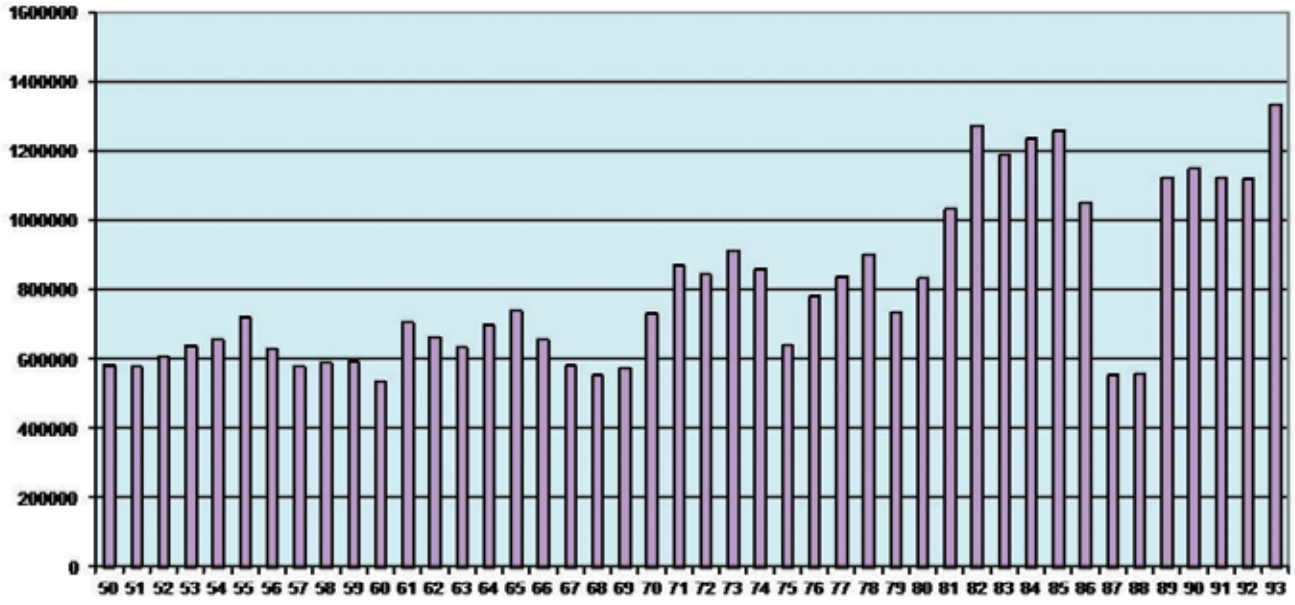
همچنین در تحقیق انجام شده توسط علیرضا نیکوئی و همکاران در تاریخ ۱۳۸۴/۱۰/۳ در هر هکتار زراعت چغندرقند تعداد ۲۱۲/۴۸ نفر/ روز نیروی کار در مراحل مختلف تولید حمل و تبدیل برآورد شده است. این میزان اشتغالزایی معادل ۱/۴۱ نفر در سال میباشد.

- (در این تحقیق : ۱۵۰-۱۸۰ روز اشتغال معادل اشتغال یک نفر در سال در نظر گرفته شده است).
- در مزارع استفاده از مکانیزاسیون به صورت کامل در نظر گرفته نشده است.
- نیروی کار شاغل در مراحل تولید، حمل و تبدیل هر تن چغندر قند معادل ۷/۱۵ نفر روز است که ۲۸/۷۳ درصد (۵/۲۴) مربوط به تولید چغندر قند و ۵/۱۷ درصد (۰/۳۷) مربوط به حمل و ۲۱/۵۴ درصد (۱/۵۴) مربوط به مرحله تبدیل است.

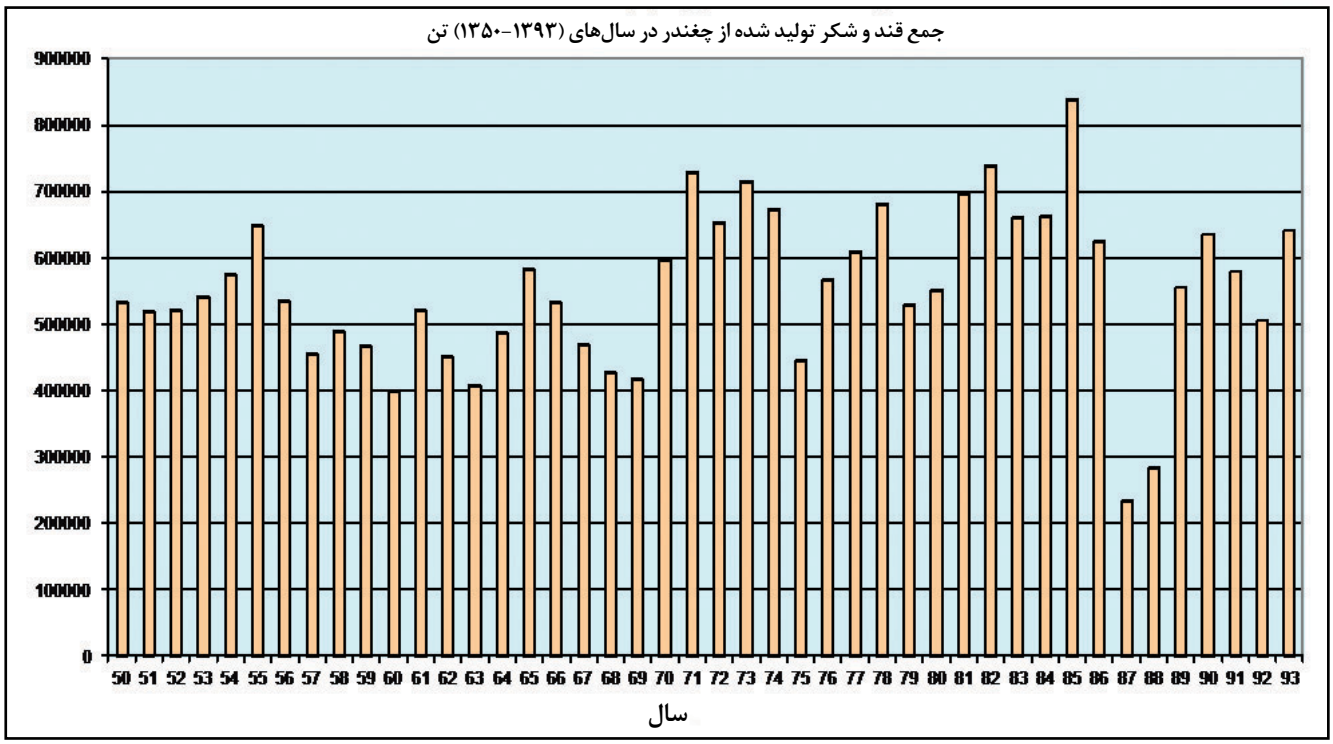
مصرف سرانه شکر برحسب کیلوگرم نفر در سال			
مصرف سرانه ایران	سال	مصرف سرانه ایران	سال
۲۸,۸	۱۹۹۸	۲۶,۹	۱۹۸۷
۲۹,۴۲	۱۹۹۹	۲۴,۹	۱۹۸۸
۲۸,۹۷	۲۰۰۰	۲۳,۹	۱۹۸۹
۲۹,۴۶	۲۰۰۱	۲۶,۳	۱۹۹۰
۲۹,۲۳	۲۰۰۲	۲۷,۲	۱۹۹۱
۲۹,۵۵	۲۰۰۳	۲۶	۱۹۹۲
۲۹,۷۹	۲۰۰۴	۲۵,۸	۱۹۹۳
۳۰,۳۶	۲۰۰۵	۲۴,۵	۱۹۹۴
۳۰,۸۶	۲۰۰۶	۲۴,۱	۱۹۹۵
۳۳,۲۶	۲۰۰۷	۲۸,۴	۱۹۹۶
		۲۸,۳۱	۱۹۹۷

مصرف سرانه شکر به تفکیک قاره‌ها و جهان (هر نفر/کیلوگرم)					
نام قاره	۲۰۰۸-۰۹	۲۰۰۹-۱۰	۲۰۱۰-۱۱	۲۰۱۱-۱۲	۲۰۱۲-۱۳
اروپا	۳۷,۵۵	۳۷,۵۵	۳۷,۸۴	۳۷,۷۲	۳۷,۸۳
آفریقا	۱۵,۸۸	۱۶,۱۲	۱۶,۳۱	۱۶,۸۴	۱۷
آمریکای جنوبی	۵۱,۳۲	۵۱,۶۲	۵۱,۴	۵۲,۴۹	۵۲,۶۵
آسیا	۱۸,۲۸	۱۷,۹۵	۱۷,۶۷	۱۸,۳۸	۱۸,۸۵
اقیانوسیه	۴۸,۷۷	۴۸,۲۴	۴۸,۰۱	۴۷,۴۶	۴۷,۰۲
جهان	۲۳,۷۴	۲۳,۵۳	۲۳,۳۶	۲۳,۸۶	۲۴,۲۴

جمع تولید قند و شکر از چغندر و نیشکر (۱۳۹۳-۱۳۵۰) برحسب تن

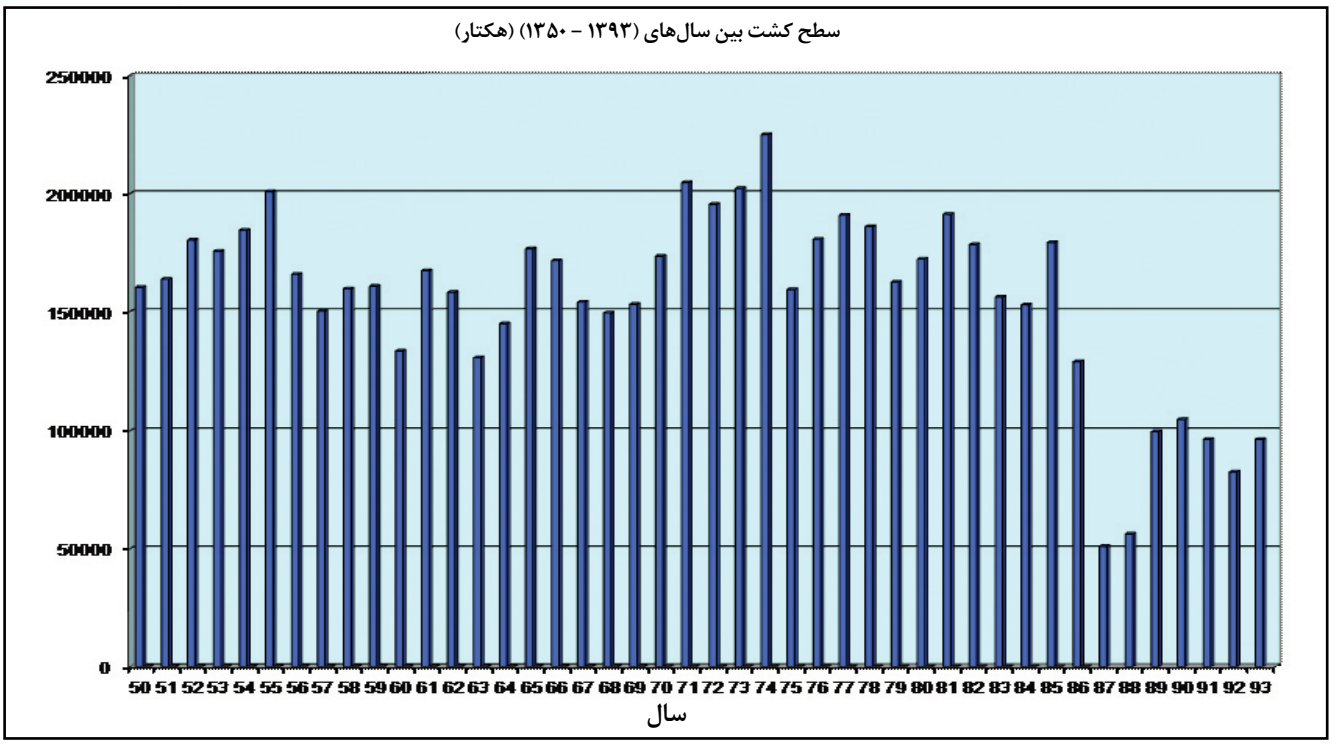


جمع چغندرقند و نیشکر (تن)							
جمع چغندر و نیشکر (تن)	سال	جمع چغندر و نیشکر (تن)	سال	جمع چغندر و نیشکر (تن)	سال	جمع چغندر و نیشکر (تن)	سال
۱۱۹۰۰۵۰	۱۳۸۳	۸۴۶۱۱۵	۱۳۷۲	۷۰۷۷۰۰	۱۳۶۱	۵۸۱۳۷۱	۱۳۵۰
۱۲۳۸۷۹۰	۱۳۸۴	۹۱۵۸۹۳	۱۳۷۳	۶۶۲۷۰۵	۱۳۶۲	۵۷۹۶۵۰	۱۳۵۱
۱۲۵۸۳۹۰	۱۳۸۵	۸۵۸۳۸۱	۱۳۷۴	۶۳۲۸۰۳	۱۳۶۳	۶۰۷۷۵۲	۱۳۵۲
۱۰۵۲۶۶۶	۱۳۸۶	۶۴۳۱۰۵	۱۳۷۵	۷۰۰۷۵۸	۱۳۶۴	۶۳۷۳۲۸	۱۳۵۳
۵۵۲۷۳۳	۱۳۸۷	۷۸۲۳۰۲	۱۳۷۶	۷۴۰۸۰۲	۱۳۶۵	۶۵۶۳۳۵	۱۳۵۴
۵۵۸۲۴۷	۱۳۸۸	۸۳۹۰۵۷	۱۳۷۷	۶۵۷۸۵۰	۱۳۶۶	۷۲۱۹۷۹	۱۳۵۵
۱۱۲۳۹۳۷	۱۳۸۹	۹۰۴۰۳۹	۱۳۷۸	۵۸۲۰۰۸	۱۳۶۷	۶۳۲۳۸۲	۱۳۵۶
۱۱۴۹۵۶۲	۱۳۹۰	۷۳۶۳۱۶	۱۳۷۹	۵۵۳۸۶۹	۱۳۶۸	۵۷۹۵۸۸	۱۳۵۷
۱۱۲۴۲۸۶	۱۳۹۱	۸۳۳۹۹۳	۱۳۸۰	۵۷۵۵۸۷	۱۳۶۹	۵۹۲۴۰۱	۱۳۵۸
۱۱۲۲۷۶۰	۱۳۹۲	۱۰۳۴۷۲۸	۱۳۸۱	۷۳۴۴۸۹	۱۳۷۰	۵۹۵۲۶۰	۱۳۵۹
۱۳۳۴۸۲۷	۱۳۹۳	۱۲۷۴۱۵۵	۱۳۸۲	۸۷۰۴۶۷	۱۳۷۱	۵۳۷۶۰۷	۱۳۶۰



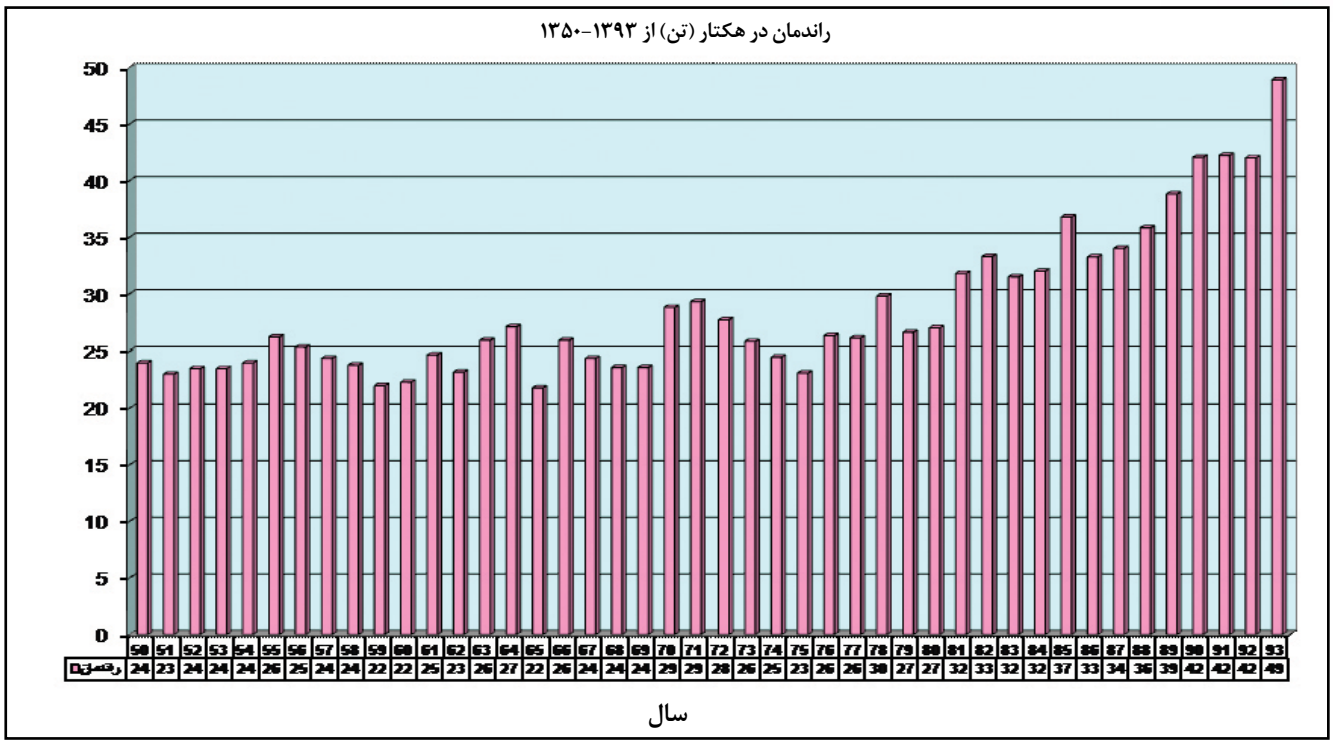
جمع قند و شکر تولید شده از چغندر در سال‌های (۱۳۹۳-۱۳۵۰) تن

جمع قند و شکر (تن)							
جمع قند و شکر (تن)	سال	جمع قند و شکر (تن)	سال	جمع قند و شکر (تن)	سال	جمع قند و شکر (تن)	سال
۶۵۹۱۶۶	۱۳۸۳	۶۵۲۱۱۵	۱۳۷۲	۵۱۹۵۱۸	۱۳۶۱	۵۳۲۰۵۲	۱۳۵۰
۶۶۰۸۵۷	۱۳۸۴	۷۱۲۸۹۳	۱۳۷۳	۴۵۰۸۱۰	۱۳۶۲	۵۱۷۱۱۸	۱۳۵۱
۸۳۶۹۵۲	۱۳۸۵	۶۷۱۷۰۶	۱۳۷۴	۴۰۶۸۱۳	۱۳۶۳	۵۱۹۹۸۳	۱۳۵۲
۶۲۳۸۱۴	۱۳۸۶	۴۴۳۱۸۷	۱۳۷۵	۴۸۶۵۶۱	۱۳۶۴	۵۴۰۰۳۲	۱۳۵۳
۵۵۲۷۳۳	۱۳۸۷	۵۶۵۵۵۶	۱۳۷۶	۵۸۲۲۶۱	۱۳۶۵	۵۷۴۰۰۰	۱۳۵۴
۲۸۲۹۴۸	۱۳۸۸	۶۰۷۱۳۲	۱۳۷۷	۵۳۱۷۵۹	۱۳۶۶	۶۴۷۳۹۸	۱۳۵۵
۵۵۵۴۸۴	۱۳۸۹	۶۷۹۱۴۳	۱۳۷۸	۴۶۷۳۶۵	۱۳۶۷	۸۳۳۶۴۳	۱۳۵۶
۶۳۵۹۰۶	۱۳۹۰	۵۲۷۰۶۱	۱۳۷۹	۴۲۶۳۸۰	۱۳۶۸	۴۵۳۸۳۶	۱۳۵۷
۵۷۹۰۹۵	۱۳۹۱	۵۴۹۷۱۱	۱۳۸۰	۴۱۶۷۹۴	۱۳۶۹	۴۸۸۸۷۹	۱۳۵۸
۵۰۶۶۰۱	۱۳۹۲	۶۹۶۱۲۹	۱۳۸۱	۵۹۵۹۳۰	۱۳۷۰	۴۶۵۹۳۲	۱۳۵۹
۶۴۲۳۱۴	۱۳۹۳	۷۳۷۱۱۶	۱۳۸۲	۷۲۷۶۴۵	۱۳۷۱	۳۹۸۶۰۳	۱۳۶۰



سطح کشت بین سال‌های (۱۳۹۳ – ۱۳۵۰) (هکتار)

سطح زیر کشت (هکتار)							
سطح زیر کشت (هکتار)	سال	سطح زیر کشت (هکتار)	سال	سطح زیر کشت (هکتار)	سال	سطح زیر کشت (هکتار)	سال
۱۵۶۰۶۱	۱۳۸۳	۱۹۵۴۲۴	۱۳۷۲	۱۶۷۲۷۷	۱۳۶۱	۱۶۰۲۱۰	۱۳۵۰
۱۵۲۸۷۵	۱۳۸۴	۲۰۲۱۳۷	۱۳۷۳	۱۵۸۱۲۳	۱۳۶۲	۱۶۳۷۱۶	۱۳۵۱
۱۷۹۲۰۹	۱۳۸۵	۲۲۴۹۴۸	۱۳۷۴	۱۳۰۴۱۳	۱۳۶۳	۱۸۰۲۵۶	۱۳۵۲
۱۲۸۷۵۱	۱۳۸۶	۱۵۹۲۶۸	۱۳۷۵	۱۴۴۸۲۵	۱۳۶۴	۱۷۵۴۸۸	۱۳۵۳
۵۱۰۴۰	۱۳۸۷	۱۸۰۶۳۶	۱۳۷۶	۱۷۶۵۸۸	۱۳۶۵	۱۸۴۵۱۱	۱۳۵۴
۵۶۲۶۰	۱۳۸۸	۱۹۰۷۹۶	۱۳۷۷	۱۷۱۵۴۲	۱۳۶۶	۲۰۰۸۰۳	۱۳۵۵
۹۹۶۰۶	۱۳۸۹	۱۸۶۰۱۷	۱۳۷۸	۱۵۳۹۵۶	۱۳۶۷	۱۶۵۷۶۱	۱۳۵۶
۱۰۴۷۶۵	۱۳۹۰	۱۶۲۵۰۱	۱۳۷۹	۱۴۹۴۲۰	۱۳۶۸	۱۵۰۰۸۲	۱۳۵۷
۹۶۳۵۰	۱۳۹۱	۱۷۲۲۳۶	۱۳۸۰	۱۵۳۰۲۷	۱۳۶۹	۱۵۹۵۹۵	۱۳۵۸
۸۲۵۱۶	۱۳۹۲	۱۹۱۱۹۶	۱۳۸۱	۱۷۳۴۳۷	۱۳۷۰	۱۶۰۷۳۲	۱۳۵۹
۹۶۳۵۰	۱۳۹۳	۱۷۸۳۳۵	۱۳۸۲	۲۰۴۶۲۹	۱۳۷۱	۱۳۳۲۷۹	۱۳۶۰



راندمان در هکتار (تن) از ۱۳۹۳-۱۳۵۰

راندمان در هکتار (تن)							
راندمان در هکتار (تن)	سال	راندمان در هکتار (تن)	سال	راندمان در هکتار (تن)	سال	راندمان در هکتار (تن)	سال
۳۱,۵	۱۳۸۳	۲۷,۷	۱۳۷۲	۲۴,۷	۱۳۶۱	۲۴	۱۳۵۰
۳۲	۱۳۸۴	۲۵,۸	۱۳۷۳	۲۳,۲	۱۳۶۲	۲۳	۱۳۵۱
۳۶,۷۹	۱۳۸۵	۲۴,۵	۱۳۷۴	۲۵,۹	۱۳۶۳	۲۳,۵	۱۳۵۲
۳۳,۲۶	۱۳۸۶	۲۳,۱	۱۳۷۵	۲۷,۱	۱۳۶۴	۲۳,۵	۱۳۵۳
۳۴,۰۲	۱۳۸۷	۲۶,۳	۱۳۷۶	۲۱,۸	۱۳۶۵	۲۴	۱۳۵۴
۳۵,۸۳	۱۳۸۸	۲۶,۱	۱۳۷۷	۲۵,۹	۱۳۶۶	۲۶,۲	۱۳۵۵
۳۸,۸۲	۱۳۸۹	۲۹,۸	۱۳۷۸	۲۴,۴	۱۳۶۷	۲۵,۳	۱۳۵۶
۴۲,۰۷	۱۳۹۰	۲۶,۶	۱۳۷۹	۲۳,۶	۱۳۶۸	۲۴,۴	۱۳۵۷
۴۲,۲۴	۱۳۹۱	۲۷	۱۳۸۰	۲۳,۶	۱۳۶۹	۲۳,۸	۱۳۵۸
۴۲,۰۲	۱۳۹۲	۳۱,۸	۱۳۸۱	۲۸,۸	۱۳۷۰	۲۲	۱۳۵۹
۴۸,۹۱	۱۳۹۳	۳۳,۳	۱۳۸۲	۲۹,۳	۱۳۷۱	۲۲,۳	۱۳۶۰

● اشتغال و صنعت شکر:

در حال حاضر در کشور تعداد ۳۵ کارخانه چغندری (۴ واحد آن تعطیل است) یک واحد تصفیه شکر خام و ۵ واحد تواماً به کار تصفیه شکر خام و تولید قند کله مشغول هستند و در کنار آنها شرکت‌های کشت و صنعت کارون، هفت تپه و ۷ شرکت طرح توسعه و صنایع جانبی در مجموع در حدود ۱/۶-۱/۳ میلیون تن شکر تولید می‌کنند. از مجموع شکر تولیدی سهم چغندر ۶۰ درصد و سهم نیشکر ۴۰ درصد می‌باشد. در نتیجه با توجه به سرانه مصرف ۲۸ کیلوگرم نزدیک به ۶۰۰ هزار تن شکر کمبود داریم که از طریق واردات یا کاهش مصرف سرانه شکر می‌بایست تأمین گردد.

کارخانه قند چغندری و نیشکری و تصفیه‌خانه و محل استقرار آنها به شرح زیر است

۱ – خراسان : قهستان، تربت حیدریه، تربت جام، جوین، شیرین، شیروان، آبکوه (تعطیل)، چناران، فردوس (قند کله).

۲– آذربایجان : خوی، ارومیه، نقده، پیرانشهر، میاندوآب، مغان

۳– اصفهان : اصفهان، نقش جهان، کامیاب و نور سپاهان (قند کله)

۴– چهار محال و بختیاری: شهرکرد

۵– فارس : اقلید، مرودشت، پارس، فسا، ممسنی(تصفیه شکر خام : پیش از این با چغندر، کار می‌کرده است.)

۶– کرمان : بردسیر، سیرجان (تصفیه شکر خام)

۷– لرستان : لرستان

۸– کرمانشاهان : بیستون، اسلام آباد غرب

۹– البرز: کرج (تصفیه شکر خام) پیش از این با چغندر، کار می‌کرده است.

۱۰– تهران : ورامین (تصفیه شکر خام) پیش از این با چغندر، کار می‌کرده است.

۱۱– قزوین : قزوین

۱۲– همدان : هکمتانه

۱۳– مرکزی : شازند (تعطیل)

۱۴– کهگیلویه و بویر احمد : یاسوج (تصفیه شکر خام).پیش از این با چغندر، کار می‌کرده است.

۱۵– خوزستان : دزفول (تعطیل -چغندری)، اهواز (تعطیل، چغندری) و واحدهای نیشکری عبارتند از : کارون، هفت تپه امیر کبیر، دعبل خزائی، امام خمینی، میرزا کوچک خان، فارابی، سلمان فارسی، دهخدا

۱۶– یزد : میبد (قند ریزی و تصفیه شکر خام)

اشتغالزایی در صنعت قند با توجه به افزایش ظرفیت کارخانه‌های در مصرف چغندرقند و توسعه اتوماسیون، اندکی کاهش یافته است.

در حال حاضر در اروپای غربی، کمتر کارخانه قندی پیدا می‌شود که ظرفیت عملی و اسمی‌آن کمتر از ۸ تا ۱۰ هزار تن چغندر در روز باشد. در حالیکه در شرایط ایران ندرتاً کارخانه‌ای یافت می‌شود که عملاً بیش از ۴۰۰۰ تن چغندرقند در روز مصرف نماید.

معمولاً در ایران کارخانه‌های با ظرفیت اسمی‌مصرف ۳ تا ۵ هزار تن چغندرقند در روز، با ۱۰۰ نفر نیروی کار دائم در سال و ۲۰۰ نفر کارگر موقت در طی ۴ تا ۶ ماه از سال و با متوسط ۲۵۰ نفر در ماه کار میکنند.

در دشت مغان و جلگه خوزستان (دزفول) ۲ واحد از بزرگترین کارخانه‌های قند کشور و با ظرفیت مصرف اسمی‌مشابه و ۵ هزار تن چغندر در روز احداث گردیده که با توجه به بالا بودن ضریب اشتغال‌زایی چغندر و تأثیر در آموزش جوانان در صنعت قند و وجود منابع سرشار آب و رشد جمعیت بالا در مناطق مزبور زراعت چغندرقند میتواند نقش مؤثری در رفع بیکاری و اشتغال مفید در مناطق مزبور داشته باشد .

کارخانه‌های قند مغان و دزفول که قبل از انقلاب اسلامی‌خریداری و بعد از انقلاب راه اندازی شدند، هر دو از بزرگترین کارخانه‌های قند ایران محسوب می‌شوند و جالب اینکه هر دوی آنها در مناطقی قرار گرفته که چغندرقند تولیدی در آنها نسبت به سایر مناطق از وضعیت ویژه‌ای برخوردار است. متأسفانه قند دزفول بدلیل بی‌توجهی مسئولین محلی از سال ۱۳۸۵ این کارخانه تعطیل شده است و باعث بیکاری تعداد زیادی کارگر و کاهش تولید میزان گندم و جو در منطقه شده است.

کارخانه قند مغان خوشبختانه علی رغم مشکلات فراوان به مدد تلاش و پشتکار مدیریت توانمند شرکت کشت و صنعت مغان جناب آقای اروجعلی محمدی به فعالیت خود ادامه میدهد و در سال جاری یکی از بهترین سال‌های بهره‌برداری خود را پشت سر گذاشته است. مشکل اصلی و اساسی در خوزستان و دشت مغان میزان درصد قند چغندر قند بود که با ورود بذرهای هیبرید اصلاح شده به مدد حمایت‌های صورت گرفته از سوی شرکت سهامی‌کشت و صنعت مغان و تلاش کشاورزان و کارشناسان محلی تا اندازه‌ای رفع گردیده و انتظار می‌رود در سال‌های آینده، وضعیت موجود بهبود کیفی بهتری یابد.

ظرفیت اسمی‌کارخانه قند مغان مصرف ۵۰۰۰ تن چغندرقند در شبانه روز است و در پیک مصرف و در شرایط استفاده از ظرفیت‌های کامل از اتوماسیون به ۷۵ نفر پرسنل فنی و ۲۵ نفر پرسنل خدماتی نیاز دارد و در ایام تعمیرات و بهره برداری و در طول ۵ تا ۶ ماه از سال به ۲۰۰ نفر/ کارگر فصلی نیاز دارد.

ایام بهره برداری ۱۰۰ روز پیش بینی شده که با احتساب ساعات اضافه کاری در ایام مزبور تعداد کارگران به ۳۷۵ نفر در شبانه روز (۲۴ ساعت) در ایام بهره برداری میرسد (در هر شیفت ۸ ساعته ۱۲۵نفر). به بیان دیگر در هر ساعت ۶۲۵ /۱۵ نفر (تعداد کارگران با کاهش یا افزایش میزان مصرف چغندرقند در روز تغییر عمده و معنی داری نخواهند داشت).

با در نظرگرفتن شرایط مزبور زمان لازم برای تبدیل ۴۸ تن چغندر قند ۳۶ دقیقه خواهد بود.

که در این مدت نیاز به ۹/۳۷۵ نفر/ ساعت و برای تبدیل یک تن چغندرقند به ۰/۱۹۵ نفر/ساعت و برای تولید یک تن شکر به ۱/۶۲۷ نفر/ ساعت نیروی کار مورد نیاز است .

در صورت افزایش ظرفیت تولید چغندرقند و افزایش ظرفیت مصرف تا ۴۰۰۰ تن در روز نیاز کارخانه به کارگر در ایام بهره برداری به نصف کاهش خواهد یافت.

در پایان مجموع کل نیروی انسانی که برای یک هکتار چغندرقند،

حمل و تبدیل با ظرفیت ۲۰۰۰ تن در روز از مرحله تهیه زمین، کاشت، داشت، برداشت، حمل و استحصال شکر در کارخانه مورد نیاز می‌باشد. از مجموع ۳ عدد (۱۶۲و ۸ و۹/۳۷۵) به ۱۷۹/۳۷۵ نفر/ ساعت یا ۲۴/۲۴ نفر/روز می‌رسد. به بیان دیگر هر ۶/۱۸۸ هکتار زراعت چغندرقند بدون احتساب میزان کاربری نیروی انسانی در صنایع و خدمات قبل از کاشت، خدمات سربار و صنایع جانبی پس از تولید شکر برای یک نفر در سال ایجاد اشتغال می‌کند.

میزان اشتغال زایی پنبه با احتساب صنایع بالا دستی و خدماتی، کشاورزی و دامپروری به ازای هر ۴ هکتار یک شغل دائم است. (منبع مؤسسه تحقیقات پنبه ۱۳۹۲/۱۱/۵)

در صورتیکه کارخانه با ۴۰۰۰ تن چغندر در روز کار کند باید در هر ساعت ۱۶۶/۶ تن چغندر مصرف نماید که به ازای ۱۶۶/۶ تن چغندر ۱۰/۱۴ نفر/ ساعت کارگر مشغول کار خواهند شد.

در صورت کار با ظرفیت‌های کمتر از ظرفیت مزبور (مثلاً ۲۰۰۰ تن در روز) ایام بهره برداری و میزان اشتغال در زمان بهره برداری تا دو برابر افزایش خواهد یافت.

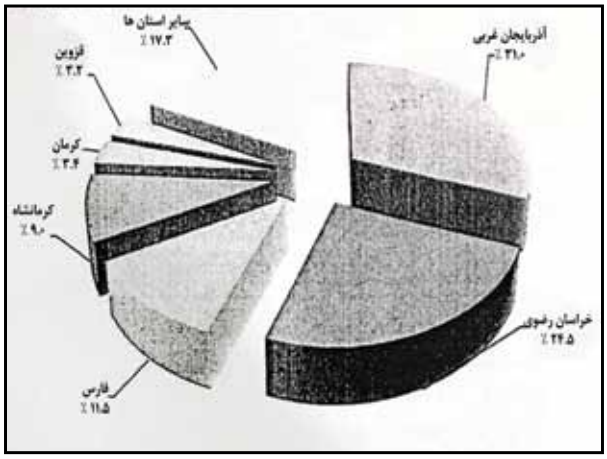
آمار بهره برداری در مغان نشان میدهد که متوسط مصرف از دو هزار تن چغندرقند در روز عبور نکرده است.

با توجه به مفروضات فوق میزان شکر تولیدی در یک هکتار و با عیار ۱۵٪ بالغ بر ۵/۷۶ تن خواهد شد. (با راندمان ۱۲٪) این میزان شکر تولیدی در مدت زمان ۳۴/۵۷ دقیقه با ۶ نفر/ ساعت نیروی کار در کارخانه تولید خواهد شد.

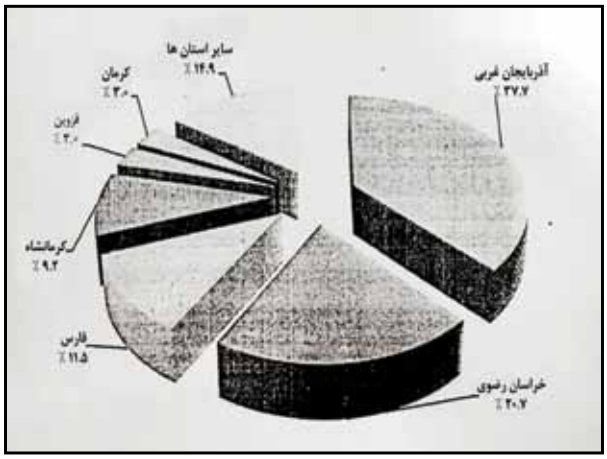
تقریباً به ازای هر تن شکر تولیدی در شرایط فعلی، با توجه به وضعیت فعلی کارخانه یک نفر در روز مشغول به کار خواهد شد. در حالیکه به ازای هر تن چغندر تولیدی ۳/۲ نفر/ ساعت اشتغال ایجاد خواهد شد و در مجموع برای تولید ۵/۷۶ تن شکر در هر هکتار در شرایط موجود ۱۹ تا ۲۰ نفر/روز ایجاد اشتغال می‌کند.

این موضوع بدون در نظر گرفتن تأثیر اشتغال در صنایع بالا دستی، تبدیل و جانبی صورت گرفته است و قطعاً سهم آنها از نظر اشتغال قابل توجه خواهد بود.

درصد توزیع سطح محصول چغندر قند در استان‌های کشور سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱



درصد توزیع میزان تولید محصول چغندر قند در استان‌های کشور سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱



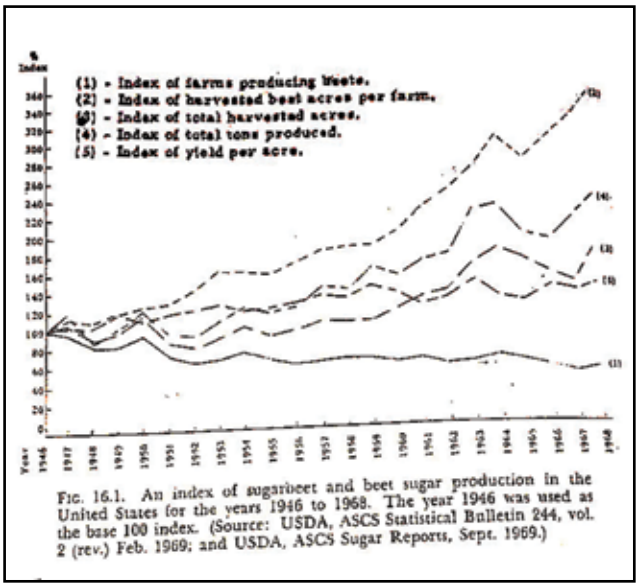


FIG. 16.1. An index of sugarbeet and beet sugar production in the United States for the years 1946 to 1968. The year 1946 was used as the base 100 index. (Source: USDA, ASCS Statistical Bulletin 244, vol. 2 (rev.) Feb. 1969; and USDA, ASCS Sugar Reports, Sept. 1969.)

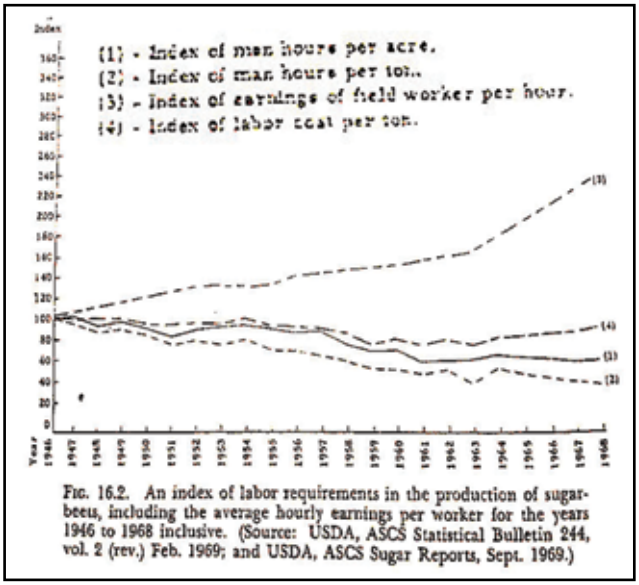


FIG. 16.2. An index of labor requirements in the production of sugarbeets, including the average hourly earnings per worker for the years 1946 to 1968 inclusive. (Source: USDA, ASCS Statistical Bulletin 244, vol. 2 (rev.) Feb. 1969; and USDA, ASCS Sugar Reports, Sept. 1969.)

وضعیت تولید شکر در اتحادیه اروپا و کنترل آن بر بازار جهانی

پرویز فصاحت
مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر چغندر قند، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

چکیده

صنعت تولید شکر اروپا که به طور عمده وابسته به چغندر قند است، از طریق سهمیه بندی تولید، قیمت پایین چغندر قند و مکانیزم‌های تجارت آن منحصر به فرد گشته است. با تولید سالانه به میزان حدود ۱۷ میلیون تن و ۱/۲ میلیون تن صادرات در سال ۲۰۱۴، اتحادیه اروپا به یکی از گردانندگان اصلی بازار جهانی شکر تبدیل شده است. مطالعه حاضر با هدف طرح و مشخص ساختن ساختار فعلی تولید شکر توسط سهام داران آن در اتحادیه اروپا و نیز تعیین سطح رقابت و تمرکز در سیستم تولید شکر توسط بیش از یک صد کارخانه فعال، انجام گرفته است. این مطالعه نشان می‌دهد که سیستم سهمیه بندی تولید شکر اتحادیه اروپا، صرف نظر از مقصدهای تولید و کارخانه‌های مستقل فعال در آن، به شدت در مناطق خاصی مانند آلمان، فرانسه، انگلیس و هلند، که به کمربند چغندر معروف اند، متمرکز شده و توسط شرکت‌ها یا اتحادیه‌هایی که در این مناطق فعالیت می‌کنند کنترل می‌شود. این مطالعه همچنین نشان می‌دهد که انحصار این مناطق سبب ایجاد رقابت ناعادلانه ای در بازار شکر اروپا شده است.

مقدمه

شکر در بیش از ۱۰۰ کشور در سراسر جهان تولید می‌شود (Rezbova et al., 2013). در بیشتر سال‌ها، بیش از ۷۰ درصد از تولید جهانی شکر در داخل کشورهای تولید کننده مصرف می‌شود که مجوز توسعه بازار بزرگ صادرات آن را می‌دهد. با این حال، سهم قابل توجهی از این تجارت تحت موافقتنامه‌های دوجانبه دراز مدت و یا در شرایط ترجیحی صورت می‌گیرد. پیش بینی شده است که مجموع تجارت جهانی شکر با افزایش ۱۹/۹ درصد از ۳۴/۵ میلیون تن در سال ۲۰۱۰ به ۳۷/۹ میلیون تن در سال ۲۰۲۰ برسد. صادرات برزیل نیز پیش بینی شده است که از ۲۱/۶ میلیون تن در سال ۲۰۱۰ به ۲۵/۶ میلیون تن در سال ۲۰۲۰ افزایش یابد اگرچه، برزیل مقدار قابل توجهی از نیشکر را برای تولید اتانول مصرف می‌کند. قیمت جهانی شکر نیز پیش بینی می‌شود که از ۲۷/۳ سنت بر پوند در سال ۲۰۱۰ به ۱۸/۴ سنت بر پوند در سال ۲۰۲۰ کاهش یابد (Koo and Taylor, 2011).

بیست درصد از شکر جهان از چغندر قند تأمین می‌شود که به طور عمده در کشورهای صنعتی کشت می‌شود و ۸۰ درصد باقی‌مانده از نیشکر که عمدتاً در آب و هوای گرمسیری در کشورهای در حال توسعه پرورش داده می‌شود استخراج می‌شود (FAO, 2009). تولید و تجارت شکر ارتباط بسیار نزدیکی با سیاست‌های توسعه پایدار دارد (Rezbova et al., 2013). رشد تولید جهانی شکر بستگی به افزایش کشت محصولات قندی دارد. در خلال سال‌های ۲۰۰۹-۲۰۰۸ و ۲۰۱۲-۲۰۱۱ تولید چغندر قند در سرتاسر جهان به نزدیک ۲۷۲ میلیون تن با نرخ رشد متوسط تولید پایدار در حدود ۲/۵ درصد در سال رسید. در مورد نیشکر، در دوره فوق الذکر، تولید آن به سطح ۱۷۹۴ میلیون تن با نرخ رشد تولید متوسط ۲/۷ درصد در سال رسید (Svatos et al., 2012). در حالی که هنوز هم نیشکر محصول شماره یک جهان برای تولید شکر باقی مانده، استفاده از آن برای این منظور راکد شده است. از سوی دیگر، چغندر قند همچنان هر دو پتانسیل رشد کمی و کیفی را نشان می‌دهد (Rezbova et al., 2013).

درصد قند (عیار قند) چغندرقند بین ۲۰-۱۲ درصد متغیر بوده و محصولات جانبی چغندر قند مانند خمیر و ملاس، تا ۱۰ درصد ارزش افزوده به ارزش شکر آن اضافه می‌کنند. نرخ استخراج شکر بستگی به درصد قند چغندر قند در لحظه ورود آن به کارخانه برای فرآوری دارد. بر اساس معیارهای تعریف شده اروپا، چغندر قند درصورت داشتن ۱۴ درصد قند یا بیشتر قابل عرضه در بازار است (برای مثال، در اوکراین درصد قند به طور متوسط تنها ۱۱/۲ درصد است). چغندر قند استاندارد باید ۱۶ درصد قند داشته باشد تا عملکرد شکر آن به ۱۳۰ کیلوگرم در هر تن چغندرقند استاندارد فرآوری شده در یک کارخانه شکر برسد (Rezbova et al., ۲۰۱۳). در اروپا، مجموع هزینه تولید چغندر قند (با عیار قند ۱۶ درصد) در حدود ۳۰-۲۰ یورو در هر تن در کشورهای رقابتی و ۴۰-۳۰ یورو در هر تن در کشورهای غیر رقابتی است (FAO, 2009).

نظام سهمیه بندی تولید شکر در اتحادیه اروپا

بازار کشاورزی اروپا همواره به دلیل وضع مقررات سنگین و یارانه آن مورد انتقاد بوده است. تولید شکر و چغندر قند در اتحادیه اروپا براساس ساختار بازار است که با عنوان سازمان بازار مشترک[1] بخش شکر شناخته می‌شود. بازار شکر یکی از آن بازارهایی است که بیشترین قانون در آن وضع گردیده است. در سال ۲۰۰۶، قوانین این سازمان به طور کامل اصلاح شد که منجر به کاهش گسترده سهمیه شکر تولیدی در حدود ۶ میلیون تن (۳۰- درصد) گردید. در سال‌های منتهی به این اصلاحیه و پس از تصویب اصلاحات مذکور، تعداد کارخانه‌های شکر اتحادیه اروپا در ازای بازسازی مجدد صنعت برای بهبود بهره‌وری به شدت کاهش یافت. تقریباً می‌توان اذعان کرد که تک تک کشورها و منطقه اتحادیه اروپا متأثر از این تغییر شد. تعداد قابل توجهی از شرکت‌ها بازار را ترک کرده و بازار شکر داخلی اتحادیه اروپا متمرکزتر گردید. سازمان بازار مشترک شکر همواره یکی از ارکان سیاست کشاورزی مشترک از زمان تأسیس آن بوده است. سیاست اصلی شکر از دو ابزار استفاده کرده است: تضمین قیمت برای تولید کنندگان شکر در اتحادیه اروپا همراه با محدودیت‌های واردات از کشورهای ثالث (Fransen et al., 2003). از ترکیب این دو ابزار با عوارض، قیمت شکر از قیمت بازار جهانی بالاتر رفت (Bogetoft et al., 2007; Elobeid and Beghin, 2006). این وضعیت سبب تضمین هدف اصلی که همانا اطمینان از میزان درآمد دریافتی تولید کنندگان اتحادیه اروپا و نیز اطمینان از خودکفایی اتحادیه اروپا بود، گردید. نحوه عمل سازمان بازار مشترک شکر بر اساس سیستم سهمیه بندی است. پینکرتون و ادواردز (Pinkerton and Edwards, 2010) ذکر کردند که برای آن که یک بازار سهمیه به خوبی عمل کند، یک سری از شرایط باید مهیا باشد در غیر این صورت نواقصی در ساختار بازار رخ می‌دهد. در طی قرن گذشته، بازار شکر اتحادیه اروپا از طریق تنظیم قوانین بازار دستخوش تغییرات گسترده ای شد به نحوی که تعداد تولیدکنندگان شکر به طور قابل توجهی کاهش یافته و بازار شکر متمرکزتر گردید. از دیگر اثرات اصلاحیه وضع شده، کاهش قابل توجه مداخله در قیمت‌گذاری شکر و چغندر قند، ادغام سهمیه‌ها و تشویق به کاهش تولید بود (Smutka et al., ۲۰۱۵). اگر چه برخی از نویسندگان معتقدند که اقدامات اضافی لازم‌الاجراست، اقدامات ذکر شده باعث بسته شدن ۸۳ کارخانه قند و از دست رفتن ۲۲۰۰۰ فرصت شغلی به شکل مستقیم و بیش از ۱۰۰۰۰۰ فرصت شغلی به شکل غیر مستقیم گردید (Buysse et al., 2007; Smutka et al., 2015). بسیاری از محققان بر اثرات منفی اصلاحات بر تولید کنندگان اصرار دارند و در عین حال معتقدند که اصلاحات باید به افزایش رفاه برای اتحادیه اروپا و همچنین دیگر کشورها منجر شود (Svatos et al., 2012; Rezbova et al., 2013; Sustrova, 2014). سیستم سهمیه بندی به احتمال زیاد در سال ۲۰۱۷ لغو خواهد گردید و تعدادی از مدل‌ها نشان داده‌اند که لغو سیستم سهمیه بندی سبب افزایش تولید اتحادیه اروپا از ۱۳/۳ میلیون تن به ۱۵/۵ میلیون تن خواهد شد (Nolte et al., 2012; Smutka et al., 2015).

صنعت شکر اروپا در درجه اول وابسته به چغندر قند است به گونه ای که سازمان بازار مشترک و سیستم‌های مرتبط با سهمیه‌های تولید بر روی آن به کار می‌رود. این بازار هنوز هم، تا حدودی، تحت تأثیر جنگ‌های ناپلئون قرار دارد. محاصره بنادر اروپا توسط انگلیس در زمان جنگ منجر به کاهش گسترده واردات نیشکر و تبع آن، توسعه صنعت چغندرقند در این منطقه گردید. با توجه به سیستم سهمیه بندی موجود و محدودیت‌های دیگر که تا سال ۲۰۱۷ پابرجاست، بازار شکر اروپا از واردات نیشکر و تا میزان مشخصی از تولید نیشکر در اتحادیه اروپا مصون مانده است. در حال حاضر، در میان ۱۰۰ کارخانه قند فعال در بازار واحد اتحادیه اروپا، ۹۶ کارخانه مختص به فرآوری چغندر قند هستند. چهار کارخانه باقی مانده حاصل ادغام کارخانه‌های فرآوری یا اختصاصی نیشکر هستند.

وضع قوانین اصلاحی اشاره شده در بالا سبب شده است که بازار تا حد زیادی در میان تعداد محدودی از بازیگران درگیر در تجارت شکر در اتحادیه اروپا تقسیم شود. با توجه به تعداد محدود بازیگران بزرگ، سود قابل توجهی در حال تولید است. اتحاد گروه‌های تولیدکننده موفق منجر به افزایش تراکم سهمیه تولید شکر و رقابت ناعادلانه شده است (Severova and Bendl 2013). کارخانه‌ها یا شرکت‌های فعال در زمینه شکر در سراسر اروپا گسترش یافته‌اند. برخی از شرکت‌ها نماینده کارخانه‌ها خصوصی شکر بوده، در حالی که برخی دیگر نماینده اتحادیه‌های فعال در بازارهای ملی و سیستم سهمیه‌بندی هستند. شرکت‌های بین المللی نیز در بازار فعال‌اند. برخی از این شرکت‌ها، ارتباط قوی با بازارهای شکر در خارج از اتحادیه اروپا دارند. ذکر این نکته مهم است که بسیاری از کارخانه‌های شکر نظیر Sudzucker و Tereos که علاوه بر شکر در سایر محصولات تخصص دارند نیز در سطوح ملی و بین المللی فعالیت می‌کنند و تولید و تجارت شکر تنها نمایانگر بخشی از فعالیت آنهاست.

اگر چه تعداد زیادی شرکت در بازار شکر اتحادیه اروپا فعال‌اند و سطح بالایی از رقابت انتظار می‌رود اما واقعیت چیز دیگری است. بسیاری از شرکت‌ها در اتحادیه‌های چند ملیتی فعال بوده و نهاد حقوقی مستقل خود را دارا می‌باشند. در واقع، آنها اغلب توسط شرکت‌های بزرگ چند ملیتی کنترل می‌شوند. بازار چغندر قند اروپا در احاطه ۵ اتحادیه بزرگ چند ملیتی است. نسبت سهم آنها در بازار به ترتیب زیر می‌باشد: Nordzucker (۲۴/۱ درصد)، Alliance Sudzucker (۱۵ درصد)، Tereos group Alliancë (۱۰/۹ درصد)، Pfeifer & Langen Allinace (۱۰/۹ درصد) و Associated British Food Alliance (۸ درصد).

با این وضعیت، به نظر می‌رسد که بازار شکر اروپا و سیستم نگهدارنده سهمیه به سمت یک وضعیت چند ملیتی با در نظر گرفتن اهمیت عظمت و نفوذ این اتحادیه‌ها در سیستم تولید شکر نقل مکان کرده است و بیشتر تولیدات

1-Common Market Organisation

شکر اروپا تحت کنترل آنهاست. ظرفیت تولید این اتحادیه‌ها در سراسر اتحادیه اروپا گسترش یافته است. به عنوان مثال، Nordzucker AG در حدود ۲۴ کارخانه شکر را در دانمارک، لیتوانی، آلمان، لهستان، اسلواکی و فنلاند کنترل می‌کند. Sudzucker بزرگترین تولید کننده شکر در اتحادیه اروپا است و در حدود ۳۶ کارخانه شکر در جمهوری چک، رومانی، اتریش، بلژیک، فرانسه، اسلواکی، آلمان و لهستان را اداره می‌کند. Tereos بیش از ده کارخانه شکر را در فرانسه، رومانی و جمهوری چک اداره می‌کند. Pfeifer and Langen نزدیک به ۲۴ کارخانه شکر را در آلمان، لهستان و رومانی اداره می‌کنند. از نظر تعداد کارخانه‌ها شکر، فرانسه، آلمان و لهستان بر دیگر کشورها برتری دارند. می‌توان نتیجه گرفت که سیستم نگهدارنده سهمیه تا حد زیادی بر روی رقابت محدود که عمدتاً به دلیل کنترل ظرفیت تولید توسط شرکت‌های آلمانی (Sudzucker AG، Nordzucker AG، Pfeifer و Langen) و فرانسوی (Tereos a Cristal Union) است، در سراسر اتحادیه اروپا تمرکز کرده است.

متمرکز شدن سهمیه تولید شکر در اتحادیه اروپا

چغندر قند در حال حاضر در ۱۹ کشور عضو اتحادیه اروپا تولید می‌شود. جدول ۱، یک نمای کلی از وضعیت بازار در کشورهای عضو اتحادیه اروپا از نظر تعداد کارخانه‌های فعال در زمینه تولید شکر و سهمیه شکر موجود را بر اساس سهمیه اختصاص داده شده به کشورهای عضو توسط کمیسیون اروپا نشان می‌دهد.

جدول ۱. سهمیه شکر کشورهای عضو اتحادیه اروپا (Maitah et al., 2016)

کشور عضو	تعداد کارخانه‌های چغندر قند	سهمیه تولید در سال ۱۴-۲۰۱۳ (تن)	اشتراک در کل سهمیه
اتریش	۲	۳۵۱۰۲۷	۲/۵۹
بلژیک	۳	۶۷۶۲۳۵	۵/۰
کرواسی	۳	۱۹۲۸۷۷	۱/۴۳
جمهوری چک	۷	۳۷۲۴۵۹	۲/۷۵
دانمارک	۲	۳۷۲۳۸۳	۲/۷۵
فنلاند	۱	۸۰۹۹۹	۰/۶۰
فرانسه	۲۵	۳۰۰۴۸۱۱	۲۲/۲۱
آلمان	۲۰	۲۸۹۸۲۵۶	۲۱/۴۲
یونان	۱	۱۵۸۷۰۲	۱/۱۷
مجارستان	۱	۱۰۵۴۲۰	۰/۷۸
ایتالیا	۴	۵۰۸۳۷۹	۳/۷۶
لیتوانی	۲	۹۰۲۵۲	۰/۶۷
هلند	۲	۸۰۴۸۸۸	۵/۹۵
لهستان	۱۸	۱۴۰۵۶۰۸	۱۰/۳۹
رومانی	۴	۱۰۴۶۸۹	۰/۷۷
اسلواکی	۲	۱۱۲۳۲۰	۰/۸۳
اسپانیا	۵	۴۹۸۴۸۰	۳/۶۸
سوئد	۱	۲۹۳۱۸۶	۲/۱۷
انگلیس	۴	۱۰۵۶۴۷۴	۷/۸۱
کل	۱۰۶	۱۳۰۸۷۴۴۵	۹۵/۷۳

بدیهی است که فرانسه، آلمان، لهستان و انگلستان از نظر میزان سهمیه بر دیگر کشورها برتری دارند. این کشورها حدود ۶۷ کارخانه شکر موجود در اتحادیه اروپا را در کنترل داشته و بیش از ۶۱/۸ درصد از سهمیه شکر اتحادیه اروپا را تولید می‌کنند. انتظار می‌رود که تسلط شرکت‌های اروپایی در صورت عدم آزادسازی بازار یا عدم اجرای کنترل بازار شکر اروپا و نیز عدم دسترسی آسان تر نیشکر خارج از کشور به بازارهای اروپایی افزایش یابد.

این شرکت‌ها (اتحادیه‌ها) یا ظرفیت تولید خود را افزایش داده یا به طرق دیگر و با صرف هزینه بیشتر به جذب ظرفیت تولیدکنندگان کوچکتر اتحادیه اروپا می‌پردازند. از این نقطه نظر، یک وضعیت مخاطره آمیز در فنلاند، یونان، لیتوانی، مجارستان، سوئد، دانمارک، هلند، اسلواکی و انگلستان در حال افزایش است که در آن سهمیه قند اختصاص داده شده توسط تعداد محدودی از شرکت‌ها یا اتحادیه‌ها و یا حتی گاهی اوقات توسط یک یا دو شرکت کنترل می‌شود. جدول ۲ اطلاعات موجود در مورد میزان شکر تولیدی توسط هر شرکت یا اتحادیه را در کشورهای عضو اتحادیه اروپا نشان می‌دهد. داده‌ها نشان‌دهنده آن است که توزیع سهمیه تولید، نابرابر یا نامتوازن است. پنج شرکت (Sudzucker، Nordzucker، Associated British Foods، Tereos و Pfeifer and Langen) مالکیت نزدیک به سه چهارم (۷۳/۷۳ درصد) از کل سهمیه تولید شکر اروپا را که به کشورهای عضو اتحادیه اروپا اختصاص یافته را در اختیار دارند. این پنج شرکت کنترل تولید بیش از ۸ میلیون تن چغندر قند از مجموع سهمیه بیش از ۱۳۰۸۷ میلیون تن را در دست دارند. در میان کشورهای عضو، آلمان و فرانسه به وضوح بازیگردانان غالب از نظر سهم این کشورها در سهمیه تولید شکر می‌باشند.

جدول ۲. تولید شکر سهمیه بندی شده توسط شرکت‌های بزرگ (Maitah et al., 2016)

کشور اروپایی	Sudzucker	Nordzucker	Associated British foods	Tereos	Pfeifer and Langen	Suiker unie/ Royal Cosun	Cristal union/ Cristal Co	KSC Polski Cukier S.A.	دیگر کارخانه‌ها شکر
فرانسه	۶۰۰۹۶۲			۱۲۳۱۹۷۳			۱۱۱۱۷۸۰		۶۰۰۹۶
آلمان	۱۱۵۹۳۰۲	۹۸۵۴۰۷			۶۳۷۶۱۶	۱۱۵۹۳۰			
لهستان	۳۵۱۴۰۲	۱۳۲۴۸۵			۳۷۱۶۲۱			۵۴۹۶۳۲	
انگلیس			۱۰۵۶۴۷۴						
هلند						۸۰۴۸۸۸			
بلژیک	۴۸۶۸۸۹								۱۸۹۳۴۶
ایتالیا					۲۸۴۶۹۲		۱۱۶۹۲۷		۱۰۶۷۶۰
اسپانیا			۳۶۸۸۷۵	۱۲۹۶۰۵					
جمهوری چک	۹۳۹۷۳			۲۰۸۷۱۶					۶۹۷۷۰
دانمارک		۳۷۲۳۸۳							
اتریش	۳۵۱۰۲۷								
سوئد		۲۹۳۱۸۶							
کرووواسی					۷۱۳۶۴				۱۲۱۵۱۳
یونان									۱۵۸۷۰۲
اسلواکی	۴۳۸۴۱	۶۸۴۷۹							
رومانی	۳۶۵۳۶			۳۳۳۹۶	۲۸۶۵۳				۶۱۰۳
مجارستان	۱۰۵۴۲۰								
لیتوانی		۶۴۲۰۰							۲۶۰۵۲
فنلاند		۸۰۹۹۹							
کل	۳۲۲۹۸۲۱	۱۹۹۷۱۳۸	۱۴۲۵۳۴۹	۱۶۰۳۶۸۹	۱۳۹۳۹۴۶	۹۲۰۸۱۸	۱۲۲۸۷۰۷	۵۴۹۶۳۲	۷۳۸۳۴۲
اشتراک سهمیه (٪)	۲۴/۶۸	۱۵/۲۶	۱۰/۸۹	۱۲/۲۵	۱۰/۶۵	۷/۰۴	۹/۳۹	۴/۲	۵/۶۴
اشتراک سهمیه تجمعی (٪)		۳۹/۹۴	۵۰/۸۳	۶۳/۰۸	۷۳/۷۳	۸۰/۷۷	۹۰/۱۶	۹۴/۳۶	۱۰۰/۰

در جمهوری چک، سیستم سهمیه تولید شکر توسط هفت کارخانه و زیر نظر پنج شرکت، اداره می‌شود (Spicka and Janotova 2013). بنابراین، سیستم سهمیه تولید شکر جمهوری چک به عنوان یکی از کم تمرکزترین و یا با حداقل انحصار در نظر گرفته می‌شود.

نتیجه‌گیری

در حال حاضر، بازار شکر اروپا دارای سیستم سهمیه بندی انحصاری است که آن را منحصر به فرد کرده است. اگر چه بیش از یک صد کارخانه متعلق به حدود پنجاه شرکت در سیستم نگهدارنده سهمیه فعالیت می‌کنند، این سیستم هنوز هم بسیار متمرکز است. بیشتر ظرفیت‌های تولید شکر در آلمان، فرانسه و لهستان واقع شده‌اند. با این حال، سیستم نگهدارنده سهمیه شکر توسط شرکت‌ها و یا اتحادیه‌هایی که مقر آن‌ها در آلمان، فرانسه، انگلستان و هلند است، بدون در نظر گرفتن مقصد نهایی ظرفیت تولید، کنترل می‌شود. در حال حاضر بازار شکر اتحادیه اروپا، به خصوص بازار سهمیه شکر توسط تنها هشت اتحادیه یا شرکت غالب اداره می‌شود. این شرکت‌ها کنترل بیش از ۸۰ درصد شکر تولیدی در اتحادیه اروپا و نیز بیش از ۸۵ درصد از سهمیه شکر توزیع شده در میان کشورهای عضو را در اختیار دارند.

بازار اتحادیه اروپا هرگز تا این اندازه متمرکز نشده بود. با این حال، این سؤال باقی می‌ماند که آیا لغو سهمیه (در سال ۲۰۱۷) می‌تواند نتیجه مورد انتظار را علی رغم خروج بسیاری از رقبا در بر داشته باشد. با در نظر گرفتن وضعیت فعلی موجود در بازار شکر اتحادیه اروپا، می‌توان انتظار داشت که لغو سهمیه شکر، کاهش تعداد ایستگاه‌های مستقل را درپی خواهد داشت. اما از سوی دیگر می‌توان انتظار مبارزه شدید برای کنترل بازار شکر این اتحادیه را در میان فعالان فعلی آن داشت. بویژه آن که پتانسیل شرکت‌های فرانسوی، آلمانی و هلندی بسیار بالا بوده و قادر به کنترل دیگر ظرفیت‌های موجود تولید و سعی در کاهش موقعیت یکدیگر در بازار اتحادیه اروپا هستند.

این تهدید هم اکنون نیز در میان شرکت‌های آلمانی قابل مشاهده است به گونه ای که این روزها، فعالیت‌های Nordzucker و Pfeifer and Langen به شدت Sudzucker را تهدید می‌کند. نمایه آینده بازار اتحادیه اروپا همچنین می‌تواند با تصمیم کشورهای اروپایی برای باز کردن بازار اتحادیه اروپا به روی واردات شکر تصفیه شده از خارج از اتحادیه و یا افزایش واردات شکر خام از طریق دسترسی به پالایشگاه‌های نیشکر موجود در اروپا تحت تأثیر قرار گیرد (Smutka et al., 2015).

بررسی تغییرات pH آب دیفوزیون بر میزان استخراج ناخالصی‌ها در فرآوری چغندر قند

بهاره صالحیان دهکردی[1]، دکتر محمد حجت الاسلامی[2]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد صنایع غذایی گرایش تکنولوژی مواد غذایی واحد شهرکرد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرکرد، ایران
Email:b.salehiyan1392@gmail.com
۲-استادیار صنایع غذایی واحد شهرکرد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرکرد، ایران.
Email:mohojjat@gmail.com

چکیده:
انتشار قند طبق تمام واکنش‌های انتشار از قانون فیک تبعیت می‌کند. استخراج قند از خلال به صورت انتخابی نیست وسایر ناخالصی‌ها نیز همراه قند از سلول خارج می‌شوند و حضور ناخالصی‌ها در شربت میزان ضایعات کارخانه‌های قند را افزایش می‌دهد و عملیات تصفیه را مشکل‌تر می‌کند. هدف از این تحقیق بهینه کردن شرایط دیفوزیون برای به حداقل رساندن آنها است. برای این کار pH آب ورودی به دیفوزیون در چهار سطح pH=۵/۵، ۵، ۴/۵، ۴ تنظیم شد مقادیر ناخالصی‌ها و یون‌های فلزات استخراج شده در شربت خام مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که استخراج پکتین در pH=۵/۵ کمترین است که با توجه به مشکلات تکنولوژیکی در این pH مناسب‌ترین pH برای چغندرهای یخ زده و خراب در نظر گرفته می‌شود. استخراج یون‌های ملاس زایی مانند سدیم و پتاسیم و اسیدهای آلی مانند اسید اگزالیک و اسید استیک در pH=۵ حداقل است.
واژه‌های کلیدی: دیفوزیون، ناخالصی‌ها، pH

مقدمه:
صنعت قند و شکر کشور در شرایطی قرار گرفته است که قیمت تمام شده شکر تولیدی با قیمت شکر وارداتی به اجبار وارد رقابت جدی شده است و همین امر صنعت قند را با مشکلات زیادی مواجه کرده است (Blackwel, 2010). یکی از راه کارهای رفع مشکلات موجود برطرف کردن گلوگاه‌ها و بهینه سازی فرآیند تولید و کاهش هزینه‌ها به پایین‌ترین میزان ممکن است، کاهش بعضی از این هزینه‌ها تنها با بررسی فرآیند تولید به آسانی امکان پذیر است و اکثراً نیاز به سرمایه گذاری ندارد و یا درصورت نیاز مقدار آن بسیار اندک است (Zaragosa, Eufrocina, & John Randall , 1982).

در کارخانه قند چغندری جداسازی ساکارز از ترکیبات غیر قندی در مراحل مختلف اتفاق می‌افتد که به عنوان مرحله شناخته می‌شود. مرحله دیفوزیون نقطه شروع جداسازی است که با تصفیه شربت و تغلیظ و کریستالیزاسیون ادامه دارد (Asadi, 2007).

بدیهی است که هدف از انجام دیفوزیون استحصال هر چه بیشتر ساکارز و هر چه کمتر مواد غیر قندی می‌باشد. بنابراین مطالعات شیمیایی گسترده ای صورت گرفته است تا تعیین کند که حدود میزان استحصال ناخالصی‌ها چقدر است، ایجاد چه شرایطی از استحصال ناخالصی‌ها جلوگیری می‌کند و حد اقتصادی استحصال ساکاروز تا چه میزان است **(Mc. Ginnis 1986)**

مهمترین عوامل مؤثر بر استخراج قند از خلال عبارتند از:

۱– درجه حرارت، **۲**– کشش وزنی در دیفیوزر، **۳**– pH آب مورد استفاده در دیفیوزر، **۴**– مدت عمل استخراج قند، **۵**– کیفیت خلال **۶**– فعالیت‌های میکروبی در دیفیوزر **(مک گینیس ۱۹۹۹)**

در یک دستگاه آزمایشگاهی استحصال قند زاگادوسکی[1] و کوبیاک[2] اثر دما و زمان را بر پلاسمولیز بافت چغندر و ضریب دیفوزیون مورد مطالعه قرار داده‌اند. آن‌ها نتیجه گرفتند که شرایط مطلوب پلاسمولیز در مدت ۴۰ دقیقه در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به دست می‌آید **(گینیس م. ۱۹۸۶)**

یکی از عوامل تأثیر گذار بر میزان استخراج ناخالصی‌ها pH آب دیفوزیون است. pH آب دیفوزیون باید در حد بهینه باشد تا میزان خلوص شربت افزایش یابد **(Asadi, 2007)** **(گینیس م. ۱۹۸۶)**

در pH کمتر از ۵/۵ احتمال خورندگی دستگاه وجود دارد و انورسیون ساکارز تشدید می‌شود، از طرف دیگر هیدرولیز و انحلال ترکیبات پکتیکی و ورود آن‌ها به شربت خام در pH محدوده ۵/۵ تا ۵/۸کمتر است **(مصباحی، اصول صنایع تولید شکر، ۱۳۸۹)**.

خلوص شربت استخراج شده چغندر قند برای صنعت فرآوری قند نقش حیاتی دارد چرا که ترکیبات غیرساکارزی محلول، که ترکیبات ناخالصی نیز نامیده می‌شوند، مانع کریستاله شدن ساکارز شده و بنابراین استحصال (استخراج) ساکارز را کاهش می‌دهند. هر کیلوگرم از ترکیبات غیر ساکارزی در شربت، بسته به شرایط ویژه عملیاتی کارخانه، کریستاله شدن ۱/۴ تا ۱/۸ کیلوگرم از ساکارز را محدود می‌کند که سپس وارد ملاس می‌شود **(Smith, G. A & Martin, 1989)**.

هر چه میزان ناخالصی بیشتری وارد شربت شود، از آن جایی که ضریب تصفیه محدود است و در هر حال درصدی از آن خارج خواهد شد، پس هرچه میزان مواد ورودی کمتر باشد میزان باقی مانده آن در شربت رقیق کمتر خواهد بود. از آنجا که این ترکیبات غیر قندی معمولاً بسیار رنگی و نسبت به حرارتی ناپایدار هستند، به شدت درکیفیت و کمیت شکر تولیدی دخالت دارند. از این رو حذف آن‌ها از شربت خام مهم است. (Highlands,, L. con way, Toth 1989) شربت چغندر حاوی اسیدهای آلی و غیر آلی متنوعی است. اسیدهای آلی به عنوان سیستم بافری در تعادل اسید و باز در سلول گیاه، به منظور حفظ تعادل pH در بافت گیاه عمل می‌کنند (Iodi & Rossin, 1995).

مهمترین اسیدهای آلی چغندر عبارتند از اسید اگزالیک، اسید لاکتیک ، اسید سیتریک و اسید مالیک، اسید گلیکولیک، اسید تارتاریک ، اسید آکونیتیک ، اسید هیدروکسی سیتریک. (گینیس م. ۱۹۹۹؛ Vander pol, p. shiweck shwartz 1998)

مقدار این اسیدها ثابت نبوده و وابسته به شرایط چغندر و مدت نگهداری در سیلوها تغییر می‌کند باید در فرآیند تصفیه سعی شود این اسیدها حذف شوند و به شربت و بعد از آن به ملاس راه پیدا نکنند (نیلی، ۱۳۸۳). چغندرقند حاوی مواد رنگی نیست، اما ترکیباتی دارد که تولید مواد رنگی می‌کند. میزان رنگ شربت عمدتاً مربوط به pH و دما می‌باشد. به ازای هر ۱۰ درجه سانتی‌گراد افزایش دما، میزان رنگ شربت قند سه برابر افزایش می‌یابد (Olbrich, 2006). چنانچه پکتین از چغندر وارد شربت خام شود در افزایش ویسکوزیته شربت مؤثر خواهد بود. این مسئله صاف کردن شربت را با مشکل مواجه می‌کند از طرف دیگر سرعت رسوب کردن کربنات کلسیم و ناخالصی‌ها را در دکانتور کاهش می‌دهد و باعث می‌شود نیاز به آهک افزایش یابد. بنابراین باید سعی شود که شرایط استخراج قند از خلال چغندر به گونه‌ای باشد که تا حد ممکن از ورود پکتین به شربت خام جلوگیری شود **(مصباحی، اصول صنایع تولید شکر، ۱۳۸۹)**.

در مجموعه ای از سه مقاله تحقیقی Susie و Kucie و Race آهکی کردن خلال چغندر را توصیه کرده‌اند و عقیده دارند با این عمل استحصال قند از خلال به اندازه‌ی ۰/۲۵ تا ۰/۵۰و درجه خلوص به اندازه‌ی ۲ درصد بهتر می‌شود. pH دیفوزیون به ۸/۴ می‌رسد. آهک زنی ترجیحاً باید بر روی خلال چغندر ثابت و بدون حرکت، مثلا در دیفوزیون Desmet صورت گیرد. **(گینیس م. ۱۹۸۶)**

شربت دیفوزیون حاصل از چغندرهای آهکی روشن‌تر است نسبت به شربت چغندرهای شاهد و حاوی مواد کلوئیدی کمتری است. شربت حاصل از دیفوزیون آهکی می‌تواند بدون افزودن آهک تصفیه شود و خلوص شربت حاصل ازدیفوزیون آهکی احتمالاً به دلیل وجود متانول و استات تولید شده به وسیله‌ی آهک کمی‌پایین بود. این ناخالصی‌ها حتی پس از مراحل تصفیه باقی می‌ماند. با این حال متانول باید در طی فرآیند تغلیظ تبخیر شود و اثرات زیان آور استات به علت فاکتور ملاس زایی منفی آن کم باشد. (Zaragosa, John Randall , & Wayne, 1982).

نمک‌های غیر آلی مواد مغذی جذب شده از خاک هستند و وجودشان به ساختار خاک و کوددهی و شرایط رشد وابسته است (Vander pol, Shiweck, & Shwartz, 1998). هر یون سدیم و پتاسیم موجود در شربت قادر است از کریستالیزاسیون ۵ مولکول ساکارز جلوگیری به عمل آورد که منجر به افزایش ملاس می‌گردند **(نیلی، ۱۳۸۳)**.

میزان ترکیبات معدنی که در شربت دیفوزیون در مناطق مختلف ایالات متحده توسط استارک و همکارانش از چغندر استخراج شده اند شامل:

۸۰-۹۰ درصد پتاسیم، ۱۰-۳۰ درصد کلسیم، ۶۰-۸۰ درصد منیزیم می‌باشد. آمینواسیدها و بتائین به طورکامل استخراج می‌شوند **(گینیس م. ۱۹۹۹)**.

بنابراین هرچه ناخالصی‌ها بیشتر باشد نسبت حذف آن‌ها در تصفیه کمتر خواهد بود لذا بایستی این میزان را قبل از ورود به تصفیه کاهش داد (به عبارتی از استخراج آنها در فرآیند دیفوزیون جلوگیری کرد). عدم استخراج ناخالصی‌ها کم‌هزینه‌تر و راحت‌تر از حذف آن‌ها در مراحل بعدی خواهد بود. از آن جایی که pH، عامل مؤثری در استخراج ناخالصی‌ها است در این تحقیق سعی شد pHبهینه برای ورود حداقل ناخالصی به شربت خام بررسی گردد.

مواد و روش‌ها:

نمونه گیری:

در ابتدا pHآب دیفوزیون توسط اپراتور دستگاه با اضافه کردن گاز So۲ به pH مورد نظر تغییر پیدا کرد سپس با اندازه‌گیری pH آب دیفوزیون و اطمینان از pH مورد نظر حدود ۱ ساعت بعد نمونه‌برداری از مرحله

1-Zagodski
2- Kubiak

دیفوزیـــون صورت گرفت و به فاصله‌ی ۱۰ دقیقه نمونه برداری ازهر یک از مراحل پرشولاژ، شولاژ، اشباع ۱ و اشباع۲ صورت گرفت.

آزمون‌های انجام گرفته:

اندازه‌گیری پکتین:

در هریک از آزمایش‌های استخراج پکتین که در شرایط متفاوتی انجام می‌شدند، ۳۰ گرم نمونه با ۵۰ برابر وزنی آب مقطر مخلوط شده ضمن هم زدن مکانیکی (با سرعت ۲۰۰ دور در دقیقه) به مدت ۴۵ دقیقه در حمام آب گرم ۷۰درجه ســانتی‌گراد قرار داده شد. سپس با کاغذ صافی واتمن شــماره ۱، قســمت محلول جدا و ریخته شد، قسمت باقی مانده روی صافی دوباره با ۵۰ برابر وزنی آب مقطر مخلوط و با اسید کلریدریک غلیــظ، pH آن در دو ســطح ۱ و ۱/۵ تنظیــم گردید. ســپس ضمن هم زدن مداوم با سرعت حدود ۲۰۰ دور در دقیقه به مدت‌های ۱، ۲، ۳ و ۴ ساعت، در دو سطح دمایی ۸۰ و ۹۰ درجه سانتی‌گراد در حمام آب گرم نگهداری شد.

در مرحله بعد با کاغذ صافی **واتمن شماره۱** قسمت روی صافی جداسازی و دور ریخته می‌شــود و آنگاه محلول صاف شــده که محتوای پکتین اســت با محلول ســدیم هیدروکســید (غلظت وزنی ۱ به ۵) به pH حدود ۳-۳/۲ رسانده شد. سپس به محلول حاصل ایزوپروپیل الکل یا ۲- پروپانل به نسبت حجمی۱ به ۱ افزوده شد. محلول به دست آمده به مدت ۱۲ ساعت در یخچال در دمای حدود ۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد، سپس محلول به مدت ۲۰ دقیقه با ســرعت ۵۰۰۰ دور در دقیقه در دمای حدود ۱۰ درجه ســانتی‌گراد در دســتگاه سانتریفیوژ مجهز به سیستم تنظیم دما سانتریفیوژ شد. پس از سانتریفیوژ کردن پکتین موجود در محلول ته‌نشین شد، و فاز مایع که در بالا قرار گرفت، از آن جدا گردید. در مرحله بعد پکتین ته‌نشــین شده ، دوباره با حجم مساوی از ایزوپروپیل الکل مخلوط و به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۵۰۰۰ دور در دقیقه در دمای ۱۰ درجه ســانتی‌گراد ســانتریفیوژ شــد تا به صورت بهتری شستشو شود. سپس فاز مایع جداسازی شد و پکتین استخراج شده به ظرف‌های مخصوص منتقل گردید. فاز مایع که در هر دو مرحله‌ی سانتریفیوژ جدا می‌شــود، محتوای آب مقطر و مواد ناخالصی و ایزوپروپیل الکل اســت و می‌تواند برای بازیابی الکل در دمای ۸۱-۸۳ درجه سانتی‌گراد و استفاده مجدد از آن به کار رود **(مصباحی & جمالیان, استخراج پکتین از تفاله ی چغندر قند و بررسی کاربرد آن در محصولات غذایی, ۱۳۸۱)**.

املاح:

املاح سدیم و پتاســیم با فلیم فتومتر مدلC/PFP۷ کلنیکال ساخت جنوی انگلستان مشخص شد و کلسیم و منیزیم با دستگاه اتمیک ابزویشن مدل AA۴۰۰ ساخت شرکت پرکین المر آمریکا تعیین گردید.

اسیدهای آلی:

۵ گرم نمونه به بالن ۱۰۰ سانتیمتر مکعب منتقل کرده و با آب خالص و اســتفاده از اسید ســولفوریک ۰/۰۱ نرمال pH نمونه‌ها را بر روی ۲/۲۷ تنظیم نموده و به حجم رســانده شد. مجدداً به نسبت ۱ به ۱۰ رقیق شد. سپس با سرنگ ۰/۴۵ میکرون فیلتر و در انتها به دستگاه HPLC با ستون ۸۷H Ion Exclusion Column-Aminex® HPX، فــاز متحرک H۲SO۴ ۰,۰۱ N، pH=۲/۷، سرعت ۶/ میلی لیتر در دقیقه، طول موج ۲۱۰ نانــو متــر، دتکتــور DAD (Diode Array Detector) تزریق گردید.(pH نمونه نهایتاً بر روی ۲/۲۷ تنظیم گردید).

و در نهایــت داده‌هــا بــا اســتفاده از آنالیــز واریانــس یــک طرفــه one-wayAnova وتست‌دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد توسط نرم‌افزار Spss ver22 در سطح اطمینان ۹۵% مورد آزمون قرار گرفتند.

اندازه‌گیری رنگ:

ابتدای کار شــربت را با کاغــذ صافی واتمن ۴۲ صاف کرده و دســتگاه اســپکتروفتومتر را روی طول موج ۴۲۰ نانومتر تنظیم کرده و ســپس در کوت آب مقطر ریخته و دســتگاه صفر شــود. کوت را با نمونه شربت صاف شــده پر کرده به طوری که حباب نداشته باشد، آن گاه عدد جذب را روی دستگاه می‌خوانیم

رنگ شربت از فرمول زیر محاسبه می‌شود

$$\text{رنگ (color)} = \frac{A*10^8}{L*C}$$

که در آن:

A = عدد قرائت شده از روی دستگاه

L= ضخامت سل یا کوت

C = عبارت است از غلظت نمونه که برابر است با: C=Bx*d

d = وزن مخصوص نمونه که از جدول بریکس و وزن مخصوص به دست می‌آید **(استاندارد ملی ایران شماره ۶۹ تجدیدنظر سوم ۸۳۷۷)** و (ASADI 2007)

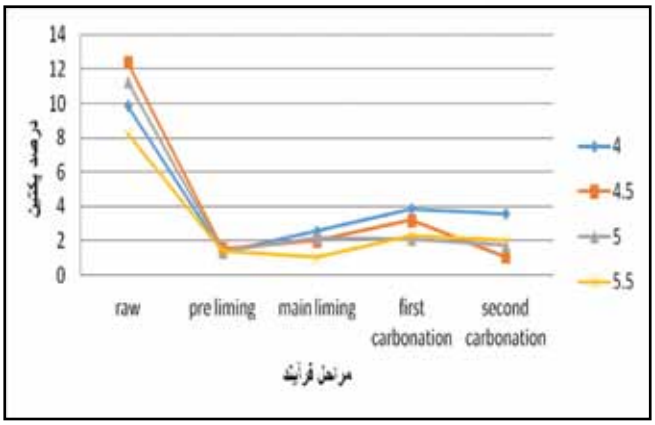
جدول وزن مخصوص و ماده خشک رفراکتومتری

وزن مخصوص	درصد ماده خشک رفرکتومتری
۱/۲۱۳۳	۴۷
۱/۲۱۸۷	۴۸
۱/۲۲۴۲	۴۹
۱/۲۲۹۷	۵۰
۱/۲۳۵۲	۵۱
۱/۲۴۰۷	۵۲
۱/۲۴۶۳	۵۳

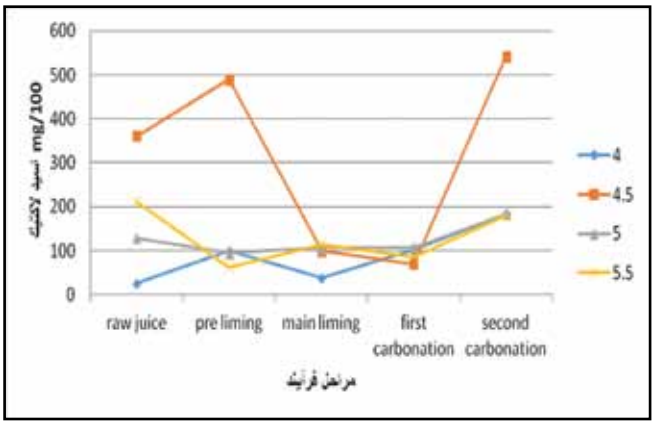
بحث و نتیجه گیری:

الف- اثرات تغییرات pH بر میزان استخراج پکتین:

پکتین در همه‌ی pHها در شــربت خام اســتخراج می‌شود، ولی در pH=۵/۵ حداقل پکتین وارد شربت خام شده که با یافته‌های Motoc و Musca مطابقــت دارد. (گینیــس م. ۱۹۸۶) که دلیــل این امر را **سیلین** این‌گونــه بیان می‌کند که در محیط اسیدی ضعیف کمترین میزان استخراج پکتین را خواهیم داشت. زیرا در pH بالاتر دیواره سلول نسبت به خروج مواد سفت‌تر است و پکتین کمتری استخراج می‌شود. که در نمودار به خوبی مشــخص است. بیشترین افت در پرشولاژ است زیــرا مواد کلوئیدی در محدوده pH پرشــولاژ یعنی حدود ۱۱ منعقد می‌شــوند و زمانی که در مرحله شولاژ وارد می‌شود پکتین دوباره حل می‌شــود تا این که در مرحله اشــباع ۱ و بعداً مرحله‌ی فیلتراسیون به دلیل جذب ســطحی پکتین بر روی رسوب‌های کربنات کلسیم باعث حذف پکتین می‌شود و در اشباع ۲ افت پکتین را داریم.



نمودار۱ تغییرات میزان پکتین در مراحل فرآیند تولید

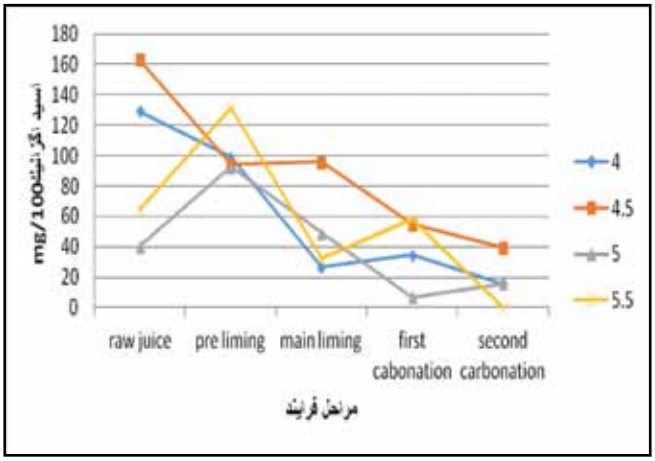


نمودار۳ تغییرات میزان اسید لاکتیک در مراحل فرآیند تولید

ب- اسیدهای آلی:

تغییرات میزان اسید اگزالیک اسید در مراحل فرآیند تولید:

با توجه به نمودار۲ حاصل از اندازه‌گیری شربت‌ها در مراحل مختلف با دستگاه HPLC اگزالات به طور کلی روند نزولی داشته است و خروج اصلی در مرحله شولاژ است که با نظرات اشنایدر، مگ گینیس و وندرپول مطابقت دارد. و قسمت بیشتر اگزالات ورودی در شربت خام است که ممکن است در اثر شکسته شدن قندها در تنفس سلولی ایجاد شود ولی منشأ اصلی آن چغندر اولیه است.



Carbonation

نمودار ۲ تغییرات میزان اسید اگزالیک در مراحل فرآیند تولید

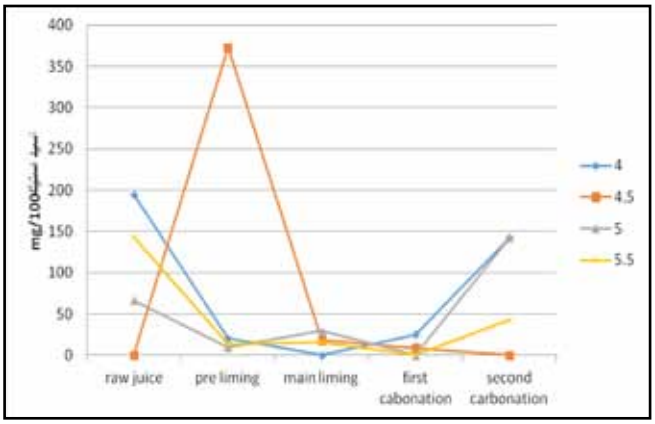
در مرحله اشباع ۱ اگزالات کلسیم حاصله جذب سطحی کربنات کلسیم شده و رسوب می‌کند و در مراحل فیلتراسیون یعنی بعد از اشباع ۱ همراه با گل کربناته خارج می‌شود در نتیجه در همه pHها میزان اسید اگزالیک در اشباع ۲ کمتر از اشباع۱ است.

تغییرات میزان اسید لاکتیک در مراحل فرآیند تولید:

در شربت خام در pH=۴ کمترین مقدار اسید لاکتیک در شربت موجود است. زیرا گاز So_2 اثر ضد میکروبی دارد. بر همین اساس میزان اسید لاکتیک شربت خام به ترتیب در pH=۴>pH=۵>pH=۵/۵ خواهد بود .

تغییرات میزان اسید استیک در مراحل فرآیند تولید:

در pH=۵ کمترین میزان اسید استیک در شربت خام موجود است. بعد از مرحله اشباع ۱ همان طور که انتظار داریم میزان اسید استیک کاهش یافته زیرا قسمت عمده آن همراه گل کربناته از شربت خارج شده است.



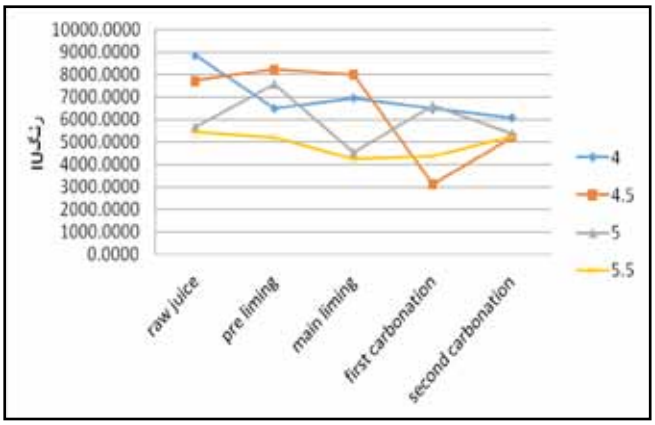
Carbonation

نمودار۴ تغییرات میزان اسید استیک در مراحل فرآیند تولید

ج- تغییرات میزان رنگ در مراحل فرآیند تولید:

معمولاً پس از برش خوردن بافت چغندر، آنزیم تیروزین آزاد می‌شود که بر ترکیبات فنلی عصاره تأثیر گذاشته و رنگ تیره شربت خام را ایجاد می‌کند در pH=۴ بیشترین میزان رنگ است که می‌توان آن را به وجود قند اینورت و تولید ملانین نسبت داد. و بهترین تیمار برای کمترین رنگ ورودی به شربت خام pH=۵/۵ است.

تغییرات رنگ روند ثابتی داشته است و اختلاف معنی داری وجود ندارد. زیرا در pH بالاتر میزان کمتری گاز گوگرد استفاده شده و قهوه‌ای شدن حاصل از واکنش میلارد کمتر می‌تواند خنثی شود و در pH پایین به دلیل وجود گاز گوگرد بیشتر رنگ بری داشته پس رنگ حاصل از واکنش آنزیمی‌را از بین می‌برد در عوض قند هیدرولیز می‌شود و وجود گاز گوگرد باعث می‌شود بعد از دیفوزیون هیدرولیز قند را نداشته باشیم و به شدت آهک زنی انجام دادیم پس مانع هیدرولیز قند می‌شود.



نمودار.۹-۴ تغییرات میزان رنگ در هر مرحله از فرآیند

د- تغییرات میزان املاح در مراحل فرآیند تولید:

کاتیون‌ها در شربت چغندر ممکن است از خاک، آب استخراجی، سنگ آهک، کک، مواد و تجهیزات مخازن لوله‌ها باشد. از آنجایی که چغندر مصرفی کارخانه معمولاً در طول بهره‌برداری و از مناطق متفاوت وارد کارخانه می‌شود بنابراین تغییرات مقدار این کاتیون‌ها تابع چغندر ورودی به کارخانه است .

سدیم و پتاسیم:

بیشترین میزان در pH=۴/۵ و کمترین مقدار در pH=۵ وارد شربت خام شده و در پایان تصفیه میزان کاهش در همه pHها تقریباً یکسان است. اکثر املاح معدنی سدیم محلول در آب هستند(۱۵).

در همه‌ی pHها در اشباع ۲ کاهش یافته زیرا هیدروکسید سدیم و پتاسیم به کربنات سدیم و پتاسیم تبدیل شده و نمک‌ها و کمپلکس‌های محلول رسوب می‌کند و به همین دلیل مقدار کمی کاهش را نشان می‌دهد. سدیم و پتاسیم در شربت به صورت محلول باقی مانده و در نهایت وارد ملاس شده است. در pH=۴/۵ میزان پتاسیم ورودی به شربت بیشترین مقدار است و pH=۴ کمترین مقدار پتاسیم ورودی به شربت خام را داریم. و بر اساس تجزیه و تحلیل داده‌های آماری اختلاف معنی داری در طول تولید در هر مرحله در همه تیمارها وجود دارد.

کلسیم و منیزیم:

میزان کلسیم استخراجی در شربت خام نسبت به کل محتوای کلسیم پس از مرحله تصفیه ناچیز است و در مرحله شولاژ در همه تیمارها افزایش یافته و بیشترین مقدار را نشان می‌دهد که دلیل آن آهکی است که در مرحله‌ی آهک‌زنی اضافه می‌شود و در pH=۴ نسبت به سایر pHها میزان کلسیم بیشتری در شربت موجود است زیرا برای کاهش pH آب دیفوزیون از گاز Co۲ استفاده شده به عبارتی برای کاهش بیشتر pH میزان گاز Co۲ مصرف شده در نتیجه در pH=۴ املاح معدنی بیشتری با سولفیت حل شده در نتیجه غلظت کلسیم محلول بیشتر شده است و میزان کلسیم در اشباع ۱ به شدت کاهش یافته است زیرا همراه با گل کربناته کربنات کلسیم رسوب کرده وخارج می‌شود. در pH =۵/۵بیشترین مقدار وارد شربت خام شده است.

منیزیم از طریق چغندر اولیه و قسمت اعظم از طریق سنگ آهک مصرفی است. در مراحل شولاژ و پرشولاژ منیزیم وارد شربت می‌شود. نمک‌های منیزیم نامحلول است و حذف آن مهم است زیرا در دیواره اواپراتورها و لوله‌های اواپراسیون رسوب‌های بدی ایجاد می‌کند. بین تغییرات pH و میزان منیزیم در هر مرحله اختلاف معنی‌داری وجود دارد به عبارت دیگر میزان منیزیم تحت تأثیر pH آب دیفوزیون است و در pH=۵/۵ بیشترین میزان منیزیم وارد شربت خام شده است.

نتیجه‌گیری:

از آن جایی که استخراج قند از خلال به صورت انتخابی نیست وسایر ناخالصی‌ها همراه قند از سلول خارج می‌شوند و حضور ناخالصی‌ها در شربت میزان ضایعات کارخانه‌ها قند را افزایش می‌دهد. حضور املاح، اسیدهای آلی و پکتین در مراحل تصفیه می‌تواند مشکل ساز باشد. نتایج نشان داد که استخراج یون‌های ملاس زایی مانند سدیم و پتاسیم و اسیدهای آلی مانند اسید اگزالیک و اسید استیک در pH=۵ حداقل است. استخراج پکتین در pH=۵/۵ کمترین است که با توجه به مشکلات تکنولوژیکی در این pH مناسب ترین pH برای چغندرهای یخزده و خراب در نظر گرفته می‌شود.

بررسی رفتار رئولوژیکی ملاس کارخانه‌های چغندری

سیده الهام اتابک[1]. محمد حجت الاسلامی*[2]. مسعود هنرور[3]. هومان مولوی[4]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد صنایع غذایی گرایش تکنولوژی مواد غذایی واحد شهرکرد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرکرد، ایران
Email:el_atabak@yahoo.com
۲- استادیار صنایع غذایی واحد شهرکرد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرکرد، ایران.
Email:mohojjat@gmail.com
۳- استاد تمام صنایع غذایی واحد علوم تحقیقات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
Email: m-honavar@hotmail.com
۴- مربی صنایع غذایی واحد شهرکرد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرکرد، ایران.
hmolavi2010@Email:yahoo.com

چکیده

ملاس محصولی جانبی حاصل از تولید قند از چغندر و نیشکر می‌باشد که مورد استفاده‌های بسیاری دارد. در صنعت قند ملاس، آخرین پسابی است که در پایان عملیات چند مرحله‌ای کریستالیزاسیون برای تولید شکر تشکیل می‌شود. که نمی‌توان به روش تبخیر و تغلیظ ساکارز بیشتری را به صورت کریستال از آن جدا کرد. با توجه به اهمیت ملاس به عنوان مهم‌ترین ضایعات قندی و هم‌چنین به عنوان ماده اولیه ارزشمند در صنایع فرآوری مواد غذایی در این تحقیق سعی بر آن شده است که عوامل مؤثر بر ویسکوزیته و رفتار رئولوژیکی ملاس چغندرقند مورد ارزیابی قرار گیرد. چرا که رفتار رئولوژیکی ملاس یک فاکتور مهم مؤثر بر راندمان تولید شکر و فرآیند تصفیه از جمله پخت، کریستالیزاسیون سانتریفیوژ و پمپ کردن می‌باشد. بنابراین، بررسی و مطالعه ویژگی‌های رئولوژیکی تک تک ترکیبات موجود در ملاس ضروری می‌گردد. ملاس محتوی ترکیبات غیر قندی از جمله اسیدهای آلی، لیپیدها، نمک‌های غیر آلی، ماکرومولکول‌ها، قند اینورت و... است. ویسکوزیته ملاس با ماهیت و مقدار ترکیبات غیرقندی موجود در آن متغیر است قندهای اینورت و غیره به طور معمول به مقدار کمی‌در ملاس‌های چغندرقند وجود دارند که اثر آنها بر ویسکوزیته به سختی قابل اندازه‌گیری است. ملاس‌ها در تمام جوانب همانند شربتی که از آن منشأ گرفته‌اند، رفتار می‌کند. ویسکوزیته شربت‌ها در طول فصل افزایش پیدا می‌کنند با افزایش دما، محلول‌های قندی صنعتی نسبت به محلول‌های قندی خالص، کاهش ویسکوزیته کمتری نشان دادند.

کلمات کلیدی: ملاس، ویژگی‌های رئولوژیکی، ویسکوزیته، ترکیبات شیمیایی، ترکیبات غیر قندی.

۱- مقدمه

ویسکوزیته یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های فیزیکی فرآورده‌های قندی است. که بر عملکرد کارخانه، عملیات سیستم‌ها، کریستالیزاسیون، سانتریفیوژها و نهایتاً شکر استحصالی مؤثر است. بررسی دقیق نوع و مقدار مواد غیر قندی که از طرفی سبب افزایش انحلال‌پذیری ساکارز در طباخی می‌شود و از طرفی نیز درصد ماده خشک را بالا برده و موجب کاهش درجه خلوص پخت و افزایش ویسکوزیته آن می‌گردد و نهایتاً مجموع این عوامل منجر به تأخیر انداختن کریستالیزاسیون و افزایش ضایعات قندی ملاس می‌شود. بنابراین بررسی و اندازه‌گیری دقیق ویسکوزیته و عوامل مؤثر بر ویسکوزیته و خواص رئولوژیک که مطابق قانون فیک بر کریستالیزاسیون نیز تأثیر گذارند، در بهینه نمودن عملیات تأثیر به‌سزایی دارد. در ضمن تعیین خواص رئولوژیکی ملاس با توجه به اهمیت ارتباط آن با مباحث حمل و نقل، پمپاژ و استفاده در فرمانتور بسیار ضروری و مهم است.

رئولوژی به عنوان مطالعه جریان و تغییر شکل مواد در برابر فشار ویژه‌ای که معمولاً بر مواد ایجاد می‌شود، تعریف می‌گردد. رئولوژی، پدیده‌ای که در دامنه وسیعی بین حالت جامد و مایع به وقوع می‌پیوندد را توضیح می‌دهد. دانش دقیق و درست از خصوصیت‌های رئولوژیکی سیالات در طراحی مهندسی برای تعیین توانایی آنها برای انجام عملکردهای معین با اهمیت است.

بررسی رفتار رئولوژی از نظرات مختلف حائز اهمیت می‌باشد. در مهندسی فرآیند، برای محاسبه ملزومات پمپ کردن، تنظیم قطر لوله‌ها و دریچه‌ها، انجام عملیات مخلوط کردن و همچنین برای محاسبه عملیات اساسی مرتبط با انتقال حرارت، جرم و حرکت، آگاهی از رفتار رئولوژیکی یک سیال ضروری است. در کنترل کیفیت، آگاهی از رفتار رئولوژیک سیال برای کنترل کیفیت مواد خام و همچنین فرآورده‌های واسطه‌ای در طی فرآیند تولید و البته، فرآورده‌های نهایی، به کار گرفته می‌شود. در ارزیابی حسی، آگاهی از رفتار رئولوژیکی یک سیال به تعیین کیفیت مطلوب برای مصرف‌کننده از طریق ارتباطات بین شاخص‌های رئولوژیکی و ارزیابی‌های حسی، کمک می‌کند. همچنین، آگاهی از رفتار رئولوژیکی سیالات به روشن شدن ساختار یا ترکیب فرآورده‌های غذایی جهت آنالیز تغییرات ساختاری که در طول فرآوری آنها ایجاد می‌شود، کمک می‌کند بررسی آن بسیار قابل توجه است. مواد غذایی سیال، رفتاری رئولوژیک در دامنه‌ی سیالات نیوتنی ساده تا سیالات غیرنیوتنی، از خود نشان می‌دهند که مورد آخر (رفتار غیرنیوتنی) می‌تواند وابسته به زمان باشد یا نباشد. بسیاری از مواد غذایی همانند ترکیبی از مواد ویسکوز و الاستیک رفتار می‌کنند.

۲- رفتارهای رئولوژیک

رئولوژی می‌تواند به صورت تابع ویسکوز، الاستیک و ویسکوالاستیک بیان شود. در مورد سیال و فازهای جامد، رفتار ویسکوز برای ارتباط دادن نیرو به سرعت برشی استفاده می‌شود. در سیستم‌های مایع، در حالی که عملکرد الاستیک، عملکرد نیرو را به کرنش در مواد جامد مرتبط می‌کند. خصوصیات ویسکوالاستیک موادی را پوشش می‌دهد که هم خصوصیات الاستیک و هم خصوصیات ویسکوز نشان می‌دهند.

در صنعت غذا ویژگی‌های رئولوژی در طراحی مراحل فرآیند غذایی بسیار

مهم می‌باشند. و همچنین در تعریف سایر مشخصه‌های رفتار جریانی ماده در طی زمان‌های مختلف از جمله: مراحل تولید، انبارداری، حمل و نقل و استفاده در محصولات دیگر، حائز اهمیت می‌باشد. ویژگی‌های جریانی یک ماده غذایی به ویسکوزیته و دانسیته آن بستگی دارد.

۱-۲- تجهیزات اندازه‌گیری رئولوژیکی

رئومتر یا ویسکومتر که خصوصیات رئولوژیکی سیالات را از طریق مقاومت سیال نسبت به جریان تحت نیروی شناخته شده یا استرس تولیدشده اندازه می‌گیرند، ابزاری ضروری در مطالعات رئولوژیکی موادغذایی هستند. از جمله این تجهیزات ویسکومتر موئین ، ویسکومتر فالینگ بال ، رئومتر اوسیلیتوری برای اندازه‌گیری‌های رئولوژیکی استفاده می‌شوند.

۳- اصطلاحات رایج در رئولوژی

۱-۳- تنش برشی

تنش به عنوان نیرو در واحد سطح تعریف می‌شود. تنش برشی به‌صورت زاویه‌دار بر سطح عمل می‌کند و عبارت است از تنشی که به طور مماس به صفحه‌ای که نیرو روی آن عمل می‌کند اعمال می‌شود. تنش را بر حسب نیرو در واحد سطح بیان می‌کنند واحد آن در مقیاس بین‌المللی پاسکال یا نیوتن بر متر مربع می‌باشد. معادله ۱ بیان‌گر تنش برشی می‌باشد.

معادله (۱)

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

σ: تنش برشی

F: نیرو بر حسب نیوتن

A: سطح مقطع بر حسب متر مربع (m^2)

۱-۱-۳- سرعت برشی

به شیب سرعت حاصل از تنش برشی اعمال شده به یک سیال سرعت برشی گفته می‌شود. سرعت برشی را به صورت معکوس ثانیه S^{-1} بیان می‌کنند. بر اساس پیشنهاد کمیته نام گذاری انجمن رئولوژی از علامت برای نشان دادن آن استفاده می‌شود.

۲-۱-۳- ویسکوزیته

ویسکوزیته خاصیتی از مایع است که بزرگی جریان در مقابل نیروهای برشی درون مایع را نشان می‌دهد. ویسکوزیته تعیین‌کننده میزان مقاومت مایع به حرکت می‌باشد. واحد ویسکوزیته پوآز (poise) یا سانتی پوآز یا میکروپوآز است که سانتی پوآز یکصدم پوآز و میکروپوآز یک میلیونیوم پوآز است. پوآز به صورت ویسکوزیته‌ای که به یک نیروی ۱ دین (dyne) برای جابجایی با نرخ یک سانتی‌متر به ازای یک سانتی‌متر مربع نیاز دارد، بیان می‌شود ویسکوزیته را به صورت پاسکال-ثانیه(Pa.s) بیان می‌کنند. ویسکوزیته توسط معادله ۲ به‌دست می‌آید.

معادله (۲)

$$\mu = \frac{\sigma}{\dot{\gamma}}$$

که در این رابطه:

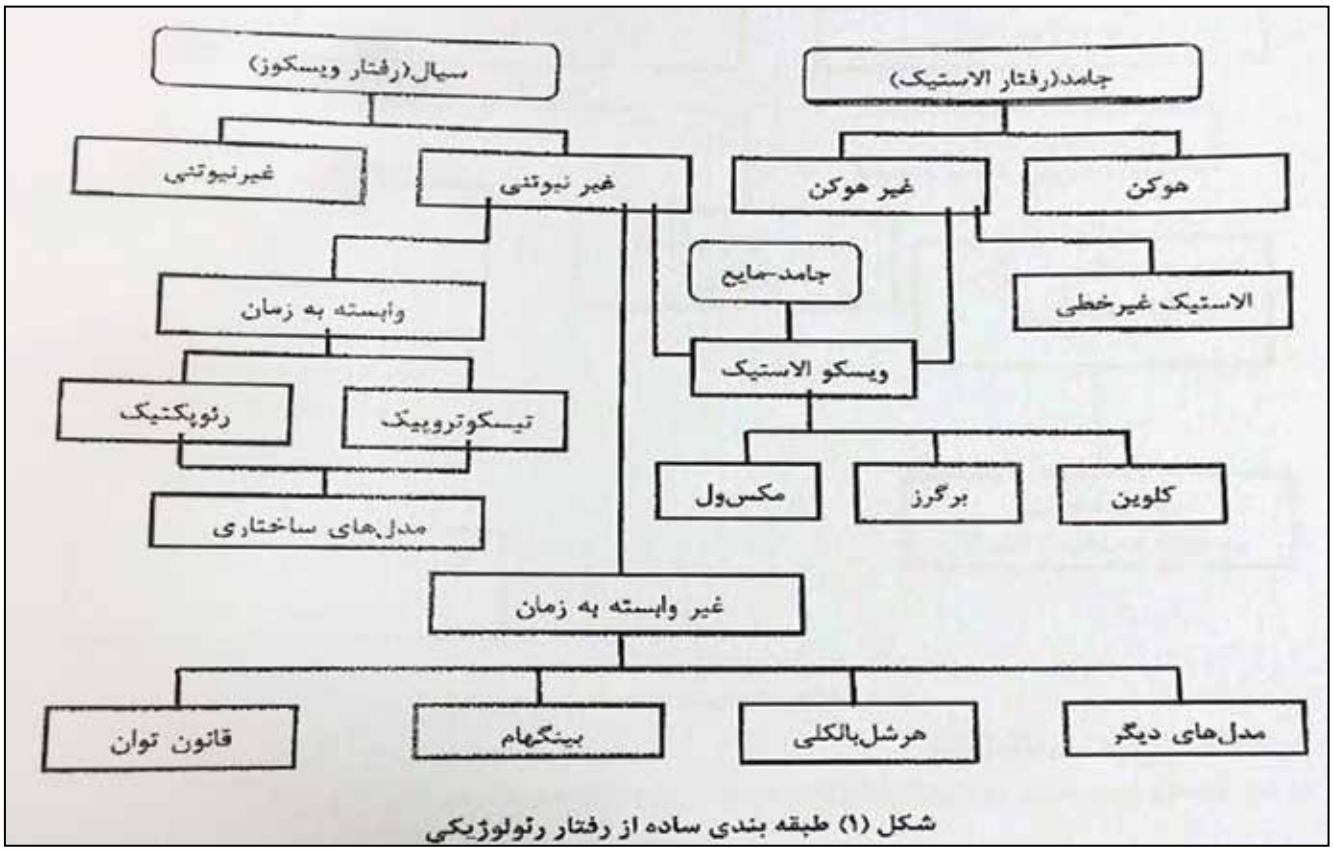
μ: ویسکوزیته سیال

σ: تنش برشی

$\dot{\gamma}$: سرعت برشی

۴- رفتار رئولوژیکی

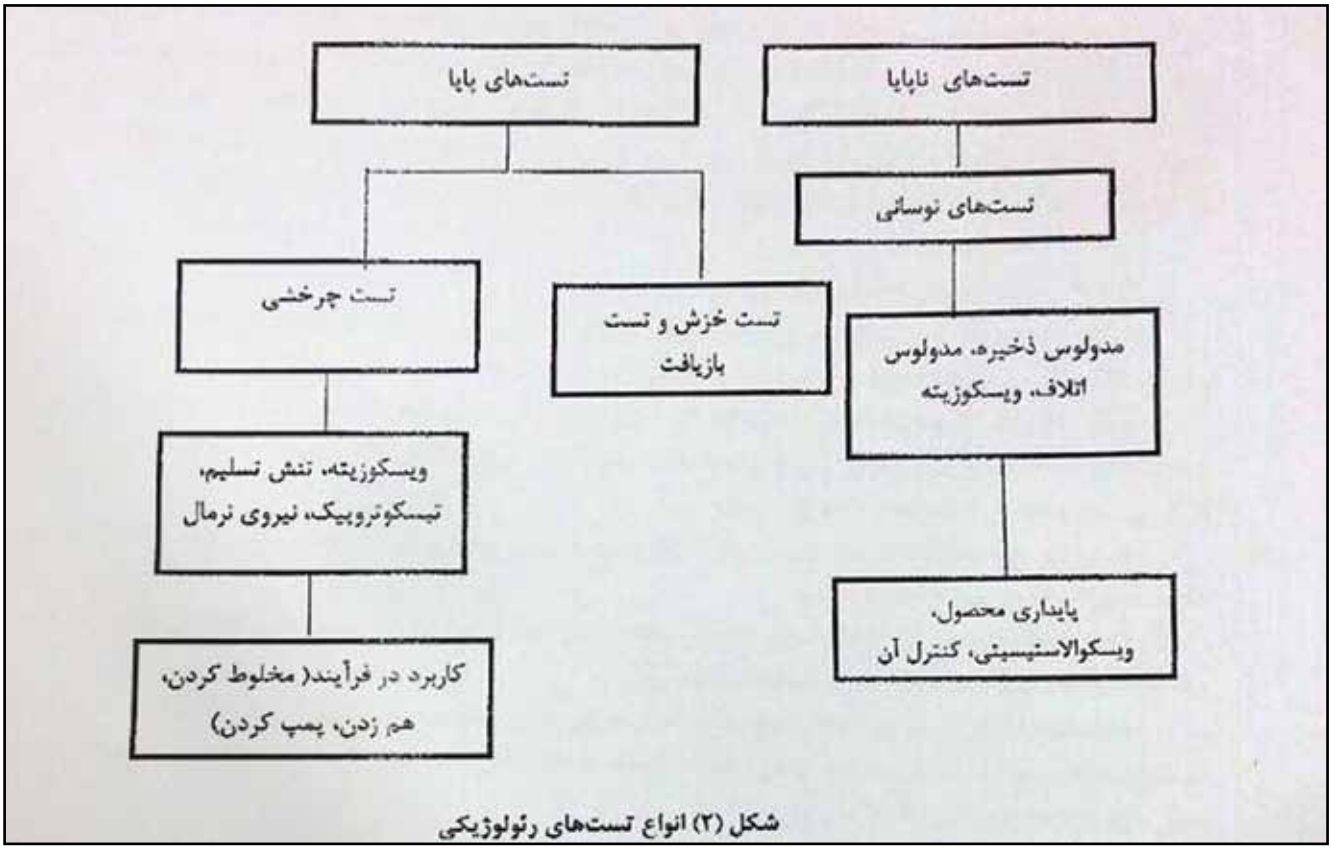
طبقه بندی ساده از رفتار رئولوژیکی در شکل ۱ بیان شده است.



شکل (۱) طبقه بندی ساده از رفتار رئولوژیکی

۵- تست‌های رئولوژیکی مورد استفاده برای موادغذایی

انواع تست‌های رئولوژیکی در شکل (۲) بیان شده اند (۲۴).



شکل (۲) انواع تست‌های رئولوژیکی

۶- انواع رفتارهای رئولوژیک

در این پژوهش دوبررسی بر روی رفتاررئولوژیکی درحالت پایا و ناپایا صورت پذیرفت.

۱-۶- رفتار جریانی سیال‌ها در حالت پایا

منحنی‌های جریانی پایا ارزشمندترین روش برای تعیین رفتار رئولوژیکی سیال می‌باشند. رفتار جریان در حالت پایا بیانگر رابطه بین ویسکوزیته و سرعت برشی می‌باشد و بر این اساس رفتار جریان سیال‌ها به دوگروه سیالات نیوتنی و غیر نیوتنی تقسیم می‌شوند.

۱-۱-۶- رفتار جریانی نیوتنی

در سیالات نیوتنی رفتار جریان مستقل از سرعت برشی و سابقه برش است و فقط به دما، ترکیب سازنده، بدون در نظر گرفتن مدل ویسکومتر، اسپیندل و یا سرعت مورد استفاده، وابسته است. سیالات نیوتنی، ویسکوزهای ایده‌آلی هستند طبق معادله ۲-۴ رابطه تنش برشی و سرعت برشی در این سیالات خطی بوده وشیب خط بیانگر ویسکوزیته سیال می‌باشد که برای یک ترکیب شیمیایی خاص، در شرایط مشخص دمایی و فشار، ثابت است.

معادله (۳)

$$\sigma = \mu\dot{\gamma}$$

σ: تنش برشی

$\dot{\gamma}$: سرعت برشی

μ: ویسکوزیته سیال

۲-۱-۶- رفتارهای جریانی غیر نیوتنی

ویسکوزیته ظاهری به ویسکوزیته یک سیال غیر نیوتنی اطلاق می‌شود. ویسکوزیته سیالات غیرنیوتنی تابعی از سرعت برشی هستند و با تغییر سرعت برشی تغییر خواهد کرد. در این سیالات رابطه تنش برشی و سرعت برشی مستقیم نیست، بنابراین وقتی که سرعت برشی تغییر می‌کند، ویسکوزیته این سیالات بسته به طبیعت سیال افزایش یا کاهش خواهد یافت. رفتارهای غیرنیوتنی به دو گروه وابسته به زمان و مستقل از زمان تقسیم می‌شوند. رفتار جریانی مستقل از زمان ممکن است فقط به برش بستگی داشته باشد نه به مدت زمان برش، درحالی‌که رفتار جریانی وابسته به زمان به مدت زمان برش هم بستگی دارد.

۳-۱-۶- رفتار جریانی مستقل از زمان

سیالات دارای رفتار غیرنیوتنی، در برابر اعمال نیرو، ویسکوزیته تغییر می‌کند. که این تغییر می‌تواند قابل برگشت و یا برگشت ناپذیر باشد. این سیالات خود به چند دسته تقسیم می‌شوند که شامل:

جریان پلاستیک یا بینگهام: در این سیالات اگر میزان تنش برشی کمی‌بیش از تنش تسلیم باشد جریان آغاز می‌گردد.نقطه‌ای که بالای آن نقطه جریان شروع می‌شود تنش تسلیم گفته می‌شود (مثل سس کچاپ گوجه فرنگی، سس مایونز، مارگارین، سفیده تخم مرغ زده شده، خامه زده شده).

جریان سودوپلاستیک: در این جریان روند افزایش سرعت برشی بیش از افزایش تنش برشی بوده و نمودار از مبدأ مختصات می‌گذرد (مثل پوشش‌های سالادی).

جریان دایلاتانت: در این جریان میزان افزایش سرعت برشی، کم‌تر از افزایش تنش برشی می‌باشد(مثل موادغذایی دارای مواد جامد بالا، محلول ۶۰درصد نشاسته، شربت‌های شکلاتی).

سفت‌شونده برشی: در این سیالات، در هنگام اعمال نیروی برشی،

خاصیت رقیق شوندگی یا بازشوندگی مشاهده نمی‌شود. ولی دارای رفتار تنش برشی- سرعت برشی مشابه سیال‌های دایلاتانت می‌باشند شکل ۳ بیان‌گر تنش برشی در مقابل سرعت برشی برای انواع جریان‌ها می‌باشد.

شکل (۳) تنش برشی در مقابل سرعت برشی برای انواع جریان‌ها

سیالات غیرنیوتنی وابسته به زمان

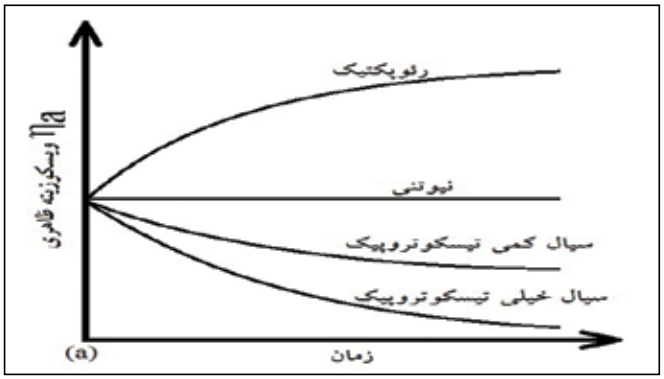
انواع مختلفی از سیالات هستند که ویسکوزیته آنها به سرعت برشی و هم‌چنین مدت زمان اعمال نیرو بستگی دارد. این سیالات به عنوان سیالات وابسته به زمان شناخته می‌شوند.

تیکسوتروپیک: در این نوع سیالات، ویسکوزیته طی مدت اعمال نیروی برشی کاهش می‌یابد، ولی این تغییر برگشت پذیر میباشد. به این معنا که سیال در طی نگه‌داری، به شکل اولیه خود برمی‌گردد(بازیابی می‌شود).

نرم شونده برشی : در این نوع سیالات ویسکوزیته طی اعمال نیروی برشی کاهش می‌یابد ولی این تغییر برگشت ناپذیر می‌باشد.به این معنا که سیال پس از برداشته شدن نیروی برشی به‌شکل اول خود برنمی‌گردد.

رئوپکتیک: در این نوع سیالات، ویسکوزیته طی اعمال نیروی برشی افزایش می‌یابد. ولی این تغییر برگشت‌پذیر می‌باشد. به این معنا که سیال در طی نگه‌داری، به شکل اولیه خود برمی‌گردد(بازیابی می‌شود)

سفت شونده برشی: در این نوع سیالات، ویسکوزیته طی اعمال نیروی برشی افزایش می‌یابد. ولی این تغییر برگشت ناپذیر می‌باشد. به این معنا که سیال در طی نگه‌داری، هرگز شکل اولیه خود را باز نمی‌یابد. شکل ۴ بیان‌گر وابستگی سیال به جریان است.



شکل (۴) وابستگی زمانی در جریان سیال‌ها (a) سرعت برشی ثابت (b) تنش برشی ثابت

۴-۱-۶- انواع مدل‌های جریان

برای کمک به توضیح جریان سیال مدل‌هایی پیشنهاد شده‌اند که جریان برشی را توضیح می‌دهند. این مدل‌ها، رفتار مایعات مختلف را تحت شرایط مختلف دما، غلظت و pH بیان می‌کنند. به‌طورکلی این قانون نیست که در طول همه دامنه‌ها سرعت برشی به‌کار رفته، فقط یک مدل خاص برای یک مایع ویژه مناسب باشد. گاهی اوقات بیش از یک مدل برای توضیح رفتار یک مایع غیرنیوتنی خاص استفاده می‌شود. مدل‌های زیر به‌طور کلی برای توضیح رفتار مایعات غیر نیوتنی استفاده می‌شوند.

۱-۴-۱-۶- معادله عمومی ویسکوزیته

معادله عمومی‌ویسکوزیته در معادله ۴ قابل مشاهده است.

$$\sigma = k(\dot{\gamma})^n + c$$ **معادله (۴)**

که در این‌جا:

σ: تنش برشی

k: ضریب تناسب

n: (ثابت شبه پلاستیک بودن نمودار تنش برشی-سرعت برشی)، تنش تسلیم N/m^2.

معادله توان یا مدل استوالد-دوال یا قانون توان :

ساده ترین مدل، مدل قانون توان است که به وسیله استوالد-دوال توضیح داده شده است.

$$\sigma = k(\dot{\gamma})$$ **معادله (۵)**

در این‌جا

K: بیان‌گر ضریب قوام

: سرعت برشی

n عدد بدون بعد است. که بیان‌گر میزان نزدیکی به جریان نیوتنی است. و مقدار آن برای سیال نیوتنی برابر ۱، برای شبه پلاستیک ۱>n>۰، و برای سیال دایلاتانت n>۱ می‌باشد.

۱-۱-۴-۱-۶- مدل هرشل بالکلی

سیالاتی که از این مدل پیروی می‌کنند دارای تنش تسلیم (۰) بوده و معادله این مدل عبارت است از:

$$\sigma = \sigma_0 + K\dot{\gamma}^n$$ **معادله (۶)**

جدول (۱) پارامترهای مختلف سیال در مدل هرشل بالکلی (۲۶)

نوع سیال	σ۰	K	N
نیوتنی	۰	۰<	۱=n
		غیرنیوتنی	
سودوپلاستیک	۰	۰<	۰<n<۱
دایلاتانت	۰	۰<	۱<n<
بینگهام	۰<	۰<	۱=n
هرشل بالکلی	۰<	۰<	۰<n<

۲-۱-۴-۱-۶- مدل کیسون

این مدل که برای توصیف رفتار رئولوژیکی کاکائو، کره کاکائو و شکلات در سال ۱۹۵۹ پیشنهاد شد. که معادله آن به صورت زیر می‌باشد:

$$\sqrt{\sigma} = \sqrt{\sigma_0} + \eta_a \sqrt{\dot{\gamma}}$$ معادله (۷)

که در این معادله

σ: تنش برشی

$\sigma 0$: تنش تسلیم

η_a :گرانروی ظاهری

$\dot{\gamma}$: سرعت برشی می‌باشد.

۲-۶- آزمون نوسانی

در آزمون‌هـای نوسـان سـنجی، نمونه‌ها به صورت منظـم تحت تنش و کرنـش قرار می‌گیرند. این فرآیند آزمایـش، رایج ترین روش دینامیک (پویا) برای مطالعه رفتار ویسـکوزیته مواد غذایی است. نتایج به ترکیب شیمیایی و ساختار فیزیکی بسیار حساس بوده به طوری که کاربردهای مختلفی دارد که شامل ارزیابی استحکام ژل، بررسی ژلاتینه شدن نشاسته، مطالعه پدیده انتقال شیشه‌ای، مشاهده لخته شدن یا تغییر شکل پروتئین، ارزیابی تشکیل شدن دلمه در فرآورده‌های لبنی، آب کردن پنیر، توسـعه سـاختار در فرآورده‌های نانی و گوشـتی، آزمایش ماندگاری، و همبستگی بین خصوصیات رئولوژیکی و ویژگی‌های حسی انسانی، می‌باشد. دانشمندان صنایع غذایی دریافته‌اند که ادوات آزمون نوسان، ابزارهای با ارزشی برای کار توسعه محصول خواهند شد.

آزمون نوسـان ممکن است در حالات کشش، فشـار و یا برش انجام شود. ابزارهای تجاری معمول، با تغییر شکل دادن ماده به وسیله برش عمل می کنند که این روش، رایج‌ترین روش مورد استفاده در ارزیابی مواد غذایی است. تغییر شکل برشی ممکن است با استفاده از صفحات موازی یا سیلندرهای هم‌محور صورت گیرد. ابزارهای آزمون دینامیک به دو دسـته اصلی تقسـیم می‌شوند: ابزارهایی که سرعت آنها کنترل شده است که در آنها تغییر شکل (برش) ثابت شده و تنش اندازه‌گیری می‌شود و گروه دیگر ابزارهایی که تنش کنترل شده دارند که در آنها دامنه تنش ثابت شده و تغییر شکل اندازه گیری می‌شود. هر دو اینها نتایج مشابه‌ای را ارائه می‌دهند. آزمایش دینامیکی مواد غذایی جامد به وسیله Rao و Skinner (۱۹۸۶) مرور شده است.

با اسـتفاده از ایـن آزمون می‌توان اجزای الاسـتیک و گرانرو سـیال‌ها را اندازه‌گیری نمـود. برای انجام این آزمون، ماده مـورد آزمون را بین رئومتری مخروط و صفحه یا صفحه‌های موازی تعبیه شده روی رئومتر کنترل تنشی قرار داده سپس با نوسان دادن مخروط یا صفحه به کمک سرعت زاویه سینوسی در دامنه پایین، تنش برشی را اندازه‌گیری می کنند. در مواد جامد الاستیک تنش برشی هم فاز با کرنش بوده در حالی‌که در سیال‌های نیوتنی تنش برشی میزان ۹۰درجه غیر هم‌فاز یا خارج فاز با کرنش است. در سیالات ویسکوالاستیک یک اختلاف زاویه‌ی صفر تا نود درجه بین تنش برشی و کرنش وجود دارد. که این زاویه اختلاف فاز قابل اندازه‌گیری می‌باشد.. نمودارهای تنش-زمان را می‌توان به دو قسمت یا جز تقسیم نمود:

۱– جز برشی هم‌فاز با کرنش برشی را اصطلاحاً ضریب ذخیره یا الاستیک مدولوس نامیده و با G' نمایش می‌دهند.

۲– جز برشی نود درجه غیر هم‌فاز با کرنش برشی بوده و اصطلاحاً ضریب افت یا گرانرو مدولوس نامیده می‌شود و با G'' نشان می‌دهند. این دو ضریب هردو تابعی از فرکانس هستند و به شکل زیر باهم ارتباط دارند:

$$\frac{G''}{G'} = \text{Loss factor} = \tan\emptyset = \text{Loss tan}$$ معادله (۸)

۲-۱-۶- کمپلکس مدولوس

از دیگر توابع وابسته به فرکانس کمپلکس مدولوس می‌باشد. که با G^* نشان داده می‌شود. و به صورت معادله ۹ به دست می‌آید (۲۳).

$$G^* = \sigma 0 / \gamma 0 = \sqrt{(G')^2 + (G'')^2}$$ معادله (۹)

۲-۲-۶- ویسکوالاستیک

بسیاری از مواد غذایی که به‌طور هم‌زمان حالت جامد و مایع را دارند ولی ویژگی‌های جامد مانند در آن‌ها بیشتر از حالت مایع مانند می‌باشد و ساختار پیچیده‌ای از هر دو خاصیت ویسکوز و الاستیک را نشان می‌دهند و به عنوان ویسکوالاستیک شناخته می‌شوند برعکس اصطلاح الاستیک ویسکوز جهت ماده‌ای که ویژگی مایع مانندش از جامد مانند آن بیشتر شود، استفاده می‌شود. سیال ویسکو الاستیک، میزان قابل توجهی از هر دو رفتار ویسکوز و الاستیک را نشان می‌دهد. که ممکن است با تست‌های پویا و یا ایستا مورد آزمون قرار گیرند.

اگر بر سه نوع ماده تنش ثابتی اعمال شود متناسب با پاسخ هرکدام می‌توان آن‌ها را تقسیم‌بندی کرد:

ماده جامد الاسـتیک: در این دسته از مواد، با اعمال نیرو، تغییر شکل آنی اتفاق می‌افتد و هیچ گونه تغییر شکل دیگری با گذشت زمان رخ نمی‌دهد و با برداشتن نیرو به طور کامل به شکل اولیه بازیابی می‌شود.

ماده مایع نیوتنی: در این نوع مواد، بلافاصله پس از اعمال نیرو، مایع شروع به جریان کرده و تا برداشته شدن تنش به جریان خود ادامه می‌دهد. و با برداشتن نیرو به شکل اولیه بازیابی نمی‌شود

ماده جامد ویسکوالاستیک: در این دسته از مواد، بعد از اعمال نیرو ماده تغییر شـکل آنی می‌دهد و بعد از برداشتن نیرو، ابتدا یک بازیابی نسبی شکل اولیه اتفاق می‌افتد(جز الاستیک)، اما هرگز بازیابی کامل رخ نمی‌دهد(جز گرانرو)

۷- اهمیت رئولوژی ملاس پخت سه در کارخانه قند

علـم رفتار جریانی به خاطر تأمیـن اطلاعاتی از ویژگی‌های فیزیکی و کمک آن به درک اساسـی حرکت مومنتوم و فرآیند انتقال حرارت مهم اسـت. رفتار رئولوژیکی مـلاس یک فاکتور مهم مؤثر بـر راندمان تولید شکر و فرآیند تصفیه از جمله پخت، کریستالیزاسیون سانتریفیوژ و پمپ کردن می‌باشد. بنابراین، بررسی و مطالعه ویژگی‌های رئولوژیکی تک تک ترکیبات موجود در ملاس ضروری می گردد. فرآوری ملاس به طور مؤثری به خواص رئولوژی و کیفی آن بستگی دارد و نظر به‌این‌که ملاس بهترین جزء ضایعات قندی در کارخانه‌ها قندگیری از چغندر است و هم‌چنین با توجه به تأثیر ویسکوزیته ملاس یکی از مهم‌ترین خصوصیات فیزیکی است که عملکرد پخت‌ها، کریستالیزرها و سانتریفیوژها را تحت تأثیر قرار می‌دهد و بر میزان استحصال قند از پخت سه مؤثر بوده و به عنوان دومین عامل ایجادکننده ضایعات قندی ملاس اعلام شده لذا لزوم کنترل ویسکوزیته و آگاهی از فاکتورهایی مؤثر بر آن، برای بهینه کردن این عملکردها ضروری و با ارزش خواهد بود.

ملاس محتوی ترکیبات غیر قندی از جمله اسیدهای آلی، لیپیدها، نمک‌های غیر آلی، ماکرومولکول‌ها، قند اینورت و... است. ویسکوزیته ملاس با ماهیت و مقدار ترکیبات غیرقندی موجود در آن متغیر است. همچنین ویسکوزیته ملاس با افزایش مواد جامد کل افزایش می‌یابد. مدل نیوتنی، مدل بینگهام، مدل قانون، مدل هرشل بالکلی برای شرح رفتارهای رئولوژیکی مایعات استفاده می‌شوند.

۱-۷- رفتار نیوتنی و رفتار غیر نیوتنی محلول‌های قندی

رفتـار رئولوژیکی محلول‌ها و سوسپانسـیون‌های قندی از سـرعت تغییر شکل یا سـرعت جریان زمانی که نیرویی به نمونه وارد می‌شود، مشـتق می‌گردد. هنگامی‌که ارتباط بین تنش برشی (نیروی وارد شده بر واحد سطح) و نرخ برش (گرادیان شتاب ناشی از اعمال تنش برشی) خطی باشـد، مایع نیوتنی گفته می‌شـود. این مـورد برای محلول‌های خالص ساکارز در تمام دماها و غلظت‌های آزمایش شده صدق می‌کند. هنگامی‌که افزایش در تنش برشی بیشتر از افزایش نسبی نرخ برش باشد، به طوریکه منحنی از مبدأ شروع شود، رفتار مایع شبه پلاستیک است. این رفتار تحت عنوان رفتار رقیق شـونده با برش (shear thinning) نیز بیان می-شود. با افزایش نرخ‌های برشی، ویسکوزیته ظاهری در این نوع از سیال‌ها کاهش می‌یابد، که سرانجام در تمام نرخ‌های برشی به یک مقدار ثابت می‌رسد. در نرخ برشی پایین، سیال شبه پلاستیکی ممکن اسـت به تبعیت از نرخ برش، یک واریانس خطی اولیه از تنش برشی را نشان دهد که رفتار نیوتنی نامیده می‌شود.

رفتار شبه پلاستیکی در ماسکوئیت درجه پایین مشخص شده است، در حالیکه رفتار رئولوژیکی ملاس ممکن اسـت بسـته به ترکیبات آن، نیوتنی یا شبه پلاستیک باشد. ملاس نیشکر، به دلیل غلظت کلوئیدهای محلول، رفتار شبیه پلاستیک از خود نشان می‌دهد. اگر ماکرومولکول‌های سـنگین وزن یا حباب‌های گاز در ملاس وجود نداشـته باشـد، رفتار آن نیوتنـی باقی می‌ماند. رفتار دیگر سـیال غیـر نیوتنی که کمتر در محلول‌ها و سوسپانسـیون‌های قندی رایج است، غلیظ شونده با برش (Shear-thickening) است. این پدیده ناشی از افزایش در ویسکوزیته ظاهری در اثر افزایش نرخ برش می‌باشد.

۲-۷- اهمیت ویسکوزیته ملاس‌ها در کارخانه قند:

در صنعت قند ویسکوزیته یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های فیزیکی ملاس و ماسکوئیت است که بر عملکرد و عملیات کارخانه قند، طراحی پمپ‌ها، تصفیه شربت، تبلور و جداسازی در سانتریفیوژ تأثیر می‌گذارد. ویسکوزیته محلول‌های قندی صنعتی در مراحل مختلف فرآیند استخراج شکر مهم می‌باشد. ویسکوزیته نه تنها بر بهره‌برداری از پخت‌ها، کریستالیزاسیون و سـانتریفیوژها مؤثر است، بلکه میزان شکر اسـتحصالی را نیز تحت تأثیـر قرار می‌دهد. اندازه‌گیری دقیق ویسـکوزیته و اطلاعاتی در مورد عوامل مؤثر بر آن می‌تواند در بهینه کردن این عملیات ارزشـمند باشد. ویسکوزیته می‌تواند به عنوان نسبتی از تنش برشی اعمال شده به نرخ برشی تولید شده تعریف شود. برای سیالات نیوتنی این نسبت ثابت است یعنی مستقل از نرخ برشی است. اما برای سیال غیرنیوتنی، ویسکوزیته به نرخ برشی وابسته است.

ویسکوزیته محلول‌های قندی حاوی اطلاعات مفیدی در خصوص ویژگی‌های انتقال ملکول سـاکارز در محیط آبی می‌باشد. به همین دلیل، ویسکوزیته ویژگی فیزیکی مهمی‌به ویژه در مطالعات کریستاله شدن است.

ویسـکوزیته محلول‌های محتوی ساکارز از عوامل مهم در کارکرد مطلوب کریستالیزاسـیون و جداسازی سـاکارز به صورت کریستال می‌باشـد. که سال‌هاسـت اثر آن در فرآیند شـناخته شـده اسـت. هـر یـک از مواد مـلاس‌زا به طور متفـاوت ویسـکوزیته را افزایش می‌دهنـد ویسـکوزیته بالا طبق قانون فیک موجب کاهش سـرعت کریستالیزاسیون می‌شـود (۶) هم‌چنین موجب جلوگیری از انتقال حرارت می‌شود و باعث می‌شود عملیات سانتریفیوژ به کندی صورت گیـرد. توانایـی کنترل ویسـکوزیته و رئولوژی ملاس سـبب بهبود معنی‌دار بهره‌وری در فرآوری شـکر خواهد شـد (۵). چنین کنترلی ابتدا می‌بایست با شناسایی عوامل مؤثر بر ویسکوزیته صورت پذیرد. این حقیقت که ملاس چغندر یک سیسـتم چند جزعی با ترکیبات شیمیایی پیچیده است منجر می‌شود که آن، ماده خام بسیار مناسبی برای تکنولوژی‌های غذایی مختلف باشد.

منبـع مشـخصی وجود ندارد کـه اطلاعات مربوط به ویسـکوزیته محلول‌های قندی را گزارش کرده باشـد و ویسکوزیته این محلول‌ها به دامنه وسـیعی از متغیرهای دما و غلظت وابسـته است. ما تعداد نسبتاً کمی‌از مطالعاتی را پیدا کرده‌ایم که ویسکوزیته محلول‌های قندی را در دامنه محدودی از دما و غلظت گزارش کرده باشند.

عوامل مؤثر بر ویسکوزیته:

نوع و نسبت ترکیبات غیرقندی از جنبه رفتار ویسکوزیته تعیین‌کننده هسـتند. ضریب هدایت بـالا و میزان کم آهک دلالت بر ویسـکوزیته پاییـن دارد. قندهای اینورت و غیره به صـورت نرمال به مقدار کمی‌در ملاس‌های چغندرقند وجود دارند که اثر آنها بر ویسـکوزیته به سختی قابل اندازه‌گیری اسـت. ملاس‌ها در تمام جوانب همانند شـربتی که از آن منشـأ گرفته‌اند، رفتار می‌کنند. ویسکوزیته شربت‌ها در طول فصل افزایش پیدا می‌کنند که این امر مستقل از نسبت‌های خلوص می‌باشد. با افزایش دما، محلول‌های قندی صنعتی نسـبت به محلول‌های قندی خالص، کاهش ویسکوزیته کمتری نشان دادند. ماده خشک بالا منجر به افزایش ویسکوزیته می‌گردد.

افزایش بریکس با افزایش ویسـکوزیته همراه است حال اگر بتوان در حالـت تغلیـظ و بالارفتن بریکس ویسـکوزیته را در حد مطلوب نگهداری کرد می‌توان کمک شایان به فرآیند کریستالیزاسیون کرد و میزان ضایعات ملاس را کاهش داد.

ویسکوزیته به وسیله دما، غلظت مواد محلول و معلق تحت تأثیر قرار می‌گیـرد. مقدار اندکی از ترکیبات ناخالصـی، به ویژه ماکرومولکول‌ها، افزایـش قابل توجهی در ویسـکوزیته ایجاد کرده و رفتـار رئولوژیکی محلول‌های ساکارزی تغلیظ شده را تغییر می‌دهند.

علاوه بر ویسـکوزیته مطلق، ویسکوزیته نسبی نیز بکار برده می‌شود که در آن مقدار مرجع مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای مثال، آب دارای ویسکوزیته واحد است. ملاس‌ها تفاوت‌های زیادی را در ویسکوزیته از خود نشـان داده‌اند. که این تفاوت‌ها اساساً به دلیل اختلاف در محتوای مواد جامد آنها بوده و در درجه پایین‌تر به دلیل کیفیت مواد خام (چغندر فریز شده) و همچنین تصفیه شربت می‌باشد. در دمای ۱۰ درجه سیلسیوس، ویسکوزیته ملاس‌های کارخانه‌ای ممکن است بیشتر از آن حدی باشد که بتوان به وسیله ویسکومتر یا دیگر ابزار اندازه‌گیری آن را تعیین کرد.

صنعـت قند از قدیمی‌تریـن صنایع بوده اما در این میان نسـبت به صنایع دیگر پژوهش‌هـا به‌ویژه بر رفتارهای رئولوژیکی و ویسـکوزیته محلول‌های قندی کم‌تر بوده و هر پژوهشی دراین زمینه ارزشمند خواهد بود. در سال ۱۸۷۱، فلتز ویسکوزیته بالا را عامل واقعی تشکیل ملاس

دانست. ویسکوزیته ملاس‌ها به دما و محتوای آب و غلظت بستگی دارد. ویسکوزیته به طور قابل توجهی تحت تأثیر pH کمتر از ۷ قرار نمی‌گیرد. در pH قلیایی، ویسکوزیته تقریباً به صورت لگاریتمی افزایش می‌یابد. این افزایش تنها در مقادیر pH بالاتر از ۷ قابل ملاحظه است که تنها در شربت‌های رقیق رخ می‌دهد.

کینگ در سال ۱۹۵۹ ویسکوزیته محلول‌های نیشکری را در دمای ۲۵درجه سانتی‌گراد بررسی کرد.

آدرتن در سال ۱۹۵۹ مطالعه همبستگی بین بریکس و ویسکوزیته برای شربت و ملاس انجام دادند. در نموداری که در این پژوهش ارائه شده یک افزایش تدریجی در ویسکوزیته با بالا رفتن بریکس تا حدود بریکس ۸۰ را نشان می‌دهد. بین بریکس ۸۰ تا ۹۰، ویسکوزیته با افزایش بریکس به سرعت بالا می‌رود نتایج درجه بالایی از همبستگی بین بریکس ویسکوزیته ملاس را نشان داد.

لوئیل‌لارد و همکارش در سال ۱۹۸۰ معادله‌ای برای ویسکوزیته ملاس، اثر ماده خشک، خلوص، نسبت قند احیاکننده به خاکستر را لحاظ می‌کنند. این معادله دارای خطای استاندارد ۲۰± درصد با یک ماکزیمم ۱۰۸ ± درصد می‌باشد. بنابراین به نظر می‌رسد که فاکتورهای دیگری که در این معادلات لحاظ نشده‌اند دارای اثر قابل توجهی بر ویسکوزیته ملاس می‌باشند.

مک گینس در سال ۱۹۷۸، ویسکوزیته را در رده دوم عوامل تولیدکننده ملاس طبقه‌بندی کرد

ژومینوس و همکارانش در سال ۱۹۷۸ اثر دکستران را بر افزایش ویسکوزیته در محلول‌های قندی و ملاس نیشکری بررسی کردند. دکستران باعث رفتار شبه پلاستیک ملاس نیشکری می‌شود. هم‌چنین منجر به افزایش ویسکوزیته می‌گردد.

حجت‌الاسلامی در سال ۲۰۰۸، اثر مواد کاهنده ویسکوزیته را بررسی کرد و استفاده از CB۹ و دیگر کاهنده ویسکوزیته برای افزایش شکر پخت c و بهبود کیفیت فرآیند چغندر را پیشنهاد داد.

جوتیک موکیباویک و همکارانش در سال ۲۰۱۰ خصوصیات کیفی و رئولوژی ملاس چغندر را از نظر کاربردهای صنعتی آن بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که باتوجه به‌این که مقدار واقعی ملاس تولیدی از نظر کمی‌قابل توجه است(حدود ۴ درصد چغندر قند) و این میزان به طور میانگین حاوی ۵۰ درصد ساکارز و میزان زیادی ترکیبات آلی و غیر آلی می‌باشد درنتیجه ملاس ماده اولیه بسیار با ارزشی برای صنایع مختلف می‌باشد. و هم از نظر کنترل تکنولوژی فرآیند چغندر و هم به لحاظ ماده اولیه مورد استفاده در صنایع(تکنولوژی، بیوتکنولوژی، تغذیه دام) وابستگی شرایط فرآیند به ویسکوزیته و ترکیبات شیمیایی بسیار مهم است. هم‌چنین با توجه به استفاده از ملاس به عنوان ماده اولیه در صنایع، برای محاسبات اقتصادی، انرژی و خواسته‌های صنعت، بایستی خصوصیات رئولوژیکی و ترکیبات شیمیایی ملاس مورد توجه قرار گیرند.

- مطالعات ویسکوزیته در ۱۲ ملاس از جزایر فیلیپین نشان داد که هر نمونه دارای یک ویسکوزیته بحرانی متفاوت است. ویسکوزیته بحرانی، متوسط افزایش ناگهانی و مشخص ویسکوزیته به محض بالا رفتن میزان ماده خشک (مثلاً به مقدار چند دهم) می‌باشد.

- در پژوهشی چهل ملاس و چهل شربت از مناطق مختلف اروپا بر اساس رفتار ویسکوزیتی طبقه‌بندی شد؛ مشخص شد که اکثر شربت‌ها نسبت به محلول‌های شکر خالص ویسکوزیته کمتری دارند، هرچند دانیسته هر دو یکسان بود. شربت‌هایی که از منطقه راین پایین (منطقه ای در اروپا) آمده بودند، پایین‌ترین ویسکوزیته را داشتند. ویسکوزیته آنها در بریکس ۸۲ و دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد بیش از ۵۰۰ درصد بقیه بود.

میسلجنویک و همکارانش در سال ۲۰۱۳ خصوصیات رئولوژیکی مواد مایع خام را برای اولیه سوخت‌های زیستی جامد بررسی کردند. یکی از این مواد ملاس چغندر قند بود. آن‌ها بیان کردند با توجه به خصوصیات رفتاری ملاس، این ماده رفتار غیر نیوتنی از خود نشان می‌دهد و سودوپلاستیک است.ویسکوزیته ظاهری ملاس با افزایش سرعت برشی کاهش می‌یابد.از مدل قانون توان برای محاسبه اندیس قوام و ثابت رفتار جریانی استفاده شد که مقادیر به دست آمده از ثابت رفتار جریان تأییدکننده رفتار سودوپلاستیک ملاس است. نتایج آن‌ها نشان داد که ملاس رفتار وابسته به زمان (تیسکوتروپیک) است. تغییرات ویسکوزیته ملاس قابل برگشت است، چرا که ویسکوزیته ظاهری قبل و بعد از اندازه‌گیری یکسان است.

پیش بینی ویسکوزیته در محلول‌های قندی:

جهت پیشگویی ویسکوزیته در محلول‌های قندی، ICUMSA استفاده از سه فرمول را پیشنهاد می‌کند :

الف- فرمول Waterman

$$3_{\log \upsilon} = \left({}^{A}/_{B}\right) + B$$

ب- فرمول Pidoux

$$4_{\log \eta} = (a \times (T - T_0)/T^2) + b$$

ج- نمودار Breitung

دیاگرام Breitung بهترین روش جهت تعیین دقیق ویسکوزیته ملاس است. نقطه شروع دیاگرام ویسکوزیته ملاس در است ولی با آن می‌توان با رسم خطوطی مستقیم ویسکوزیته را در هر دمایی پیشگویی کرد.

۸- نتیجه گیری

ملاس‌ها در تمام جوانب همانند شربتی که از آن منشأ گرفته اند، رفتار می‌کنند. ویسکوزیته در رده دوم عوامل تولیدکننده ملاس قراردارد که نوع و نسبت ترکیبات غیرقندی از جنبه رفتار ویسکوزیته تعیین‌کننده هستند. چرا که موادغیرقندی هم از نظر افزایش انحلال پذیری سوکروز و هم افزایش بریکس منجر به کاهش درجه خلوص پخت و افزایش ویسکوزیته می‌گردند که در نهایت ضایعات قندی ملاس را افزایش می‌دهند. با افزایش دما، محلول‌های قندی صنعتی نسبت به محلول‌های قندی خالص، کاهش ویسکوزیته کمتری نشان دادند. با افزایش یون کلسیم ویسکوزیته نیز افزایش می‌یابد. ویسکوزیته به طور قابل توجهی تحت تأثیر pH کمتر از ۷ قرار نمی‌گیرد. در pH قلیایی، ویسکوزیته تقریباً به صورت لگاریتمی‌افزایش می‌یابد. این افزایش تنها در مقادیر pH بالاتر از ۷ قابل ملاحظه است که تنها در شربت‌های رقیق رخ می‌دهد.

ملاس در برخی پژوهش‌ها به عنوان ماده نیوتنی و در برخی دیگر به عنوان ماده غیر نیوتنی شناخته شد.مدل نیوتنی، مدل بینگهام، مدل قانون، مدل هرشل بالکلی برای شرح رفتارهای رئولوژیکی مایعات استفاده می‌شوند.