

## بررسی انواع روش‌های تصفیه شربت خام استخراج شده از چغندر قند در فرآیند تولید قند و شکر

شایان محمد دینی<sup>۱\*</sup>؛ علی جعفری<sup>۲</sup>؛ نیما مسعودنیا<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی مهندسی ماشین‌های صنایع غذایی - گروه ماشین‌های کشاورزی - پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه

تهران (sh.mohammaddini@ut.ac.ir)

۲- عضو هیئت علمی گروه ماشین‌های کشاورزی - پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران (jafarya@ut.ac.ir)

۳- دانشجوی کارشناسی مهندسی ماشین‌های صنایع غذایی - گروه ماشین‌های کشاورزی - پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه

تهران (Nima.masoudnia@ut.ac.ir)

### چکیده

صنعت قند به‌عنوان یکی از مهم‌ترین صنایع در زمینه مواد غذایی محسوب می‌شود و کارخانه‌های تولید قند و شکر از جمله کارخانه‌های مادر در زمینه تولید مواد غذایی می‌باشند که می‌توانند بخش عظیمی از ماده اولیه بسیاری از محصولات غذایی از جمله کیک‌ها و بیسکویت‌ها، انواع کنسروها، نوشیدنی‌ها و غیره را تهیه نموده و به تبع آن در سطح وسیعی اشتغال‌زایی کنند. یکی از مهم‌ترین مراحل تهیه قند و شکر، مرحله تصفیه شربت خام خروجی از دیفیوزر<sup>۱</sup> می‌باشد. شربت خروجی از دیفیوزر، رنگ تیره مایل به خاکستری دارد. یکی از علل رنگ تیره شربت، فعالیت آنزیم‌های تولیدکننده رنگ‌های تیره، مانند ملانین<sup>۲</sup> است که باید برای ادامه مراحل تولید قند و شکر با استفاده از انواع روش‌های تصفیه شربت خام، تصفیه و سفید گردد. در این مقاله به معرفی انواع روش‌های تصفیه شربت خام استخراج شده از چغندر قند و نقد و بررسی مزایا و معایب هر کدام و بررسی شیوه و مراحل انجام هر یک از آن‌ها خواهیم پرداخت که عبارت‌اند از: تصفیه شربت خام با استفاده از روش‌های شیمیایی، تصفیه شربت خام با استفاده از فرآیندهای جداسازی غشایی، تصفیه شربت خام با استفاده از سایر روش‌های خاص شناخت محاسن و معایب و همچنین محدودیت‌ها و قابلیت‌های روش‌های مختلف تصفیه شربت خام استخراج شده از چغندر قند برای متصدیان صنایع تولید قند و شکر دارای اهمیت ویژه‌ای بوده که نتایج تحقیق حاضر، به نقد و بررسی موارد ذکر شده می‌پردازد. انتظار می‌رود نتایج بررسی‌های به‌عمل آمده برای محققان حوزه صنایع غذایی و همچنین شرکت‌های تولیدکننده قند و شکر مفید فایده باشد.

**کلمات کلیدی:** صنعت قند، تصفیه شربت خام، روش‌های شیمیایی، جداسازی غشایی

\*نویسنده مسئول: sh.mohammaddini@ut.ac.ir



## مقدمه

صنعت قند یکی از مهم‌ترین صنایع مادر است که در کشور عزیز ما نیز، پای گرفته است. شناخت و آشنایی دقیق و کامل با روند تولید و عوامل مؤثر بر آن، باعث توسعه سریع‌تر و پیشرفت روزافزون این صنعت در کشورمان می‌گردد. تولید قند از نیشکر و چغندر قند مرسوم می‌باشد که در این مقاله به یکی از مهم‌ترین مراحل تولید قند از چغندر قند یعنی تصفیه شربت خام استخراج شده از چغندر قند خواهیم پرداخت.

بررسی تاریخی نشان می‌دهد که ایرانیان از نخستین اقوامی بودند که شکر را می‌شناختند و حتی ۳۳۲ سال قبل از میلاد مسیح، به هنگام حمله اسکندر به ایران مورد استفاده بوده است. در سال ۱۵۷۰ میلادی، اولین کارگاه تصفیه شکر خام حاصل از نیشکر در اروپا تشکیل شد. در سال ۱۷۴۷ اندریاس مارگراف<sup>۱</sup> شیمیدان آلمانی، به وجود شکر در چغندر پی برد. در سال ۱۸۰۳ اولین کارخانه تولید شکر از چغندر قند در شهر کونرن<sup>۲</sup> در کشور اروپایی پروس در آن زمان، شروع به کار کرد. ایران علیرغم سابقه تاریخی درخشان در تولید قند و شکر، سال‌های زیادی در این زمینه دچار رکود شد. در سال ۱۲۷۴ هجری شمسی با راه‌اندازی اولین کارخانه تولید قند و شکر از چغندر قند در منطقه کهریزک، تحرک مجددی در این راستا به وجود آمد.

شربت به دست آمده از دیفیوزر، عصاره‌ای حاوی قند ساکارز و مواد غیرقندی<sup>۳</sup> است که این مواد به صورت محلول کلوئیدی و معلق داخل شربت وجود دارند. طی فرآیندهای تصفیه سعی می‌شود حداکثر میزان مواد غیرقندی شربت تحت شرایط کنترل شده‌ای حذف شود.

تابه حال روش‌های بسیاری برای تصفیه شربت خام پیشنهاد شده است، مانند روش‌های شیمیایی که از مؤثرترین روش‌ها و در عین حال با هزینه‌های نسبتاً زیاد می‌باشند که آلودگی‌های زیست‌محیطی را در پی دارند. البته امروزه قابلیت استفاده از فرآیندهای جداسازی غشایی در تصفیه شربت خام و سایر قسمت‌های کارخانه‌های قند مشخص شده است. اکنون در این مقاله به معرفی انواع روش‌های تصفیه شربت خام استخراج شده از چغندر قند و نقد و بررسی مزایا و معایب هر کدام و بررسی شیوه و مراحل انجام هر یک از آن‌ها خواهیم پرداخت.

## متن اصلی

شربت به دست آمده از دیفیوزر، شربتی است ناخالص که در آن ذرات ریز تفاله شناور وجود دارد و هم بسیاری از مواد غیرقندی در آن حل شده است. رنگ شربت خام سیاه تا خاکستری است که در نتیجه تولید ملانین در اثر ورود اکسیژن هوا و آنزیم تیروزیناز<sup>۴</sup> به وجود می‌آید و به صورت کلوئید در شربت باقی می‌ماند. درجه خلوص به عنوان نمونه در محدوده ۸۵-۸۸ درصد تغییر می‌کند. این درجه خلوص، نشان‌دهنده وجود مقدار زیادی ناخالصی در شربت است و لذا باید این درجه خلوص را با اعمال فرآیند تصفیه تا حد امکان به درصد‌های بالاتر از ۹۰ رساند تا امکان طی کردن مراحل بعدی فرآیند به نحو مطلوب فراهم گردد.

<sup>۱</sup> - Andreas marggraf

<sup>۲</sup> - Cunern

<sup>۳</sup> - Non sugar

<sup>۴</sup> - Tyrosinase



انواع روش‌های تصفیه شربت خام استخراج شده از چغندر قند عبارت‌اند از:

- ۱- تصفیه شربت خام با استفاده از روش‌های شیمیایی
  - ۲- تصفیه شربت خام با استفاده از فرآیندهای جداسازی غشایی
  - ۳- تصفیه شربت خام با استفاده از سایر روش‌های خاص
- اکنون به معرفی و بررسی، مراحل و شیوه انجام هر یک از روش‌های گفته شده و نقد و بررسی مزایا و معایب و ویژگی‌های هر کدام خواهیم پرداخت.

### تصفیه شربت خام با استفاده از روش‌های شیمیایی

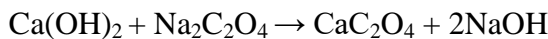
استفاده از شیر آهک و گاز کربنیک، اساس تصفیه شیمیایی را در کارخانه‌های قند تشکیل می‌دهد. این روش تصفیه خام خود به دو روش زیر صورت می‌پذیرد:

#### تصفیه کلاسیک شیر یا شربت خام

در زیر به ترتیب فرآیند، به معرفی و توضیح مهم‌ترین مراحل این روش می‌پردازیم.

#### پیش آهک زنی<sup>۱</sup>

در این مرحله آهک زنی به شیره استخراج شده در یک قلیائیت و PH مشخص، به منظور رسوب برخی از مواد غیر قندی انجام می‌شود. به عنوان مثال، اگزالات سدیم با آهک واکنش داده و اگزالات کلسیم رسوب می‌کند که واکنش آن بدین صورت است:



در این مرحله مقدار کمی آهک (در حدود ۰٫۲ تا ۰٫۷ درصد وزنی چغندر اولیه) به شیره دیفیوز شده گرم (در حدود ۸۶ درجه سانتی‌گراد) اضافه می‌شود که زمان آهک زنی در این مرحله حدود ده تا پانزده دقیقه است. کارخانه‌های چغندر قند از دو نوع پیش آهک زنی گرم (۸۰ تا ۸۶ درجه سانتی‌گراد) و سرد (۳۰ تا ۴۰ درجه سانتی‌گراد) استفاده می‌کنند. در زیر این دو روش مقایسه شده‌اند:

- ۱- زمان نگهداری: پیش آهک زنی گرم به زمان کمتری نیاز دارد.
- ۲- قابلیت فیلتر شدن: پیش آهک زنی گرم شیره‌ای با قابلیت فیلتر پذیری بهتری را به وجود می‌آورد.
- ۳- رنگ شیره: پیش آهک زنی گرم شیره‌ای با رنگ تیره تری را تولید می‌کند.
- ۴- تولید کف: پیش آهک زنی گرم، شیره با کف کمتری را تولید می‌کند که انجام مراحل بعدی را مطلوب‌تر می‌سازد.

#### آهک زنی اصلی<sup>۲</sup>

1 - Preliming

2 - mainliming



مرحله‌ای از تصفیه که در آن آهک ( در حدود ۱ تا ۲٫۵ درصد وزنی چغندر اولیه) به شیره گرم ( حدود ۸۸ درجه سانتی‌گراد) اضافه می‌شود.

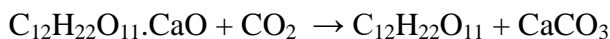
آهک زنی اصلی به دلایل زیر انجام می‌گردد:

- ۱- افزایش PH و قلیائیت شیره
  - ۲- برای تکمیل واکنش بین مواد غیرقندی و آهک
  - ۳- برای افزایش آهک شیره، که فیلتر کردن شیره در مراحل بعدی را آسان‌تر می‌سازد.
- مهم‌ترین واکنش‌هایی که در طول آهک زنی اصلی انجام می‌شوند عبارت‌اند از:
- ۱- تجزیه قندهای اینورت<sup>۱</sup> (معکوس) به اسیدها و تشکیل اسید اگزالیک
  - ۲- تجزیه اسیدهای آمینه مانند گلوتامین و آسپاراژین به نمک‌های آمونیوم آن‌ها

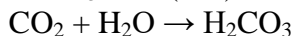
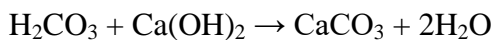
#### کربنه کردن نخست (کربناسیون نخست)<sup>۲</sup>

مرحله‌ای است که گاز کربنیک به شیره آهک زده گرم (حدود ۹۰ درجه سانتی‌گراد) اضافه می‌شود. این مرحله از تصفیه دارای سه عملکرد اصلی است:

۱- برای آزادسازی ساکارز از  $C_{12}H_{22}O_{11}.CaO$ :



۲- برای واکنش با آهک و واکنش نداده جهت رسوب کربنات کلسیم:



۳- برای واکنش با آهک محلول جهت رسوب کربنات کلسیم

مهم‌ترین شرایط مورد نیاز برای این مرحله عبارت‌اند از:

- ۱- PH بین ۸٫۸ تا ۱۱ باشد.
- ۲- زمان این مرحله بین ۱۰ تا ۱۲ دقیقه است.
- ۳- دمای مورد نیاز بین ۸۵ تا ۹۰ درجه‌ی سانتی‌گراد می‌باشد.

#### کربنه کردن دوم (کربناسیون دوم)<sup>۳</sup>:

مرحله‌ای از تصفیه می‌باشد که در آن گاز کربنه به شیره کربنه نخست که فیلتر شده و حرارت آن تقریباً به ۹۲ درجه سانتی‌گراد رسانده شده است، افزوده می‌شود.

کارکردهای اصلی کربنه کردن دوم عبارت‌اند از:

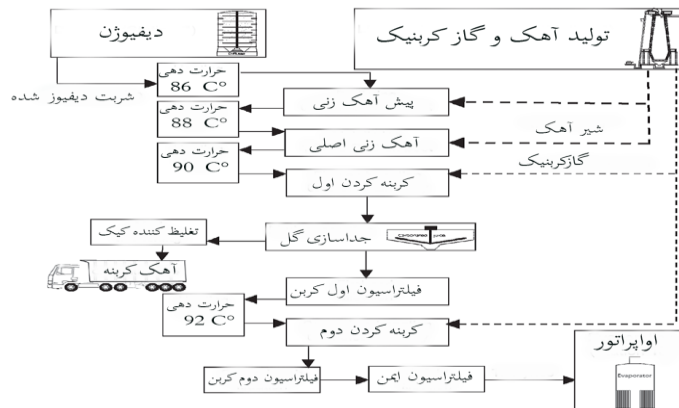
- ۱- برای واکنش و رسوب آهکی که هنوز واکنش نداده است.
- ۲- برای کاهش محتوای سختی شیره به کمترین میزان ممکن
- ۳- برای کاهش PH شیره به سطح مطلوب برای ادامه دادن فرآیندها

<sup>1</sup> - Invert sugar

<sup>2</sup> - First carbonation

<sup>3</sup> - Second carbonation

این مراحل توضیح داده شده در بالا از مهم‌ترین مراحل تصفیه شربت خام خارج شده از دیفیوژر در روش شیمیایی کلاسیک می‌باشند که در شکل (۱) فرآیند کلی در این روش و مکان و ترتیب هر یک از چهار مورد توضیح داده شده را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱: مراحل تصفیه شربت خام در روش شیمیایی کلاسیک [۱۰]

### تصفیه با روش دفکو<sup>۱</sup>

دفکو به معنای اشیاع (کربناسیون) می‌باشد و در صنعت قند به عمل آهک زنی و کربنه کردن هم‌زمان اطلاق می‌گردد. در روش دفکو، همانند روش تصفیه کلاسیک، هر دو مرحله آهک زنی (افزودن آهک به شربت) و کربنه کردن (افزودن گاز کربنیک به شربت) انجام می‌شود.

علت تغییر دادن روش کلاسیک و ابداع این روش آن بود که وقتی شربت خام با محیط قلیایی قوی همراه با حرارت مواجه شود، احتمال تجزیه قسمتی از ساکارز موجود در شربت و تبدیل آن به گلوکز و فروکتوز (قندهای اینورت) وجود دارد، در چنین حالتی امکان ایجاد رنگیزه‌های تیره در شربت در اثر واکنش میلارد<sup>۲</sup> نیز بیشتر می‌شود. از طرف دیگر در شرایط مذکور، بخصوص اگر قندهای اینورت در شربت زیاد باشد، مواد حاصل از تجزیه آن از جمله مواد اسیدی نیز در شربت بیشتر شده و در نتیجه، ساکارز بیشتری تجزیه می‌شود که این واکنش‌ها به صورت زنجیره‌ای می‌تواند ضایعات را افزایش دهد، در حالی که احتمال رخداد این واکنش‌های مخرب در فرآیند دفکو کمتر می‌باشد.

### انواع سیستم هاس رایج در تصفیه با روش دفکو

#### سیستم تصفیه بی.ام.ای<sup>۳</sup>

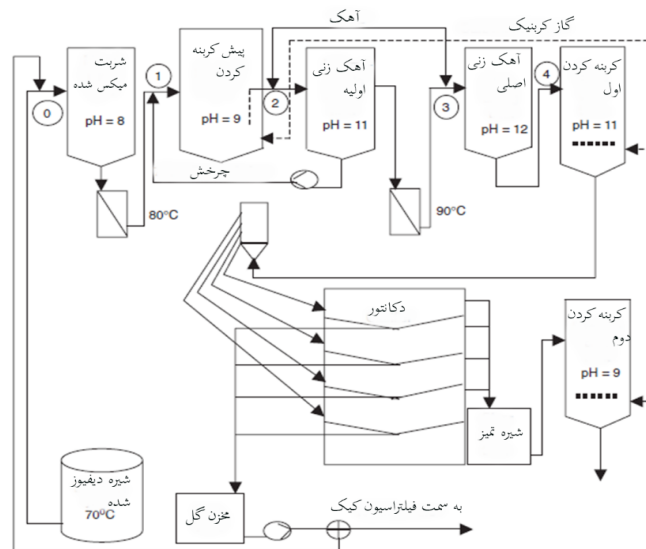
این سیستم به طور متداول در سراسر جهان مورد استفاده قرار می‌گیرد که با توجه به شکل (۲) دارای مراحل زیر می‌باشد:

<sup>۱</sup> - Defeco

<sup>۲</sup> - Millard reaction

<sup>۳</sup> - Braunschweigische Moaschinenbau Anstalt (BMA)

- ۱- مخلوط کردن شربت خروجی از دیفیوزر با مقداری از گل برگشتی از دکانتور
- ۲- گرم کردن مخلوط فوق
- ۳- انجام نوعی عملیات آهک زنی و گاززنی (گاز کربنیک) هم‌زمان بر روی مخلوط فوق: بدین منظور ضمن گاز زدن به شربت، طور هم‌زمان شربت با شربت آهک خورده برگشتی از مرحله آهک زنی حد واسط مخلوط می‌شود در نتیجه PH شربت از ۸٫۸ تا ۹ بالاتر نرفته و از آثار سوء قلیائیت زیاد که در آهک زنی معمولی وجود دارد، جلوگیری می‌کند.
- ۴- آهک زدن حد واسط: در این مرحله حدود ۴۰ درصد کل اکسید کلسیم لازم برای تصفیه، بصورت شیر آهک وارد شربت می‌شود. شربت به دست آمده بین این مرحله و مرحله قبل حالت گردش دارد.
- ۵- آهک زنی اصلی: در این مرحله حدود ۶۰ درصد کل اکسید کلسیم لازم برای تصفیه بصورت شیر آهک به شربت زده می‌شود.
- ۶- باقی ماندن شربت در تانک آهک زنی اصلی
- ۷- کربناسیون اول
- ۸- گرم کردن شربت و انتقال آن به دکانتور
- ۹- برگرداندن مقداری از گل دکانتور به مرحله اول، برای مخلوط شدن با شربت خام اولیه خروجی از دیفیوزر
- ۱۰- در صورت لزوم ممکن است به شربت زلال حاصل از دکانتور، مجدداً مقدار اندکی شیر آهک زده شود.
- ۱۱- کربناسیون دوم
- ۱۲- صاف کردن شربت حاصل از کربناسیون دوم با صافی شمعی



شکل ۲: مراحل تصفیه شربت خام به روش بی.ام.ای [۱۰]

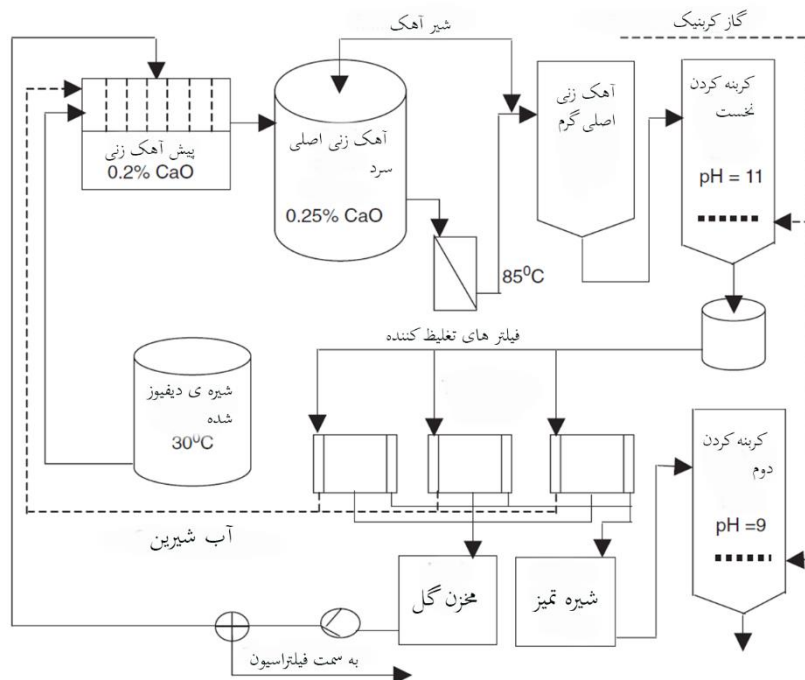
تصفیه شربت خام به روش دی.دی.اس<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> - Intermediate liming

<sup>۲</sup> - DDS



این روش توسط شرکت قند دنیش<sup>۱</sup> توسعه یافته است و در اروپا رایج است. همان‌طور که در شکل (۳) مشاهده می‌کنید، در این روش ابتدا شربت خام به پیش آهک زن (آهک‌خور) اضافه می‌شود، از طرف دیگر در این مرحله، حدود ده درصد از گل حاصل از مرحله کربناسیون (اشباع) برگشت داده شده و در پیش آهک زن به شربت خام وارد می‌شود. در مرحله بعدی آهک زنی اصلی سرد در دمای پایین انجام می‌شود و شربت حدود ۳۰ تا ۶۰ دقیقه در آهک زنی اصلی سرد توقف دارد. سپس شربت، گرم شده و مرحله آهک زنی اصلی گرم را نیز به مدت حدود ده دقیقه طی می‌کند. سپس مرحله کربناسیون اول اعمال می‌شود، در این قسمت علاوه بر زدن گاز کربنیک به شربت، بر حسب وضعیت چغندر مصرفی ممکن است کمی دیگر شیر آهک اضافه شود. مرحله بعدی ته نشین سازی گل و سپس ارسال شربت به وجود آمده به کربناسیون دوم است و در نهایت شربت زلال حاصل می‌گردد.



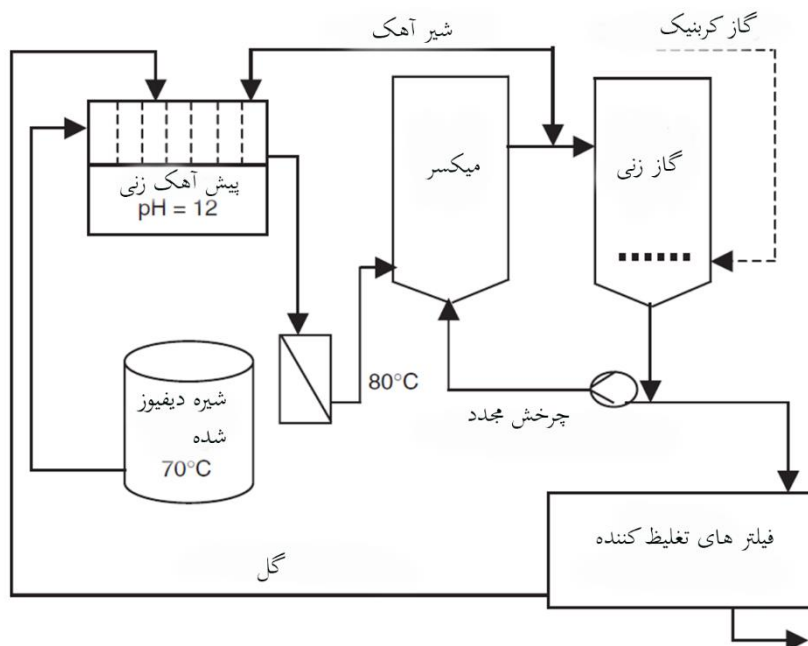
شکل ۳: مراحل تصفیه شربت خام به روش دی.دی.اس [۱۰]

### تصفیه شربت خام به روش "دور"<sup>۲</sup>

اکثر کارخانه‌های چغندری آمریکا از این روش به همراه برخی اصلاحات استفاده می‌کنند. همان‌طور که در شکل (۴) مشاهده می‌کنید، در این روش آهک زنی اصلی وجود ندارد و تصفیه اصلی شربت در کربناسیون اول (اشباع) صورت می‌گیرد. در این روش کریستال‌های کربنات کلسیم نسبتاً درشتی تشکیل می‌شود، در نتیجه سرعت رسوب کردن گل در دکانتور زیاد و کار صافی‌ها آسان‌تر می‌شود. این روش برای چغندره‌های نیمه فاسد مناسب است در حالی که در روش کلاسیک در صورت فساد چغندر قند، کریستال‌های کربنات کلسیم ریزتری تشکیل می‌شود که مطلوب نیست.

<sup>۱</sup> - Danish

<sup>۲</sup> - DORR



شکل ۴: مراحل تصفیه شربت خام به روش دور (DORR) [۱۰]

در این بخش پس از معرفی روش تصفیه شیمیایی کلاسیک دفکو به بیان مزایای روش دفکو نسبت به کلاسیک می‌پردازیم که عبارت‌اند از:

- ۱- پردازش چغندر با کیفیت‌های متفاوت با کارایی مناسب در روش دفکو بر خلاف روش کلاسیک
- ۲- تولید رسوبی با قابلیت ته‌نشینی و فیلتر پذیری بهتر
- ۳- دارای هزینه تجهیزات کمتر و اشغال فضای کمتر
- ۴- تولید شربت تصفیه‌شده با خلوص بالاتر

#### تصفیه شربت خام با استفاده از فرآیندهای جداسازی غشایی

شربت خام خارج شده از دیفیوزر در کنار ساکارز حاوی بیش از پنجاه ناخالصی غیر قندی نظیر اسیدهای آلی و معدنی، اسیدهای آمینه، پروتئین‌ها، نشاسته و غیره می‌باشد. تصفیه شربت خام با استفاده از فرآیندهای شیمیایی توسط تمام کارخانه‌های شکر دنیا با برخی تفاوت‌ها انجام می‌شود، تصفیه با این روش برای تولید شکر از چغندر قند کافی و مناسب است اما این فرآیند مشکلاتی در رابطه با انرژی مورد نیاز بالا، آب و مواد اولیه مورد نیاز زیاد، حمل و نقل دشوار و آلودگی محیط زیستی را به وجود می‌آورد. با توجه به این مسائل، فرآیندهایی با استفاده از میکرو فیلتراسیون<sup>۱</sup> و اولترافیلتراسیون<sup>۲</sup> مورد استفاده قرار گرفته‌اند تا استفاده از آهک در این صنعت به حداقل برسد.

واکاری<sup>۳</sup> و همکاران یک روش برای تولید مستقیم شکر سفید بدون استفاده از فرآیند تصفیه شیمیایی پیشنهاد کردند، در این فرآیند هیدروکسید سدیم به شربت خام اضافه می‌شود تا PH شربت به ۷ برسد با این کار عمل هیدرولیز ساکارز و تولید

<sup>1</sup> - microfiltration

<sup>2</sup> - ultrafiltration

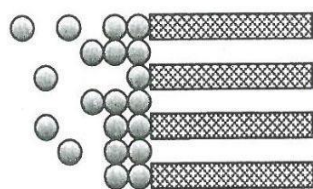
<sup>3</sup> - Vaccari



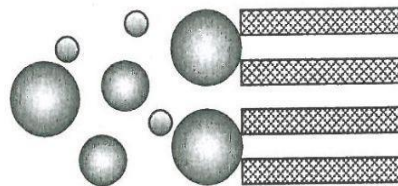


قند اینورت (معکوس) در مراحل بعد محدود می‌شود. سپس شربت خام با استفاده از یک میکروفیلتر با غشای آلی با منافذی به قطر ۰٫۲ میلی متر صاف می‌شود. پس از آن شربت عبور کرده از میکروفیلتر از میان یک رزین کاتیونی سدیمی عبور داده می‌شود تا یون‌های منیزیم آن حذف شود و بدین ترتیب شربت خام استخراج شده از چغندر قند، تصفیه شده و به مراحل بعدی فرآیند منتقل می‌شود. انرژی مورد نیاز در این روش نسبت به روش‌های شیمیایی در کارخانه‌ها به طور قابل توجهی کمتر می‌باشد.

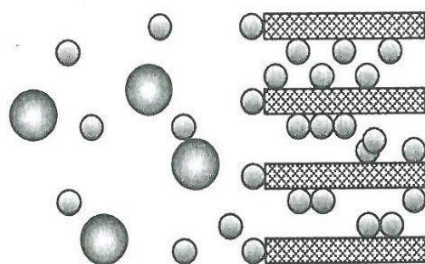
در حدود سال ۱۹۸۰ بررسی‌های انجام شده در زمینه استفاده از اولترافیلتراسیون در تصفیه شربت خام نشان داد که استفاده از این فرآیند در صنعت قند به دلیل گرفتگی غشاها (شکل ۵) دارای مشکلاتی است به همین دلیل در ابتدا اقتصادی بودن استفاده از این فناوری در صنعت قند مورد تردید قرار داشت اما تجربیات موجود در صنعت نشاسته بیانگر امکان رفع این مشکل شد.



الف) تشکیل لایه ژلی روی سطح غشاء.



ب) انسداد منافذ غشاء.



ج) جذب سطحی داخل منافذ غشاء.

شکل ۵: انواع گرفتگی‌ها در غشاء [۴]

با توجه به تحقیقات صورت گرفته مشاهده شد که با استفاده از اولترافیلتراسیون می‌توان درجه خلوص شربت را به همان حدی رساند که روش‌های تصفیه مرسوم شیمیایی ایجاد می‌کنند. برخی گزارش‌ها حاکی از این مطلب است که استفاده از اولترافیلتراسیون باعث می‌شود پروتئین، صمغ، مواد رنگی و ناخالصی‌های کلوئیدی بیشتری نسبت به روش‌های تصفیه مرسوم شیمیایی، حذف شوند.

در پایان این بخش باید اشاره کرد که روش‌های تصفیه شیمیایی نیاز به دستگاه و تجهیزاتی سنگین دارند و دارای هزینه‌های سنگین هستند و همچنین باعث مشکلات زیست‌محیطی می‌شوند. لذا تولید شکر به سمت بررسی امکان استفاده از فناوری‌های پیشرفته‌ای همانند فرآیندهای نوین غشایی مانند اولترافیلتراسیون می‌رود.

### تصفیه شربت خام با استفاده از سایر روش‌های خاص

به‌غیر از روش‌هایی که تاکنون در تصفیه شربت خامی که در دیفیوزر از چغندر قند استخراج می‌شود، بیان شد، روش‌های متعدد خاص و غیرمعمول دیگری نیز در نقاط مختلف دنیا استفاده می‌شود. گرچه اساس روش‌های مذکور کم و بیش مشابه روش تصفیه شیمیایی هستند، اما هر یک از آن‌ها به‌عنوان روشی خاص در تصفیه شربت خام مطرح می‌باشد. در این بخش تنها به نام بردن برخی از این روش‌ها اکتفا می‌کنیم.

۱- تصفیه شربت خام بر اساس فرآیند کارتاشو<sup>۱</sup>

۲- تصفیه شربت خام بر اساس فرآیند ددک واساتکو<sup>۲</sup>

۳- تصفیه شربت خام بر اساس فرآیند ویکلوند<sup>۳</sup>

۴- تصفیه شربت خام بر اساس فرآیند اوری<sup>۴</sup>

۵- تصفیه شربت خام بر اساس فرآیند تاسکو<sup>۵</sup>

۶- تصفیه شربت خام بر اساس فرآیند نوی ساد<sup>۶</sup>

### جمع بندی

همان‌طور که اشاره شد یکی از مهم‌ترین فرآیندها در تولید قند و شکر، تصفیه شربت خارج‌شده از دیفیوزر می‌باشد که برای این کار راهکارهای مختلفی از جمله تصفیه به روش شیمیایی یا استفاده از فرآیندهای جداسازی غشایی و همچنین برخی روش‌های خاص وجود دارد.

هریک از روش‌های معرفی شده دارای اصول خاصی می‌باشند. به‌طور مثال روش تصفیه شربت خام با استفاده از روش‌های شیمیایی همان‌طور که از نامش پیداست برای تبدیل مواد ناخالص محلول به نامحلول و رسوب دادن و جداسازی آن‌ها از افزودن مواد شیمیایی مانند شیر آهک و گاز کربنیک استفاده می‌کنند، یا در روش تصفیه شربت خام با استفاده از فرآیندهای جداسازی غشایی از اصول مکانیکی و فیزیکی برای جداسازی ذرات ریز معلق در شربت خام استفاده می‌کنند. با توجه به تحقیقات صورت گرفته کاربرد روش‌های شیمیایی با استفاده از شیر آهک و گاز کربنیک از مزایا و خواصی برخوردار است که هنوز به‌عنوان مناسب‌ترین و اقتصادی‌ترین شیوه تصفیه شربت خام دیفیوزر شده به حساب می‌آید که برخی از مزایای آن عبارت‌اند از:

۱- سنگ آهک یا کربنات کلسیم در اغلب مناطق، به مقدار فراوان و قیمت کم در دسترس است.

۲- وقتی شیر آهک به شربت خام وارد می‌شود، می‌تواند قسمت زیادی از ناخالصی‌های معدنی و آلی و مواد رنگی محلول در شربت را به صورت نامحلول در آورده و رسوب دهد.

۳- شیر آهک یا هیدروکسید کلسیم با داشتن حالت قلیایی، محیط شربت خام را از حالت اسیدی خارج کرده و امکان تجزیه مواد قندی را کاهش می‌دهد.

<sup>1</sup> - Kartashov process

<sup>2</sup> - Dedek vasatko process

<sup>3</sup> - Wiklund juice purification

<sup>4</sup> - Oreya process

<sup>5</sup> - Tasco process

<sup>6</sup> - Novisad process



روش شیمیایی خود به دو روش کلاسیک و دفکو تقسیم می‌شود که روش دفکو مزیت های بیشتری را نسبت به روش کلاسیک دارد. از معایب روش شیمیایی می‌توان به حجم زیاد دستگاه ها و تجهیزات سنگین مورد نیاز، هزینه های سنگین برای راه اندازی این کارخانه ها و تولید آلودگی های زیست محیطی، اشاره کرد.

تصفیه شربت خام با استفاده از فرآیندهای جداسازی غشایی مزایایی نسبت به روش شیمیایی دارد که عبارت اند از:

- ۱- جداسازی بر مبنای فیزیکی می‌باشد.

- ۲- اجرای عملیات مداوم و پیوسته برای آن امکان پذیر است، در نتیجه با انتخاب غشای مناسب می‌توان ظرفیت عملیاتی بالایی داشت.

- ۳- در این روش احداث کارخانه به حجم فضای کمتری نیاز دارد.

- ۴- برای راه اندازی کارخانه با این روش فقط انرژی الکتریکی مورد نیاز بوده و به انرژی حرارتی نیاز ندارد.

- ۵- هزینه نگهداری تجهیزات آن خیلی کم است، چون قسمت های متحرک در آن وجود ندارد.

در نهایت با توجه به مطالب گفته شده در این مقاله هر چند اکنون روش تصفیه شیمیایی شربت خام رایج تر و پر کاربردتر می‌باشد اما با توجه به پیشرفت های حاصل در روش تصفیه با استفاده از فرآیندهای جداسازی غشایی و مزیت های بیشتر آن انتظار می‌رود که در سال های آینده روش تصفیه شیمیایی جای خود را به روش های جداسازی غشایی بدهد.

#### منابع:

- ۱- آغباشلو، مرتضی، ۱۳۹۷، ماشین های صنایع غذایی ۱، جزوه درسی دانشگاه تهران
- ۲- اسماعیل زاده کناری، رضا، ۱۳۸۷، تکنولوژی قند، نشر علوم کشاورزی
- ۳- الهی، محمد، ۱۳۸۹، کوره آهک و تولید شیر آهک در صنعت قند، موسسه چاپ و انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد
- ۴- بهزاد، خلیل، شهیدی نوقابی، مصطفی، ۱۳۹۵، مبانی قند سازی و شربت گیری از چغندر قند از مزرعه تا استخراج از کارخانه، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد

- ۵- پی آرکا، مانوئل، اسپارزا، رائل، ۱۳۹۱، اصول بهره برداری در کارخانه های شکر، مترجم: حسین عبدالهی، انتشارات

#### کردگار

- ۶- شنایدر، فردیناند، ۱۳۷۳، تکنولوژی قند، مترجم: حسنعلی شیبانی، ناشر: شرکت قند بیستون
- ۷- شیخ الاسلامی، رضا، ۱۳۸۲، تکنولوژی قند، نشر و پخش غلامی
- ۸- شیخ الاسلامی، رضا، ۱۳۷۶، روش های آزمایشگاهی و کاربرد آن ها در کنترل فرآیند صنایع غذایی (قند)، نشر مرسا
- ۹- مصباحی، غلامرضا، ۱۳۹۰، اصول صنایع تولید شکر، انتشارات علم کشاورزی ایران
- ۱۰- معتمدزادگان، علی و همکاران، ۱۳۸۶، تکنولوژی تولید قند، انتشارات موسسه فرهنگی شمال - نشر شمال پایدار
- ۱۱- مهدیه، آرمین، ۱۳۹۴، فناوری تولید شکر در ایران (مدیریت نگهداری و مجموعه دستورالعمل های تعمیراتی)،

انتشارات کردگار



## Investigation the purification different methods of raw syrup extracted from sugar beet in the process of sugar and sugar cubes production

Authors: Mohammaddini Shayan<sup>1,\*</sup>, Jafari Ali<sup>2</sup>, Masoudnia Nima<sup>3</sup>

1-bachelor's degree student of food industry machinery Engineering- Agricultural Machinery Group- College of Agriculture & Natural Resources- University of Tehran- (sh.mohammaddini@ut.ac.ir)

2- Faculty member of agricultural Machinery Group- College of Agriculture & Natural Resources- University of Tehran- (jafarya@ut.ac.ir)

3- Bachelor's degree student of food industry machinery Engineering- Agricultural Machinery Group- College of Agriculture & Natural Resources- University of Tehran- (Nima.masoudnia@ut.ac.ir)

### Abstract

The sugar cubes industry is one of the most important industries in food industries field, and sugar and sugar cubes factories are among the mother factories in the field of food production, which can supply a large portion from raw material of many food products, including cakes and biscuits, canned foods, drinks, and so on, and so they create jobs on a large scale. One of the most important steps in the preparation of sugar and sugar cubes is purification process of the raw syrup from the diffuse. Outlet syrup from diffuser, has dark color near to gray. One of the causes of dark color of syrup, is the activity of producer enzymes of dark pigments, such as melanin, that it should be refined and white for continue sugar and sugar cubes production, using a variety of raw syrup purification methods. In this article, we will introduce different types of raw syrup extraction from sugar beet and investigate the advantages and disadvantages of each method and discuss the methods and procedures of each, which include: Purification of raw syrup using chemical methods, Purification of raw syrup using membranous separation processes, Purification of raw syrup using other specific methods

Understanding the advantages and disadvantages as well as the limitations and capabilities of different purification methods of syrup extracted from sugar beet has particular importance to those involved in the sugar and sugar cubes industry that results of the present study investigates the aforementioned cases. Results of the research are expected to be useful to researchers in the food industry as well as sugar and sugar cubes companies.

**Key Words:** sugar cubes industry, raw syrup purification, chemical methods, membranous separation

\*

Corresponding author: Mohammaddini Shayan

E-mail: sh.mohammaddini@ut.ac.ir