



۲۰۹

دو ماهنامه کشاورزی
صنعتی، اقتصادی
چغندر قند و نیشکر
سال سی و پنجم،
شماره ۲۰۹،
پهمن و اسفند ۱۳۹۰

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

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

صاحب امتیاز:

دفتر مشاوره و خدمات فنی و بازرگانی
صنایع قند ایران

ناشر:

انجمن صنفی کارخانه‌های قند و شکر ایران

مدیر مسئول:

علیرضا اشرف

سردبیر:

سید محمود کم‌گویان

هیأت تحریریه:

بهمن دانایی

محمدباقر باقرزاده

اسدالله موقری‌پور، غلامعباس بهمنی

حسن حمدی، عزت‌الله رضایی عراقی

رضا شیخ‌الاسلامی، سید یعقوب صادقیان

ایرج علیمرادی، کاوه مختاری

و

محمدصادق جنان‌صفت

تصحیح:

زهره بابایی

امور فنی:

سعید رستمی

مسئول وبسایت:

محمد رضا عبدوس

لیتوگرافی و چاپ:

ایران گرافیک

info@ISFS.ir

www.ISFS.ir

در این شماره می‌خوانید:

- فرمان ۲۴ میلیارد دلاری ● ۲
- تاریخچه کشت چغندر قند زمستانی در خوزستان... ● ۳
- بررسی اثر دو ماده ضد عفونی‌کننده شیمیایی بر روی فساد میکروبی چغندر قند... ● ۹
- قلب رنگبری بررسی تحلیلی بنیان‌های موازنه جرم سیستم کوره گوگرد ● ۱۵
- بیواتانول در شکر شمال ● ۲۴
- راهکارهای کاهش هزینه‌های تولید رفع گلوگاه‌ها و افزایش ظرفیت ● ۲۹

◆ کلیه کارشناسان و صاحب‌نظران می‌توانند مقالات خود را در مجله صنایع قند به چاپ برسانند.

◆ حق ویرایش، حذف و اصلاح مطالب برای مجله محفوظ است.

◆ مقالات ارسالی به هیچ وجه مسترد نخواهد شد.

◆ مطالب مطرح شده در مقالات بیانگر نظرات نویسندگان و مترجمان است.

فرمان ۲۴ میلیارد دلاری

◀ محمدصادق جنان‌صفت

بازار انجام شود نشان می‌دهد که محصولات غذایی و کشاورزی در صدر این فهرست قرار دارند. با توجه به اینکه دولت قصد دارد از این ۲۴ میلیارد دلار واردات برای ارزان‌سازی استفاده کند، احتمالاً از یک طرف نرخ تعرفه واردات آنها را کاهش می‌دهد و از سوی دیگر دلار ارزان در اختیار واردات این محصولات قرار می‌گیرد. در صورتی که این اتفاق رخ دهد باید شاهد رکود عمیق‌تر تولید داخلی محصولات یادشده از جمله شکر باشیم. در حالی که تولیدکنندگان محصولاتی مثل قندوشکر، برنج و برخی محصولات دیگر در سال‌های اخیر زیر شدیدترین فشارها برای حفظ موجودیت خود بوده‌اند، اجرای فرمان ۲۴ میلیارد دلاری می‌تواند روزگار اندوهباری برای آنها فراهم کند. شاید دولت ادعا کند ارقام یادشده برای ذخیره‌سازی است که همه ساله انجام می‌شود اما در این صورت باید گفته شود مگر ذخیره‌سازی تاکنون انجام نشده و تعلق در این موضوع بسیار مهم چرا رخ داده است؟ در حالی که بخش تولید در سال ۱۳۹۰ هنوز یارانه‌ای دریافت نکرده و قیمت تمام‌شده محصولات صنعتی روندی فزاینده را تجربه کرده و رقابت با تولیدات خارجی بی‌معنی شده است، فرمان ۲۴ میلیارد دلاری را باید سم مهلک برای ادامه فعالیت‌های تولیدی کشور تلقی کرد. موضوع بسیار بااهمیت در این جریان شگفت‌انگیز، بی‌حرکی و بی‌تأثیری نهادهای نظارتی حاکم بر فعالیت‌های دولت است. مجلس قانونگذاری ایران و دستگاه‌های نظارتی مستقر در قوه قضاییه در سال‌های اخیر هرگز نتوانسته‌اند دولت را متقاعد کنند که رفتاری منطبق بر مصوبات مجلس داشته باشد و به نظر می‌رسد اگر مجلس فرمان ۲۴ میلیارد دلاری را نادیده بگیرد ناگزیر است که در آینده تلاش بی‌ثمری برای بازگرداندن اوضاع به روند عادی را انجام دهد. دولت نشان داده است آنچه را که می‌گوید دیر یا زود و تحت هر شرایطی انجام خواهد شد. پس باید اجرای واردات ۲۴ میلیارد دلاری کالای خارجی را تا اندازه زیادی از طرف دولت حتی گرفت. آیا راهی برای متوقف کردن این فرمان وجود دارد؟

درآمد سرانه و تولید ملی دو شاخص مهم برای اندازه‌گیری تفاوت توسعه اقتصادی کشورها با یکدیگر است. به این معنی که کشورهای توسعه‌یافته‌تر عموماً درآمد سرانه و تولید ملی بالاتری دارند. پرسش تاریخی وجود دارد که دلایل این تفاوت در توسعه‌یافتگی کدام است. پیش از این و در دهه‌های سپری شده به پرسش یادشده چند پاسخ داده شده است. از جمله گفته شده که دلیل توسعه‌نیافتگی یک کشور یا توسعه‌یافتگی کشوری دیگر به میزان سرمایه تزریق شده به هر کشور است. یک تئوری دیگر دلیل توسعه یا نامتوازی و عدم توسعه را نیروی انسانی با انگیزه می‌داند. اما در سال‌های اخیر یک تئوری دیگر درباره دلایل توسعه‌یافتگی طرح شده است. در این تئوری بیان شده که «دولت خوب» می‌تواند عامل توسعه و «دولت بد» عامل عقب‌ماندگی باشد. در بیان جزئیات حاکمیت خوب و مطلوب نکات قابل توجهی وجود دارد که یکی از مهم‌ترین آنها میزان بردباری دولت‌ها در برابر پدیده‌های سخت و دشوار است. به این ترتیب که اگر دولت‌ها در برابر رویدادهایی که ناگهانی و غیرقابل پیش‌بینی‌اند بردباری خود را از دست داده و تصمیم‌های شتابزده بگیرند، این تصمیم‌ها پایه‌ای برای فعالیت‌های بعدی خواهد شد. دولت‌ها باید توجه داشته باشند که برای اداره مطلوب جامعه نباید تصمیم‌های عجیب در شرایط دشوار گرفت.

دولت فعلی ایران متأسفانه نشان داده است که به دلایل گوناگون در برخی مقاطع تاریخی تصمیم‌هایی شگفت‌انگیز گرفته و پیامدهای آن را به‌طور کامل محاسبه نکرده است. از جمله تصمیم‌های عجیب دولت فعلی که به «فرمان ۲۴ میلیارد دلاری» مشهور شده است می‌توان اشاره کرد.

در اردیبهشت‌ماه بود که ناگهان دولت خبر داد برای تأمین چند قلم کالای اساسی باید ۲۴ میلیارد دلار کالا به کشور وارد شود. این فرمان ۲۴ میلیارد دلاری برای واردات در شرایطی که بازار داخلی بیش از این نیز به تسخیر کالاهای وارداتی درآمده بود موجی از حیرت در میان کارشناسان برانگیخت. دقت در ۲۰ کالای اساسی که قرار بود یا هست واردات آنها به

تاریخچه

کشت چغندر قند زمستانی در خوزستان

و احداث کارخانه‌های قند اهواز و دزفول

به قلم: ابونصر عضد
سال ۶۷ - ۱۳۶۶



صنایع قند و گرایش من به این صنعت در قسمت اعظم دوره عمرم شاید قسمتی از تاریخچه صنایع قند ایران را تشکیل دهد. لذا در مقام این برآدمم تا با تشریح آن، قسمتی از تاریخ این صنعت را برای آیندگان بازگو کرده و روشن نمایم. این گرایش به صنعت قند شامل مراحل مختلفی به شرح زیر است:

الف. آشنایی

آشنایی من با صنعت قند و درک اهمیت اجتماعی و اقتصادی و کشاورزی آن در بین طبقه محروم و ساکنین روستاها و کارگران، مربوط به ایام سکونت اجباری ام در قریه نورآباد در سال‌های ۲۰ - ۱۳۱۵ در تبعید است که ناظر شرایط کار آنان در آن ایام و سپس در دوره جنگ بین‌المللی دوم است.

در کنار قریه نورآباد، کارخانه قند شازند اراک بود و من جز با مهندسان آن کارخانه با کسی اجازه رابطه نداشتم. من ناظر شرایط کاری آنان از نظر فنی - اجتماعی و مشکلات ناشی از عقب‌ماندگی و جنگی بودم که باید کارخانه با آن مقابله می‌کرد.

کارخانه‌ای با ظرفیت ۳۵۰ تن در روز در میان بیابان قرار داشت که باید جوابگوی کشاورز و کارگر و نیازهای صنعتی و حمل‌ونقل باشد.

کارخانه در مواقعی، توان مصرف چغندر وارده را نداشت، ولی هر ۲۰ روز به‌علت نداشتن چغندر موجودی در سیلو تعطیل می‌شد و کارخانه را باید به انتظار وصول چغندر از بروجرد و نهاوند و خمین گرم نگاه می‌داشتند، زیرا هنوز برداشت چغندر تمام نشده بود. ورد زبان مهندسان این مشکلات بود و ورد زبان چغندرکاران مشکل تحویل چغندر

به کارخانه با الاغ و دفع آفات و امثال آن بود - من شاهد مبارزه دو گدا با هم بودم.

در عین حال دیده می‌شد که مصرف شکر در کشور از طریق جیره‌بندی محدود به چند کیلو شکر زرد وارداتی است و شکر سفید در بازار آزاد حکم کیمیا را داشت و کمتر کسی می‌توانست قند کیلویی ۱۵ تومان خریداری کند (۱۰ برابر دستمزد یک کارگر) این برداشتها همراه شرایط زندگی کشاورزان چغندرکار و مردم روستاها بذر گرایش من به‌طرف حل مشکلات این صنعت بود که برای آن در جهان خارج در جستجوی راه‌حل بودم زیرا این صنعت در خارج از کشور هم نیز همین راه را طی می‌کرد و با همین‌گونه مشکلات روبه‌رو بود.

این برداشتها و یادبودها نقشی عمیق از این صنعت در ذهن من ایجاد می‌کرد که اثرات آن در آینده و قضاوت من درباره این صنعت شکل گرفت.

دیده می‌شد که مصرف شکر در کشور از طریق جیره‌بندی محدود به چند کیلو شکر زرد وارداتی است و شکر سفید در بازار آزاد حکم کیمیا را داشت و کمتر کسی می‌توانست قند کیلویی ۱۵ تومان خریداری کند

ب. تهیه مقدمات عمومی

شرایط اجتماعی و اقتصادی بعد از جنگ بین‌المللی حاکم در ایران و راه‌های مقابله با مشکلات ناشی از آن به من آموخت که چگونه باید زندگی کرد، اما آشنایی با صنعت قند و چغندرکاری پیوسته بر روح من سایه افکنده بود و در جستجوی آن بودم تا بدانم در سایر نقاط چگونه مشکلات کارخانه و صنعت قند خود را حل کرده‌اند و چه‌طور برنامه‌ریزی می‌کنند.

از جمله آنکه در برنامه ۷ ساله‌ای که مؤسسات بین‌المللی در حکومت قوام‌السلطنه تهیه کرده بودند در قسمت قندوشکر آن برآورد نیازهای کشور به قندوشکر در سال‌های آینده برایم جالب بود و به‌خوبی می‌خواندم و آن را هضم می‌کردم و معنای آن را می‌فهمیدم.

حریق کارخانه آبکوه در ایام جنگ فاجعه‌ای برای مملکت شمرده می‌شد و تعمیر کارخانه در ظرف چندماه در دوران جنگ به‌نظر معجزه می‌رسید.

خرید دو کارخانه ۷۰۰ تنی برای نصب در تربت‌حیدریه و رضاییه حکایت از این می‌کرد که تولید قندوشکر در داخل کشور جنبه فوریت سیاسی و استراتژی دارد و فقدان ارز و پول بود که یگانه مانع اصلی این کار به‌شمار آمد.

در این موقع شنیده شد که بودجه اصل ۴ ترومن برای کمک به آبادانی کشورهای در حال توسعه که از جنگ صدمه دیده بودند در ترکیه به‌مصرف توسعه کارخانه‌های قند می‌رسد. من هم با کسب این خبر به مرحوم دکتر مصدق توصیه کردم تا این بودجه به‌جای صرف کمک‌های نقدی و جنسی به کشاورزان که از طرف دولت جبران آن میسر به خرید کارخانه قند تخصیص داده شود تا همان کارخانه‌ها ضمن تولید چغندر و تبدیل به قندوشکر خود مولد شکر و شیر و گوشت و علوفه باشند.

با القای این نظر و تصویب آن و بر اثر تلفیق ۳ عامل نیاز کارخانه‌های آلمانی بعد از جنگ برای فروش - تأمین بودجه لازم از طرف اصل ۴ و نیاز فوری کشور به قند و شکر سازمان برنامه از طریق مناقصه بین‌المللی ۳ کارخانه ۳۵۰ تنی از مؤسسه بوکا وولف آلمانی خریداری کرد که در سال‌های ۳۴ - ۳۳ در چناران و فسا و کرمان نصب شد و هر ۳ کارخانه مجهز به تصفیه‌خانه برای تولید قند کله بودند.

موفقیت چغندرکاری در این ۳ کارخانه به‌نحوی چشمگیر بود که پس از مدت کوتاهی در سال‌های ۱۳۴۰ ظرفیت آنان تا یک هزار تن چغندر در روز توسعه داده شد و هم‌اکنون با گذشت ۵۰ سال هنوز هم مشغول بهره‌برداری هستند.

با شرایط و امکانات تأسیس کارخانه‌های مذکور سازمان

برنامه اقدام به توسعه کارخانه قند مرودشت از ۶۰۰ تن به یک هزار و یکصد تن کرد در هنگام اجرای این طرح برای کمک به اجرای طرح چون هنگام نصب و آزمایش کارخانه در مرودشت ساکن بودم همسر عزیز و فقیدم که قدم‌به‌قدم همراه من بود فرزند خود را از دست داد و با زحمت فراوان او را از مرگ حتمی نجات دادم.

ج. تأسیس

تا اینجا چگونگی سهمی را که در توسعه صنایع قند دولتی ایران برعهده داشتم و بیان کردم جنبه غیرمستقیم داشت.

ولی در همین سال‌ها بود که سازمان برنامه بنابر امکانات مالی و مصالح کشور اعلام کرد که از این به بعد دولت بودجه صنایع قند را به کشت نیشکر در کارخانه قند نیشکری تخصیص می‌دهد و مصمم است طرح کارخانه قند نیشکر هفت‌تپه را لابلای طرح آبادانی خوزستان اجرا کند.

من فوراً به خود گفتم چرا بخش خصوصی وارد عمل نگردد و برای این کار با وزیر بازرگانی وقت آقای مهندس گنجی وارد مذاکره شدم.

نامبرده ضمن تأیید مطلب گفت چون قندوشکر در انحصار دولت است اجازه تأسیس کارخانه قند خصوصی موقوف به تصویب آقای ابتهاج رئیس و صاحب کارخانه‌های قند دولتی خواهد بود.

من با تنظیم گزارش لازم از سازمان برنامه تقاضای موافقت با تأسیس یک تصفیه‌خانه شکرخام خصوصی در منطقه اهواز به‌عنوان اولین واحد صنعتی، جدا از صنایع نفت را کردم و نامبرده با کمال حسن‌نیت مراتب موافقت سازمان برنامه را در این مورد اعلام کرد.

لیکن خرید شکرخام مورد لزوم برای تصفیه‌خانه موقوف به‌نظر وزارت دارایی و سازمان قندوشکر بود که پس از اقداماتی موافقت آقای فروهر وزیر دارایی جلب شد مشروط بر این‌که تمامی محصول تولیدی به سازمان قندوشکر تحویل شود.

من در اینجا پیوسته خود را مدیون صراحت لهجه و محبت آقای ابتهاج می‌دانم که راهگشای صنعت ملی قند شدند. من با قبول تمامی شرایط شرکتی با سرمایه خود و خویشاوندان و دوستانم تشکیل داده کارخانه را خریداری و حمل و در بیابان برهوتی در کنار رود کارون نصب کردم. کادر فنی لازم برای کارخانه را قبل از شروع کار در کارخانه قند آبکوه و ورامین با استفاده از آشنایی‌های قبلی با مهندسان کارخانه‌های قند تحت آموزش قرار دادم و هزینه‌های آموزشی آن را که لازمه تأسیس هر کارخانه

در همین سال‌ها بود که سازمان برنامه بنابر امکانات مالی و مصالح کشور اعلام کرد که از این به بعد دولت بودجه صنایع قند را به کشت نیشکر در کارخانه قند نیشکری تخصیص می‌دهد و مصمم است طرح کارخانه قند نیشکر هفت‌تپه را لابلای طرح آبادانی خوزستان اجرا کند

جدید می‌شناختم ضمن سایر هزینه‌های مقدماتی تأسیس برآورد و فراهم کردم.

تصفیه‌خانه اهواز سال‌های چندی با ظرفیت یکصد تن در روز بدون تعطیلی، شبانه‌روزی از نظر فنی کار می‌کرد در حالی که سایر کارخانه‌های قند ایران حداکثر یکصد روز کار بهره‌برداری داشتند.

در اثر این کار کادر فنی کارخانه دارای یک تجربه کامل و کارآزمودگی مخصوص شد به طوری که خود با همین کادر ظرفیت کارخانه را از یکصد تن به یکصدوپنجاه تن و ۲۵۰ تن شبانه‌روز توسعه دادم و دستگاه‌های مختلفی به آن افزودم و نصب همگی این دستگاه‌ها با کمک کادر کارخانه انجام می‌شد.

به‌طور خلاصه تصفیه‌خانه اهواز در سال ۱۳۵۰ دارای قسمت‌های زیر بوده است:

۱. تصفیه‌خانه اهواز به ظرفیت ۲۵۰ تن شکر خام به شکر سفید
۲. تبدیل شکر سفید به ۱۰۰ تن قند کله
۳. تبدیل شکر سفید به ۳۰ تن قند حبه با پرس
۴. تبدیل شکر سفید به ۵۰ تن قند کله با هوای فشرده
۵. بسته‌بندی اتوماتیک ۱۰ تن قند حبه و شکر سفید برای بیمارستان‌ها - هواپیماها و هتل‌ها
۶. دستگاه تولید پودر شکر برای قنادی‌ها که مصرف نمی‌کردند و کار نکرد
۷. یک‌دستگاه سیلوی شکر سفید ۸ هزار تنی برای ذخیره محصول کارخانه که هنوز هم در ایران مانند ندارد.

د. چغندر زمستانی

همکاران و دوستان من در صنعت قند که پیوسته با آنان در تماس بودم و نقل مجلس آنان فقط و فقط صنعت قند بود صحبت از کارخانه قند چغندری در چارصدا و پریمرمیل در پیشاور پاکستان می‌کردند که نیمی از سال با نیشکر و چندماهی هم با چغندر تولیدی در کنار مزارع نیشکر کار می‌کند.

می‌گفتند مراکز تحقیق هندوستان هم در این مورد مشغول مطالعه است و در آمریکا هم کارخانه‌هایی وجود دارند که تاریخ‌های برداشت و کشت چغندر آنان با ایران متفاوت است.

با الهام از این گفت‌وگوها از همکاران خود در کارخانه اهواز خواستم در باغچه‌های کارخانه برای نمونه مقداری کشت چغندر نمایند و شروع به آزمایش کنند و در اولین سال مشاهده شد که این چغندرها تا وقتی که به آنها آب

داده شود بزرگ و بزرگ‌تر می‌شوند و به اصطلاح خزان ندارند.

با تجزیه ریشه‌های چغندر در آزمایشگاه معلوم شد درصد قند چغندر، که بر حسب شرایط جوی در ماه‌های مختلف نوسان می‌کند یعنی کم و زیاد می‌شود.

لذا دستور دادم یکی از مهندسان آلمانی کارخانه، مأمور این کار شود و هر پانزده روز یک باغچه ۵۰ متری چغندر قند کشت کند و پس از ۱۸۰ روز چغندر آن را تجزیه و قند و وزن آن را تعیین و ثبت نماید.

مجموع این ارقام در دفتری به نام طرح عضد جمع‌آوری و در نسخ متعددی منتشر شد. مقاله‌ای از طرف آن مهندس در مورد کشت زمستانی چغندر در خوزستان در مجله Sugar Industry در آلمان منتشر شد که مورد توجه همه محافل تحقیقاتی جهان قرار گرفت.

تمامی اطلاعاتی که در این مورد جمع‌آوری می‌شد به‌وسیله آقای **مهندس سجادی** با مقایسه با ارقام اهواز به‌صورت مقاله در مجلات وزارت صنایع و اتاق بازرگانی وقت برای ثبت و اطلاع علاقه‌مندان چاپ و منتشر می‌شد.

با تماس با مراکز تحقیق بذر چغندر آلمان و هلند و دانمارک انواع بذوری که مخصوص این مناطق بود وارد می‌کردم و در زمینی به مساحت ۳۰ هکتار در کنار کارخانه آزمایش شد و در فواصل زمانی معین، این آزمایش‌ها تکرار و نتیجه تجزیه‌های آنان ثبت می‌شد.

بر اثر این آزمایشات معلوم شد مناسب‌ترین زمان کشت چغندر زمستانی در اهواز اواخر شهریورماه تا اواسط مهرماه و مناسب‌ترین زمان برداشت محصول آن اواخر اسفند تا اواسط فروردین است. اما باران‌های اسفند اجازه برداشت پشت سرهم را نمی‌داد. از اواخر تیرماه درجه حرارت و تشعشع موجب سقوط درصد قند می‌شد ولی از اوایل مهرماه دوباره قند چغندر بالا می‌رفت.

با به‌دست آمدن این نتایج بود که ادامه این کار صورت جدی‌تر به خود گرفت و درصدد جمع‌آوری اطلاعات دیگران برآمدم تا نتایج کارم را با مناطق مشابه مقایسه کنم.

در عید ۱۳۴۴ به‌اتفاق آقای **مهندس سجادی** به پیشاور پاکستان سفر کردم و در آنجا از دو کارخانه چارصدا و پریمرمیل که مجهز به دستگاه‌های لازم برای مصرف چغندر بودند بازدید کردم و با مهندسان و رئیس کارخانه چغندر کاری آن کارخانه که یک نفر آلمانی بود مشاوره و تمامی اطلاعات و شرایط جوی آنان را برای مقایسه گرفتم. در سفرهای دیگر که همکاران من به اسپانیا - اسرائیل و مراکش داشتند و بنده نیز به کالیفرنیا رفتم، مرتباً تجربیات جامعی به‌دست آوردم که خلاصه آن این جمله بود:

بر اثر این آزمایشات معلوم شد مناسب‌ترین زمان کشت چغندر زمستانی در اهواز اواخر شهریورماه تا اواسط مهرماه و مناسب‌ترین زمان برداشت محصول آن اواخر اسفند تا اواسط فروردین است. اما باران‌های اسفند اجازه برداشت پشت سرهم را نمی‌داد

چرا نه؟!

لذا تصمیم گرفتیم کشت چغندر را به اهواز - دانشکده کشاورزی - ملاسانی - و مزارع صفی آباد و عده‌ای اشخاص دیگر تسری و توسعه دهیم.

در همه‌جا سیستم کار این بود که با بذر وارداتی اهواز کشت می‌کردند و هزینه‌های خود را دریافت می‌کردند و محصول به آنها واگذار می‌شد لیکن شیمیست کارخانه در مواقع لازم نمونه‌هایی از محصول برای تجزیه می‌گرفت و وزن نهایی محصول و سطح کشت آنان را یادداشت می‌کرد.

از نمونه‌ها، درصد قند و وزن آن تعیین و ثبت می‌شد. با جمع‌آوری این اطلاعات معلوم شد:

بازدهی کشت چغندر در خوزستان به مراتب بالاتر از بازدهی در سایر مناطق چغندر کاری ایران است. در خوزستان از هر هکتار چغندر کاری ۴۰ تا ۵۰ تن چغندر با درصد قندی ۱۵ درصد برابر ۷-۶ تن قند به دست می‌آمد در حالی که در سایر مناطق ایران این رقم به ۴ تن قند در هکتار نمی‌رسید یعنی برابر ۲۰ تن چغندر با عیار ۱۷ درصد برابر ۳/۴ تن قند در هکتار است.

در مقایسه با زراعت نیشکر کاری معلوم شد با مقدار ۱۳ هزار مترمکعب آب مصرفی برای هر هکتار چغندر کاری در خوزستان معادل ۷ تن قند به دست می‌آید که در کنار آن ۳/۵ تن تفاله چغندر به عنوان علوفه وجود دارد در حالی که با مصرف ۳۰ هزار مترمکعب آب برای نیشکر کاری فقط ۱۱ - ۱۰ تن قند عاید می‌شد.

با ایمان و مشاهده به راهی که می‌رفتم غرق در لذت خدمت درصدد تأسیس یک کارخانه قند چغندر زمستانی برآمدم تا در کنار تصفیه‌خانه اهواز و با استفاده بهتر و بیشتر از ماشین‌آلات آن، نصب شود.

این کارخانه با مصرف روزانه ۲۵۰۰ تن چغندر در روز قابل توسعه به ۴ هزار تن مجهز به یک دستگاه تفاله خشک‌کن و یک کارخانه قندگیری از ملاس بود تا از ملاسی که بر اثر گرما در چغندرها ایجاد می‌شد قندگیری نماید. نکته قابل توجه و قابل ذکر در اینجا این است که در جهان سوم مشکلات غیرقابل پیش‌بینی، بروز می‌نماید که برای رفع آنها باید راه‌حل‌های جهان‌سومی پیدا کرد. از جمله آنکه در خوزستان در فصل برداشت چغندر در بیابان علف سبزی وجود ندارد و با این حال دامداران و کشاورزان مصرف تفاله چغندر را برای مصرف تغلیف نمی‌پذیرفتند، به طوری که تجمع تفاله خروجی از کارخانه موجب توقف کار عادی مصرف چغندر می‌شد. به رییس کارخانه توصیه کردم با کرایه کردن کامیون تفاله‌های تولیدی را در کنار جاده‌ها، روی زمین بریزد و این کار سه سال ادامه داشت.

گاوها و گوسفندان ویلان و گرسنه در بیابان بی‌آب و علف خوزستان خود به طرف این کپه‌های تفاله کنار جاده رفته و آن را می‌خوردند و شیر و گوشت بیشتری به منزل می‌بردند. نتیجتاً در سال‌های چهارم و بعد این تفاله‌ها بازار گرمی پیدا کرده و امروزه بزرگترین رقم درآمد کارخانه‌های قند ایران از فروش تفاله چغندر عاید می‌شود.

با به راه افتادن کارخانه، مرحله دیگری از مشکلات کار که نامعلوم بود، ظاهر شد.

در اوایل تیرماه معلوم شد، مدت بهره‌برداری این کارخانه در شرایط جوی خوزستان که مواجه با گرما بود فقط ۸۰ - ۷۰ روز است.

در گرمای خوزستان چغندرها عیار خود را از دست می‌دهند و گاهی خشبی می‌شوند.

بنابراین سه مشکل تنظیم برنامه حمل - پایین آمدن درجه خلوص چغندر در صورت سیلو کردن و محدودیت کار ۷۰ روزه، سه مشکل اصلی به شمار می‌آمدند. مشکل تنظیم برنامه حمل را با اعزام آقای اکبر خاکباز از همکارانم به کالیفرنیا حل کردم. پس از یک دوره آموزشی این برنامه دقیقاً در اهواز اجرا شد. مشکل پایین آمدن درجه خلوص نیز با تنظیم این برنامه تا حدی برطرف شد با این حال با نصب دستگاه قندگیری از ملاس تا اندازه‌ای جبران می‌شد لیکن رعایت دوره ۷۰ روزه همچنان به قوت خود باقی ماند.

اما چون مؤسسات چغندر کاری طرف معامله با کارخانه درآمد قابل توجهی از کشت چغندر تحصیل می‌کردند سعی در توسعه سطح کشت خود داشتند با محدودیت کشت موافقت نمی‌کردند. در جلسات مکرر و با توضیحاتی که داده شد بالاخره موافقت شد سطح کشت و تولید در همین حدود ۲۰۰ هزار تن نگهداری شود و در مقابل من تعهد کردم کارخانه قند بزرگی به ظرفیت ۵ هزار تن در روز در دزفول تأسیس نمایم تا سرمایه‌گذاری آنان با توسعه کشت برای آنان مقرون به صرفه بیشتر شود.

کارخانه قند چغندری اهواز در شرایط حاصله چندین سال در حدود ۲۰۰ - ۱۵۰ هزار تن چغندر تحویل می‌گرفت و مصرف می‌کرد.

شرایط تحویل چغندر به طوری که گفته شد از طرف کارخانه با شرایط برداشت به نحوی تنظیم می‌شد تا هرگز در صبح روز چغندری در سیلوهای کارخانه موجود نباشد. کارخانه قند چغندر اهواز بدین ترتیب سالیانه ۲۵ - ۲۰ هزار تن شکر و ۱۵ - ۱۲ هزار تن تفاله چغندر ملاسه تهیه می‌کرد که توسط مقامات ذیربط توزیع می‌شد.

این کارخانه در سایر ایام سال به تولید و تبدیل ۲۵۰ هزار تن شکر خام و تولید قند حبه و کله مشغول بود و کار عادی قدیمی خود را انجام می‌داد.

بازدهی کشت چغندر در خوزستان به مراتب بالاتر از بازدهی در سایر مناطق چغندر کاری ایران است. در خوزستان از هر هکتار چغندر کاری ۴۰ تا ۵۰ تن چغندر با درصد قندی ۱۵ درصد برابر ۷ - ۶ تن قند به دست می‌آید در حالی که در سایر مناطق ایران این رقم به ۴ تن قند در هکتار نمی‌رسید یعنی برابر ۲۰ تن چغندر با عیار ۱۷ درصد برابر ۳/۴ تن قند در هکتار است

ه تحقیقات علمی

در کلیه مراحل آزمایشاتی خود برای تأسیس کارخانه قند چغندر زمستانی من و همکارانم محتاج به کسب اطلاعات بین‌المللی و پیاده کردن آن اطلاعات در شرایط جوی و حتی اقتصادی خوزستان بودیم.

نیشکر کاری خوزستان و مهندسان آن با توسعه چغندر کاری مخالف بوده و آن را مغایر با وضع خود می‌دیدند و یا به دیده رقیب به آن نگاه می‌کردند و شاید در همکارانم ایجاد تردید می‌کردند. برای مقابله با این نظرات محتاج به فعالیت علمی بودیم.

ابتدا با کمک دانشکده کشاورزی اهواز و آقای دکتر کاشانی موضوع درصد قند پایین چغندر منطقه گرمسیری را مورد تحقیق قرار دادیم.

برای این کار پس از تحقیق معلوم شد پایین بودن درصد قند چغندر در اروپا هم سابقه داشته و راه‌حلی برای آن جست‌وجو و پیدا شده است.

به کمک روش‌های آزمایشگاهی به خصوص مصرف کود شیمیایی، چغندر تحت کنترل قرار می‌گیرد و میزان کود مصرفی تنظیم می‌شود و داشت و کشت با کمک مکانیزاسیون و رعایت اصول علمی بر پایه صحیح‌تری قرار می‌گیرد.

همکارانم معتقد بودند که این کارها از طرف واحدهای کشت و صنعت طرف معامله اهواز عملی است و فقط محتاج به یک آزمایشگاه مجهز می‌باشند. لذا آقای دکتر کاشانی را برای بررسی این آزمایشگاه به اتریش فرستادم و پس از مراجعت یکصد هزار تومان لوازم آزمایشگاهی به دانشکده او هدیه کردم تا در حدود ممکن کشت چغندر دانشکده را تنظیم کند و نتیجتاً در سال‌های آخر دانشکده کشاورزی اهواز در حدود ۲ هزار تن چغندر با عیار ۱۷ درصد و راندمان ۳۵ تن در هکتار تولید و تحویل می‌داد.

این همان هدفی است که امروز کارخانه‌های قند فرانسه به آن نائل شده است. یعنی در هر هکتار ۶۰ تن چغندر با عیار ۲۱ درصد تولید می‌کنند. از طرف دیگر هزینه تولید چغندر در مقایسه با نیشکر مورد سؤال بود. گرچه در همان ایام برای من مسلم بود که در ایران باید میزان آب مصرفی در مقابل قند تولیدی ملاک عمل باشد و برای هر هکتار چغندر کاری ۱۲ هزار مترمکعب و برای هر هکتار نیشکر کاری ۳۵ هزار مترمکعب آب مصرف می‌شد، معذالک رییس دانشکده اقتصاد کشاورزی برانشوایگ آلمان را برای این بررسی به اهواز دعوت کردم.

نامبرده پس از یک‌ماه تحقیق و بررسی گزارشی در ۱۰۰ صفحه تنظیم و تسلیم کرد مبنی بر اینکه در ایران باید هر دو کشت تا سرحد خودکفایی تعقیب شد و بهای

تمام‌شده در مقام واردات رل مهمی ندارد - ایران احتیاج به شکر و شیر و گوشت دارد.

و. تأسیس کارخانه قند چغندر زمستانی دزفول

به‌موجب تعهدی که به چغندرکاران اهواز سپرده بودم و با تجربیاتی که خود و همکارانم در گرمای طولانی تابستان‌های خوزستان کسب کرده بودیم، تصمیم به تأسیس کارخانه قند چغندر زمستانی دومی در دزفول با ظرفیت ۵ هزار تن در روز یعنی ظرفیتی که تا آن تاریخ در ایران وجود نداشت برای کار ۷۰ روز در سال همراه یک تصفیه‌خانه ۵۰۰ تنی شکرخام برای کار تمام سال گرفتیم.

در تهیه این طرح کلیه اطلاعات فنی موجود بود و درصد برآمد هم اشتباهات نادانسته قبلی جبران و همچنین از پیشرفت‌های علمی که در ظرف این مدت در سطح تکنولوژی جهانی پیدا شده بود استفاده گردد. من در آن موقع همکارانی باتجربه داشتم که به اجرای نتیجه این طرح اعتقاد داشتند و چون خود من از این طرح یعنی وارد کردن چغندر زمستانی به ایران لذت می‌بردند. طرح کارخانه دزفول شامل قسمت‌های اساسی زیر بود:

۱. کارخانه قند دزفول با ظرفیت ۵۰۰۰ تن در روز
۲. کارخانه تصفیه شکرخام به سفید با ظرفیت ۵۰۰

تن در روز

۳. کارخانه قندگیری از ملاس

۴. کارخانه تهیه علوفه خشک از تفاله و ملاس

۵. کارخانه ماشین‌سازی برای ساخت ۵۰ درصد از ماشین‌آلات کارخانه قند

ضمناً فروشنده ماشین‌آلات تعهد کند که امتیاز ساخت ماشین‌آلات اختصاصی خود را همراه نقشه‌های اجرایی آن در اختیار قند دزفول قرار دهد.

بالاخره با تهیه این طرح و تعیین برنده مناقصه محدود که مؤسسه تکنواکسپورت چکسلواکی بود ماشین‌آلات لازم با حداقل قیمت با اقساط ۱۰ ساله و بهره ۴ درصد سفارش و کارهای ساختمانی با نظارت فروشنده شروع شد.

ابتدا زمینی به مساحت ۲۵۰ هکتار در کنار رودخانه از دولت برای این کار گرفته شده بود. به‌خوبی روزهایی که برای بازدید زمین به محل می‌رفتم و شیوخ محلی به دیدنم می‌آمدند به‌یاد دارم که با چه قیافه‌های آرزومندان‌های موفقیت این طرح را از خداوند می‌خواستند تا منطقه آنها هم آباد شود و بچه‌های آنان صاحب خانه و زندگی گردند. آنها در آن تاریخ از محروم‌ترین طبقات اجتماعی ایران بودند. با شروع کارهای ساختمانی و نصب صدها نفر از آنان در کارگاه مشغول کار شدند درحالی‌که مشکلات اجرایی جدیدی امکان ادامه کار را هر روز تهدید می‌کرد.

به کمک روش‌های
آزمایشگاهی
به‌خصوص مصرف
کود شیمیایی، چغندر
تحت کنترل قرار
می‌گیرد و میزان
کود مصرفی تنظیم
می‌شود و داشت
و کشت با کمک
مکانیزاسیون و
رعایت اصول علمی
بر پایه صحیح‌تری
قرار می‌گیرد

در منطقه دزفول
برای تهیه بتون،
شن وجود نداشت
- سیمان لازم برای
بتون ریزی در بازار
ایران کمیاب بود -
به علت تراکم کالا در
بندرها و تراکم عبور
و مرور در جاده‌ها
رساندن ماشین‌آلات
از شمال و جنوب
کشور به کارخانه
هزینه گزافی را
به شرکت تحمیل
می‌کرد

در منطقه دزفول برای تهیه بتون، شن وجود نداشت - سیمان لازم برای بتون‌ریزی در بازار ایران کمیاب بود - به علت تراکم کالا در بندرها و تراکم عبور و مرور در جاده‌ها رساندن ماشین‌آلات از شمال و جنوب کشور به کارخانه هزینه گزافی را به شرکت تحمیل می‌کرد.

برحسب تصادف معدن شنی در دماغه چند کیلومتری رودخانه دز پیدا شد و با گرفتن سیمان از سهمیه ارتش این مشکل هم حل شد و کارهای ساختمانی را با ارسال دستگاه‌های شن‌شویی و قالب‌ریزی و بلوک‌زنی به‌طور امانی روبه‌راه کردم و در اینجا همکاری مهندسی ساختمان سپاسگزاری می‌کنم. قسمت‌های زیادی از اسکلت آهنی کارخانه، پله‌ها، تانک‌ها، درب و پنجره‌های ساختمانی و حتی بولت‌های فونداسیون‌ها در تعمیرگاه اهواز ساخته شده و شبانه‌روز راهی دزفول به‌نحوی می‌شد که نصب و ساختمان متوقف نشود. ماشین‌آلات به تدریج وارد می‌شد و در انبارهای جداگانه محفوظ و نگهداری می‌شد و یا در محل خود نصب می‌شد. امور درختکاری و نگهداری و خدماتی کارخانه به‌نحو مطلوب کار با سازمان دائمی خود را شروع کرده بود. ساختمان‌های مسکونی برای متخصصین چکی و کادر نصب و پیمانکاران برق و اسکلت آهنی ساخته و مورد بهره‌برداری بود و همگی تحت نظر مهندسین ناظر شبانه‌روز کار می‌کردند. اما مشکلات مالی و عدم امکان تأمین آن که تا آن تاریخ از محل سرمایه و وام‌های شرکت تصفیه شکر اهواز استفاده می‌شد بیشتر وقت من را می‌گرفت. بانک ملی که از سیاست دولت الهام می‌گرفت هیچ‌گونه وامی به تصفیه شکر اهواز و قند دزفول نمی‌داد و وزارت کشاورزی طرح چغندر زمستانی را غیرقابل اجرا می‌دانست و حاضر نبود از نظرات قبلی خود با وجود کار موفقیت‌آمیز اهواز و دو بیست هزار تن چغندر تولیدی در کشت و صنعت‌ها عدول کند.

سازمان قندوشکر برای حفظ منافع شکر فروشان خارجی به صورت ثابت نگهداشتن نرخ تبدیل شکر خام به شکر سفید در مدت ۱۰ سال حتی تا اوایل دوران انقلاب و با برداشت مبالغ گزافی از دستمزد به‌عنوان جریمه عدم اجرای تعهد تولید که واقعاً مسخره‌آمیز بود وضع کارخانه اهواز را به صورت مصنوعی و عمدی فلج می‌کرد به طوری که قسمت زیادی از مطالبات اهواز در دوران انقلاب وصول و به‌مصرف رسید. برای مقابله با این شرایط از دولت تقاضای یکصد میلیون تومان وام کردم تا بتوانم کارهای ساختمانی طرح را به آخر برسانم زیرا بهای ماشین‌آلات از محل استهلاک و محصول آتی در ظرف ۱۰ سال آینده پرداختنی بود.

اما با این تقاضا مخالفت شد و ناگزیر برای دریافت وام و اعتبار به منابع خارجی مراجعه کردم و در غیاب اینجانب و هنگام این مسافرت بود که معاون من آقای اهری که از

مأمورین بازنشسته سازمان گسترش بود بر اثر فشار مقامات دولتی طرح را با وضع موجود در مقابل مطالبات دولت به سازمان گسترش توسعه و نوسازی واگذار کرد و بعداً معلوم شد که چون این طرح را طرحی غیرعملی می‌دانستند مایل بودند آن را تعطیل کنند و در این واگذاری مطالبات شرکت اهواز از قند دزفول و حتی حقوق مهندسین همکار من در اهواز را که چندین سال برای دزفول کار کرده بودند را نپرداختند.

اکنون خوشحالم و از صمیم قلب از خداوند متعال سپاس دارم که این برنامه بالاخره در دوران انقلاب مورد تأکید و تأیید قرار گرفته و به‌انجام رسید و کارخانه قند دزفول شروع به بهره‌برداری کرده و بالاخره اکنون ۳ سالی است که با ظرفیت ۵/۵ هزار تن چغندر در روز و بالاترین ظرفیت کارخانه‌های قند چغندر ایران و به همت مهندسین و کارکنان آزموده دزفول، سالیانه بیش از ۳۰۰ هزار تن چغندر از کشاورزان منطقه خود خریداری و ۳۰۰ میلیون تومان بابت بهای آن به این طبقه از مردم منطقه که محروم‌ترین طبقات کشور می‌باشند عاید می‌شود. با اجرای این طرح است که سالیانه، ۳۰ هزار تن شکر به ارزش ۱۲ میلیون دلار توأم با تولید ۱۸ - ۱۵ هزار تن تفاله چغندر ملاس نیز مبلغی در حدود ۲ میلیون مارک صرفه‌جویی ارزی عاید کشور می‌شود. من خوشحالم که با اجرای این طرح برخلاف نظرات مغرضانه و بی‌پایه دولت سابق، چغندر کاری زمستانی یکی از منابع تولید بزرگ کشاورزی در خوزستان شده است و برای مردم آنجا منبع درآمد قابل توجهی می‌باشد. من آرزو دارم اکنون که این کارخانه در مسیر پیشرفت و توسعه قرار گرفته از تمام ظرفیت‌های آن استفاده شود و مانع توسعه چغندر کاری در خوزستان نشده و ظرفیت کارخانه تا ۷ هزار تن توسعه داده شود و حتی مازاد تولید را به کارخانه اهواز فرستاده و از آن ظرفیت بهره‌برداری شود - بگذارید چغندر کاران خوزستان مانند چغندر کاران نقاط دیگر جهان ثروتمند شوند.

از ظرفیت تصفیه‌خانه آن برای تصفیه شکر خام کارخانه‌های نیشکر استفاده کنید و از ظرفیت کارگاه بزرگ ساخت ماشین‌آلات آن برای ساخت ماشین‌آلات کارخانه‌ها در ایران بهره‌برداری شود و نگذارید این سرمایه‌های بزرگ تلف شده و بلااستفاده بمانند. من فقط خوشحالم که به آرزوی خود رسیده‌ام و به آن‌انکه قول داده بودم منطقه آنان را آباد کنم به قولم وفا کردم و در دولت فعلی همگی صاحب خانه و زندگی شده‌اند. این آب و زمین قرن‌ها در آنجا وجود داشت ولی با همت و فعالیت فردی خدمتگزار متحول و آباد شد زیرا کارخانه قند دزفول کار می‌کند.

این آخرین خدمت من به آن آب و خاک اجدادی بود.

بررسی اثر دو ماده ضد عفونی کننده شیمیایی بر روی فساد میکروبی چغندر قند سیلو شده در کارخانه قند نقش جهان

سعیده نوری ۱، نفیسه سادات نقوی ۱، مریم محمدی سیجانی ۱، محمدعلی ضیا ۲
۱. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد فلاورجان، گروه میکروبیولوژی، اصفهان
۲. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خوراسگان، گروه علوم پایه، اصفهان

کلید واژه: چغندر قند، سیلو کردن، میکروارگانیسم‌ها، هیپوکلریت کلسیم، هیپوکلریت سدیم

چکیده

از هنگام برداشت چغندر قند از مزارع تا انتقال به کارخانه قند و تبدیل آن به (محصول نهایی) مدت طولانی صرف می‌شود.

از آنجایی که چغندر حین برداشت و انتقال، آسیب دیده و زخمی می‌شود، محل مناسبی از لحاظ دما، رطوبت، pH و غلظت قند برای رشد انواع میکروارگانیسم‌های ساکارولیتیک فراهم می‌شود.

در این پروژه از غده‌های چغندر سیلوشده طی ۳ ماه زمستان ۱۳۹۰ در کارخانه قند نقش جهان جهت جداسازی و شناسایی انواع میکروارگانیسم‌ها نمونه برداری تصادفی صورت گرفت. سپس اثر دو ماده ضد عفونی کننده شیمیایی به نام‌های هیپوکلریت کلسیم و هیپوکلریت سدیم در رقت‌های مختلف در آلودگی‌زدایی آنها بررسی شد.

در ابتدا تکه‌های آلوده پس از شستشو و ضد عفونی کردن سطح غده‌ها از مناطق مختلف بافت آنها جداسازی شد و پس از تهیه رقت، عملیات جداسازی و شناسایی میکروارگانیسم‌ها با روش‌های استاندارد میکروبیولوژیک انجام پذیرفت.

اثر ماده شیمیایی هیپوکلریت کلسیم و هیپوکلریت سدیم در غلظت‌های مختلف به روش میکروداپلوشن بر نمونه‌های ایزوله شده مورد بررسی قرار گرفت و مقادیر MIC، MBC و MFC مواد به دست آمد.



مقدمه

چغندر قند به دلیل داشتن نقش حیاتی در تأمین غذای بشر، همواره مورد توجه خاص انسان بوده است. قندوشکر یکی از انواع مواد غذایی هستند که بخش مهمی از کالری مورد نیاز بدن انسان را تأمین می‌کند. در ایران نیز قندوشکر در شمار کالاهای اساسی است و همواره دولت به آن توجه خاصی داشته و جز در مقاطع محدود غالباً تحت کنترل و نظارت بوده است. از مجموعه ۳۵ کارخانه در سطح کشور، ۲۷ کارخانه با روش بهره‌برداری از چغندر قند و ۸ کارخانه با روش استفاده از نیشکر فعالیت دارند.

اثر ماده شیمیایی
هیپوکلریت کلسیم
و هیپوکلریت
سدیم در غلظت‌های
مختلف به روش
میکروداپلوشن بر
نمونه‌های ایزوله
شده مورد بررسی
قرار گرفت و مقادیر
MIC، MBC و
MFC مواد به دست
آمد

MIC: Minimum Inhibitory Concentration
MBC: Minimum Bactericide Concentration
MFC: Minimum Fungicide Concentration

در بررسی
Borchani
و همکاران
در سال (۲۰۱۱)،
انواع روش‌های
خشک کردن مثل
منجمد کردن،
خشک کردن در
آون و خشک کردن
با نور آفتاب برای
ماندگاری بیشتر
چغندر مورد مطالعه
قرار گرفت و اثر
آنها روی خصوصیات
فیزیکی و شیمیایی
فیبرهای گیاهی
تغلیظ شده بررسی
شد

پس از برداشت چغندر قند از مزارع، جمع‌آوری، حمل به کارخانه‌های قند و سپس سیلو کردن تا بهره‌برداری و شربت‌گیری آن، به دلیل آسیب دیدن غده‌ها و داشتن کربوهیدرات فراوان محل مناسبی برای تجمع انواع میکروارگانیسم‌هایی است که موجب تجزیه ساکارز و کاهش کیفیت چغندر قند می‌شوند.

فعالیت میکروارگانیسم‌های موجود علاوه بر ایجاد ضایعات، موجب تولید اسیدهای آلی از جمله اسید لاکتیک، ترکیبات پلی‌ساکاریدی و همچنین تبدیل نیترات به نیتريت می‌شود. این پدیده‌ها نه تنها باعث کاهش عیار چغندر قند و میکروبی شدن شربت حاصل از آن می‌شود بلکه می‌تواند موجب بروز مشکلات فراوانی در فرآیند تولید شکر شود. فعالیت میکروبی روی چغندر قند اگر تحت کنترل در نیاید علاوه بر بروز مشکلات ذکر شده، موجب اتلاف محصول نهایی و آلودگی فرآیندهای صنعتی از جمله افزایش ویسکوزیته شربت به خاطر تبدیل ساکارز به دکستران می‌شود. تولید دکستران باعث گرفتگی فیلترها می‌شود. همچنین شربت خام حاصل از چغندرهای در حال فساد به دلیل فعالیت میکروارگانیسم‌ها حاوی اسیدهای اضافی زیادی است که به مقدار بیشتری آهک برای خنثی سازی نیاز دارد که املاح کلسیم زیاد در شربت‌ها بعداً در لوله‌های اواپراسیون رسوب کرده موجب کاهش انتقال حرارت و کارایی تبخیرکننده‌ها و کاهش راندمان کریستالیزاسیون و تغییر شکل کریستال‌ها و نهایتاً پایین آمدن راندمان کارخانه می‌شود.

مطالعه Belamri و همکاران (۱۹۹۱) در کارخانه‌های قند مراکش روی باکتری‌های ساکارولیتیک در شربت خام چغندر قند نشان داد باکتری‌های جنس باسیلوس مثل باسیلوس استئاروترموفیلوس، باسیلوس سوبتیلیس و باسیلوس پومیلوس قادرند محیط کشت را اسیدی کنند و آلوده کننده‌های اصلی شربت هستند.

در تحقیق Lewis و Papavizas (۲۰۰۰) بیوکنترل رقابتی بیماری‌های گیاهی چغندر قند با استفاده از قارچ‌هایی مثل تریکودرما انجام شده است. این قارچ‌ها با اشعه ماورای بنفش جهش یافته‌اند و به صورت دانه‌های گلوله‌ای در آلژینات و کاراژینان تثبیت شده‌اند. این قارچ‌ها را می‌توان به بیوماس گیاه اضافه کرد.

در بررسی Borchani و همکاران در سال (۲۰۱۱)، انواع روش‌های خشک کردن مثل منجمد کردن، خشک کردن در آون و خشک کردن با نور آفتاب برای ماندگاری بیشتر چغندر مورد مطالعه قرار گرفت و اثر آنها روی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی فیبرهای گیاهی تغلیظ شده بررسی شد. برای فیبرهای گیاهی مورد استفاده در این مقاله از

ماده ۱ و ۱۰۱ فنیل ۲-پیکریل هیدرازیل (بخ خشک) استفاده شد که دارای بالاترین مقدار فنل در بخ خشک است و باعث مهار بالای فعالیت‌های رادیکالی در فساد فیبرهای گیاهی می‌شود.

رحمت سیفی در سال (۱۳۸۴) مطالعه‌ای روی کنترل زیستی پاتوژن‌های قارچی گیاهی (بیماری‌های بعد از برداشت) با استفاده از مخمرها، راهکارهای کنترل میکروبی انجام داده است که شامل آنتاگونیست با انتشار توده میکروبی، آفت‌کش‌های میکروبی و بهره‌گیری از کنترل میکروبی طبیعی است.

بسیاری از بررسی‌هایی که روی پاتوژن‌های گیاهی انجام شده است جهت کنترل فساد دانه‌ها و میوه‌ها حین کشت گیاه بوده است. این در حالی است که یکی از مشکلات صنایع تبدیلی فراورده‌های گیاهی، فساد و آلودگی محصول پس از برداشت تا هنگام تبدیل آن به فراورده مورد نظر است. از آنجایی که برداشت محصولات در دوره زمانی خاصی انجام می‌شود، سیلو کردن آن تا زمان بهره‌برداری اجتناب‌ناپذیر است. در این بررسی در نظر است عوامل ایجادکننده فساد چغندر قند در زمان سیلو کردن در صنعت تولید قند شناسایی شده و برای جلوگیری از رشد و مبارزه با آنها با استفاده از مواد ضد عفونی کننده اقدام شود. این تحقیق به سفارش شرکت قند نقش جهان اصفهان انجام شده است.

مواد و روش‌ها

نمونه‌گیری: نمونه‌گیری از غده‌های سیلو شده طی ۳ ماهه زمستان ۱۳۹۰ در کارخانه قند نقش جهان اصفهان انجام شد. به این صورت که ابتدا ۱۰ نمونه در ۲ مرحله از ۳ سیلو با ظرفیت ۳۰ هزار تن تهیه شد. سپس در جهت جداسازی و شناسایی انواع میکروارگانیسم‌های موجود در چغندر قندهای در حال فساد از قسمت‌های فاسد شده نمونه برداری تصادفی صورت گرفت.

جداسازی و کشت باکتری‌ها: طبق روش ارائه شده توسط Leuven و Croylaan (۲۰۰۰) تکه‌های آلوده پس از شستشو با آب و ضد عفونی کردن سطح غده‌ها با اتانول ۷۰٪ از مناطق مختلف بافت آنها جداسازی شد. در مورد باکتری‌ها ابتدا بافت‌های آلوده به طور جداگانه کوبیده شد و سپس عصاره استخراج شده آن با آب مقطر استریل مخلوط و از آن رقت‌های مختلف تهیه شد. پس از این مرحله باکتری‌ها از رقت‌های مختلف عصاره و آب مقطر به محیط مایع TSB انتقال داده شد. پس از غنی سازی باکتری‌ها در این محیط، عملیات جداسازی و خالص سازی آنها روی محیط کشت جامد NA (Nutrient agar) در شرایط دمایی

تکرار به روش تهیه رقت لوله‌ای انجام شده است).

نتایج

باتوجه به روش‌های بیوشیمیایی صورت گرفته در این تحقیق نتایج شناسایی باکتری‌ها و قارچ‌های جداسازی و خالص سازی شده به این صورت است که در مورد باکتری‌ها انواع باسیل‌ها و کوکسی‌های گرم مثبت شامل باسیلوس برویس، باسیلوس پومیلوس، باسیلوس استئاترموفیلوس، باسیلوس سوبتیلیس، استافیلوکوکوس اورئوس، استافیلوکوکوس ساپروفیتیکوس، استافیلوکوکوس اپیدرمیس، لاکونوستوک مزنترویدس، استرپتوکوک‌های همولیتیک است و در مورد قارچ‌ها جنس‌های پسیلومایسس، کرایزوسپوریوم، پنی سیلیوم، فوزاریوم و پیتیوم شناسایی شدند.

نتایج حاصل از بررسی تأثیر دو ماده ضدعفونی کننده هیپوکلریت کلسیم و هیپوکلریت سدیم بر باکتری‌ها به ترتیب با غلظت‌های اولیه ۵(mg/ml) و ۳(mg/ml) در نمودار شماره ۱ و ۲ نشان داده شده است.

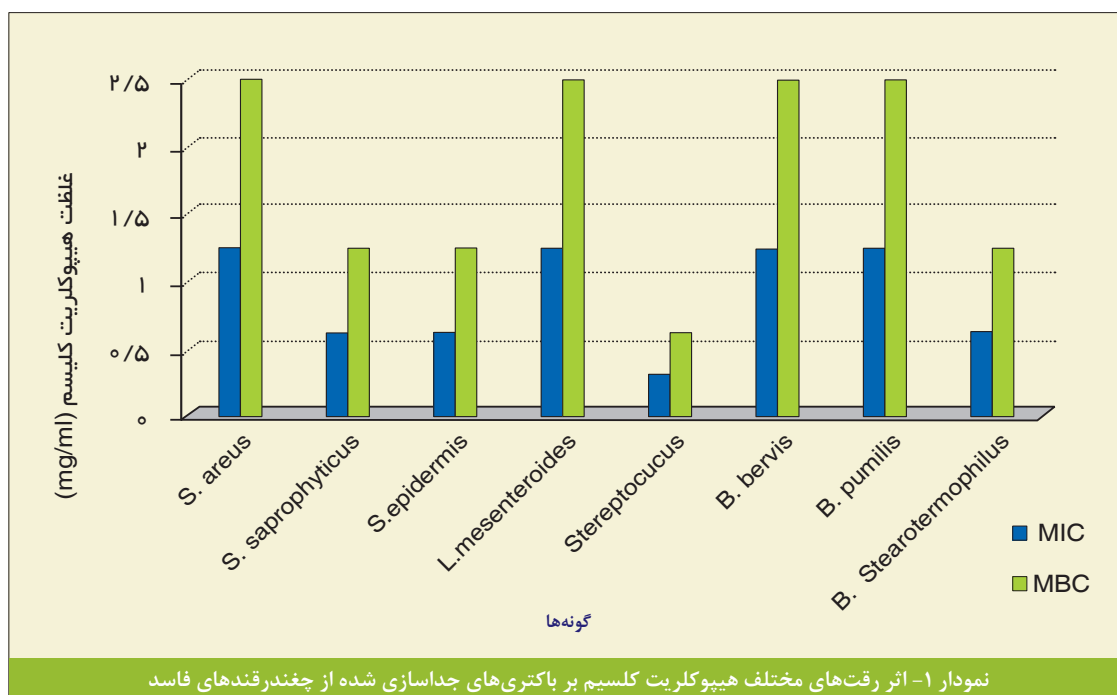
همان‌طور که در نمودار شماره ۱ مشاهده می‌شود MIC مناسب در مورد ماده ضدعفونی کننده هیپوکلریت کلسیم ۵(mg/ml) برای اینکه تمام گونه‌های باکتری جداسازی شده از چغندر قند را در برگیرد در غلظت ۱/۲۵(mg/ml) و MBC مناسب آن نیز ۲/۵(mg/ml) است. البته بعضی از گونه‌های باکتری مثل استرپتوکوکوس حساس تر هستند و در غلظت‌های کمتر نیز از بین می‌روند. در نمودار شماره ۲ نیز MIC مناسب در مورد

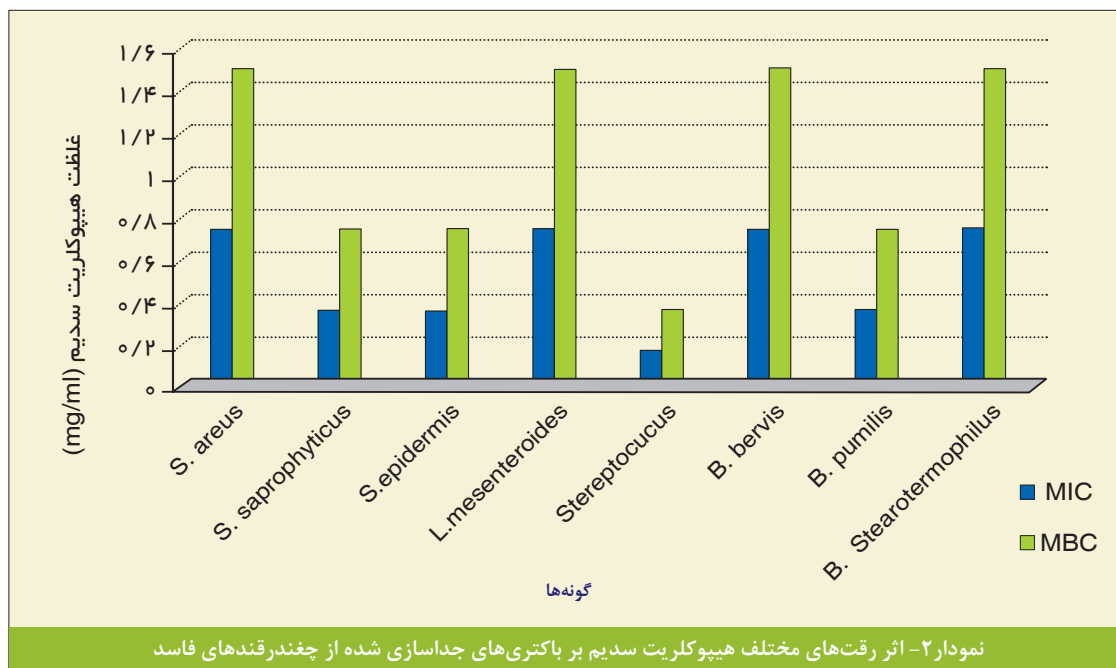
محیط و pH=۷ انجام شد. در نهایت شناسایی باکتری‌ها با روش‌های استاندارد میکروبیولوژیک از جمله رنگ آمیزی گرم و تست‌های بیوشیمیایی به عمل آمد.

جداسازی و کشت قارچ‌ها: قسمت‌های کوچکی از نواحی مختلف بافت‌های آلوده تکه برداری و در محیط کشت‌های PDA (Potato dextrose agar) و SDA (Sabouraud dextrose agar) در شرایط دمای محیط و pH=۶ (برای جلوگیری از رشد باکتری‌ها) قرار داده شد، روش (Ryerson et al 2011, Borchani et al 2010) در نهایت پس از چندین بار تکرار کشت، قارچ‌ها و مخمرهای مورد نظر خالص سازی و برای شناسایی قارچ‌ها از مطالعه میکروسکوپی، تهیه اسلاید کالچر و سپس از کلیدهای شناسایی استفاده شد.

پس از شناسایی باکتری‌ها و قارچ‌های جداسازی به روش (Arthur.L. Barry et al) شده به بررسی تأثیر مواد ضدعفونی کننده هیپوکلریت کلسیم و هیپوکلریت سدیم روی آنها با روش میکروداپلوشن با میکروپلیت پرداخته شد. در این روش از غلظت‌های اولیه ۳(mg/ml) هیپوکلریت سدیم و ۵(mg/ml) هیپوکلریت کلسیم برای باکتری‌ها و ۶(mg/ml) هیپوکلریت سدیم و ۱۰(mg/ml) هیپوکلریت کلسیم برای قارچ‌ها استفاده شد، سپس میکروپلیت‌ها ۲۴ تا ۴۸ ساعت در دمای ۳۷ درجه برای باکتری‌ها و ۴ تا ۵ روز در دمای ۲۷ درجه سانتی‌گراد برای قارچ‌ها نگهداری شدند آنگاه با استفاده از دستگاه الایزا ریدر جذب نوری و با تعیین Minimum Bactericide Concentration (MBC) رشد یا عدم رشد میکروب‌ها بررسی شد (هر آزمایش با دوبار

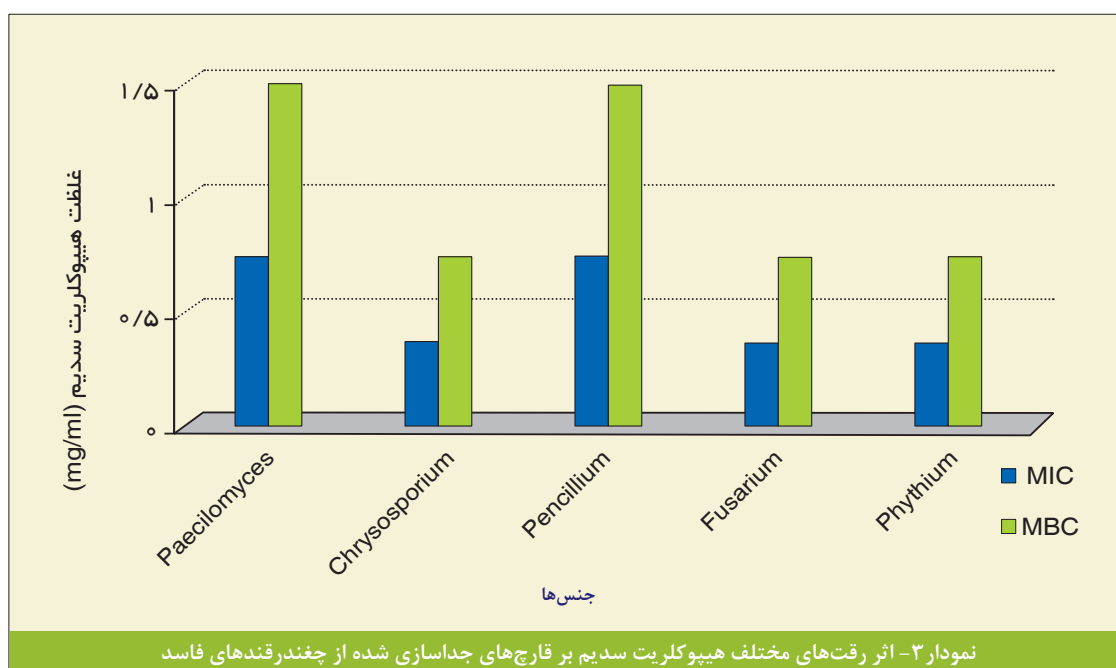
نتایج حاصل
از بررسی
تأثیر دو ماده
ضدعفونی کننده
هیپوکلریت کلسیم
و هیپوکلریت
سدیم بر باکتری‌ها
به ترتیب با
غلظت‌های اولیه
۵(mg/ml) و
۳(mg/ml) در
نمودار شماره
۱ و ۲ نشان داده
شده است



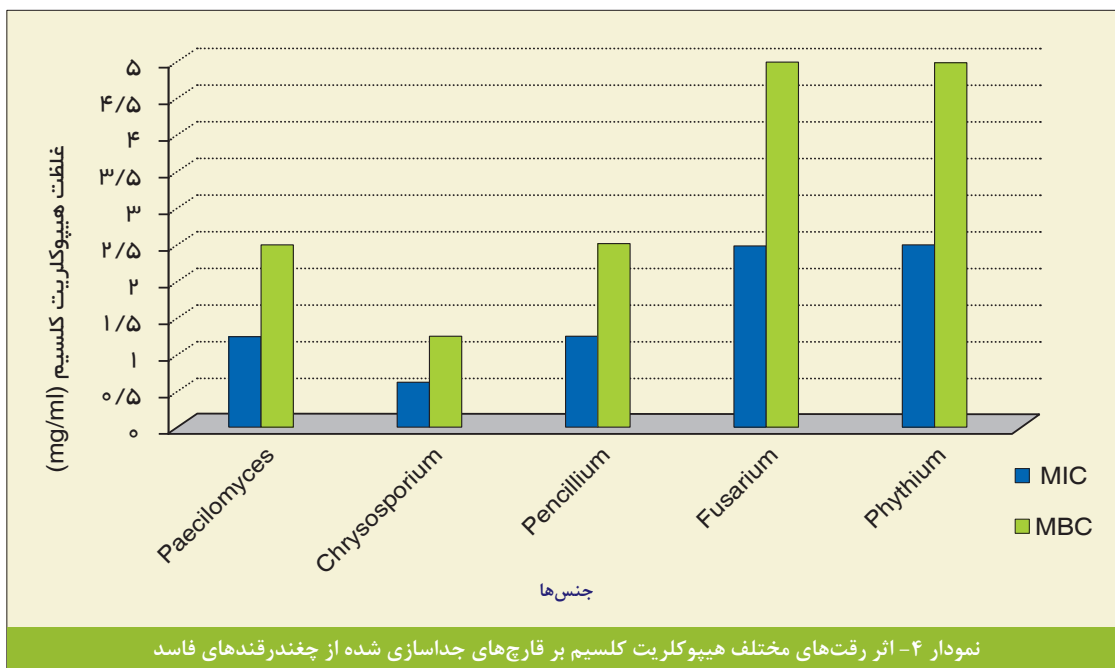


نمودارهای ۳ و ۴ آمده است. در نمودار شماره ۳ MIC مناسب که تمام جنس‌های قارچی جداسازی شده از چغندر قند را در بگیرد برای هیپوکلریت سدیم در غلظت ۰.۷۵ (mg/ml) و MBC مناسب آن نیز ۱/۵ (mg/ml) است. و در نمودار شماره ۴ نیز MIC مناسب که همه جنس‌های قارچی جداسازی شده از چغندر قند را مهار کند برای هیپوکلریت سدیم در غلظت ۲/۵ (mg/ml) و MBC مناسب آن نیز ۵ (mg/ml) است.

هیپوکلریت سدیم ۳ (mg/ml) که تمام گونه‌های باکتری جداسازی شده از چغندر قند را مهار کند در غلظت ۰.۷۵ (mg/ml) و MBC مناسب آن نیز ۱/۵ (mg/ml) است. که در این آزمایش نیز بعضی گونه‌ها مقاوم‌تر و بعضی گونه‌ها حساس‌تر هستند. این دو ماده ضد عفونی کننده روی ۵ قارچ جداسازی شده از چغندر قندهای فاسد با غلظت‌های اولیه هیپوکلریت سدیم ۱۰ (mg/ml) و هیپوکلریت سدیم ۶ (mg/ml) نیز آزمایش شده که نتایج آن به صورت



نتایج شناسایی باکتری‌ها و قارچ‌های جداسازی و خالص سازی شده به این صورت است که در مورد باکتری‌ها انواع باسیل‌ها و کوکسی‌های گرم مثبت شامل باسیلوس برویس، باسیلوس پومیلوس، باسیلوس استئاتر موفیلوس، باسیلوس سوبتیلیس، استافیلوکوکوس اورئوس، استافیلوکوکوس ساپروفیتیکوس، استافیلوکوکوس اپیدرمایس، لوکونوستوک مزتر و بییدس، استرپتوکوک‌های همولیتیک است و در مورد قارچ‌ها جنس‌های پسیلومایسس، کر ایزوسپوریوم، پنیسیلیوم، فوزاریوم و پیتیوم شناسایی شدند



بحث

Borchani و همکارانش که در سال ۲۰۰۹ در تونس انواع روش‌های خشک کردن مثل منجمد کردن، خشک کردن در آون و خشک کردن با نور آفتاب برای ماندگاری بیشتر فیبرهای کنسانتره چغندر قند مورد مطالعه قرار دادند که در این روش نیز از ماده ۱ و ۱ دی‌فنیل ۲- پیکریل هیدرازیل (یخ خشک) استفاده شد که دارای بالاترین مقدار فنل در یخ خشک است و باعث خشک شدن سریع و مهار بالای فعالیت‌های رادیکالی در فساد فیبرهای گیاهی می‌شود؛ در کاهش آلودگی و فساد چغندر قند مؤثر است ولی به دلیل اینکه در کارخانه‌های قند باید از چغندر قندهای تازه برای تهیه شربت خام استفاده کرد، این روش کارآمدی خود را در صنعت تولید قند از دست می‌دهد. همچنین در تحقیقات Lewis و Papavizas (۲۰۰۰) تأکید شده است که با بیوکنترول محصولات گیاهی می‌توان با عوامل فساد در آنها مبارزه کرد و باعث مهار رشد آنها شد. در این زمینه استفاده از قارچ‌ها و مخمرهایی که حالت آنتاگونیسم با میکروارگانیسم‌های دیگر دارند پیشنهاد شده است. همچنین مطالعات زیادی روی بیماری‌های گیاهی بذرهای انبار شده چغندر قند انجام شده است. به طور مثال، Bardin و همکاران (۲۰۰۴) در تحقیقی که روی بیماری ناشی از قارچ پیتیوم در دانه‌های چغندر قند انجام دادند، اثرات بیوکنترکی گیاهان دیگر مانند پوشال گشنیز، نخود، کتان و عدس را اثبات کردند. باتوجه به اینکه قارچ پیتیوم یکی از عوامل بیماریزا در هنگام کاشت چغندر قند و همین‌طور با در نظر گرفتن نتایج تحقیق حاضر، یکی از عوامل ایجادکننده آلودگی و

ضایعات در هنگام سیلو کردن غده‌های چغندر قند بشمار می‌رود پس امکان دارد در موارد محدودی بتوان منشاء بیماری و ضایعات مراحل کاشت و برداشت این گیاه را در بذرهای انبار شده آلوده به قارچ پیتیوم باشد. به همین دلیل است که اخیراً در مؤسسات تحقیقات و تولید بذر تمامی بذرهای چغندر قند را با قارچ‌کش‌ها ضد عفونی می‌گردند. Pandey (۱۹۹۸) نشان داد مراقبت از بذر گیاه قبل از کاشت، کاشت گیاه در زمان مناسب از سال برای بالا رفتن مقاومت گیاه در برابر بیماری‌ها، مراقبت از گیاه حین کاشت و انبارداری مناسب و رعایت اصولی از لحاظ تهویه و کنترل دما و رطوبت غده‌ها، در کنترل میزان کاهش فساد و آلودگی غده‌ها نقش بسزایی دارد. تعدادی از محققین نیز روی بهینه کردن شرایط فیزیکی نگهداری چغندر قند و عواملی که از آلوده شده آن در هنگام سیلو کردن، پیشگیری می‌کند، تحقیقاتی انجام داده‌اند، به عنوان مثال قرار دادن روپوش پلاستیکی روی چغندرهای سیلو شده، تمیز کردن تجهیزات برداشت چغندر قند، کاهش زمان نگهداری چغندر قند تا حد ممکن و یا استفاده از روش‌های بهداشتی هنگام سیلو کردن و... است. ولی تحقیق روی عوامل ضد میکروبی مؤثر بر آلودگی غده‌های سیلو شده چغندر قند بسیار کم صورت گرفته است (Ryerson et al; 2011).

مطالعاتی روی میکروارگانیسم‌های بیماریزای چغندر قند و پیشگیری از آنها در زمان کاشت گیاه انجام شده است. به عنوان مثال، اشرف منصوری و همکاران (۱۳۸۹) هیبریدهای مقاوم چغندر قند را معرفی کردند که به بیماری ویروسی پیچیدگی برگ در شرایط مزرعه مقاومت نشان می‌دادند.

مطالعات زیادی روی بیماری‌های گیاهی بذرهای انبار شده چغندر قند انجام شده است. به طور مثال، Bardin و همکاران (۲۰۰۴) در تحقیقی که روی بیماری ناشی از قارچ پیتیوم در دانه‌های چغندر قند انجام دادند، اثرات بیوکنترکی گیاهان دیگر مانند پوشال گشنیز، نخود، کتان و عدس را اثبات کردند



تا ۸۰ درجه سانتی‌گراد قرار می‌گیرد که در این دما اغلب فرم‌های رویشی باکتری‌ها از بین می‌روند.

در نتایج حاصل از تأثیر دو ماده شیمیایی هیپوکلریت کلسیم و هیپوکلریت سدیم روی باکتری‌ها و قارچ‌های جداسازی شده از چغندر قند مشاهده شد که هر گروه از باکتری‌ها و قارچ‌ها در یک غلظتی مهار و یا کشته می‌شوند و همچنین قارچ‌ها در مقایسه با باکتری‌ها برای مهار یا کشته شدن به غلظت‌های بالاتری از این مواد شیمیایی نیاز دارند پس برای نگهداری چغندر قند در شرایط عاری از آلودگی‌های قارچی و باکتریایی باید غلظتی که توانایی مهار یا کشتن همه فساد میکروبی چغندر قند را داشته باشد، در نظر گرفت که در این تحقیق پیشنهاد می‌شود از غلظت $1/25 \text{ (mg/ml)}$ هیپوکلریت کلسیم و $1/78 \text{ (mg/ml)}$ هیپوکلریت سدیم برای MIC یا مهار فساد میکروبی و از غلظت $2/5 \text{ (mg/ml)}$ هیپوکلریت کلسیم و $3/7 \text{ (mg/ml)}$ هیپوکلریت سدیم برای MBC و MFC یا کشتن آلودگی‌های میکروبی در چغندر قند استفاده بشود.

جمع‌بندی

در این بررسی انواع مختلف باکتری‌های گرم مثبت شامل کوکسی‌ها و باسیل‌ها، همچنین قارچ‌های متفاوتی از چغندرهای سیلوشده جداسازی شد. برخی از این میکروارگانیسم‌ها حتی پس از فرآیند تولید شربت که در حرارت‌های ۷۰ تا ۸۰ درجه سانتی‌گراد انجام می‌شود نیز به شکل فعال وجود داشتند که می‌توانند در فرآیند تولید قندوشکر چه از لحاظ صنعتی و چه از لحاظ بهداشتی تأثیرگذار باشند. شرایط فعلی نگهداری چغندر قندهای برداشت شده در کارخانه‌های تولید قندوشکر به صورتی است که موجب فراهم آمدن زمینه فساد میکروبی آنها بخصوص فساد باکتریایی و قارچی در آنها می‌شود. در میان گونه‌های شناسایی شده در این تحقیق، انواع بیماریزای مطلق مانند استافیلوکوکوس ارئوس نیز وجود داشتند. مبارزه و جلوگیری از رشد این میکروارگانیسم‌های بیماریزا و فرصت‌طلب در سیلوهای نگهداری چغندر قند برای حفظ سلامت محصولات تولید شده اهمیت زیادی دارد و موجب می‌شود از لحاظ بهداشتی و اقتصادی نیز با ضایعات کمتری مواجه شویم. از این‌رو دو ماده شیمیایی هیپوکلریت کلسیم و هیپوکلریت سدیم به دلیل وجود چند خصوصیت مهم که عبارتند از ارزان و در دسترس بودن برای استفاده در واحدهای صنعتی، داشتن خاصیت ضد میکروبی قوی روی طیف وسیعی از میکروارگانیسم‌ها، تغییر ندادن کیفیت و ارزش غذایی چغندر قند و نداشتن اثر سوء بر سلامتی انسان، روی چغندر قندهای در حال فساد مورد استفاده قرار گرفتند.

روزبه و همکاران (۱۳۹۰) از نانوذرات نقره برای کنترل آلودگی این گیاه در کشت بافت استفاده کردند. همچنین آقای سیفی (۱۳۸۴) برای کنترل زیستی پاتوژن‌های قارچی گیاهی (بیماری‌های بعد از برداشت) با استفاده از مخمرها، راهکارهای عملی برای کنترل میکروبی ارائه داد که شامل آنتاگونیست با انتشار توده میکروبی، آفت‌کش‌های میکروبی و بهره‌گیری از کنترل میکروبی طبیعی است. اما در کشور ما با وجود این که فساد چغندر قند در زمان سیلوکردن یکی از مهم‌ترین مشکلات کارخانه‌های قند است، مطالعه خاصی در زمینه میزان آلودگی و نوع میکروارگانیسم‌های عامل فساد در بذر و غده‌های چغندر قند و نحوه پیشگیری از بروز آنها انجام نشده است. به همین منظور بر آن شدیم مطالعه در این زمینه را با بررسی میکروارگانیسم‌های عامل فساد آغاز کنیم و در تحقیقات بعدی راه کارهای کنترل آن را پیشنهاد نماییم. عوامل میکروبی جداسازی شده در این تحقیق جزو میکروارگانیسم‌های هوازی یا بی‌هوازی اختیاری هستند که همگی توانایی تجزیه ساکارز را دارند. پس چنانچه هر یک از این گونه‌های شناسایی شده در شرایط مطلوبی از لحاظ دما (برای قارچ‌ها بین ۲۵ تا ۲۸ و برای باکتری‌ها بین ۳۷ تا ۴۰ درجه سانتی‌گراد) و pH (قارچ‌ها کمی اسیدی و باکتری‌ها خنثی) و غلظت ساکارز موجود در چغندر قند قرار بگیرند، دارای حداکثر رشد در کوتاهترین زمان هستند. البته بعضی از گونه‌های باکتری مانند باسیلوس برویس، باسیلوس پومیلوس، باسیلوس استئاروترموفیلوس و کلستریدیوم ترموساکارولیتیکوم که اسپورزا نیز هستند قادر به تحمل دمای ۶۵ تا ۷۰ درجه سانتی‌گراد و pH بین ۵ تا ۷ هستند و قارچ‌های جداسازی شده نیز می‌توانند دمای کمتر از ۲۰ درجه سانتی‌گراد را تحمل کنند (Shah, ۱۹۹۹). در میان باکتری‌های جداسازی شده انواع بیماریزا مانند استافیلوکوکوس ارئوس و استافیلوکوکوس ساپروفیتیکوس و انواع بیماریزای فرصت‌طلب مانند استافیلوکوکوس اپیدرمیدیس مشاهده شدند (Brooks et al; 2010). لازم به ذکر است شربت قند در زمان تهیه در معرض دمای ۷۰

در کشور ما با وجود این که فساد چغندر قند در زمان سیلوکردن یکی از مهم‌ترین مشکلات کارخانه‌های قند است، مطالعه خاصی در زمینه میزان آلودگی و نوع میکروارگانیسم‌های عامل فساد در بذر و غده‌های چغندر قند و نحوه پیشگیری از بروز آنها انجام نشده است

قلب رنگبری

بررسی تحلیلی بنیان‌های موازنه جرم سیستم کوره گوگرد

نویسنده: مهدی یاراحمدی

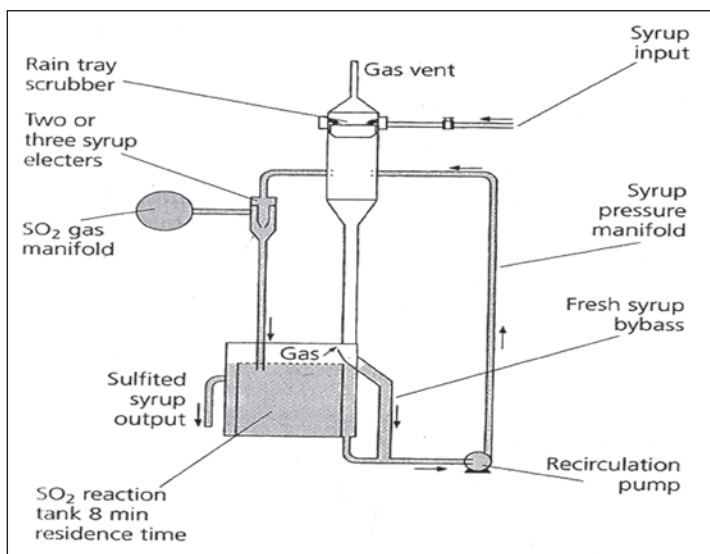
دانشجوی دکتری تخصصی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

کلید واژه: کوره گوگرد، سولفیتاسیون، درصد هوای اضافی، فرضیه برهمکنش سفید

چکیده

یکی از مهم‌ترین ارکان کارخانه‌های تصفیه شکر بخش رنگبری است. در این بخش محلول شکر زرد بخش مهمی از رنگدانه‌های خود را از دست داده و تبدیل به شکر سفید می‌شود. در بخش رنگبری، گاز SO_2 نقشی حیاتی بازی می‌کند. SO_2 علاوه بر تغییر اسیدیته شربت، با تغییر خواص فیزیکی رنگدانه‌های شکر موجبات حذف آنها را پدید می‌آورد.

نگارنده این مقاله تلاش کرده است با بررسی علمی و عملی واحد تولید گاز SO_2 به انجام محاسبات موازنه جرم مرتبط با کوره گوگرد بپردازد. این محاسبات در کنار توصیف تحلیلی انحرافات موجود در جداول برخورد مؤثر بین مواد گوناگون در واکنش سوختن نشان می‌دهد، که این انحرافات ناشی از افزایش آنتروپی طبق پدیده‌ای که نگارنده آن را پیش‌بینی کرده و در قالب فرضیه برهمکنش سفید می‌نامد، رفتار می‌کند. این نظریه به ما می‌گوید، که این انحرافات از حالت ایده‌آل در میزان برخوردهای مؤثر در واکنش‌هایی مانند سوختن، می‌تواند به دلیل وجود رفتار مواد بی‌اثر از منظر شیمیایی و خنثایی مانند نیتروژن در سیستم‌های دینامیک خطی باشد. رفتاری که معمولاً در پدیدارشناسی مهندسی شیمی با در نظر گرفتن حالت ایده‌آل برای سادگی محاسبات نادیده گرفته می‌شود.



مقدمه

رنگ یکی از حیاتی‌ترین کمیت‌های مورد بررسی در تولید شکر سفید است. در تولید شکر زرد معمولاً کمیت رنگ اهمیت چندان زیادی ندارد، اما در تولید شکر سفید یکی از ۳ پارامتر اصلی اندازه‌گیری شده، رنگ نهایی شکر سفید است. کار از بین بردن رنگ دانه‌ها در کارخانه شکر سفید برعهده واحد رنگبری است، که بلافاصله پس از واحد تصفیه قرار دارد.

یکی از مهم‌ترین فرایندهای موجود در رنگبری، فرایند سولفیتاسیون است. این فرایند به منظور تأمین گاز SO₂ جهت رنگبری از محلول شکر زرد صورت می‌گیرد. این عملیات برای از بین بردن نمک‌های قلیایی، قلیایی خاکی و گاهی آهنی و رنگدانه‌های لیکور بسیار مؤثر است. طبق این فرایند گاز SO₂ در کوره گوگرد تولید می‌شود. این گاز پس از خروج از کوره گوگرد و سرد شدن، وارد یک برج مایع - گاز شده و در تماس با شربت ضمن تغییر pH شربت، آن را برای مرحله بعدی رنگبری در فیلترهای شمعی که از طریق جمع‌آوری دانه‌های رنگبری به کمک زغال اکتیو پر قدرت یونی مثل نوریث و کمک صافی پوشیده روی پارچه‌های فیلتر صورت می‌گیرد.

بررسی منابع موجود درباره واحد سولفیتاسیون در کتب مرجعی که وجود دارد، نشان می‌دهد، که در این کتاب‌ها اصول بنیانی محاسبات در مورد واحد سولفیتاسیون مورد غفلت قرار گرفته است. متأسفانه این معضل حتی در مراجع معتبر مهندسی قند مانند دایره‌المعارف مهندسی نیشکر اثر هوگو (Hugot, 1986:417-23)، دایره‌المعارف نیشکر اثر پروفیسور چن و چو (Chen & Chou, 1993:240-3)، تکنولوژی قند اثر واندرپول، شویک و شوارتز (Van Der Pole and Others, 1998: 567-9)، از انتشارات Bartens، نیز دیده می‌شود.

این نکته که پایه محاسبات صورت گرفته از دستگاه‌های موجود در صنعت نیشکری ایران است و محاسبات نیازمند تطبیق با ویژگی دستگاه‌های مورد استفاده در ایران را ندارد، از مزیت‌های این محاسبات است. نگارنده برای ساده‌تر کردن پیچیدگی‌های محاسباتی از فرضیاتی مانند حاکم بودن شرایط متعارفی استفاده کرده است. زیرا اصول بنیانی کار محاسبات کارکرد کوره توسط محققان این مقاله صورت گرفته و تنها معادلات و محاسبات نیازمند دقت بیشتر محققان است.

از سوی دیگر نگارنده این مقاله، در مقاله سولفیتاسیون ششم به بررسی چگونگی کارکرد سیستم کوره استاندارد امروزی بر مبنای سیستم خلاً پرداخته است. (یاراحمدی مهدی / فرخی علی، ۱۳۹۰: ۱۱) نظر به عدم‌آشنایی احتمالی برخی از علاقه‌مندان، پیشنهاد می‌شود، که این مقاله مورد توجه محققان قرار گیرد.

سؤالی که در این مقاله تلاش می‌شود، که به آن پاسخ داده شود، این است که:

* اصول بنیادی محاسبات کوره گوگرد (با نیروی رانش خلاً) به چه صورت می‌تواند باشد.

فرضیه‌هایی که در پاسخ این سؤال مطرح است:

* سیستم در حالت حقیقی دارای رفتار دینامیک

غیرخطی و شرایط متعارفی است.

* ذرات خنثی باعث افزایش بی‌نظمی در سیستم می‌شوند.

رنگبری

رنگبری بخشی از واحد تولید شکر سفید است، که در آن دانه‌های رنگی یا رنگدانه‌ها از شربت لیکور حذف می‌شوند. البته باید توجه داشت، که جدا کردن همه ترکیبات رنگی در بخش رنگبری کاری دشوار است. زیرا رفتار رنگدانه‌ها مشابه یکدیگر نیست. رنگدانه‌های موجود در شربت شکر حل شده یا به اصطلاح لیکور شامل چهار گروه ترکیبات است. این ترکیبات عبارتند از: ترکیبات فنولی، ملانوییدین‌ها، کارامل‌ها و ترکیبات حاصل از اینورت‌ها. (Chen & Chou, 1993)

فنول‌ها ترکیباتی هستند، که در آنها یک یا چند عامل هیدروکسی مستقیماً به حلقه آروماتیک متصل هستند. (خورگامی، ۱۳۶۳: ۱۲۹) بر حسب تعداد گروه هیدروکسی می‌توان آنها را به فنول‌های یک، دو تا چند عاملی تقسیم کرد. ترکیبات فنولی نتیجه ترشح آنزیم‌های گیاهی در نیشکر هستند. مهم‌ترین ویژگی این ترکیبات حساسیت ایشان به تغییرات اسیدیته است.

ملانوییدین‌ها مواد تیره رنگی هستند، که تحت واکنش میلارد از واکنش قندها با پروتئین‌ها و اسیدهای آمینه به‌دست می‌آیند. گرچه مقدار این پروتئین‌ها در شکر بسیار کم است، اما خاصیت رنگ‌دهی آنها بسیار زیاد است. (Chen & Chou, 1993)

این مواد، پلیمرهایی با وزن ملکولی بالای 10000 هستند. از خواص جالب این مواد تغییر بار ایشان در اسیدیته متفاوت است. زیرا این مواد در $pH < 5$ خاصیت کاتیونی و در $pH > 6$ خاصیت آنیونی دارند. این ترکیبات قطبی هستند و با مبدل‌های یونی به خوبی حذف می‌شوند.

کارامل‌ها سومین گروه از رنگدانه موجود در لیکور هستند، که از تجزیه ساکاروز در دمای بالا به‌دست می‌آیند. کارامل‌ها مخلوطی از ترکیبات کمپلکس ایجاد می‌کنند، که بسیار رنگی هستند. بر حسب شدت واکنش‌های موجود این مواد ممکن است، قهوه‌ای، سیاه یا به رنگ دیگر باشند. (آرتورشارپ، ۱۳۸۱: ۱۳۷) این مواد دارای وزن ملکولی بالای ۱۰۰۰۰ هستند. کارامل‌ها از تجزیه ساکاروز در بالای $120^{\circ}C$ به‌دست می‌آیند. این مواد در $pH = 7/2$ کمی یونیزه می‌شوند. کارامل کمی قطبی است و با زغال فعال به‌خوبی حذف می‌شود. (Rein, 2007: 538)

چهارمین گروه ترکیبات رنگی موجود در لیکور از ناحیه مواد تولید شده از واکنش اینورت است. مهم‌ترین این مواد

گلوکوز و فروکتوز است. در ناحیه اسیدیته بالا، این مواد مظنون به تشکیل رنگ سیاه هستند. این دو ماده از طریق تولید یک ماده پلیمری ممکن است که رنگ قهوه‌ای را وارد سیستم کنند.

قسمت مهمی از مواد رنگی دارای عامل اسیدی کربوکسیل از گروه اسیدهای ضعیف هستند. کربوکسیلیک اسیدها و مشتقات آنها همان ترکیبات کربونیل دار هستند، که گروه اسیل آنها به یک اتم الکترون‌گاتیو از قبیل اکسیژن، نیتروژن، گوگرد یا یکی از عناصر هالوژن متصل شده است. (مک موری، ۱۳۷۹: ۳۶۱) این عوامل اسیدی به صورت یون‌های آنیونی عمل کرده در سطوح کاتیونی جذب و جدا می‌شود. گرچه گروه‌های فنولی مثل اسیدهای ضعیف در pH معمول واحدهای تصفیه شکر نیستند، ولی در مجاورت یون‌ها و ترکیبات قطبی مانند ترکیبات قطبی عمل کرده و می‌توانند جذب مواد جاذب شوند.

مهم‌ترین ویژگی این ترکیبات این است که برای از بین بردن این رنگدانه در واحد رنگبری ما نیازمند عملیات جذب سطحی هستیم. از آنجا که بسیاری از این رنگدانه‌ها دارای ویژگی یون‌های آنیونی هستند، انتخاب یک بستر مناسب جذب سطحی متمایل به بار مثبت برای جذب این ذرات کار چندان دشواری نخواهد بود.

اگر چه گروه رنگدانه‌های فنولی برخلاف گروه‌های کربوکسیلی فاقد خاصیت‌های یونی هستند و توسط جاذب‌های یونی به خوبی جذب نمی‌شود. البته باید توجه داشت که میزان pH در ترکیبات همگن لیکور می‌تواند نقش بسزایی در حلالیت و جذب مواد داشته باشد.

در عملیات جذب سطحی نیروهای واندروالس و لاندن تأثیر زیادی دارند. (Chen & Chou, 1993: 461) همچنین عامل آنتروپی می‌تواند دارای تأثیرات مثبت یا منفی بروی فعالیت رنگبری سیستم باشد. در محلول‌های با وزن ملکولی بالا و قطبی بودن کم افزایش آنتروپی عامل منفی برای رنگبری به حساب می‌آید.

مکانیزم عمل جذب سطحی به‌وسیله چند فرایند صورت می‌گیرد. جهت عملیات جذب لازم است لیکور در مدت زمان معینی در مجاورت مواد جاذب قرار گیرد. متأسفانه از آنجا که مکانیزم واکنش به‌درستی روشن نیست، کوشش‌های انجام شده جهت پیش‌بینی زمان دقیق تاکنون به نتیجه نرسیده است. هر چند به‌صورت کلی روشن شده است، که مواد جاذب با دانه‌بندی ریزتر زمان کمتری جهت انجام واکنش نیاز دارند.

مقدمات رنگبری در مراحل بعدی به‌وسیله تولید، انتقال و امتزاج گاز SO₂ به لیکور است. گاز SO₂ از سوزاندن گوگرد تقریباً خالص در مجاورت هوا به‌دست می‌آید. گاز به‌دست آمده پس از سرد شدن، با شربت در یک برج مایع گاز مختلط می‌شود. این گاز پس از ورود به شربت تولید اسید سولفورو H₂SO₃ می‌نماید. این اسید با مواد رنگی و ترکیبات آنها واکنش داده و باعث از بین رفتن مواد رنگی می‌شود. (مصباحی، ۱۳۸۲: ۱۹۰) در مجموع می‌توان گفت، واحد سولفیتاسیون سه عمل مهم را در تصفیه شکرخام انجام می‌دهد.

۱. رنگ‌زدایی نخستین فرایند مهم این پروسه است. سولفیتاسیون با جذب رنگدانه یا کاهش شدید رنگسازي این مواد از توسعه رنگ شربت جلوگیری می‌کند و رنگ شکر سفید نهایی را به میزان زیادی کاهش می‌دهد.

۲. ساده کردن عملیات تغلیظ یکی دیگر از ویژگی‌های تزریق گاز به لیکور است.

۳. آخرین ویژگی خاصیت ضد عفونی‌کنندگی شربت لیکور است. این خاصیت ضدبakterی اهمیت زیادی در سیستم دارد.

واحد سولفیتاسیون عموماً شامل دو بخش عمده است. بخش اول که شامل چهار جزء است، کار تولید گاز SO₂ را برعهده دارد. اجزای این بخش شامل بخش خوراک‌دهی، کوره گردان، محفظه پس از احتراق به‌عنوان بخش انباره است. بخش دوم بخش مصرف سولفیتاسیون است، که شامل ۳ جز خنک‌کننده گاز، برج گوگرد و فن مکش گاز SO₂ می‌شود. (برای آشنایی به چگونگی کارکرد کوره گوگرد، نگ: یاراحمدی مهدی / فرخی علی، ۱۳۹۰: ۱۱) نگارنده در این مقاله قصد دارد، تا اصول بنیانی محاسبات موازنه جرم را در مورد ترکیبات موجود در کوره گوگرد و تولید گاز SO₂ صورت دهد. این محاسبات به‌کاربران و محققان کمک خواهد کرد، تا درک بهتری نسبت به واکنش‌ها و مکانیسم آن در کوره گوگرد داشته باشند.

سیستم‌های گوناگونی از سولفیتاسیون شربت وجود دارد. برخلاف ایران که در سیستم‌های نیشگری یک مرحله آهک‌زنی و سپس حذف ذرات گل و سپس مرحله سولفیتاسیون قرار دارد، در کشورهای دیگر از روش‌های دیگر استفاده می‌شود. برای مثال در هندوستان مرحله سولفیتاسیون بین دو مرحله آهک‌زنی قرار دارد و در جزیره موریس دو مرحله آهک‌زنی و سپس یک مرحله سولفیتاسیون قرار دارد. (شیخ‌الاسلامی، ۱۳۸۲: ۶۲)

نظریه برهمکنش سفید

ساده مورد نیاز ما در فرایند سولفیتاسیون، گاز SO₂

سولفیتاسیون

همانگونه که گفته شد، وظیفه اصلی سولفیتاسیون تهیه

اگر چه گروه

رنگدانه‌های

فنولی برخلاف

گروه‌های

کربوکسیلی فاقد

خاصیت‌های یونی

هستند و توسط

جاذب‌های یونی

به‌خوبی جذب

نمی‌شود. البته

باید توجه داشت

که میزان pH در

ترکیبات همگن

لیکور می‌تواند

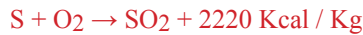
نقش بسزایی در

حلالیت و جذب

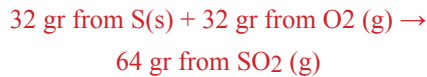
مواد داشته باشد



است. این ماده از واکنش احتراق گوگرد نسبتاً خالص به دست می آید. واکنش سوختن گوگرد یک واکنش گرمازا و در دمای ۳۶۳°C صورت می گیرد. شکل این واکنش به صورت زیر است:



از منظر استوکیومتری واکنش ترکیب بالا به صورت زیر نوشته می شود:



در این واکنش یکی از مسائل مهم محاسبه اکسیژن ورودی است. زیرا اکسیژن ورودی در سیستم رانش خلأ به سبک اروپا از منابع خالص تأمین نمی شود، بلکه از هوای آزاد گرفته می شود و در واکنش شرکت داده می شود. در سیستم کوره گوگرد ایرانی که بسیار ساده بوده و در واحدهای امیرکبیر، دعبیل خزاعی و حکیم فارابی براساس فشار کار می کند، هوا از منابعی مانند هوای مورد استفاده ابزار دقیق تأمین می شود. در سیستم اروپایی مشکل نشتی گاز بسیار کمتر است، اما در سیستم ایرانی تزریق گاز بهتر صورت می گیرد.

هوا خود ترکیبی از چند گاز است، که ۲۳,۱۵ درصد وزنی آن اکسیژن است. به این ترتیب در هر واحد مولی هوا در حدود ۷۶,۸۵ درصد از ترکیبات دیگر به ویژه ترکیبات نیتروژنی است، که به صورت عامل خنثی وارد مجموعه شده و از آن خارج می شوند. این ترکیبات در واکنش گوگرد بی اثرند، اما اگر تأثیر این ترکیبات خنثی نیست، سیستم سوختن گوگرد دارای پیچیدگی هایی می شود که تنها در سیستم های آشوب گونه دیده می شود.

در این واکنش هر چند موازنه واکنش مقادیر مشابهی از ظرفیت وزنی گوگرد و اکسیژن را برای واکنش لازم می بیند، اما به دلیل ناکامل بودن برخی از واکنش ها و این نکته که واکنش مربوط به سوختن گوگرد است، اکسیژن عامل محدود کننده است. یکی از دلایل این پدیده جالب، دخالت مولکول های نیتروژن در برخورد بین اتم ها بدون واکنش شیمیایی است.

این برخوردها، تأثیر منفی در برخورد و واکنش اکسیژن و گوگرد دارد. شاید به همین دلیل باشد، که به رغم حفظ نسبت ثابت استوکیومتری با این حال سیستم تمایل دارد، که از هوای اضافی برای افزایش سرعت واکنش استفاده کند. استفاده از هوای اضافه هر چند منجر به تکمیل واکنش سوختن گوگرد می شود، اما به دلیل وجود حجم گسترده تر نیتروژن که به عنوان ماده خنثی عمل می کند، منجر به

کاهش فشار جزیی گاز در ترکیب نهایی می شود. البته شاید بتوان گفت، که تعداد ملکول نیتروژن و اکسیژن در ترکیب به نسبت ثابتی باقی می ماند و باز هم به ازای هر ۲۳ درصد وزنی ملکول اکسیژن هنوز ۷۷ درصد وزنی ملکول نیتروژن وجود دارد. اما افزایش کمی تعداد ملکول های اکسیژن در سیستم به رغم رشد تعداد ملکول های نیتروژن احتمالاً منجر به افزایش تعداد برخوردهای مؤثر بین اکسیژن و گوگرد در دمای ثابت معین خواهد شد. برخوردهایی که نتیجه نهایی آن، کامل تر شدن واکنش سوختن گوگرد است. جدول داده شده به وسیله سازنده سیستم کوره در صفحات بعد می تواند تأیید کننده مطلب فوق باشد.

از سویی تأثیرات نیتروژن نیز دارای اهمیت خاصی است. زیرا هر چند ظاهراً این ماده در واکنش شرکت نمی کند، اما برخوردهای میان گوگرد و اکسیژن می تواند، منجر به تولیدات بسیار کمی از مواد غیر دلخواه مانند NO شود. از سوی دیگر از آنجا که اندازه قطر ملکول نیتروژن خیلی کمتر از قطر ملکول اکسیژن نیست، برخوردهای میان این دو می تواند به عنوان عامل منحرف کننده عمل کند. نخستین تأثیر این پدیده کاهش اندازه پوشش آزاد متوسط است. پوشش آزاد متوسط فاصله ای است، که یک ملکول بین دو برخورد متوالی طی می کند. (اتکینز، ۱۳۷۹: ۴۶) تأثیر ثانویه، کاهش تعداد برخورد مطلوب بین اکسیژن و گوگرد است. زیرا طبق فرضیه سیستم های تطبیقی نیتروژن چه در واکنش شرکت کند و چه در واکنش شرکت نکند، در هر صورت از عوامل افزایش آنتروپی در سیستم است. در نتیجه باید در جایگاه های متفاوت انتظار حضور خواسته یا ناخواسته آن را در محاسبات داشته باشیم. (یاراحمدی، ۱۳۸۲: ۱۳)

این پدیده یعنی نظریه برهم زدن تئوری موازنه واکنش سوختن بر اثر دخالت ملکول های خنثی همراه و نیاز به افزایش یکی از مواد اولیه به منظور تکمیل وضعیت واکنش و جلوگیری از به وجود آمدن مواد غیرمطلوب را نگارنده نظریه برهمکنش سفید می نامد. این نظریه در توجیه پدیده هایی است که در نهایت منجر به نیاز ما برای اضافه کردن هوای ورودی به سیستم می شود. هر چند در سینیتک واکنش تعداد برخورد مؤثر، خود تأثیر پذیرفته از عواملی مانند دما است. اما به نظر می رسد طبق نظریه فوق باید در محاسبات خود در مورد مول های اضافه شرکت کننده در واکنش که همواره به میزان کمی نیز از آنها مصرف می شود و واکنش های موازی ناخواسته و همچنین برخورد مواد همراه و منحرف کردن مواد اولیه به ویژه در گازها هم در واکنش ها را برای انحرافات از حالت تعادل واکنش در نظر گرفت. هر چند این انحراف معمولاً مقادیر زیادی نیستند،

دخالت مولکول های نیتروژن در برخورد بین اتم ها بدون واکنش شیمیایی، تأثیر منفی در برخورد و واکنش اکسیژن و گوگرد دارد. شاید به همین دلیل باشد، که به رغم حفظ نسبت ثابت استوکیومتری با این حال سیستم تمایل دارد، که از هوای اضافی برای افزایش سرعت واکنش استفاده کند

مفروض حضور ندارد. در مورد هوا وموازنه آن می توان نوشت.
(استاتیک خطی)

$$2 \text{ Kg O}_2 \times (100 \text{ Kg Air} / 23 \text{ Kg O}_2) = 8.7 \text{ Kg Air}$$

$$8.7 \text{ Kg Air} \times (1 \text{ kgmol Air} / 29 \text{ Kg Air}) = 3 \text{ Kgmol Air}$$

$$\text{Excess Air: } 2 \times 3 = 6 \text{ Kgmol Air}$$

$$. 6 \text{ Kgmol Air} \times (29 \text{ Kg Air} / 1 \text{ Kgmol air}) = \\ 17.4 \text{ Kg Air Enter Oven (\% Weight)}$$

$$. 6 \text{ Kgmol Air} \times (22.4 \text{ m}^3 \text{ Air} / 1 \text{ Kgmol Air}) = \\ 13.44 \text{ m}^3 \text{ Air (\% Volume) Enter Reaction}$$

$$13.44 \text{ m}^3 \text{ Air} - 1.4 \text{ m}^3 \text{ O}_2 \text{ From Air Reaction} \\ \text{with Sulfur} = 12.04 \text{ m}^3 \text{ Air without reaction}$$

شرکت سازنده دستگاه جدولی در اسناد خود قرار داده است، که طبق آن وجود هوای اضافه بیشتر منجر به نیاز به دمای پایین تری برای عملیات کوره است. (هیمل بلاو، ۱۳۷۹: ۲۰۹) البته جدول در ردیف دوم، سوم و چهارم به ما می گوید، که افزایش هوای اضافه منجر به کاهش غلظت وزنی، حجمی و چگالی گاز می شود. (Skoda Document For Sulfur Oven , 2004: 5)

در نگاه اول شاید به نظر برسد، که بهره برداری در چنین شرایطی ممکن است، بهتر باشد. زیرا عملیات جذب گاز با غلظت کمتر در زمان بیشتر و با کیفیت بهتری صورت می گیرد. یا اینکه غلظت گاز کمتر در سیستم منجر به کارایی و افزایش طول مدت عمر دستگاه ها می شود. اما در عمل چنین نیست.

باید توجه داشت، که پایین تر بودن غلظت گاز در مخلوط گازی که به طرف برج می رود، به معنی افزایش غلظت هوا است. این بدان معناست، که سیستم برای کاهش pH یک المان در یک زمان محدود که برای تمام درصدهای هوای اضافی یکسان است، نیازمند مقدار دبی بیشتری است.

افزایش دبی به معنای کاهش فشار محلول گاز SO₂ در سیستم سولفیتاسیون است. زیرا مکنده تأمین کننده خلأ دارای دبی ورودی ثابتی است و از طرفی برای تأمین خلأ نیازمند آن است، که در هر زمان ممکن دبی موجود در کل بخش سولفیتاسیون، پایین تر از دبی مکنده باشد. (چرا؟) این امر منجر به کاهش فشار در سیستم سولفیتاسیون شده و موجب برهم خوردن آرامش و پایداری سیستم می شود. تبعات این امر می تواند، به رغم بسته بودن سیستم، منجر به پیچیدگی های آشوبناک در سیستم شود، که مهار این وضعیت بسیار دشوار است.

اما اهمیت توصیفی ایشان در رفتار ذرات ملکولی اهمیت زیادی دارد. به این ترتیب افزایش انتروپی بر اثر برهمکنش سفید اتم های خنثی جایگاهی ویژه در سینتیک واکنش می یابد. در نظر این وضعیت گامی رو به جلو در جهت تغییر تفکر محاسبات مهندسی شیمی از حالت استاتیک خطی به وضعیت دینامیک غیر خطی است.

تئوری احتراق کوره

تئوری احتراق کوره برای سیستم های گوناگون قابل اجرا است. نگارنده به دلیل دسترسی به واحدهای ششم و هفتم شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی و همچنین اثر کاربردی مستقیم این محاسبات در صنعت نیشکر، مبنای کار خود را کوره گوگرد واحدهای فارابی و دهخدا در نظر گرفته است. در سیستم سولفیتاسیون کارخانه های ششم و هفتم، در هر دوره تغذیه سیستم کوره گوگرد، دستگاه خوراک دهی ۲ کیلوگرم گوگرد به سیستم وارد می کند. مقدار مول گوگرد در هر دوره مصرف به شکل زیر به دست می آید:

$$2 \text{ kg S} \times (1 \text{ Kgmol} / 32 \text{ kg S}) = 0.0625 \text{ Kgmol S}$$

از منظر موازنه مصرف گوگرد و اکسیژن در مقادیر تعیین شده به شکل زیر است:



$$.0625 \text{ Kgmol S} + .0625 \text{ Kgmol O}_2 = .0625 \text{ Kgmol} \\ \text{SO}_2 \sim E$$

در مبنا میزان مصرف اکسیژن به شکل زیر تعریف می شود:

$$32 \text{ Kg O}_2 \times (100 \text{ Kg Air} / 23 \text{ Kg O}_2) = \\ 140 \text{ Kg Air Need for Combustion in General State}$$

$$140 \text{ Kg Air} \times (1 \text{ Kgmol Air} / 29 \text{ Kg Air}) = 4.82 \\ \text{Kgmol Air Need for Such State}$$

$$.0625 \text{ Kgmol O}_2 \times (22.41 \text{ m}^3 \text{ O}_2 / 1 \text{ Kgmol})$$

$$= 1.4 \text{ m}^3 \text{ O}_2 (\% \text{ Volume) Enter Reaction with} \\ 2 \text{kg S}$$

اما هوایی که در واکنش شرکت می کند، دارای ویژگی های خاصی است. مثلاً دارای درصد هوای اضافی به میزان دو برابر نیاز است. همچنین بخشی از این هوا که دارای ترکیبات نیتروژنی و غیره است، در واکنش به صورت

باید توجه داشت، که پایین تر بودن غلظت گاز در مخلوط گازی که به طرف برج می رود، به معنی افزایش غلظت هوا است. این بدان معناست، که سیستم برای کاهش pH یک المان در یک زمان محدود که برای تمام درصدهای هوای اضافی یکسان است، نیازمند مقدار دبی بیشتری است

جدول ارائه شده سازنده برای درصد هوای اضافی
Skoda Document For Sulfur Oven , 2004

N	۱	۲	۳	۴	۵
T _{ad} (°K)	۱۹۶۰	۱۴۶۰	۱۱۹۰	۹۰۰	۷۱۰
X _M	۳۷/۶	۲۰/۸	۱۴/۳	۱۰/۹۶	۹/۶
X _V	۲۰/۹	۱۰/۴	۶/۹	۵/۲۲	۴/۱۷
W _o (Kg/m ³)	۱/۵۸۵	۱/۴۳۶	۱/۲۷۸	-	-

سرامیکی است، که در بالای مجموعه قرار دارد و در تمام خط سیستم مکشی ناشی از خلأ ایجاد می کند. این خلأ، که به دلیل اختلاف فشار تمایل به جذب هوا دارد، عامل اصلی جذب هوا در محفظه پس از احتراق است.

اما دومین عامل جذب هوا ناشی از اختلاف جرم است. همانگونه که گفته شد، برای تشکیل گاز دی اکسید گوگرد ما نیازمند یک جزء اکسیژن از دو جزء موجود بودیم. زمانی که این جزء اکسیژن هوا در واکنش مصرف شد، به گونه ای خودبه خودی سیستم تمایل به جذب اکسیژن از منابع خارجی متصل به خط دارد. این منبع خارجی هوای خارج از محفظه است، که به وسیله یک مسیر که بر سر راه آن یک شیر پروانه ای گذاشته شده، به محفظه وصل است. هوا از طریق این محفظه به میزان بسیار کمی وارد مجموعه شده و نیروی محرکه فشار مکملی را برای مکش پروانه در بالا ایجاد می کند، که در نهایت منجر به صعود گاز به سوی خنک کننده و برج گوگرد می شود.

سومین پدیده مؤثر ناشی از پدیده های انتقال است. در این مورد انتقال از طریق اختلاف حرارت که به وسیله سیال های حامل انرژی در سیستم مورد نظر ما ایجاد می شود، پدیده ای نامطلوب برای ما است. طبق قوانین بنیادین انتقال حرارت، سیال با دمای بیشتر در یک سیستم تمایل به حرکت به سوی محلی را دارد، که دمای پایین تری دارد. این پدیده به نام همرفتی نیز مشهور است. معادلات مربوط به این پدیده را نخستین بار نیوتون فیزیکدان نابغه انگلیسی ابداع کرد، که به معادلات انتقال حرارت جابه جایی یا معادلات سرمایش نیوتون مشهورند. (مک کیب و دیگران، ۱۳۸۱: ۲۸۹) اما محفظه پس از احتراق که ما آن را اختصاراً مپا می نامیم، چون جهت انتقال حرارت برخلاف جهت پدیده انتقال جرم و مومنتوم است، همرفتی به صورت بسیار ضعیفی صورت می گیرد.

وقوع همرفتی در مپا به معنی خروج گازهای داغ دی اکسید گوگرد SO₂ و هوا از داخل مجموعه و از راه شیر پروانه ای ورودی هوا به سوی خارج است. باید در نظر داشت،

علائم اختصاری عبارت هستند، از:

N: درصد هوای اضافی موجود در سیستم
T_{ad}: دمای آدیباتیک احتراق براساس درجه کلین، تحت شرایطی که واکنش کامل است.
X_M: درصد وزنی غلظت SO₂
X_V: درصد حجمی غلظت SO₂
W_o: چگالی ویژه در گاز SO₂ خروجی حاصل از احتراق در دمای ۲۷۳°K و فشار ۱ atm

اما در این واکنش همه هوای ورودی به سیستم وارد واکنش نمی شود. تنها اکسیژن آن هم به میزان تعیین شده در بالا وارد ترکیب با گوگرد می شود. بقیه اکسیژن که فرصت برخورد و واکنش با ذرات گوگرد را نیافته است، از مدار خارج می شود. به این ترتیب در خروجی کوره خواهیم داشت.

$$\text{In Inlet: } 17.4 \text{ Kg Inlet Air} + 2 \text{ Kg S} = 19.4 \text{ Kg} \\ \text{If Inlet} = \text{Outlet}$$

Assumption: Mass Do not Convert to Energy. So:

$$\text{Mass Balance: } 19.4 \text{ Kg Inlet} \sim 19.4 \text{ Kg Output} \\ \text{In Outlet: } 4 \text{ Kg SO}_2 + 15.4 \text{ Kg Air Component}$$

$$\text{So: } 4 \text{ Kg SO}_2 \times (1 \text{ Kgmol SO}_2 / 64 \text{ Kg SO}_2) \times \\ (22.41 \text{ m}^3 \text{ SO}_2 / 1 \text{ Kgmol SO}_2) = 1.4 \text{ m}^3 \text{ SO}_2$$

مقادیر فوق میزان گاز خروجی از سیستم کوره را به بخش دوم مجموعه، یعنی محفظه بعد از احتراق را در دمای نزدیک به دمای ۴۰۰°C نشان می دهد.

موازنه در محفظه پس از احتراق

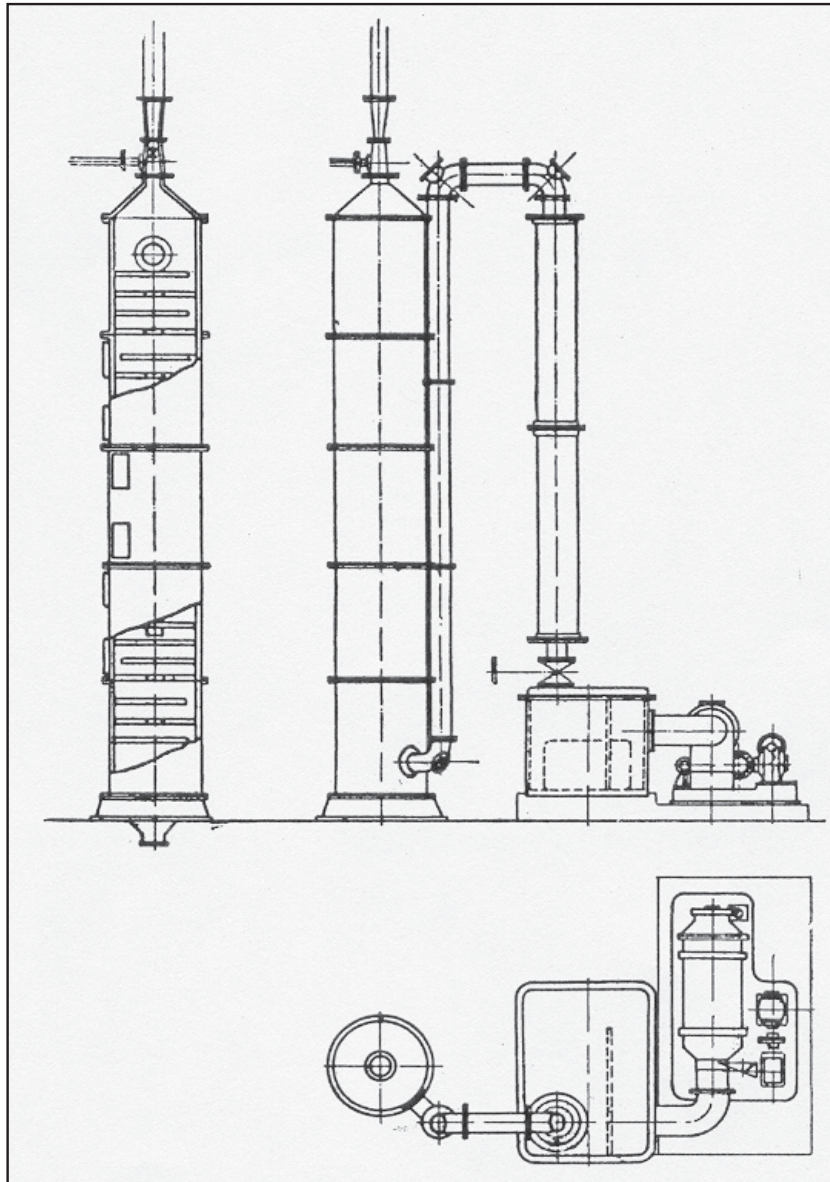
اما در محفظه بعد از احتراق (مپا) که نقش یک مخزن جمع آوری کننده گاز را علاوه بر نقش موازنه گر برعهده دارد. در این محفظه به دو دلیل سیستم تمایل به جذب هوا از خارج دارد. دلیل اول ناشی از مکش پروانه قدرتمند

وقوع همرفتی در مپا به معنی خروج گازهای داغ دی اکسید گوگرد SO₂ و هوا از داخل مجموعه و از راه شیر پروانه ای ورودی هوا به سوی خارج است. باید در نظر داشت، که اصولاً در اغلب موارد انتقال حرارت جابه جایی به ویژه در گازها بر انتقال جرم این حالت ماده برتری دارد

که اصولاً در اغلب موارد انتقال حرارت جابه‌جایی به‌ویژه در گازها بر انتقال جرم این حالت ماده برتری دارد. این به آن معناست، که در صورت از کار افتادن یا خاموش شدن مکنده هوا در بالای سیستم، بلافاصله مسیر حرکت گاز SO₂ از شیر دروازه‌ای و تمام نقاط نشستی به سوی بیرون از سیستم و انتشار در محیط آغاز خواهد شد.

یکی از راه‌های جلوگیری از بروز چنین حادثه‌ای خاموش کردن کوره و اطمینان از خالی بودن میا در هنگام متوقف کردن مکنده هوا است. برای اطمینان بیشتر، نگارندگان توصیه می‌کنند که اپراتور رنگبری قبل از بروز هرگونه تغییر نامطلوب در سیستم مکش گوگرد و ایجاد خلأ در خط گوگرد، از بسته بودن شیر دروازه‌ای اطمینان حاصل کنند.

همچنین توصیه می‌شود که مجموعه سیستم گوگرد



توصیه می‌شود که مجموعه سیستم گوگرد در هنگام بهره‌برداری و تعمیرات همواره به‌صورت آب‌بندی نگاه داشته شود و به محض رؤیت هرگونه نشستی که به‌صورت بوی نامطلوب گاز SO₂ که در سیستم به خوبی قابل استنشاق است، سیستم بلافاصله متوقف داده شده و نشستی پیدا و رفع شود

بخش‌های غیرضروری می‌پردازند، این مسئله به‌ویژه در مورد سیستم سولفیتاسیون کاری اشتباه و از نظر ایمنی و بهداشت کار، خطرناک است. یکی از دستاوردهای فیزیک کوانتومی که در مدیریت تعمیر و نگهداری تجهیزات می‌تواند استفاده شود، این است، که باز کردن غیرضروری یک تجهیز منجر به کاهش عمر مفید آن می‌شود، زیرا صرف باز کردن و دیدن اجزاء، خود از دلایل تغییر در ماهیت یا وضعیت شیء است.

اما موازنه مواد که در بخش کوره گوگرد با مقداری تسامح در فرضیات به‌منظور ارائه معادلات پایه برای علاقه‌مندان نشان داده شد، نیازمند آن است، تا در بخش میا نیز ادامه یابد. (چرا؟) زیرا در بخش میا نیز، سیستم دارای یک ورودی مضاعف هوا به مجموعه است. انتظار می‌رود، که هوای وارد شده به میا به واکنش در سیستم

در هنگام بهره‌برداری و تعمیرات همواره به‌صورت آب‌بندی نگاه داشته شود و به محض رؤیت هرگونه نشستی که به‌صورت بوی نامطلوب گاز SO₂ که در سیستم به خوبی قابل استنشاق است، سیستم بلافاصله متوقف داده شده و نشستی پیدا و رفع شود.

نگارندگان همچنین به بهره‌برداران واحدهای چهارگانه دارای کارخانه تصفیه شکر پیشنهاد می‌کنند که در فصول تعمیرات، جداً از تعمیرات و سرویس کاری غیرضروری سیستم سولفیتاسیون پرهیز کرده و از برهم زدن سیستم آب‌بندی تجهیزات مرتبط با بخش تولید و مصرف گوگرد خودداری نمایند. زیرا آب‌بندی و ایزوله کردن مجدد این سیستم‌های گازی کاری بسیار پردردسر، دشوار و خطرناک است. در برخی از موارد دیده شده است که بهره‌برداران برای مشغول نگاه داشتن نیروها در فصل تعمیرات به تعمیر

مهمی خواهد کرد. اگر گوگرد از جای دیگری به جز کوره به سیستم ما وارد می‌شد، حل مسئله موازنه جرم تنها به روش‌های آماری امکان‌پذیر بود. (چرا؟).

So:

$$4 \text{ Kg SO}_2 \times (100 \text{ Kg Components of Gas} / 14.34 \text{ Kg SO}_2) = 27.89 \text{ Kg Components of Gas in Outlet ACC}$$

در این مرحله نگارندگان لازم می‌دانند، تا فرض جانشینی اکسیژن به وسیله هوای ورودی را در محاسبات خود وارد نمایند. این به آن معنا است، که به دلیل اختلاف فشار جزئی اکسیژن در میا با محیط، در نخستین تماس هوای محیط با سیستم داخلی میا، اکسیژن هوا تعادل فشار جزئی خود را بازیابی می‌کند. پس خواهیم داشت:

$$27.89 \text{ Kg Components of Gas in Outlet ACC} - 2 \text{ Kg O}_2 \text{ Consumption} = 25.89 \text{ Kg Components of Gas}$$

در این وضعیت سیستم دارای یک تعادل غلظتی است. در این وضعیت میزان هوای ورودی به میا از طریق زیر به دست می‌آید:

$$27.89 \text{ Kg Components of Gas in Outlet ACC} - 4 \text{ Kg SO}_2 = 23.89 \text{ Kg Air}$$

$$23.89 \text{ Kg All Air in ACC} - 15.4 \text{ Kg Air Component from Oven} = 8.49 \text{ Kg Air Inlet from Env to ACC}$$

محاسبات حجمی هوا و سایر ترکیبات در میا به صورت زیر خواهد بود:

$$1.4 \text{ m}^3 \text{ SO}_2 \times (100 \text{ m}^3 \text{ Components of Gas} / 7.04 \text{ m}^3 \text{ SO}_2) = 19.89 \text{ m}^3 \text{ Components of Gas in Outlet ACC}$$

فرض جانشینی اکسیژن به وسیله هوای ورودی در محاسبات حجمی به صورت زیر درمی‌آید:

$$19.89 \text{ m}^3 \text{ Components of Gas in Outlet ACC} - 1.4 \text{ m}^3 \text{ O}_2 = 18.59 \text{ m}^3 \text{ Components of Gas}$$

محاسبات حجمی هوای ورودی از محیط به میا، به صورت زیر است:

$$19.89 \text{ m}^3 \text{ Components of Gas in Outlet ACC} - 12.04 \text{ m}^3 \text{ Air from Oven} = 7.85 \text{ m}^3 \text{ Air Inlet from Env to ACC}$$

نتیجه‌گیری

این مقاله با بررسی اصول بنیانی محاسبات کوره گوگرد و بررسی انحرافات مرتبط با حالت ایده‌آل در محاسبات به

نپردازد، اما در عمل این چنین نیست.

دلیل این مسئله را می‌توان در تمایل هوا به جایگزینی اکسیژن و برگشتن به تعادل ترکیبی جست‌وجو کرد. هوا یک مخلوط از گازهای گوناگون است، که با یکدیگر در تعادل هستند، به نظر می‌رسد، که هر گونه تغییر در شرایط ترکیبی آن به سرعت به وسیله نوعی اینرسی در سیستم جبران می‌شود. البته در این وضعیت خاص اختلاف مومنتوم ناشی از مکش‌کننده هوا در بالای سیستم که تأمین‌کننده اصلی قوه حرکتی سیال در تمام خط است، نقش اصلی را به جای اختلاف غلظت و انتقال جرم ناشی از آن دارد. به عبارت دیگر در این مورد خاص جابه‌جایی هوا از محیط به میا بیش از ضریب نفوذ گاز اکسیژن مدیون، فشارسنج کار گذاشته شده روی مکند سولفیتاسیون است.

از نکات قابل ذکر دیگر نقش جالب پدیده‌های سه‌گانه انتقال در اختلاط گازها است. از آنجا که در میا دو انتقال جرم و مومنتوم در جهت درون میا و جهت انتقال حرارت و همرفتی ناشی از آن به سوی خارج از سیستم است، انتظار می‌رود، که یک الگوی چرخشی حرکت مانند گرداب درون میا رخ دهد. یکی از نتایج این پدیده اختلاط گاز خروجی و یکدستی بیشتر درصد وزنی و حجمی گاز در هنگام ورود به خنک‌کننده و برج است. نتیجه این پدیده افزایش بازدهی سیستم سولفیتاسیون بر رنگبری و در نهایت افزایش بازدهی مجموعه تصفیه شکر زرد است.

پیگیری موازنه جرم موجود در سیستم میا ساده‌تر از موازنه جرم در کوره است. در میا ما دارای دو ورودی از کوره و محیط و یک خروجی به سوی خنک‌کننده گاز هستیم. در میا (ACC) در ورودی سیستم خواهیم داشت:

(Skoda Document For Sulfur Oven, 2004: 4 - 5)

$$\text{In Inlet (\%Weight): } 4 \text{ Kg SO}_2 + 15.4 \text{ Kg Air Component} + X \text{ Kg Air Enter from Env In ACC}$$

$$\text{In Inlet (\%Volume): } 1.4 \text{ m}^3 \text{ SO}_2 + 12.04 \text{ m}^3 \text{ Air} + X \text{ m}^3 \text{ Air Enter from Env In ACC}$$

در این مرحله دو داده طراح برای محاسبه میزان هوای ورودی به کمک ما می‌آید. این دو داده درصد وزنی و حجمی گاز SO₂ در خروجی از میا است. طبق این داده‌ها فرض می‌شود، که:

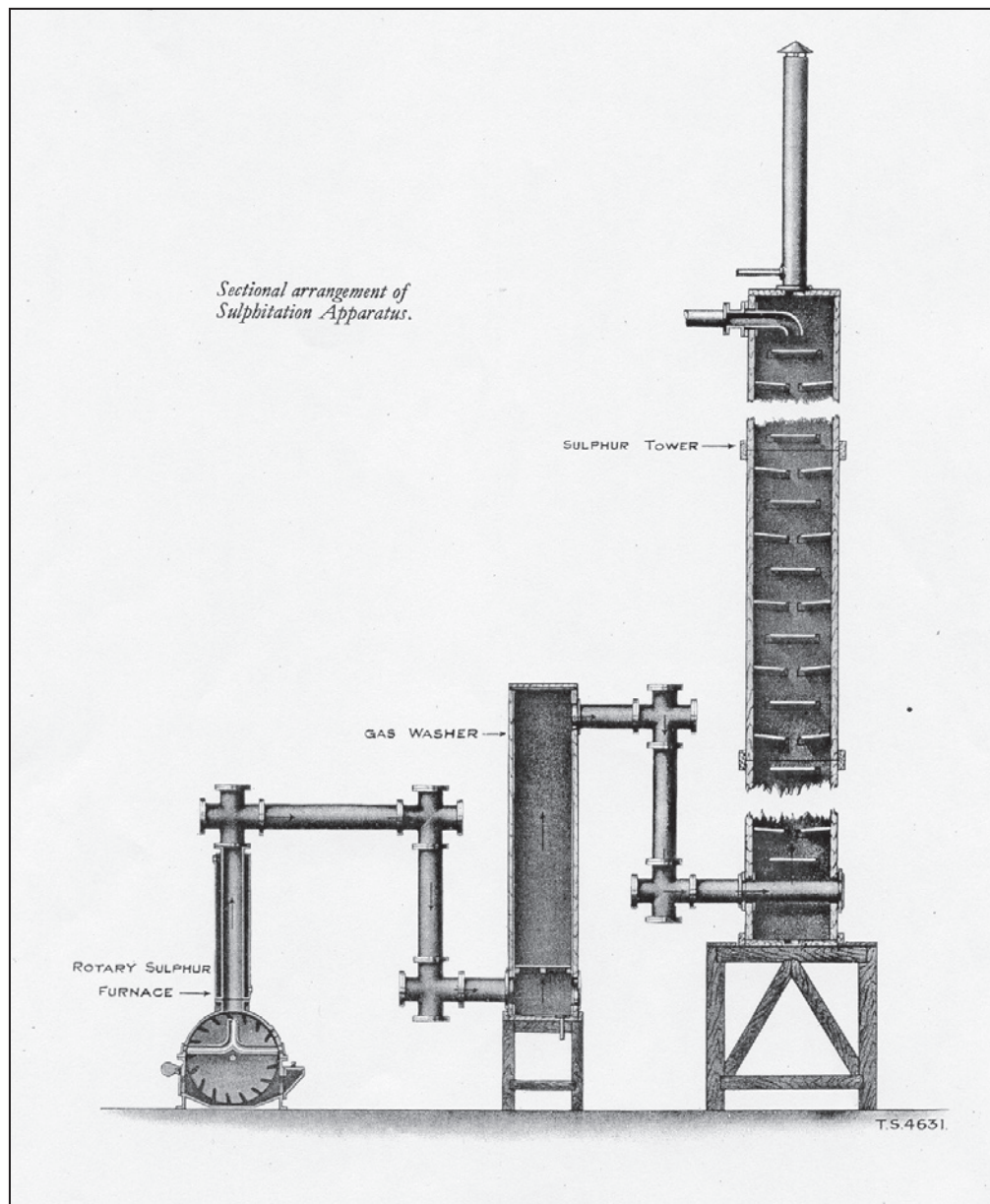
$$\text{In Outlet (\%Weight) of SO}_2: 14.34 \%$$

$$\text{In Outlet (\%Volume) of SO}_2: 7.04 \%$$

باید توجه داشت، که میزان گاز SO₂ تنها از سوی کوره گوگرد است. این مسئله برای محاسبه به ما کمک

نقش جالب پدیده‌های سه‌گانه انتقال در اختلاط گازها است. از آنجا که در میا دو انتقال جرم و مومنتوم در جهت درون میا و جهت انتقال حرارت و همرفتی ناشی از آن به سوی خارج از سیستم است، انتظار می‌رود، که یک الگوی چرخشی حرکت مانند گرداب درون میا رخ دهد

Sectional arrangement of Sulphitation Apparatus.



با بهره‌گیری
از نتایج نظریه
سیستم‌های
تطبیقی در مورد
چارچوب عملیاتی
کوره و تلاش
برای توجیه
انحرافات ممکن
از حالت ایده‌آل
با نگاهی دوباره
به سیستم‌های
سوختن در
مجاورت هوا، برای
نخستین بار به
بررسی تأثیرات
ممکن مواد خنثی
در تئوری‌های
برخورد پرداخته
است

بررسی تأثیرات ممکن مواد خنثی در تئوری‌های برخورد پرداخته است.

نتیجه این بررسی‌ها نشان می‌دهد که طبق فرضیه‌ای که نگارنده آن را در مقاله به شیوه استقرایی اثبات می‌کند و آن را نظریه برهمکنش سفید می‌نامد، انحرافات برخورد‌های مؤثر بین اکسیژن و ماده در حال سوختن، می‌تواند تابعی از رفتارهای گازهای خنثی یا بی‌اثری مانند نیتروژن باشد. این نظریه که بر پایه فلسفه یگانگی به‌دست آمده است، حتی در صورت رد شدن، شامل پدیده ابطال‌گرایی می‌شود. این مسئله بدان معناست، که اثبات نادرستی این نظریه خود نیازمند تعمیم درستی از این نظریه است، که در هر صورت گامی رو به جلو به سوی ناشناخته‌های علم است.

بررسی سیستم احتراق سولفیتاسیون می‌پردازد. محاسبات این مقاله، جای خالی محاسبات کوره گوگرد را در کتب مرتبط با صنعت قند را برای علاقه‌مندان پر خواهد کرد. امید است، تا نگارندگان یا سایر محققان علاقه‌مند بتوانند با الگوبرداری از محاسبات این مقاله ضمن نزدیک شدن به وضعیت حقیقی کوره گوگرد، در آینده محاسبات دقیق‌تری را در مورد موازنه جرم و در صورت لزوم انرژی را در کوره گوگرد و سایر تجهیزات واحدهای تصفیه شکر داشته باشند.

نگارنده با بهره‌گیری از نتایج نظریه سیستم‌های تطبیقی در مورد چارچوب عملیاتی کوره و تلاش برای توجیه انحرافات ممکن از حالت ایده‌آل با نگاهی دوباره به سیستم‌های سوختن در مجاورت هوا، برای نخستین بار به

بیواتانول در شکر شمال

◀ نویسنده: دکتر آندریاس شوارتز

◀ ترجمه: مهندس محمود ابطی

◀ منبع: Zückerrübe 2011/4



اولین کارخانه بیواتانول Klein Wanzleben در سال ۲۰۰۸ با موفقیت تحویل داده شد

همچنین راندمان در هکتار بالا یک ماده خام پرنرزی برای تولید بیواتانول تشخیص داده شده بود. (شکل ۱)، شرکت شکر شمال با سرمایه‌گذاری جهت احداث کارخانه تولید بیواتانول (با توجه به مصرف روزافزون اتانول)، همچنین کشت چغندر مضاعف (فقط به این منظور) در شمال آلمان موافقت کرد.

ساخت کارخانه و راه‌اندازی

کلنگ این کارخانه در ۲۱ سپتامبر ۲۰۰۶ زده شد. در دسامبر ۲۰۰۷ پس از ۱۴ ماه کار فشرده بهره‌برداری از این کارخانه آغاز شد. اولین محصول بیواتانول در ژانویه ۲۰۰۸ با موفقیت بیشتری نسبت به برنامه پیش‌بینی شده، تحویل شد. (شکل ۲) مربوط به ماه مه ۲۰۰۷ می‌باشد که نشان می‌دهد: بسیار بعید به نظر می‌رسد این کارخانه با این سرعت به بهره‌برداری برسد. هم‌زمان با احداث کارخانه اتانول، قسمت خام کارخانه قند نیز برای تولید اضافه شربت خام به‌منظور مصرف مستقیم در کارخانه Fuel 21 توسعه داده شد، همچنین توسعه برای ذخیره‌سازی شربت غلیظ و مصرف آن در تمام سال انجام گرفت.

چهارسال با شرکت Fuel 21

شرکت Fuel 21 شعبه‌ای است از شرکت سهامی شکر شمال، که با ظرفیت تولید ۱۳۰ هزار مترمکعب اتانول در سال فعالیت می‌کند، برای این مقدار اتانول، ۱/۳ میلیون تن چغندر به‌عنوان تنها ماده خام مورد نیاز است - ماده اولیه تولید اتانول به‌صورت شربت خام یا شربت غلیظ و یا ملاس در کارخانه مصرف می‌شود. در شرکت Fuel 21 ۵۰ نفر کارگر زن و مرد مشغول به کار هستند، مرکز این کارخانه در Klein Wanzleben قرار دارد. مابین کارخانه قند و دستگاه‌های تولید بیواتانول تعداد زیادی وسایل و تجهیزات و ماشین‌آلات کمکی قرار دارند.

تاریخچه

در سال ۲۰۰۶ هیأت‌مدیره شرکت شکر شمال تصمیم به تأسیس یک کارخانه تولید بیواتانول گرفت این تصمیم به‌دلیل تغییرات مقررات بازار شکر اتخاذ شد. به‌موازات این تصمیم از سال ۲۰۰۳ در اتحادیه اروپا بحث استفاده سوخت موتورهای Otto از بیواتانول مطرح شده بود. از آنجایی که چغندر قند به‌دلیل ترکیبات شیمیایی و

در سال ۲۰۰۶ هیأت‌مدیره شرکت شکر شمال تصمیم به تأسیس یک کارخانه تولید بیواتانول گرفت این تصمیم به‌دلیل تغییرات مقررات بازار شکر اتخاذ شد. به‌موازات این تصمیم از سال ۲۰۰۳ اروپا بحث استفاده سوخت موتورهای Otto از بیواتانول مطرح شده بود

سال اول

شکل ۱: جذابیت‌های چغندر برای تولید بیواتانول



در سال اول مشکلات فنی زیادی پیش آمد، مثلاً راه‌اندازی کارخانه در دمای زیر صفر انجام شد. به دلیل زمان توقف زیاد اتانول در دستگاه‌ها، مشکلاتی بروز کرد بسیاری از لوله‌ها، بدون آنکه چیزی از آنها عبور کند، آزاد بودند، ضمناً تمام چرخه تولید به صورت ایسده‌آل کار نمی‌کرد و همواره با نوسانات جریان همراه بود که در پایین آمدن راندمان و افزایش مصرف انرژی بسیار مؤثر بود.

همکاری با افراد فرانسوی زبانی که مسئول راه‌اندازی کارخانه بودند بسیار خوب بود، اما تفاهم سلیقه‌کاری در بین طرفین و هماهنگی بین افراد Fuel 21 کار را کمی گند می‌کرد. نهایتاً عمل تخمیر و جداسازی (تقطیر) با موفقیت انجام گرفت.

اولین توقف برای بازنگری کارخانه در اواخر تابستان ۲۰۰۸ بود. در آن زمان برای اولین بار کارخانه بدون محصول (خالی) کار کرد. مخازن و دستگاه‌های تبادل حرارتی و لوله‌ها تمیز شدند.

در تمام دستگاه‌هایی که نیاز به تعمیر و یا تغییرات داشتند، اقدامات لازم صورت گرفت - در راه‌اندازی مجدد کارخانه تصمیماتی اتخاذ شد تا مصرف انرژی و استفاده از مواد خام و کمکی به حداقل برسد.

کارخانه با سرعت راه‌اندازی شد و نتیجه این توقف و تغییرات و تعمیرات، تأثیر بسیار مثبتی در رفع نواقص قسمت‌هایی که توقف و ضایعات ایجاد می‌کردند و نهایتاً بالا بردن راندمان داشت.

شربت خام

در پایان سپتامبر ۲۰۰۸ برای اولین بار شربت خام تازه از کارخانه قند به‌عنوان ماده خام به الکل‌سازی ارسال شد. مصرف شربت خام در

تولید الکل عملاً بدون اشکال بود، اما در قسمت خام کارخانه اختلالاتی ایجاد شد که در کار Fuel 21 نیز مؤثر بود. در ابتدا تصمیم بر این بود که برای رفع این مشکل یک مخزن ذخیره شربت خام بین برج دیفوزیون و Fuel 21 نصب شود، اما به دلیل خطر عفونی شدن سریع شربت خام از این اقدام منصرف شدند. کسب تجربیات در بهره‌برداری ۲۰۰۹ - ۲۰۰۸ در مورد استفاده شربت خام



شکل ۲: ساخت قسمت تخمیر ساختمان اداری و فضای ارتباط دو کارخانه قند و الکل، فوندامنت قسمت تقطیر

مخلوط ماده خام

فقط مقدار مشخصی از هر یک از سه ماده (شربت غلیظ و شربت خام و ملاس) امکان پذیر است. در فرآیند تخمیر که بدواً به تولید و رشد مخمر اختصاص دارد، غلظت ماده حاوی قند و درجه خلوص آن کاملاً با تخمیر اصلی متفاوت است. تخمیر اصلی بدون هوا صورت می گیرد، با این هدف که مخمرهای تولیدشده از شکر، در تخمیر اولیه حتی الامکان از شکر موجود الکل بیشتری تولید کند. چنانچه غلظت محلول شکر زیاد یا کم باشد، اضافه کردن مواد کمکی و یا درجه خلوص محلول برای استفاده تمام شکر برای تخمیر الکی مناسب نمی باشد (این یک استرس برای مخمرهاست).



بیواتانول تولید شده نقش مهمی در حفظ هوای تمیز ایفا می کند

سلولهای مخمر

مخمرها باید زنده و به تعداد کافی در دسترس باشند. در غیر این صورت زمان کافی برای تخمیر شکر به الکل وجود ندارد - در صورت زیاد بودن مخمر بیش از حد نیاز، تعداد زیادی مخمر از شکر تولید می شود و در نتیجه الکل کمتری تولید می شود.

* حرارت تخمیر: حرارت مطلوب برای تخمیر الکی بین ۳۰ تا ۳۲ درجه سانتی گراد است. در صورتی که حرارت بالاتر باشد، سلولهای تخمیری می میرند و این خطر وجود دارد که همه شکر به الکل تبدیل نشود. در صورتی که حرارت پایین تر باشد، از فعالیت مخمرها کاسته می شود.

* pH: به مقدار کمی باید اسیدی باشد - در صورت pH بالاتر این خطر وجود دارد که باکتریهای بیگانه تکثیر شوند و شکر را نه به الکل بلکه به مواد دیگری تبدیل کنند. (اسید لاکتیک و سرکه).

* مخلوط مایعات: برای تنظیم غلظت مطلوب یک محلول قندی باید از مایعات استفاده شود. بهترین روش در این مورد جدا کردن هر چه بیشتر محلول ویناس می باشد (جهت کاهش حجم محلول). این کار باعث تولید کمتر فاضلاب می شود و از طرفی صرفه جویی در انرژی برای تبخیر ویناس.

دو نوع تخمیر مختلف

تخمیر معمولاً به صورت Batch (متناوب) انجام می شود، یک تخمیرکننده به صورت زیر عمل می کند:

برای تولید الکل در کارخانه Fuel 21 در مجموع بسیار مثبت بود.

باتوجه به کار فشرده در سال اول و عدم آشنایی کافی در کارخانه جدید، در سال ۲۰۰۸ بیش از ۵۰ درصد از ظرفیت کارخانه مورد استفاده قرار نگرفت. مطمئناً نتایج به دست آمده مطلوب نبودند که البته کار کردن در یک کارخانه جدید با تکنولوژی جدید و با پرسنلی که در تولید اتانول کم تجربه بودند، عادی به نظر می رسد.

از گزارش پایان اولین بهره برداری کارخانه چنین نتیجه گیری شد که کارخانه همانگونه که انتظار می رفت به خوبی کار کرده است. اتانول تولید شده در تمام فاکتورها و مشخصات به گونه ای بود که از هر لحاظ مورد قبول تولیدکنندگان روغن های صنعتی و معدنی به عنوان مشتری قرار گرفت.

توسعه کارخانه تا امروز

سالهای ۲۰۰۹ و ۲۰۱۰: محصول از هر لحاظ (کمی و کیفی) مطلوب ارزیابی شد. لذا سرمایه گذاری به صورت هدفمندی برای بهبود هر چه بیشتر (بهبود محصول و کاهش انرژی و هزینه) در دستور کار قرار گرفت.

توسعه در قسمت تخمیر یکی از اقدامات است - در این بخش شکر وارده توسط مخمر به الکل تبدیل می شود اما به همین سادگی که گفته می شود نیست و در عمل برای بالا بردن راندمان اقدامات بسیاری باید صورت پذیرد که برخی از آنها به اختصار توضیح داده می شود.

سالهای
۲۰۰۹ و ۲۰۱۰:
محصول از هر
لحاظ (کمی و کیفی)
مطلوب ارزیابی شد.
لذا سرمایه گذاری
به صورت هدفمندی
برای بهبود
هر چه بیشتر
(بهبود محصول
و کاهش انرژی
و هزینه) در
دستور کار قرار
گرفت

جدول ۱: پیشرفت فاکتورهای مهم تولید نسبت به سال ۲۰۰۸

۲۰۱۰ - ۲۰۱۱	۲۰۰۹ - ۲۰۱۰	۲۰۰۸ - ۲۰۰۹	
۱۷۱/۸	۱۶۰/۹	۱۰۰	مقدار تولید اتانول به (درصد) در سال ۲۰۰۸
۱۱۲/۰	۱۱۰/۱	۱۰۰	استحصال راندمان به (درصد) در سال ۲۰۰۸
۵۸/۷	۶۹/۶	۱۰۰	مصرف بخار به (درصد) در سال ۲۰۰۸

شارژ، واکنش و تقطیر

شش عدد تخمیرکننده به صورتی قرار دارند که سیکل فوق یکی پس از دیگری از همه تخمیرکننده‌ها عبور می‌کند، در این حالت هر شش ساعت یکبار یکی از تخمیرکننده‌ها در تانک مایشه تخلیه می‌شوند. به طوری که مایشه به صورت دائم یکی پس از دیگری تقطیر می‌شود. این روش (بچ) از لحاظ میکروبیولوژی ایمن تر است و ترجیح داده می‌شود. اما معایبی هم دارد: نظافت پس از تخلیه هر بچ نیاز به زمان دارد و باعث افت تولید می‌شود، ضمناً زمان توقف نیز محدود است.

در نتیجه غلظت محلول قندی در تخمیر اصلی نمی‌تواند زیاد باشد، زیرا این خطر وجود دارد که شکر موجود در محلول در زمان محدود نتواند تماماً به الکل تبدیل شود. جهت بهبود بخشیدن به این موقعیت در سال ۲۰۰۹ برای اولین بار از تخمیرکننده‌های کاملاً Continuous (مداوم) استفاده شد - در این جا محلول از اولین تخمیرکننده تا آخرین تخمیرکننده جریان دارد و هیچ تخلیه و هوادهی در هیچ کدام از تخمیرکننده‌ها انجام نمی‌شود. سطح محلول در همه تخمیرکننده‌ها ثابت است و بدین ترتیب زمان توقف بیشتری در مقایسه با روش (بچ) برای تخمیر وجود دارد.

نتیجه بسیار رضایت‌بخش بوده است:

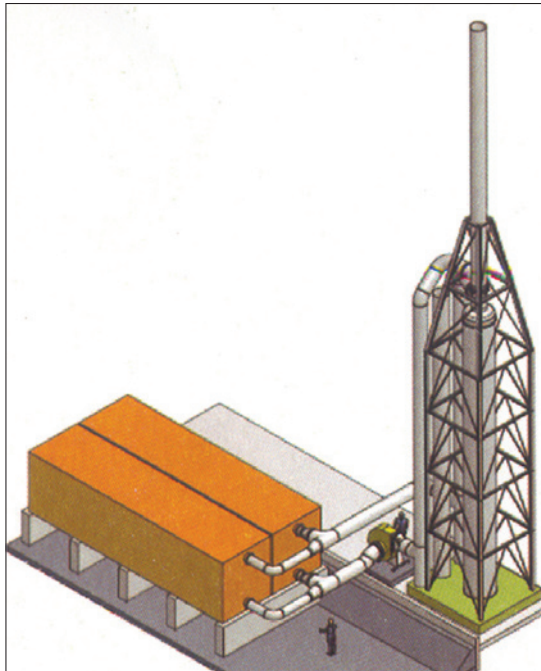
۱. استحصال بیشتر

۲. الکل بیشتر در مایشه

۳. تقطیر منظم و یکنواخت در تقطیرکننده‌ها

تنها خطر این روش عدم کنترل عفونت‌های میکروبی است که خوشبختانه تا به حال مشاهده نشده است.

بنابراین امروزه شربت غلیظ به عنوان ماده اولیه برای تولید الکل به روش مداوم مورد استفاده قرار می‌گیرد، (جدول ۱) نشان می‌دهد که این اقدامات برای بهبود استحصال و صرفه جویی بخار بسیار مؤثر بوده است.



شکل ۳: نصب بیوفیلترها نقش تکمیل‌کننده برای تمیز نگه‌داشتن هوا در فرایند تخمیر را دارند



شکل ۴: کنسانتره ویناس حاوی پتاسیم ویناس تغلیظ شده دارای پتاسیم

شش عدد تخمیرکننده به صورتی قرار دارند که سیکل فوق یکی پس از دیگری از همه تخمیرکننده‌ها عبور می‌کند، در این حالت هر شش ساعت یکبار یکی از تخمیرکننده‌ها در تانک مایشه تخلیه می‌شوند. به طوری که مایشه به صورت دائم یکی پس از دیگری تقطیر می‌شود

ویناس دارای متجاوز از ۲۰ درصد پتاسیم در ماده خشک است - برای بهبود بخشیدن این محصول با جدیت اقدامات ضروری صورت می‌گیرد. قرار است با مواد مناسب خشک مخلوط شود تا بتوان از آن برای پخش کردن در محل تغذیه دام به‌خوبی و به‌راحتی استفاده شود.

تأمین کارکنان (Personell)

در ابتدا تولید در چهار شیفت انجام می‌شد به‌صورتی که با سیستم کارخانه قند هماهنگی داشته باشد اما در زمان غیر بهره‌برداری و برای تمام سال بهم خوردن این نظم بسیار مشکل بود. برای حل این مشکل در سال ۲۰۰۹ بین مدیریت و کارکنان Fuel 21 سیستم پنج شیفتی در نظر گرفته شد. سیستم ۵ شیفتی طبق آخرین اطلاعات پزشکی کار مورد تأیید مقامات بهداشتی است - پس از دو بار شیفت صبح و دو شیفت بعدازظهر و دو شیفت شب، چهار شیفت آزاد برای کارکنان در نظر گرفته شده است. با این روش هر نفر از کارکنان کمتر از ساعات قانونی کار می‌کنند اما با روزهای کار اضافی این کمبود را جبران می‌کنند.

مطالبات مطرح

در مورد مطلب نواقص کار و اقدامات مربوط به آن توضیح داده شد اما این مشکلات در حال حاضر و آینده وجود دارد و خواهد شد. در سال ۲۰۱۰ در کارخانه Fuel 21 برای اولین بار اقدامات مؤثری در جهت رفع نواقص زیست‌محیطی به‌عمل آمد.

نتیجه دقیق این اقدامات بستگی به انتخاب مخلوط ماده مصرفی و نیز بستگی به‌روش تولید دارد و به‌هر حال تولید اتانول در کارخانه Fuel 21 ادامه خواهد داشت، ضمن اینکه اقدامات لازم و کافی برای حفاظت محیط‌زیست به‌عمل خواهد آمد، مثلاً پایین آوردن مصرف انرژی و تراز تولید CO2 در پروسه تولید اتانول از اقداماتی است که با جدیت تمام دنبال می‌شود.

چشم‌انداز آینده

در مورد جایگزینی سوخت وسایل نقلیه با اتانول در آلمان بسیار جدی و با احساس بحث می‌شود و ما معتقدیم که تولید بیواتانول از چغندر قند گام بسیار مهمی برای حفاظت محیط‌زیست و تمیز نگاه داشتن هوا، پاسداری از سرمایه‌های است که طبیعت در اختیار ما و فرزندان ما و فرزندان فرزندان ما قرار داده است.

ما می‌توانیم با اقدامات مستمر و موفقیت‌آمیز ثابت کنیم که قادر به نگاه‌داری از این سرمایه هستیم.



مقررات تعیین شده برای کارخانه Fuel 21

برای انجام تعهدات کارخانه Fuel 21 می‌باید اقداماتی به‌عمل می‌آید.

متأسفانه در شروع تولید بسیاری از مقررات نقض شدند، با وجودی که برای تصفیه هوا یک مجموعه ستون‌های تصفیه هوا (متشکل از ۲۰ ستون) نصب شده بودند، آنالیزهای انجام شده نشان دادند که در فرآیند تخمیر در کنار اتانول، الکل‌های دیگری با مولکول‌های بلند زنجیره تولید می‌شوند که به‌سختی در آب حل می‌شوند و در ستون‌های شستشو به قدر کافی جدا نمی‌شوند. چون این محصولات جانبی از نظر بیولوژیکی به‌راحتی قابل تجزیه هستند در کارخانه Fuel 21 یک دستگاه پیلوت ماه‌ها با بیوفیلترها آزمایش شد.

آزمایش‌ها نشان دادند که این فیلترها قادرند این محصولات را که در هنگام تخمیر ایجاد می‌شوند به CO2 تبدیل کنند.

در سال ۲۰۱۰ دو دستگاه بیوفیلتر نصب شدند که تمام هوای خارج شده از تخمیرکننده‌ها را پس از عبور شستشو دهنده‌های اتانول به‌صورت بیولوژیکی تصفیه می‌کردند (شکل ۳) این آزمایشات نشان دادند که ۲۰ درصد آلودگی‌های زیست‌محیطی توسط این فیلترها رفع می‌شوند.

بهبود بخشیدن به کیفیت ویناس

غلظت نمک‌های درون ویناس حاصله از تولید اتانول، بستگی به‌میزان اجزای مخلوط ماده خام مصرفی دارد. یک خوراک دام با کیفیت عالی باید دارای مقدار کم و یکنواخت نمک باشد. برای این منظور Fuel 21 روشی را انتخاب کرد که به‌صورت هدفمند نمک ویناس را به‌وسیله سانتریفوژ جداسازی و به‌میزان مطلوب رسانید.

بدین ترتیب در ابتدای سال ۲۰۱۱ خوراک دام کم‌نمک به‌نام ویناس پتاسیمی (Kalivinasse) عرضه شد. این

در سال ۲۰۱۰ دو دستگاه بیوفیلتر نصب شدند که تمام هوای خارج شده از تخمیرکننده‌ها را پس از عبور شستشو دهنده‌های اتانول به‌صورت بیولوژیکی تصفیه می‌کردند (شکل ۳) این آزمایشات نشان دادند که ۲۰ درصد آلودگی‌های زیست‌محیطی توسط این فیلترها رفع می‌شوند

راهکارهای کاهش هزینه‌های تولید رفع گلوگاه‌ها و افزایش ظرفیت*

← تهیه‌کننده: مهندس محمدحسین شاه‌کرمی‌راد
کارشناس صنایع قند

توان مصرفی در کمپرسور گاز، و در آخر اندازه‌گیری تلفات حرارتی در پروسه تولید کارخانه و علل وقوع آن.

در این مقاله پروسه تولید کارخانه‌ای با مشخصات «جدول شماره ۱»، در حال افزایش از ظرفیت مصرف ۳ هزار تن به ۵ هزار تن چغندر قند در روز مدنظر گرفته شده که مهندسی فنی و قندساز سعی می‌کنند که از امکانات موجود حداکثر استفاده را بنمایند، لذا جهت انجام این امر نیاز به بررسی موارد متعدد و فراوانی است، که یکی از هزاران مورد فوق تعیین اندازه قطر لوله ورودی به مخزن آب کندانس آپارات‌های پخت یک در فشارهای مختلف و تعیین شرایط مناسب است، که مورد تحلیل قرار می‌گیرد.

معمولاً تخلیه آب کندانس تشکیل شده در آپارات‌های پخت به مخزن آب کندانس که فشار کمتری از بخار ورودی داشته باشد، بهتر انجام می‌شود، ولی مطلب فوق در شرایط افزایش ظرفیت مورد اشاره لازم به بررسی بیشتری دارد. لذا به منظور بررسی موضوع، تخلیه آب کندانس مورد اشاره را در دو حالت «الف و ب» به شرح ذیل مورد مقایسه قرار می‌گیرد.

حالت الف: تخلیه آب کندانس آپارات‌های پخت به مخزنی که سر بخار مخزن فوق به لوله بخار بدنه چهارم متصل است، (فشار مخزن معادل فشار بخار بدنه ۴).

حالت ب: تخلیه آب کندانس آپارات‌های پخت به مخزنی که سر بخار مخزن فوق به لوله بخار بدنه دوم متصل است، (فشار مخزن معادل فشار بدنه ۲).

نتایج محاسبات در جدول «شماره ۲» آورده شده و به‌منظور درک بهتر، شکل «جریان شماره الف یک، الف دو، ب» یک نیز در ذیل نشان داده شده است:

صنعت قندوشکر کشور در شرایطی قرار گرفته است که قیمت تمام شده شکر تولیدی با قیمت شکر وارداتی به اجبار وارد رقابت جدی شده است، مشکلات 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 موجود است.

گلوگاه‌های متعدد در قسمت‌های مختلف کارخانه از علل عمده کاهش ظرفیت است، عمده‌ترین عامل ایجاد گلوگاها عدم به‌کارگیری اتوماسیون مناسب جهت کنترل پروسه تولید است.

یکی از راهکارهای رفع مشکلات موجود برطرف کردن گلوگاها و بهینه‌سازی پروسه تولید و کاهش هزینه‌ها به پایین‌ترین میزان ممکن است، کاهش بعضی از این هزینه‌ها تنها با بررسی پروسه تولید به آسانی امکان‌پذیر است و اکثراً نیاز به سرمایه‌گذاری ندارد و یا در صورت نیاز مقدار آن بسیار اندک است، بررسی علمی هر مرحله از تولید به شناسایی گلوگاه‌ها و همچنین تصمیم‌گیری در انتخاب روش مناسب کمک می‌کند.

در تأیید مطالب بالا مثال‌های فراوانی وجود دارد که به‌عنوان نمونه در مقالات قبلی عوامل ذیل مورد بررسی قرار گرفت:

مصرف سوخت بهینه در کوره آهک و مقایسه با مصرف غیراستاندارد، تغییر درجه حرارت شربت خام خروجی از دیفیوزیون و اثرات آن بر میزان مصرف بخار، استفاده بخار بدنه دوم یا سوم اواپراسیون در آپارات‌های پخت یک و نتایج آن، تغییر غلظت شیر آهک و گل برگشتی در پروسه تولید و مقایسه آنها، عوامل مؤثر در تغییرات غلظت گاز کوره آهک و اثرات آن بر عملکرد کربناتاسیون اول و دوم و

گلوگاه‌های متعدد در قسمت‌های مختلف کارخانه از علل عمده کاهش ظرفیت است، عمده‌ترین عامل ایجاد گلوگاها عدم به‌کارگیری اتوماسیون مناسب جهت کنترل پروسه تولید است

(جدول شماره ۱)

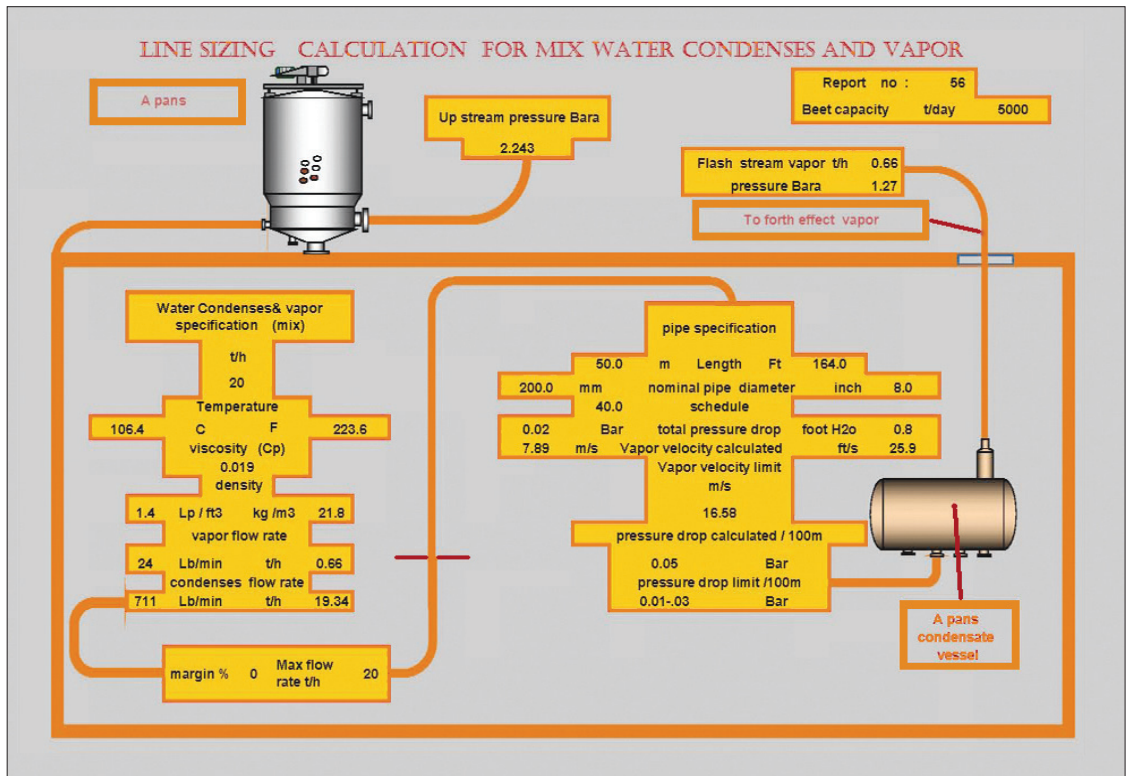
مقدار	واحد	شرح
۲۰۸/۳	تن در ساعت	۱. مصرف خلال در ساعت
۱۱۳/۴	در صد	۲. کشش حجمی
۲۵۰	تن در ساعت	۳. مقدار شربت خام
		۴. بخار رتور
۳/۱۵۹	بار مطلق	۴-۱. فشار بخار
۱۳۵/۳	درجه سانتیگراد	۴-۲. درجه حرارت بخار
		۵. بدنه اول
۱۳۰/۴	درجه سانتیگراد	۵-۱. درجه حرارت بخار
۲/۷۳۰	بار مطلق	۵-۲. فشار بخار
		۶. بدنه دوم
۱۲۳/۹	درجه سانتیگراد	۶-۱. درجه حرارت بخار
۲/۲۴۳	بار مطلق	۶-۲. فشار بخار
		۷. بدنه سوم
۱۱۴/۷	درجه سانتیگراد	۷-۱. درجه حرارت بخار
۱/۶۷۱	بار مطلق	۷-۲. فشار بخار
		۸. بدنه چهارم
۱۰۶/۵	درجه سانتیگراد	۸-۱. درجه حرارت بخار
۱/۲۷۰	بار مطلق	۸-۲. فشار بخار
		۹. آپارات‌های پخت یک
دوم	بدنه اپراسیون	۹-۱. بخار مصرفی
۲۰	تن در ساعت	۹-۲. مقدار بخار مصرفی
۵۰	متر	۱۰. طول لوله آب کندانس با احتساب اتصالات مربوطه
۸	اینچ	۱۱. قطر اسمی لوله ورودی آب کندانس آپارات‌های موجود

(جدول شماره ۲)

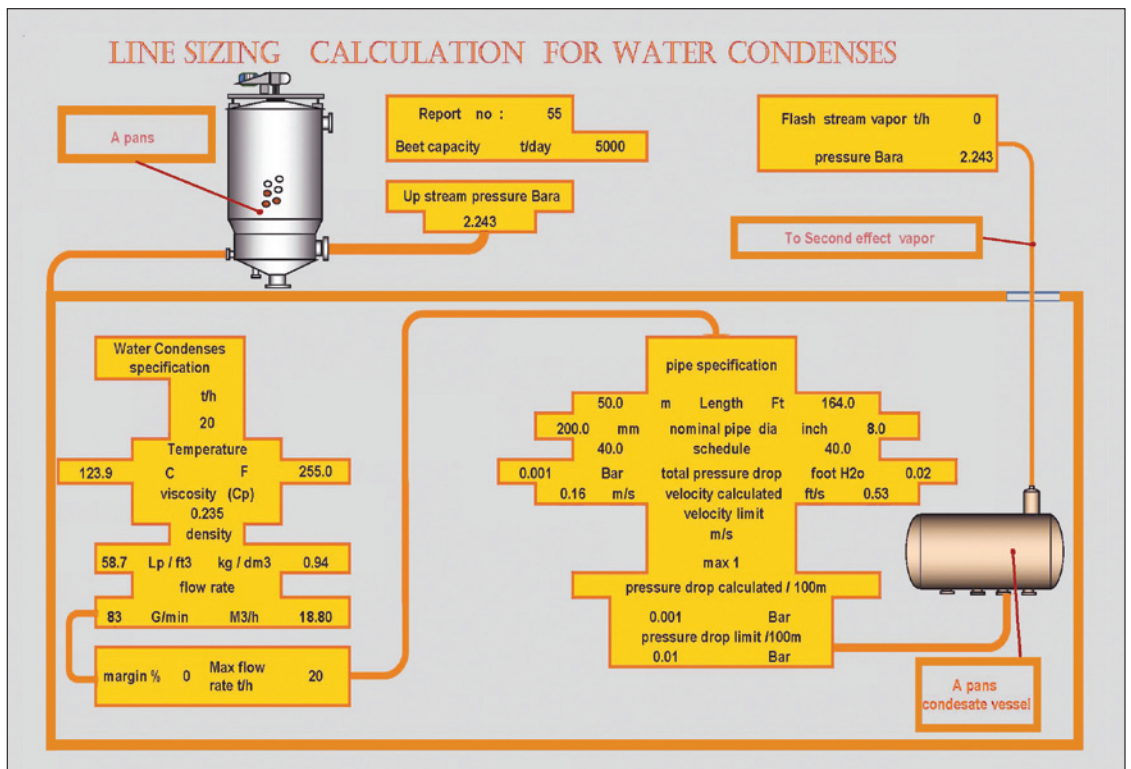
حالت ب	حالت الف	واحد	شرح
مقدار	مقدار		
			۱. آپارات پخت
۲/۲۴۳	۲/۲۴۳	بار مطلق	۱-۱. فشار بخار مصرفی
۱۲۳/۹	۱۲۳/۹	درجه سانتیگراد	۱-۲. درجه حرارت بخار مصرفی
			۲. مخزن آب کندانس
۲/۲۴۳	۱/۲۷۰	بار مطلق	۲-۱. فشار بخار
۱۲۳/۹	۱۰۶/۵	درجه سانتیگراد	۲-۲. درجه حرارت بخار
۸	۸	اینچ	۲-۳. قطر اسمی لوله ورودی آب کندانس مورد نیاز
۰/۱۶	۷/۸۹	متر در ثانیه	۲-۴. سرعت عبور آب کندانس در لوله
۰/۰۰۰۵	۰/۰۲	بار	۲-۵. افت فشار در طول لوله
صفر	۰/۶۶	تن در ساعت	۲-۶. سر بخار اضافی تولیدی در مخزن آب کندانس
نیاز نیست	۴	اینچ	۲-۷. قطر لوله بخار جهت خروج سر بخار اضافی
۲	۴	بدنه	۲-۸. اتصال لوله سر بخار به لوله بخار

هنگامی که آب کندانس وارد مخزنی با فشار معادل بخار بدنه دوم می‌شود به‌علت هم فشار بودن جریان بالاسری و پایین سری آب کندانس تولیدی از طریق نیروی ثقل وارد مخزن کندانس می‌شود و آب کندانس ورودی تبخیر نمی‌شود، افت فشار کم، در صورت مناسب بودن ارتفاع آپارات از مخزن آب کندانس تخلیه به‌صورت مناسب و با سرعت و صدای کمتری انجام می‌شود

شکل جریان شماره الف یک: محاسبه قطر مورد نیاز لوله آب کندانس
 وقتی که آب وارد مخزن با فشار ۱/۲۷ بار معادل فشار بخار بدنه چهارم می شود

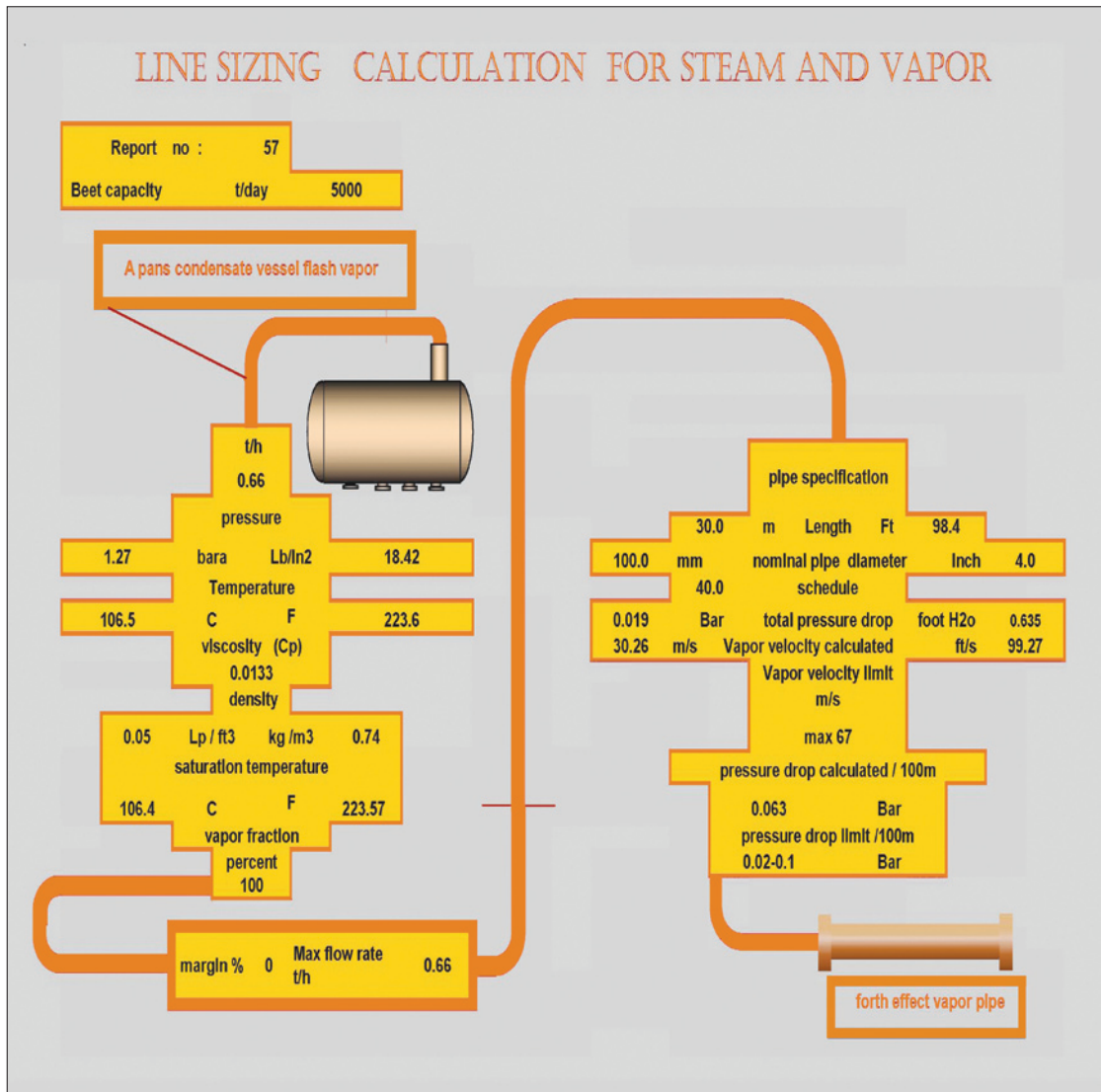


شکل جریان شماره ب یک: محاسبه قطر لوله آب کندانس مورد نیاز
 وقتی که آب وارد مخزن با فشار ۲/۴۳ بار معادل فشار بخار بدنه دوم می شود



تخلیه آب
 کندانس در همان
 مخزن که سر بخار
 آن به لوله بخار
 بدنه چهارم وصل
 است، به علت
 اختلاف فشار
 ایجاد شده مقدار
 ۰/۶۶ تن از آب
 کندانس تبخیر
 شده که برای
 خروج این میزان
 بخار نیاز به لوله
 اضافی به قطر ۴
 اینچ است

شکل جریان شماره الف دو: محاسبه قطر لوله مورد نیاز سر بخار مخزن آب کندانس جهت خروج ۰/۶۶ تن بخار اضافی تولیدی



لوله ۸ اینچ
 موجود جهت
 تخلیه آب
 کندانس تولیدی
 در آپارات‌های
 پخت یک در هر
 دو حالت مناسب
 است

نتیجه‌گیری

تخلیه آب کندانس در همان مخزن که سر بخار آن به لوله بخار بدنه چهارم وصل است، به‌علت اختلاف فشار ایجاد شده مقدار ۰/۶۶ تن از آب کندانس تبخیر شده که برای خروج این میزان بخار نیاز به لوله اضافی به قطر ۴ اینچ است، ارتفاع بین آپارات و مخزن مورد از اهمیت کمتری برخوردار است، افت فشار بیشتر ولی به‌علت اختلاف فشار تخلیه با سرعت و صدای بیشتری انجام می‌شود. لذا مهندسی فنی و قندساز با در نظر گرفتن موارد فوق‌الذکر و توجه به لوله سر بخار موجود بالای مخزن فوق و محاسبه قطر لوله مورد نیاز جهت تخلیه تمامی بخار تولیدی حاصل از ورود آب کندانس مبدل‌ها مختلف وارده به مخزن آب کندانس تصمیم لازم و مناسب را اتخاذ می‌کنند.

محاسبات انجام شده نشان می‌دهد، لوله ۸ اینچ موجود جهت تخلیه آب کندانس تولیدی در آپارات‌های پخت یک در هر دو حالت مناسب است، تفاوت دو روش به‌شرح ذیل است:

هنگامی که آب کندانس وارد مخزنی با فشار معادل بخار بدنه دوم می‌شود به‌علت هم فشار بودن جریان بالاسری و پایین سری آب کندانس تولیدی از طریق نیروی ثقل وارد مخزن کندانس می‌شود و آب کندانس ورودی تبخیر نمی‌شود، افت فشار کم، در صورت مناسب بودن ارتفاع آپارات از مخزن آب کندانس تخلیه به‌صورت مناسب و با سرعت و صدای کمتری انجام می‌شود.