

## مجله صنایع قند ایران

کشاورزی ، صنعتی ، اقتصادی  
چغندر قند و نیشکر

### صاحب امتیاز

دفتر مشاوره و خدمات فنی و بازرگانی صنایع قند ایران

### ناشر

سندیکای کارخانه های قند و شکر ایران

### مدیر مسئول

مهندس رضا اخوان حیدری

### هیئت تحریریه

مهندس اکبر سجادی ، مهندس کاظم کاظمی

دکتر میر منوچهر سیادت

دکتر رضا شیخ الاسلامی

مهندس محمد باقر پورسید

دکتر ایرج علیمرادی

مهندس علی افشار

مهندس رضا اخوان حیدری (عضو موظف)

### ویراستار

مهندس محمد باقر پورسید

### امور اجرایی

نرگس کریمی

بهمن - اسفند ۱۳۸۵

شماره ۱۸۱

میدان دکتر فاطمی - خیابان شهید گمنام - شماره ۲۳

تلفن : ۸۸۹۶۴۲۶۰ - ۸۸۹۶۹۰۳ - ۸۸۹۶۵۷۱۵

نمابر : ۸۸۹۶۹۰۵۵ - ۰۲۱

چاپ احمد

- ۲ اثر خاک شسور، آبیاری و تیمار کردن بذر بر روی تثبیت چغندر قند
- ۶ ۱۵ تن شکر - رویا یا به زودی به واقعیت می پیوندد
- ۹ مطالعه روند فروپاشی محلول های ساکاروز تکنیکی
- ۱۸ ارزشیابی اقتصادی، فنی و زیست محیطی کوجنراسیون  
در صنعت تولید شکر/الکل
- ۳۰ چکیده مقالات کنفرانس SPRI
- ۳۱ مقالات مجله صنایع قند ایران در سال ۱۳۸۵

- کلیه کارشناسان و صاحب نظران می توانند 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 مترجمین آنها است .

# اثر خاک شور، آبیاری و تیمار کردن بذر بر روی تثبیت چغندر قند

مترجم: دکتر ایرج علیمردی

نقل از: ASSBT 2004/3

## خلاصه

تیمار بذر بمنظور بررسی نقش آن در افزایش یا کاهش جوانه زدن بذر است.

## مواد و روش آزمایش

بمنظور تعیین اثر آب و خاک شور بر جوانه زدن چغندر قند و رشد گیاهچه‌ها دو آزمایش انجام شده است، یک آزمایش در مرکز تحقیقی ترویجی کویری یوسی (UC Desert and Extension Center) در دره امپریال طی ماه‌های سپتامبر و اکتبر ۱۹۹۷ و آزمایش دیگر در مرکز تحقیقی ترویجی وست‌ساید یوسی (US Westside Desert and Extension Center) در دره سان ژاکین در ماه‌های اکتبر و نوامبر ۱۹۹۷ به اجرا درآمده است.

چغندر قند یکی از محصولات متحمل به شوری است لیکن براساس گزارشات اعلام شده این تحمل در زمان جوانه زدن و سبز شدن کمتر است. در آزمایش‌هایی که در غرب دره «سان ژاکین» و دره «امپریال» انجام شده، جوانه زدن چغندر قند در درجات مختلف شوری ( $10^{-2}$  ds m<sup>-1</sup>) مورد مطالعه قرار گرفت. در EC بالاتر از  $6$  ds m<sup>-1</sup> در خاک‌های گچی دره سان ژاکین، میزان سبز شدن چغندر قند و وزن گیاهچه‌های چغندر کشت پاییزه کاهش یافت لیکن سبز نهایی شمارش نشد. آماده‌سازی بذر قبل از کاشت اثر شوری خاک بر سبز شدن بذر را کاهش داد. در دره امپریال، افزایش آبی شوری سطح خاک که در اثر آبیاری سطحی بوجود آمد، تأثیری بر سبز شدن چغندر قند در مقایسه با آبیاری بارانی با شوری کمتر نداشت. آغشته کردن بذر با سم گائوچو گیاهچه‌های سبز و زنده ماندن آنها را در دره امپریال افزایش داد لیکن در دره سان ژاکین تأثیری نداشت.

## مقدمه

چغندر قند یکی از متحمل‌ترین محصولات به شوری است. لیکن بر اثر گزارشات مختلف تحمل آن در مرحله جوانه زدن، سبز شدن و مرحله گیاهچه‌ای کمتر است (MAAS ۱۹۸۶). کشاورزان برای سبز کردن چغندر و تثبیت آن در شرایط شوری با مشکلاتی مواجه می‌باشند. قسمت اعظم غرب دره سان ژاکین (SJV) و قسمت‌هایی از دره امپریال (IV) از نظر شوری محدودیت‌هایی برای تولید محصول دارند. در غرب سان ژاکین، خاک‌ها در اثر آبیاری سطحی شور و یا خاک شور و یا هر دو عامل شور شده‌اند. آبیاری نشتی باعث تجمع نمک در بستر بذر می‌گردد. در صورتیکه شوری خاک تمام خطوط فاروها آبیاری شوند شوری خاک (EC) تا هفت برابر بر روی پشته‌ها افزایش می‌یابد. مقدار نمک با زمان، رطوبت خاک و رشد گیاه تغییر می‌کند. در دره امپریال، آب آبیاری بر روی خاک نمک باقی می‌گذارد و آبیاری مرتب باعث شوری خاک می‌گردد. زارعین در دره امپریال برای حل این مشکل از آبیاری خطوط بطور یک در میان استفاده می‌کنند تا نمک را از بستر بذر دور نمایند.

چغندر قند در هر دو منطقه در پاییز و بعد از برداشت محصول تابستانه کشت می‌گردد. محصولات متحمل به شوری نظیر چغندر قند می‌تواند در خاک‌های نیمه‌شور و یا با آب شور در این مناطق با موفقیت کشت گردد. لیکن مشکلاتی که در سبز شدن نهایی محصول پیش می‌آید استفاده از این خاک و آب‌ها را محدود می‌نماید. در جائیکه شوری خاک مشکلاتی در جوانه زدن و سبز شدن چغندر قند بوجود می‌آورد، بهتر است که به دانش بیشتری از سبز کردن چغندر قند در این شرایط دست یابیم.

هدف از این تحقیق ارزیابی میزان سبزی چغندر قند در زمین‌های با آب و خاک نسبتاً شور و همچنین ارزیابی روش‌های حفاظت بذر و یا افزایش

شماره کرت	شوری آب آبیاری EC <sub>w</sub>	شوری خاک قبل از آبیاری *EC <sub>e</sub>	شوری خاک بعد از آبیاری EC <sub>e</sub>
۹	۰/۴	۱/۵	۲/۳
۱۰	۶/۷	۷/۹	۹/۸
۱۲	۰/۴	۲/۱	۱/۸
۱۴	۰/۴	۵/۳	۵/۰
۱۵	۶/۷	۷/۱	۱۰/۱
۱۶	۶/۷	۴/۴	۸/۱

\* اندازه گیری در عمق ۰ تا ۱۲ اینچ یا ۳۰/۵ سانتیمتری

هر دو آزمایش در زمانی انجام شد که کشاورزان اقدام به کشت می‌کنند. عملیات آبیاری نیز به منظور تأثیر شوری بر بستر بذر صورت گرفت. در دره امپریال آبیاری به طریقه نشتی و بارانی و از منابع آبی امپریال انجام شده است (جدول ۱). رطوبت خاک در ایام سبز شدن بذر توسط یک دستگاه رفرکتومتر اندازه‌گیری شد و بمنظور حفظ رطوبت خاک در عمق ۷/۵ سانتیمتری هر زمان که آبیاری نیاز بوده است صورت گرفته است. از سه روش آبیاری نشتی و پنج روش آبیاری بارانی در طول یک دوره سی روزه شامل ظهور و رشد گیاهچه‌ها تا مرحله ۶ تا ۸ برگ استفاده شده است. دو روش نشتی در دره سان ژاکین اجرا شده است. در این منطقه بذور در کرت‌های با شوری متفاوت کشت شدند (جدول ۱). این کرت‌ها جزئی از قطعات بزرگی بودند که برای مطالعه واکنش محصولات به شوری در نظر گرفته شده بودند. این کرت‌ها توسط نمونه‌گیری خاک از عمق ۳۰/۵ سانتیمتری در تابستان سال قبل و تجزیه آن از میان قطعه زمین اصلی انتخاب شدند. برای افزایش اختلاف شوری کرت‌های موجود، برخی از آنها را با آب شیرین کانال پروژه مرکزی و برخی دیگر را با آب نیمه‌شور و یا آب چاه‌های سطحی آبیاری نمودند (جدول ۱). بذرها در عمق تقریبی ۲/۱ سانتیمتری کاشته شدند. بمنظور تعیین شوری خاک در هنگام جوانه زدن، نمونه‌گیری خاک از عمق پنج سانتیمتری انجام شد. بعد از سبز شدن بذر

منابع آب*	pH	شوری EC dS m <sup>-1</sup>	ازت نیترات mg L <sup>-1</sup>	بُر mg kg <sup>-1</sup>	کلسیم meqL <sup>-1</sup>	منیزیم meqL <sup>-1</sup>	سدیم meqL <sup>-1</sup>	نسبت سدیم قابل جذب	درصد سدیم قابل تبادل	کلر meqL <sup>-1</sup>	گوگرد سولفات meqL <sup>-1</sup>	پتاسیم meqL <sup>-1</sup>
رودخانه کلرادو	۸/۱	۱/۱	۲/۰	-	۳/۴۲	۳/۳۷	۴/۲۱	-	-	۲/۹	۵/۴۸	۰/۲

منابع آب	pH	شوری EC dS m <sup>-1</sup>	ازت نیترات mg L <sup>-1</sup>	بُر mg kg <sup>-1</sup>	کلسیم meqL <sup>-1</sup>	منیزیم meqL <sup>-1</sup>	سدیم meqL <sup>-1</sup>	نسبت سدیم قابل جذب	درصد سدیم قابل تبادل	کلر meqL <sup>-1</sup>	گوگرد سولفات meqL <sup>-1</sup>	پتاسیم meqL <sup>-1</sup>
پروژه مرکزی کالیفرنیا	-	۰/۴	کمتر از ۰/۵	ناچیز	۱/۱	۱/۰	۱/۷	۲	۲	۰/۰۴	۰/۳	۰/۱۸
آب‌های سطحی**	۷/۵	۶/۷ (۰/۳)	۲۵/۶ (۱/۶)	۵/۹ (۰/۳)	۲۱/۷ (۰/۴)	۱۹/۸ (۰/۶)	۴۵/۱ (۱/۷)	۱۰	۱۲	۰/۰۹ (۰/۰۲)	۲۵/۰ (۰/۸۴)	۰/۲۲ (۰/۰۱)

\*- مقدار عناصر موجود در آب به استثنای شوری، در حد میلی اکی والان در یک لیتر آب اندازه‌گیری شده است.  
\*\*- عمق چاه‌های سطحی ۲۰ متر بوده است.

شدند. میزان جوانه‌زنی از طریق تعداد روزهایی که جوانه‌زنی به ۵۰٪ رسیده است، تخمین زده شد. کلیه اطلاعات از طریق نرم‌افزار SAS تجزیه و تحلیل شدند. از آزمایش LSD و MSD برای تعیین معنی‌دار بودن اختلاف تیمارها استفاده شد.

### نتایج

در دره امپریال متوسط EC خاک در آبیاری نشتی ۱۰/۱، در آبیاری بارانی پنج بار کمتر (۲/۰) بود. در دره سان ژاکین کلیه کرت‌ها با آبیاری نشتی آبیاری شدند و مقدار EC مشابه آبیاری نشتی در دره کالیفرنیا بوده است (جدول ۱). در ایستگاه آزمایشی دره امپریال تأثیر معنی‌داری از مصرف متام سدیم مشاهده نشد لذا نتایج گزارش شده مربوط به تیمارهای کلی است.

کد	تیمار بذر
C FC I+FC	شاهد (بذر برهنه فرآوری شده)* پوشش با ورقه فیلم پوشش با ورقه فیلم باضافه ضدعفونی با گائوچو به میزان ۴۵ گرم در هر واحد بذر**
PAT I+T+PAT	پرایمینگ یا آماده‌سازی بذر پرایمینگ باضافه ضدعفونی با گائوچو، های مکسازول به میزان ۴۵ گرم در هر واحد بذر
I+PAT	پرایمینگ باضافه گائوچو

\*- تمام بذور با سموم قارچ‌کش کلروبن و اپرون ضدعفونی شده است.  
\*\*- هر واحد بذر شامل ۱۰۰۰۰۰ دانه بذر می‌باشد.

اختلاف معنی‌داری بین تعداد گیاهچه‌های تثبیت شده در ۳۱ روز بعد از شروع آبیاری (مرحله ۶ تا ۸ برگه) نه در آبیاری نشتی و نه آبیاری بارانی مشاهده نشد (جدول ۴). اختلافات بین تیمارها از نظر نسبت ظهور جوانه‌ها (روزهایی که ۵۰٪ بذرها جوانه زده ظاهر شوند) معنی‌دار نبود. براساس آزمون LSD جوانه‌زنی در بذور آماده شده (پرایمینگ) بیشتر از تیمار بذور

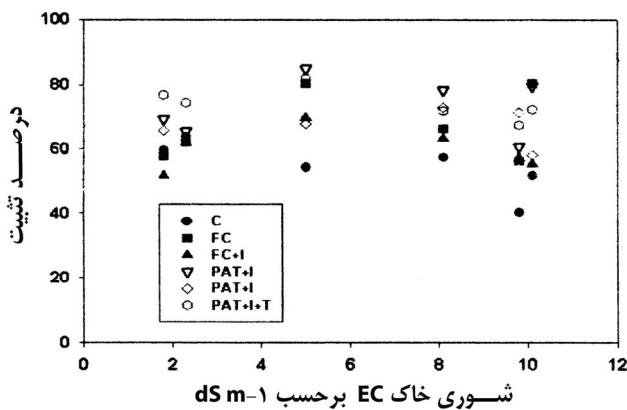
نیز در دره سان ژاکین همانند دره امپریال نمونه‌گیری مشابهی صورت گرفت تا مقدار شوری خاک در ناحیه بذر تخمین زده شود (جدول ۲). تجزیه از نمونه‌های مخلوط شده و نرم شده صورت گرفت تا شوری مشخص شده بیانگر تمامی خاک از سطح تا عمق ۲/۵ سانتیمتری باشد. در هر دو منطقه شش تیمار ضدعفونی بذر نیز اعمال گردید (جدول ۳).

رقم بذر چغندر قند SS-781R بدون هیچ تیماری بعنوان شاهد برای همه تیمارها در هر دو منطقه کاشته شد. تیمارهای باپوشش لایه فیلم بر روی بذر، یا پوشش بذر بدون پوسته، مصرف حشره‌کش و قارچ‌کش اعمال گردید. ساچمه‌ای کردن بذر (پلت) تیمار پلت‌ها، آماده‌سازی اولیه بذر (پرایمینگ) همراه با حشره‌کش و قارچ‌کش، انجام شد. با استفاده از بذرکارهای قیفی تعداد ۱۰۰ عدد بذر در هر ردیف کاشته شد. فاصله خطوط کاشت ۷۶ سانتیمتر و فاصله بذرها در روی خطوط ۹/۱۵ سانتیمتر بوده است. هر تیمار بذر در دو خط کاشته شده است. تیمار بذر بصورت تصادفی در کرت اصلی آبیاری در دره امپریال و در کرت‌های شور در دره سان ژاکین کاشته شدند. در دره امپریال نیمی از کرت‌ها بوسیله ماده متام سدیم تیمار گردید تا اثر آن بر روی جوانه زدن مشخص گردد. متام سدیم یک نوع ضدعفونی‌کننده خاک می‌باشد که کشاورزان برای مبارزه با نماتود و آفات خاکزی از آن استفاده می‌کنند.

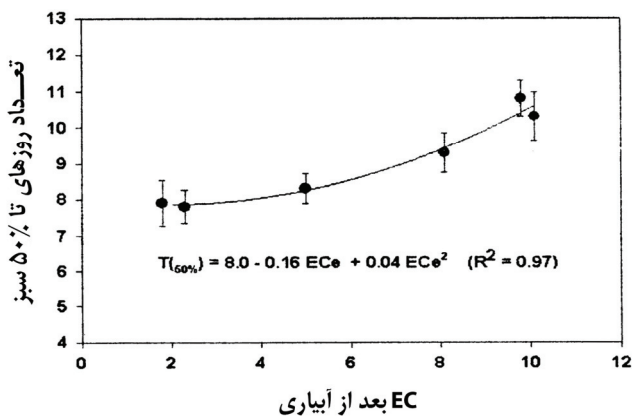
شمارش با اولین ظهور جوانه‌ها آغاز شد. تمامی بذرها جوانه زده - در هفت روز اول بعد از ظهور جوانه و از روز هفتم تا دهم بطور روزانه شمارش و برچسب زده شدند و از روز دهم تا زمانی که بوته‌ها ۶ تا ۸ برگه شدند گاهگاهی شمارش انجام و برچسب زده شد، که این مرحله بسته به منطقه آزمایش ۳۰ تا ۴۰ روز بعد از آبیاری اولیه بوده است. همه روزه تنها بذرها جدید جوانه زده شمارش می‌شد. گیاهچه‌های مرده نیز آمارگیری می‌شد و در صورت امکان علت مرگ نیز مشخص می‌گردید. با این روش تعداد دقیق بذور جوانه زده بدون تخمین اینکه چه تعداد از گیاهچه‌ها بعد از سبز شدن از بین می‌روند، در منطقه سان ژاکین تعداد بیست گیاهچه را از سطح خاک قطع نموده و خشک نمودیم. وزن خشک گیاهچه‌ها باهم مقایسه

جدول ۴: تثبیت نهایی و تعداد روزهایی که ۵۰٪ بذرها جوانه بزنند در دره امپریال						
تعداد روزهای با ۵۰٪ سبز			گیاهچه‌های ۴ تا ۶ برگ حقیقی			تیمار بذر
متوسط	بارانی	نشتی	متوسط	بارانی	نشتی	
۵/۵۴	۵/۷۵	۵/۵۳	۴۴/۹	۴۴/۵	۴۵/۳	شاهد
۶/۱۳	۵/۸۳	۶/۴۲	۴۵/۷	۴۷/۹	۴۴/۰	پوشش فیلم
۶/۴۲	۶/۳۳	۶/۵۰	۵۲/۵	۵۱/۶	۵۳/۰	پوشش فیلم باضافه گائوچو
۵/۷۸	۵/۵۸	۵/۸۳	۴۹/۶	۵۴/۴	۴۴/۰	آماده‌سازی بذر (پرایمینگ)
۵/۷۵	۵/۹۲	۵/۵۸	۶۶/۰	۶۳/۵	۶۸/۵	آماده‌سازی باضافه گائوچو باضافه های مگسازول
۵/۲۵	۴/۹۲	۵/۵۸	۷۵/۵	۷۴/۰	۷۷/۰	آماده سازی باضافه گائوچو
۰/۸۶			۸/۸			L.C.D (۰/۰۵)
۱/۲۹			۱۳/۶			M.S.D (۰/۰۵)

تأثیر کمتری نسبت به نمک‌های کلر بر روی محصله‌ها دارند (آیر وست‌کات ۱۹۸۵). در ایستگاه سان‌ژاکین وزن گیاهچه‌ها در اثر افزایش شوری کاهش یافت. در پاییز با کوتاه شدن طول روز و درجه حرارت خاک و هوا، ظهور زودتر جوانه‌ها سبب افزایش وزن ماده خشک آنها می‌گردد.



شکل ۱: تثبیت بوته نهایی برای تیمارهای مختلف در دره سان ژاکین. علامتهای خالی مربوط به تیمارهای آماده شده (پرایمینگ) و علامتهای پر مربوط به تیمارهای آماده نشده می باشد.



شکل ۲: رابطه بین متوسط میزان سبزی چغندر و EC خاک در دره سان ژاکین

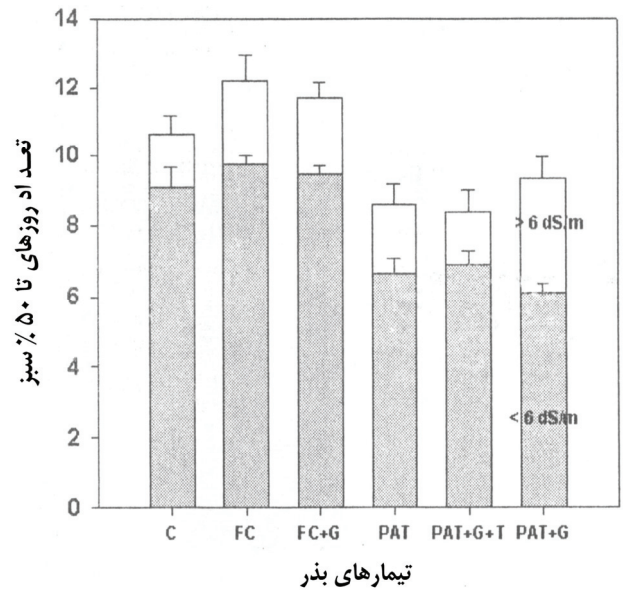
با لایه پوشیده از فیلم بود لیکن این اختلاف در روش آزمون تاکی (MSD) معنی‌دار نبود. استفاده از سم گائوچو (سمی سیستمیک مؤثر بر علیه شته‌ها و کک) در مقایسه با تیماری که از این سم استفاده نکرده بودند بوته‌های سبز شده بیشتری داشتند. احتمال معنی‌دار بودن بین تیمار با پوشش فیلم و تیمار آماده‌سازی بذر (پرایمینگ) و تیمار پوشش فیلم باضافه گائوچو و آماده‌سازی باضافه گائوچو در یک درجه آزادی ۰/۰۰۱ بود.

در ایستگاه تحقیقاتی سان‌ژاکین تثبیت چغندر قند، ۳۸ روز بعد از آبیاری اولیه (حدود ۶ تا ۸ برگ حقیقی) چندان متأثر از شوری خاک و روش آبیاری (استفاده از آب شور یا آب شیرین) نشد (شکل ۱). روش آبیاری تنها در شوری منطقه اطراف بذر خیلی مهم است. بطور کلی تعداد روزهایی که ۵۰٪ بذرها سبز می‌شوند با افزایش EC خاک افزایش می‌یابد (شکل ۲). بذرها آماده شده (پرایمینگ) در خاک‌های شور کندتر سبز می‌شوند لیکن رشد آنها از بذرها آماده نشده بیشتر است که مقدار آن تقریباً برابر میزان سبزی بذور آماده نشده در خاکهای غیرشور است (شکل ۳). مقدار وزن خشک گیاهچه‌ها با افزایش شوری خاک از ۶ به بالا کاهش می‌یابد (شکل ۴). ارتباطی بین تیمار بذر و وزن خشک گیاهچه‌ها نیز موجود است. تیمار بذرها آماده شده (پرایمینگ) سریعتر سبز می‌شوند (شکل ۳) و از آنجا که طول روز و درجه حرارت خاک و هوا در ماه اکتبر (مهر ماه) کاهش می‌یابد لذا سبزی شدن زودتر باعث وزن بیشتر گیاهچه‌ها در هر دو منطقه شده است (شکل ۴). میزان کاهش وزن خشک گیاهچه‌ها با افزایش شوری خاک در هر دو تیمار بذر آماده شده و آماده نشده مشابه بودند (شکل ۵).

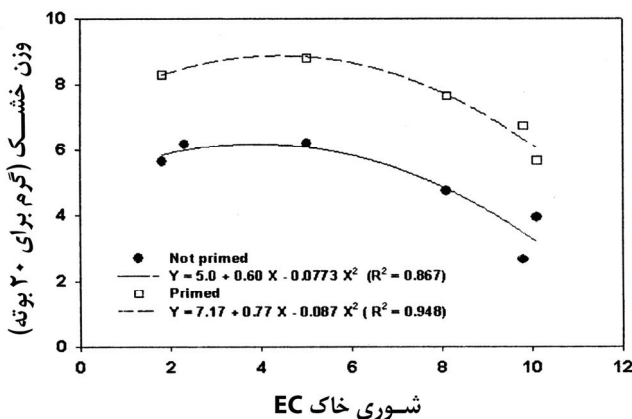
### بحث و نتیجه‌گیری

تأخیر سبزی شدن چغندر ناشی از تنش آبی و تنش آبی ناشی از افزایش شوری می‌باشد (آیر ۱۹۵۲). شوری بین ۶-۱۲ ds m<sup>-1</sup> باعث تأخیر جوانه زدن چغندر قند می‌گردد (مأس ۱۹۸۶). این مطالعات بر پایه آزمایش‌هایی است که در آن نمک‌های کلر با خاک مخلوط شده و یا از این مخلوط برای جوانه زدن بذر در گلدان استفاده شده است (آیر ۱۹۵۲). در آزمایش‌های ما، نمک‌ها سولفات (خاک‌های گچی) بوده‌اند و بذر نیز در مزرعه کاشته شده است. ظهور گیاهچه‌ها با شوری خاک با EC بیش از ۶ به تأخیر افتاد لیکن تا سطح بین ۱۰ ds m<sup>-1</sup> کاهش چندان معنی‌دار نبود. این حالت، تحمل بیشتری به نمک را از آنچه پیش‌بینی می‌شد، نشان داد. نمک‌های سولفات

ارتباط معنی‌داری بین ظهور جوانه‌ها و روش‌های آبیاری در ایستگاه دره امپریال وجود ندارد. کرت‌های آزمایشی در این ایستگاه قبل از آزمایش بطور یکنواخت تیمار و ابتدا فاقد شوری بودند. اختلاف شوری مشاهده شده در کرت‌ها ناشی از اختلاف روش‌های آبیاری بوده است. هنگامی که از آبیاری نشتی در اراضی نیمه‌خشک استفاده می‌گردد، نمک با آب به طرف بالا حرکت می‌کند و در نزدیکی بستر بذری متمرکز می‌گردد (فایرمن ۱۹۵۷). با تغییر دوره‌های آبیاری و سطح رطوبت خاک شوری خاک نیز تغییر می‌کند. روش نمونه‌گیری یکنواخت، از عمق پنج سانتیمتری شامل نمک‌های موجود و جابجا شده بوسیله آب به سطح خاک می‌باشد. مخلوط این نمونه، شوری خاک در محدوده بستر بذری را تخمین می‌زند. در خاک‌های بدون شوری و یا با شوری کم، آبیاری نشتی تأثیر منفی و مشخصی بر ظهور جوانه‌ها نداشته است. برعکس در ایستگاه سان‌ژاکین که قطعات برای سال‌ها نمکی بوده‌اند و نمونه‌های گرفته شده شرایط خاک را منعکس نمی‌نماید.



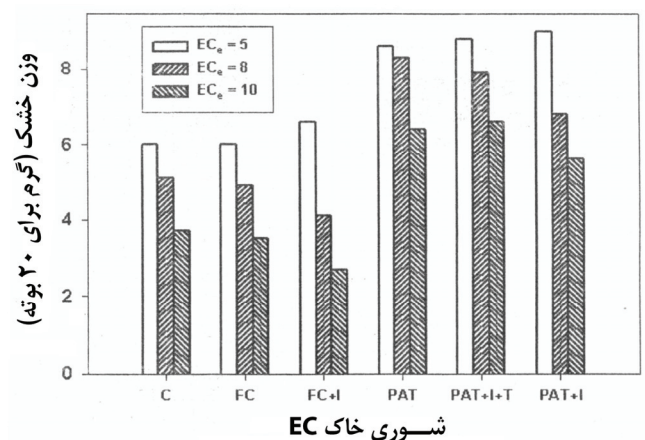
شکل ۳: رابطه بین تعداد روزهایی که ۵۰٪ بوته‌ها سبز می‌گردند با تیمارهای مختلف بذری. ستون‌های پُر مربوط به  $EC$  کمتر از ۶ و ستون‌های خالی مربوط به  $EC$  بیش از ۶ می‌باشد.



شکل ۵: کاهش وزن خشک گیاهچه‌ها بعنوان شاخصی از افزایش شوری خاک می‌باشد. میانگین وزن خشک گیاهچه‌های تمامی تیمارهای آماده شده با تیمارهای آماده نشده مقایسه شده است.

### نتیجه‌گیری کلی

- در دره امپریال جابجایی موقت نمک در عمق ۵ سانتیمتری سطح خاک ناشی از آبیاری نشتی، در تراکم بوته نهایی چغندرقلند و یا میزان ظهور جوانه‌ها در کرت‌هایی که با دقت آبیاری شده بودند تأثیری نداشت (متم سدیم) نیز در ظهور جوانه‌ها بی‌تأثیر بود.
- در خاک‌های ایستگاه تحقیقاتی غرب سان‌ژاکین که تراکم نسبی نمک‌های سولفات سدیم و سولفات منیزیم وجود دارد وزن گیاهچه‌ها و همچنین میزان جوانه زدن آنها با افزایش  $EC$  خاک از ۶ به بالا، کاهش می‌یابند. خاک و آب شور تأثیر معنی‌داری بر سبز شدن نهایی چغندرقلند نداشتند.
- میزان ظهور جوانه‌های بذوری که قبلاً آماده شده بودند در کرت‌های شور معادل میزان ظهور جوانه بذور تیمار نشده در زمین‌های غیرشور است.
- وزن خشک گیاهچه‌ها در  $EC$  بالاتر از  $6 ds m^{-1}$  کاهش می‌یابد. □



شکل ۴: وزن خشک گیاهچه‌ها بعنوان شاخصی از تیمار کردن بذری و خاک در ایستگاه تحقیقاتی سان‌ژاکین. نتایج برای کمتر از ۶ و بیشتر یا مساوی ۶ مشخص شده است برابر ۹/۸ و ۱۰/۱ با هم جمع شده اند.

بنظر می‌رسد تیمار کردن بذری همان امتیازی را که در خاک‌های غیرشور دارد در خاک‌های شور نیز داشته باشد. بذره‌های آماده شده در کرت‌های با خاک شور، بهمان میزان کاشت بذری آماده نشده در خاک با  $EC$  کم تولید جوانه نموده است. نتایج مشابهی در پنبه نیز مشاهده شده است (شانون و فرانسوا ۱۹۷۷). رشد بذره‌های آماده شد (پرایمینگ) از نظر فیزیولوژیکی با قرار گرفتن در آب قبل از کاشت جلو می‌افتد (مک‌دونالد ۲۰۰۰). این کار مدت مورد نیاز برای جذب آب بعد از کاشت و فرایندهای فیزیولوژیکی قبل از جوانه زدن را کوتاه می‌کند.

# ۱۵ تن شکر - رویا یا به زودی به واقعیت می پیوندد

نقل از: سوکروبن ۲۰۰۶/۵ مترجم: دکتر رضا شیخ الاسلامی

این روش بعثت کاهش شدت عملیات آماده‌سازی سهم بسزایی در کاهش هزینه‌ها دارد. تجزیه و تحلیل‌های اقتصادی متنوع و همچنین طرح‌های کشاورزی انجام شده این صرفه‌جویی در هزینه‌ها را نشان می‌دهند. این عملکردها با عملکردهای روش‌های سنتی قابل مقایسه می‌باشند. در مقایسه با آنها کشاورز عملکرد بالاتر و معنی‌داری با روش کشت سدی (Dam) بدست می‌آورد. این روش از روش کشت هویج تقلید شده است و بر رشد گیاه در اوایل کار از طریق گرم شدن سریع زمین و هوادهی آن متمرکز می‌باشد. نتایج طرح‌های تحقیقاتی در آلمان نشان می‌دهند که حتی از اوایل دوره برداشت (شکل ۱) این روش نسبت به روش‌های سنتی ۱۵ تا ۲۰٪ افزایش عملکرد داشته باشد. اثر نامناسبی روی پذیرش این روش در حال حاضر علاوه بر نبود سیستم مقابله با فرسودگی نیاز به ماشین آلات و انجام کار فعال است. کار تلفیقی که باید در اینجا ارائه شود آن است که بالا بودن عملکرد نباید بوسیله هزینه بالا از دست برود.

## پیشرفت پرورش و داشت

پرورش کمک قابل ملاحظه‌ای در کارآئی کشت چغندر قند دارد. نگاهی به

شرایط کار تغییر یافته در سیاست کشاورزی به‌ویژه کشت چغندر قند را به مقابله می‌خواند و مسلماً کشاورزی را در سال‌های آینده دستخوش تغییراتی خواهد کرد. با توجه به شرایط اقتصادی مورد انتظار بایستی راهکارهای جدیدی از دیدگاه ساختار کشت و اصلاح ارقام اعمال گردد تا قابل رقابت بودن و کارآمد کردن کشت چغندر قند را بتوان تضمین نمود. در رابطه با کارآمدی کشت چغندر قند غالباً اصطلاح ۱۵ تن شکر در هکتار مورد نظر است. در مقایسه با عملکردهای حال حاضر، این افزایش عملکرد شکر قدم اقتصادی مهمی در راستای خلق ارزش بیشتر در کشت چغندر قند است.

## روش‌های کشت

کارآمدی کشت چغندر قند از عوامل متعددی پیروی می‌کند. از عوامل مهم مخصوصاً روش‌های کشت و در رابطه با آن انتخاب روش‌های آماده‌سازی زمین تأثیر قابل توجهی بر کارآمدی دارند. بدین جهت از دید کشاورز باید روش‌های کشتی اعمال شود که عملکرد پایدار و بالا را مقدور سازد و اثر کاهنده‌ای بر هزینه‌های واحد داشته باشد. روشی بنام روش بذر مولج مدت‌هاست که معرفی شده و عملاً نتیجه خوبی داشته است.

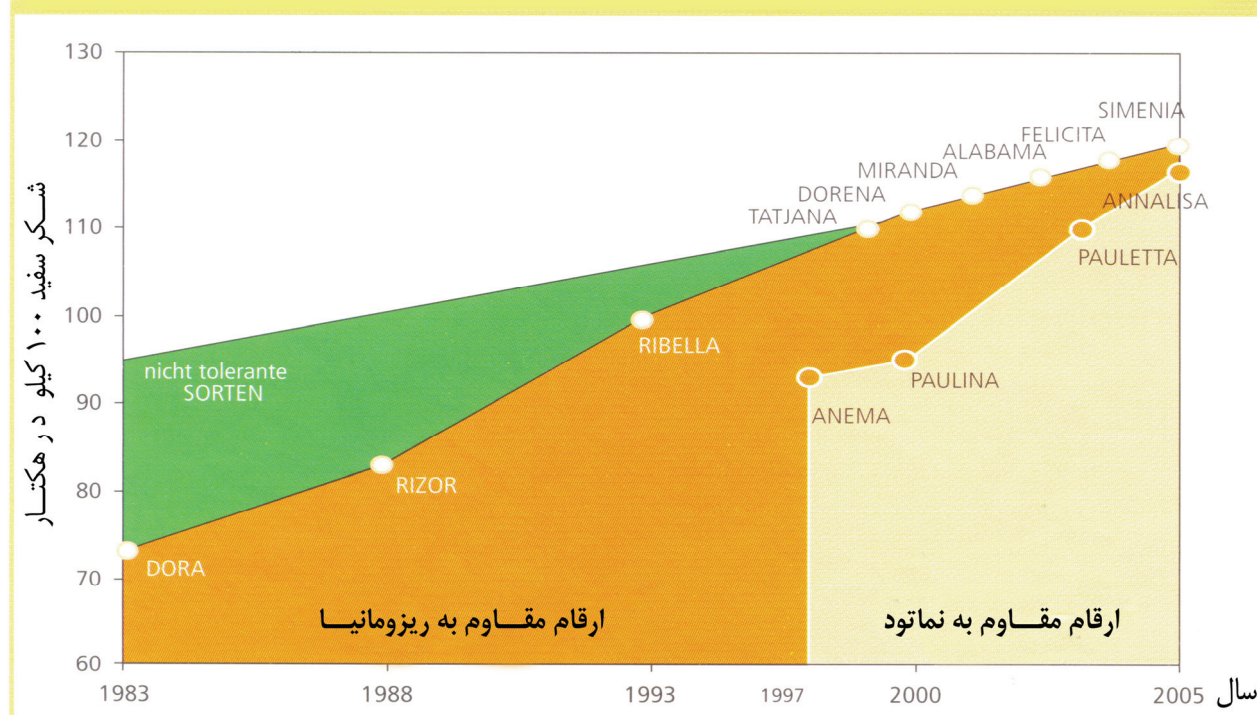


مهمترین اثر اصلاح رقابت پذیر کردن کشت چغندر قند



علاوه بر شاخص های عملکرد و درصد قند ارقام مقاوم در مقابل ویروس ها و قارچ در مرحله نخست کارهای اصلاحی قرار دارند

شکل ۳: روند رشد عملکرد شکر با ارقام مختلف از سال ۱۹۸۳-۲۰۰۵



پنج دهه گذشته موفقیت توسعه و رشد عملکرد شکر سفید را نشان می‌دهد. با وجود موانع ظاهری غیر قابل عبور مثلاً ظهور ریزومانیا که تمام مزارع چغندرکاری را تهدید می‌کند که مبارزه با آن با مواد شیمیایی مقدور نبوده است از طریق پرورش و اصلاح همواره نشانه‌های مثبت برای کشت چغندرقند بدست آمده است. در دهه پنجاه رشد عملکرد کند بود و با ورود روش اصلاح و پرورش جدید مثل سلکسیون نشانه‌ای (mark- selektion) همچنان به اصلاح بذور سرعت بخشید. مخصوصاً در سال‌های بعد از ۱۹۸۰ رشد زیادی در عملکرد کشت چغندرقند می‌توان دید. در حالیکه مصرف بذر کاهش داشته است. در حال حاضر رشد سالیانه عملکرد، آنطوریکه نتایج آزمایش‌های بذور جدید که به‌تازگی به ثبت رسیده‌اند، نشان می‌دهند حدود ۳۰۰ کیلو شکر سفید در هکتار است. در این روند توسعه هدف اصلاح و دستیابی به ۱۵ تن شکر در هکتار نه فقط یک آرزو نیست بلکه بزودی به حقیقت می‌پیوندد. نمودارها همچنین نشان می‌دهند که انگیزه‌های بوجود آمده باج خاص خودش را طلب می‌کند. البته هر موقع که روش کشت جدیدی بکار می‌رود مثل استفاده از منورمیت (Monogermite) (شروع دهه ۷۰) و با استفاده از بذور مقاوم به ریزومانیا (اواسط دهه ۸۰)، رکود کوتاه مدتی حتی کاهش عملکرد، مشاهده می‌شود. با پیشرفت اصلاح مداوم با ارقام جدید این آرزو از لحاظ زمانی محدود می‌ماند. بنابراین امروزه ارقام مقاوم به ریزومانیا نسبت به ارقام معمولی حتی در مزارع غیر آلوده چیزی کم ندارند. این توسعه و پیشرفت همچنان در سایر ارقام مقاوم (مقاوم به نامتود و ریزومانیا) دور از انتظار نیست (شکل ۳).

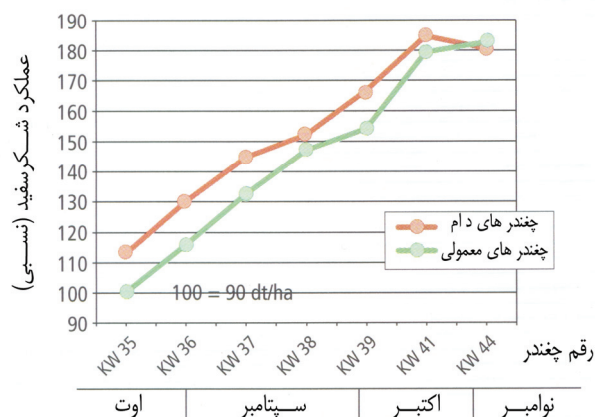
### چغندر پاییزه (چغندر زمستانی)

علاوه بر اصلاح رایج ارقام بایستی نقطه نظرهایی مورد بحث و بررسی قرار گیرند که اثر مثبتی روی عملکرد چغندر قند دارند. مثلاً با طولانی کردن دوره رشد براساس دوام دوره فتوسنتز می‌توان روی عملکردهای بالاتری حساب کرد. برای دستیابی به این هدف، چغندر پاییزه لازم است. چغندری که در پاییز کشت شود و بتواند در اوایل سال سبزینه کافی داشته باشد و از اشعه آفتاب برای فعالیت فتوسنتزی استفاده کند، درحالیکه هنوز ارقام معمولی کشت نشده‌اند. چغندرهایی پاییزه باید در مقابل سرما مقاوم باشند و علاوه بر آن به ساقه نروند. از طرف دیگر بایستی مقاومت به ساقه روی در تولید بذر مجدداً بتواند از بین برود. مطلب آخری فقط با استفاده از روش‌های ژنتیکی مقدور است. زیرا در سایر ارقام این امکان دیده شده است.

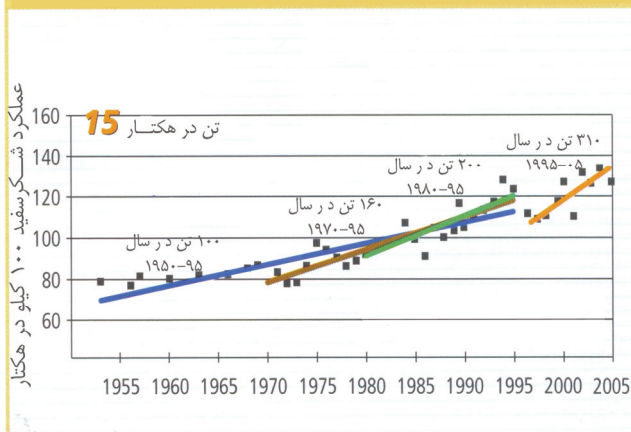
### چکیده

اصلاح چغندرقند در آینده با استفاده از ارقام جدید برای کارائی بالای کشت چغندرقند بکار خواهد رفت. آنطوریکه نتایج طرح‌های رسمی نشان می‌دهند، افزایش سالیانه عملکرد همچنان ادامه خواهد یافت. اهداف اصلاح ارقام جدید و همچنین روش‌های جدید کشت به این پیشرفت کمک می‌کنند. پروژه‌هایی همچون چغندر پاییزه در حال حاضر هنوز خوب پخته نشده است ولی آنها بوضوح نشان می‌دهند که در چغندرقند پتانسیل زیادی نهفته است. □

عملکرد های بالا با چغندر های دام (Dammruben)  
(آزمایشهای برداشت در سال ۲۰۰۵)



شکل ۲: روند توسعه اصلاح عملکرد شکر سفید چغندرقند  
از سال ۱۹۵۳-۲۰۰۵



پیشرفت اصلاح گیاه بصورت عملکرد شکر در هکتار که از سال به سال حدود ۱/۵ درصد است



# مطالعه روند فروپاشی محلول‌های ساکاروز تکنیکی

نقل از: سوکرایندوستری ۲۰۰۶/۴ مترجم: مهندس محمدباقر پورسید

روند فروپاشی در آن بروز کند. این اندازه‌گیری‌ها در سرویس‌های ایمنی Nobel AKZO (ANSaS) که در آن تجهیزات لازم در دسترس بوده، انجام شدند. از سپتامبر ۲۰۰۴، زود سوکر (SZ)، فایفر ولانگن (P&L)، نورت سوکر، سوکر فابریک یولیش و دانیسکو آنکلام نیز در این پروژه شرکت کردند. در طول بهره‌برداری سال ۲۰۰۴ اندازه‌گیری‌های بیشتری در مورد مواد تازه ورودی به کارخانه پوتر شوک صورت گرفت. در این مورد، نه تنها ملاس رقیق، بلکه پساب A، پساب B، ملاس رقیق نشده و پخت C نیز آنالیز شدند. متأسفانه، نتایج آنطوری که انتظار می‌رفت همخوانی و سازگاری نداشتند. لذا لازم شد که اندازه‌گیری‌های بیشتری صورت گیرد. این آزمایش‌ها در مورد ملاس افشتاین (SZ) و کارخانه‌های چغندری السدورف (P&L) و همچنین تصفیه‌خانه نیشکری سنت‌لوییز اجرا شد.

## ۲- گزارش حادثه

در روز شنبه اول نوامبر ۲۰۰۳، مشکل اصلی در بخش کریستالیزاسیون پخت C (پس فراورده) پیش آمد کرد. یک محور میکسر آفیناسیون شکست و موجب شد که تولید پس‌فراورده متوقف شود. به‌زودی معلوم شد که مدت بسیار طولانی برای تعمیر تجهیزات مربوطه لازم است. بدین ترتیب تصمیم گرفته شد که تا آنجا که ممکن است چغندر کمتری مصرف شود و در این مدت پخت در عملیات پس‌فراورده سیرکوله گردد تا از انجماد (سفت شدن) آن جلوگیری شود.

متأسفانه، در مسیر ارتباط بازگردانی، انسداد ایجاد شد (شکل ۱). این انسداد توسط یک توده پخت کریستالیزه بوجود آمد. بعد از تمیز کردن این مسیر با بخار و ساخت یک مسیر ارتباط موازی دیگر به‌وسیله شیلنگ، باز گردش پخت در عملیات پس‌فراورده ناکافی بود. بنابراین تصمیم گرفته شد که محتوای کل لوله توزیع طولی مرتبط به سانتریفوژها را گرم کنند تا سیرکولاسیون پخت بیشتر شود. این عمل گرم کردن پخت با تزریق بخار آب با فشار ماکزیمم ۴ اتمسفر صورت گرفت. در همین زمان، در خروجی کریستالیزور سرمایشی عمودی، انسداد ایجاد شده تنها خروجی لوله، اتصال بازگردانی و دو خروجی به طرف سانتریفوژها بود. بعداً معلوم شد که این خروجی‌ها نیز جریان کافی برقرار نمی‌کنند.

پس از یک دوره گرم کردن، فشار و دما به سرعت افزایش یافتند. این افزایش سریع فشار و دما به صورت نمایی (توانی) صورت گرفت (شکل ۲). تقریباً بعد از گذشت ۱۰ دقیقه صدای انفجارگونه‌ای در ساختمان کارخانه پیچید. یک اتصال T (سه‌راهی) در خروجی رشوفر و مسیر کنارگذر رشوفر بر اثر فشار بسیار بالا ترکید. ساختار لوله‌های پلاتفرمی شدیداً صدمه دید (شکل ۳). رشوفر، دیگر قابل تعمیر نبود. پخت داغ بر روی دیواره‌ها و کف کارخانه پاشید. بوی خاصی در فضای کارخانه پیچید که بعداً معلوم شد این بو مخلوطی از بوهای شکر سوخته و بوی فراورده‌های واکنش‌های گازی

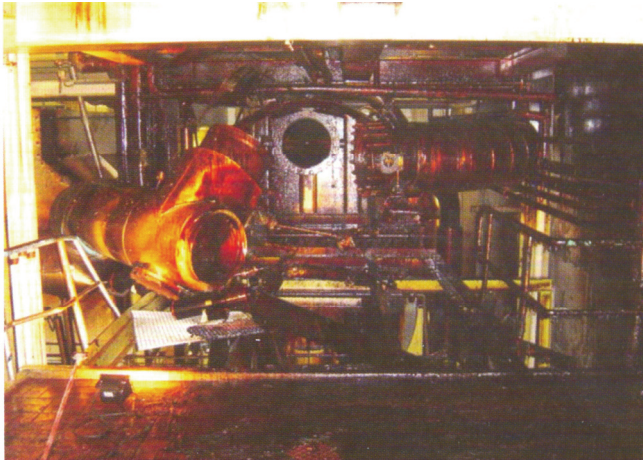
در اول نوامبر سال ۲۰۰۳ انفجاری در قسمت شکرریزی کارخانه قند پوترشوک (سویکر یونی، هلند) به وقوع پیوست. چون علت حادثه فوراً معلوم و مشخص نشد، ولی به نظر رسید که فروپاشی Strecker همراه با واکنش تجزیه انفجاری غیرقابل کنترل، تحقق یافته باشد، مطالعه ادبیات قندسازی آغاز گردید. تنها چند گزارش دربارهٔ حوادث مربوط به کارخانه‌های قند چغندری در دست بود. سویکر یونی تصمیم گرفت اقداماتی اتخاذ کند که از وقوع چنین حوادثی در آینده پیشگیری کند. لذا پژوهش در مورد دستیابی به پارامترهایی را آغاز کرد تا بتواند پتانسیل خطر (ریسک) در نتیجهٔ این نوع «روند فروپاشی» در کارخانه‌های چغندری را به‌طور کمی تجزیه و تحلیل کند.

اندازه‌گیری‌های اولیه نشان دادند که ملاس، در صورتی که در شرایط دماهای بسیار بالا قرار گیرد، می‌تواند این روند فروپاشی را به نمایش بگذارد. اندازه‌گیری‌های گرماسنجی بیشتر، که همه آنها را سرویس‌های ایمنی Nobel AKZO (ANSaS) در مورد مواد تازه در طول بهره‌برداری سال ۲۰۰۴ انجام داد، تایید کردند که سایر محصولات کریستالیزاسیون از قبیل پساب A و پساب B نیز ممکن است چنین روند فروپاشی را بوجود آورند. در همهٔ محصولات در دماهای بالاتر از  $110^{\circ}\text{C}$ ، مدت القای آدیاباتیکی، کمتر از ۵ ساعت است که از لحاظ توقف‌های سیستم تولید نسبتاً کوتاه است.

نمی‌توان مدت القای آدیاباتیکی را به صورت تابعی از مجموعه نسبتاً کوچکی از پارامترها پیشگویی کرد زیرا آن، در ضمن، به عوامل بسیاری که در تولید شناخته شده نیستند، بستگی دارد. ولی برخی اقدامات را به منظور اجتناب از روند فروپاشی که منجر به انفجار می‌شود، می‌توان اتخاذ کرد.

## ۱- مقدمه

در اول نوامبر ۲۰۰۳ یک حادثه در کارخانه قند پوترشوک روی داد که منجر به واقعه‌ای مرگبار گردید. این حادثه ظاهراً وقوع یک انفجار ناگهانی در قسمت شکرریزی کارخانه بود. یک کارگر بر اثر جراحات وارده ناشی از ریختن پخت C داغ بر سطح بدن وی جان سپرد. ضمناً مقدار زیادی از ماشین‌آلات کارخانه خسارت دید. بررسی‌ها درباره علت حادثه نشان داد که واکنش تجزیه انفجاری غیرقابل کنترل پخت C منجر به این اتفاق گردیده است. این روند می‌تواند به علت مشکلات مربوط به فراورش شکر پخت C (پس فراورده) ایجاد شده باشد. بلافاصله چند اقدام موقتی برای اجتناب از وقوع چنین حوادثی اتخاذ گردید. یک پروژه تحقیقاتی برای دستیابی به چند پارامتر به منظور تجزیه و تحلیل کمی پتانسیل ریسک (خطر) در نتیجه وقوع این نوع «روند فروپاشی» در تولید شکر چغندری آغاز گردید. نتیجه اندازه‌گیری‌های اولیه انجام شده بر روی ملاس رقیق تایید کرد که هر گاه این ملاس در شرایط دماهای بسیار بالا قرار گیرد ممکن است این



شکل ۳: اتصال T (سه‌راهی) ترکیده در جلوی رشوفر

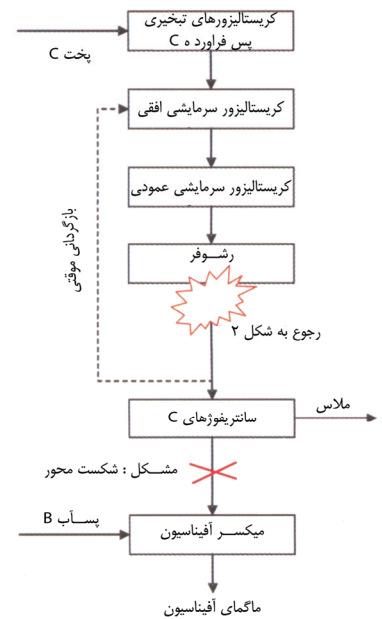
### ۳- زمینه تاریخی، ادبیات و گزارش‌ها

چون علت حادثه به فوریت معلوم نشد و نیز مشخص نگردید که چه اقداماتی باید برای پیشگیری از بروز حادثه اتخاذ گردد، مطالعه ادبیات از جهت بازبینی گزارش‌های مربوط به حوادث مشابه نیز صورت گرفت. برای یافتن این توضیح که چرا این اتفاق افتاده است، و ضمناً چه اقداماتی باید اتخاذ گردد تا از آن در آینده پیشگیری شود علاقه و توجه آشکاری وجود داشت. در ادبیات، تنها چند سند وجود داشت و آنها نیز اکثراً به شکستن خط لوله ملاس در صنعت قند نیشکر مربوط بودند. تنها چند گزارش درباره حوادث کارخانه‌های چغندری مشاهده گردید (۴-۱). یک مقاله نیز مربوط بود به یک کریستالیزور تبخیری برای شکر خام در گلوگو در کشور لهستان که منفجر شد و با شکستن سقف کارخانه به بیرون پرتاب شد. در این حادثه هفت نفر کشته شدند.

### ۴- پس زمینه تئوریک «روند فروپاشی» حرارتی

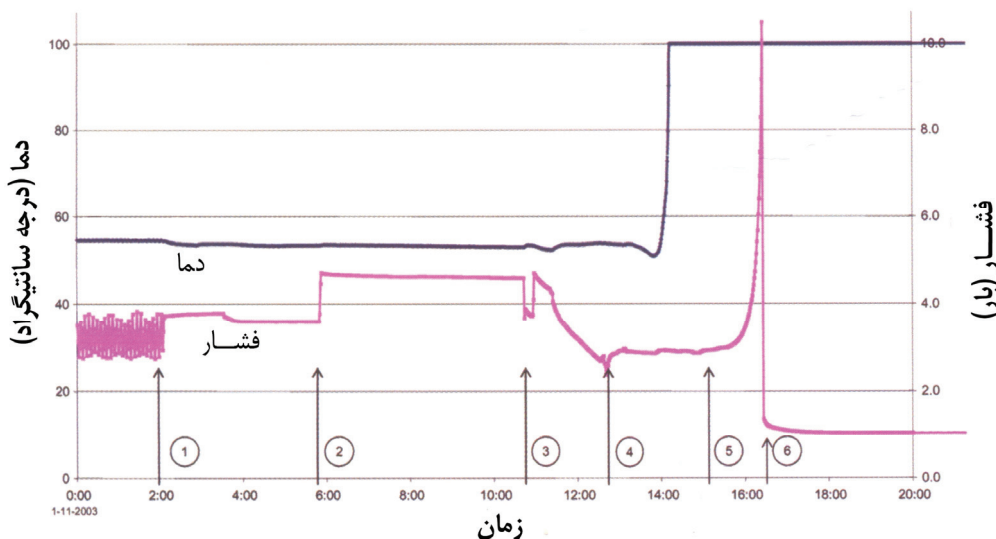
در پخت‌ها و پساب‌های مربوطه اجزای تشکیل‌دهنده بسیاری وجود دارند که ممکن است در شرایط مختلف دما، اسیدیته (pH)، غلظت و غیره، بر

بوده است. بعد از آزمایش ترانسیمتر فشار معلوم شد که فشار ماکزیمم به ۱۳/۱bar رسیده است. پس از گذشت ۱۱ روز کریستالیزاسیون پس‌فراورده دوباره راه‌اندازی شد. صدمات وارده در حد لزوم و ممکن ترمیم گردید. اقدامات لازم برای اجتناب از وقوع مجدد چنین حوادثی تعیین شدند که عبارت بودند از نصب صفحات اطمینان برای مقابله با فشارهای اضافی، ترانسیمترهای فشار مجهز به آزیپر، اتصالات قابل جدا شدن در مسیر لوله‌های بخار.



شکل ۱: نمایش نموداری کریستالیزاسیون پس‌فراورده در کارخانه قند پوترشوگ

(۱) حرکت بالا و پایین بسته خنک‌کننده در کریستالیزور عمودی متوقف و خروجی کریستالیزور مسدود است. (۲) باز کردن خروجی کریستالیزور به منظور حرکت دادن پخت (۳) انسداد و باز کردن مکرر خروجی کریستالیزور برای حرکت دادن پخت (۴) شروع بخار دادن (۵) افزایش فشار (۶) اتصال T (سه‌راهی) رشوفر ترکیده است.



شکل ۲: خطوط روند دما و فشار در خط لوله پخت به طرف سانتریفوژها

(۱) حرکت بالا و پایین بسته خنک‌کننده در کریستالیزور عمودی متوقف و خروجی کریستالیزور مسدود است. (۲) باز کردن خروجی کریستالیزور به منظور حرکت دادن پخت (۳) انسداد و باز کردن مکرر خروجی کریستالیزور برای حرکت دادن پخت (۴) شروع بخار دادن (۵) افزایش فشار (۶) اتصال T (سه‌راهی) رشوفر ترکیده است

گرمای تولیدشده در یک واکنش، مستقیماً با سرعت واکنش جفت می‌شود و اغلب آن را برحسب ژول بر کیلوگرم واکنش دهنده بیان می‌کنند. وقتی واکنش، هنوز در مراحل اولیه است و تغییر غلظت در مقایسه با مقدار واکنش دهنده‌های موجود، نسبتاً کوچک است، بخشی از معادله همراه با غلظت‌ها مقدار ثابتی است و تولید گرما را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$\frac{[w_A] \cdot [w_B]}{[w_P]} \approx \text{constant} \rightarrow Q_{\text{reaction}} = c \cdot e^{\left(-\frac{E_a}{R \cdot T}\right)} \quad (5)$$

$$\ln(Q_{\text{reaction}}) = \ln(c) - \frac{E_a}{R} \cdot \frac{1}{T} \quad (6)$$

در معادله (۶)،  $c$  و  $E_a$  را پارامترهای آرنیوس می‌نامند ( $c$  ثابت پیش‌نمایی است و  $E_a$  انرژی فعالسازی را نشان می‌دهد). گرمای واکنش یعنی  $Q$  را می‌توان اندازه گرفت. به این علت که گرمای تولیدی می‌تواند بسیار کوچک باشد، تجهیزات خاصی لازم است. اگر گرمای تولیدی و گرمای مبادله شده با محیط (در شرایط آدیاباتیک هیچ گرمایی مبادله نمی‌شود)، مجموع مثبتی باشد، گرمای نمونه بالا می‌رود، چون سرعت گرم شدن، وابستگی نمایی با دمای واقعی دارد، گرما به طرز فزاینده‌ای سریعاً افزایش می‌یابد و «روند فروپاشی» با پی‌آمدهای مصیبت‌بار احتمالی روی می‌دهد. در لحظه‌ای از زمان، واکنش آنچنان سریع می‌شود که هیچ امکانی برای خنک کردن و متوقف کردن واکنش وجود ندارد. این لحظه را مدت القای آدیاباتیکی می‌نامند. مدت القای آدیاباتیکی را می‌توان با حل کردن معادله موازنه انرژی (معادله دیفرانسیل) و با استفاده از پارامترهای اندازه‌گیری شده معادله آرنیوس به دست آورد.

اگر یکی از محصولات واکنش، به صورت گاز یا یک حلال باشد که بر اثر افزایش دمای سریع، به سرعت بخار شود، فروپاشی منجر به ایجاد فشار می‌گردد و راکتور و لوله‌کشی‌های مربوطه را منفجر و تکه تکه می‌کند. در عمل، شرایط آدیاباتیکی واقعی وجود ندارد، بلکه عملاً گرما به محیط اطراف منتقل می‌گردد، چون ویسکوزیته پخت‌ها و پساب‌ها بسیار بالاست و بخصوص در شرایطی که جریان پخت متوقف می‌شود (مشکلات تولید) انتقال گرما در پخت فقط به هدایت (رسانش) گرما محدود می‌شود. در این مورد، می‌توان از یک مدل حرارتی برای محاسبه نمودارهای دما با بکارگیری پارامترهای آرنیوس استفاده کرد. معادله دیفرانسیل اصلی برای این محاسبه به شرح زیر است:

$$\left(\frac{\partial Q}{\partial t}\right) = Q_{\text{reaction}} - Q_{\text{transfer}} \quad (7)$$

چنین مدلی را می‌توان به عنوان راهنما یا نشانه برای مواردی که روند فروپاشی و مدت القاء تحقق می‌یابند، بکار گرفت. همچنین اثر اندازه/بعد و عایق‌کاری حرارتی را می‌توان برآورد کرد.

یکدیگر هم کنش شیمیایی داشته باشند. بیشتر این اجزای تشکیل دهنده بخشی از مواد غیرقندی را تشکیل می‌دهند ولی قند (ساکاروز) و آب نیز در این ماجرا نقش دارند.

در ارتباط با انفجار در نتیجه «روند فروپاشی» در یک محلول ساکاروز تکنیکی، تشکیل شدن  $\text{CO}_2$  اهمیت دارد.  $\text{CO}_2$  یک محصول گازی است که موجب تولید کف در پخت و ملاس می‌شود. تولید  $\text{CO}_2$  نتیجه انجام واکنش فروپاشی Strecker (رجوع کنید به van der Poel و همکاران، سال ۱۹۹۸، صفحه ۱۹۹) است که در وضعیت عادی نیز در مدت تولید، صورت می‌گیرد.

فروپاشی Strecker، واکنش بین یک ترکیب دی‌کربنیل و یک آمینوآسید است.

در موقع دیسوسایسیون  $\text{CO}_2$ ، یک آلدهید و یک انول تشکیل می‌شود. این انول می‌تواند به دو قسمت، یک کتوز و آمونیاک، تقسیم گردد، یا مشتقات پارازین و سایر ترکیبات هتروسیکلیک از قبیل پیرول، پیریدین و مشتقات ایمیدازول تشکیل دهد. بین محصولات واکنش، اسیدهایی وجود دارند که pH را پایین می‌آورند. این عمل، سرعت واکنش را زیاد می‌کند. تولید گاز، عامل ریسک (خطر) اصلی است که می‌تواند مخازن و لوله‌ها را منفجر و تکه تکه کند. مجموع آثار همه این واکنش‌هایی که صورت می‌گیرند موجب گرمایی می‌شود. اگر گرمای تولیدشده به محیط اطراف منتقل نشود، دما افزایش می‌یابد.

اثر «روند فروپاشی» حرارتی را می‌توان با فرض یک واکنش ساده و سینتیک واکنش مرتبه یک توضیح داد. واکنش ساده‌ای را که بین ترکیب A و ترکیب B صورت می‌گیرد و محصول P تولید می‌کند می‌توان به صورت زیر نوشت:



اگر سرعت واکنش از لحاظ همه ترکیبات، مرتبه یک باشد، می‌توان آن را با استفاده از معادله زیر محاسبه کرد:

$$u_R = k \cdot \frac{[w_A] \cdot [w_B]}{[w_P]} \quad (2)$$

ضریب سرعت واکنش یعنی  $k$  به دما وابسته است. اغلب این وابستگی به دما را وابستگی آرنیوس می‌نامند که عبارت ریاضی آن به صورت زیر است:

$$k = k_0 \cdot e^{\left(-\frac{E_a}{R \cdot T}\right)} \quad (3)$$

این معادله آرنیوس، نمایی و دارای توان معکوس دما  $1/T$  است که می‌توان آن را به یک رابطه خطی طبق معادله (۴) با متغیر  $1/T$  تبدیل کرد.

$$\ln(k) = \ln(k_0) - \frac{E_a}{R} \cdot \frac{1}{T} \quad (4)$$

## ۵- آزمایش‌ها و تجهیزات

۱- اندازه‌گیری‌های گرماسنجی

همانطور که در بالا توضیح داده شد، دلیل اصلی برای توسعه انفجار، «روند فروپاشی» حرارتی محلول‌های ساکاروز تکنیکی در یک محیط بسته است. این وضعیت، در مواردی که تولید گرما در داخل یک ماده یا وسیله بیش از انتقال گرما به محیط اطراف است، می‌تواند تحقق یابد. برای تعیین شرایط

درست، در مورد وقوع «روند فروپاشی» اطلاعات گرماسنجی درباره ماده یا وسیله، ضروری است. این اندازه‌گیری‌های گرماسنجی را سرویس‌های ایمنی Akzo Nobel (ANSaS)، Deventer (هلند) انجام داده است. در ANSaS، تجهیزات گرماسنجی بسیار حساس برای پوشش دادن گستره دمای مربوطه در دسترس می‌باشد که در زیر توضیح آن خواهد آمد. ANSaS، بعد از اندازه‌گیری نمونه‌ها داده‌ها را آنالیز کرد و گزارش کاملی شامل مدت‌های القای آدیاباتیک نمونه‌ها آماده نمود.

۲-۵- گرماسنج شتاب دهنده سرعت (ARC)

مقدار اندکی از محصول (تقریباً ۲/۵g) را در یک مخزن کروی شکل بسته قرار می‌دهند. در این مخزن، دما و فشار اندازه‌گیری می‌شود. ظرف یا مخزن را در یک کوره یا آون که نمودار دمای

دلخواه را

می‌توان در آن

دنبال کرد، قرار

می‌دهند. در

لحظه معینی،

به علت

واکنش‌های

گرمایی، دما

سریع‌تر از

دمای اجاق بالا

می‌رود (گرما

واکنش). در آن

لحظه، دما در

راکتور بالا

می‌رود و دمای

کوره یا آون

آن را دنبال می‌کند. بدین ترتیب، شرایط نزدیک به آدیاباتیک ایجاد می‌گردد. تغییرات دما، فشار و انتقال گرما ثبت می‌شوند.

۳-۵- گرماسنج اسکینینگ دیفرانسیلی (DSC)

DSC گرماسنجی است که می‌توان از آن برای اندازه‌گیری جریان گرما از نمونه یا مخلوط واکنش، یا به طرف نمونه یا مخلوط واکنش، استفاده کرد. این عمل با استفاده از یک آون کوچک که در دمای ثابت (ایزوترمال)، یا به‌وسیله سرعت ثابت خنک کردن یا گرم کردن کنترل می‌شود (اسکینینگ)،

انجام می‌گیرد. گستره دما برای تجهیزات استاندارد بین ۲۵°C تا ۵۰۰°C است. می‌توان از نمونه‌های تا ۱۰۰mg استفاده کرد. اختلاف دما بین فنجان مرجع و فنجان نمونه اندازه‌گیری می‌شود. جریان گرما (mW) از اختلاف دمای بین فنجان‌ها به‌دست می‌آید. حد پایینی جریان گرما تقریباً ۱-۵W/kg است.

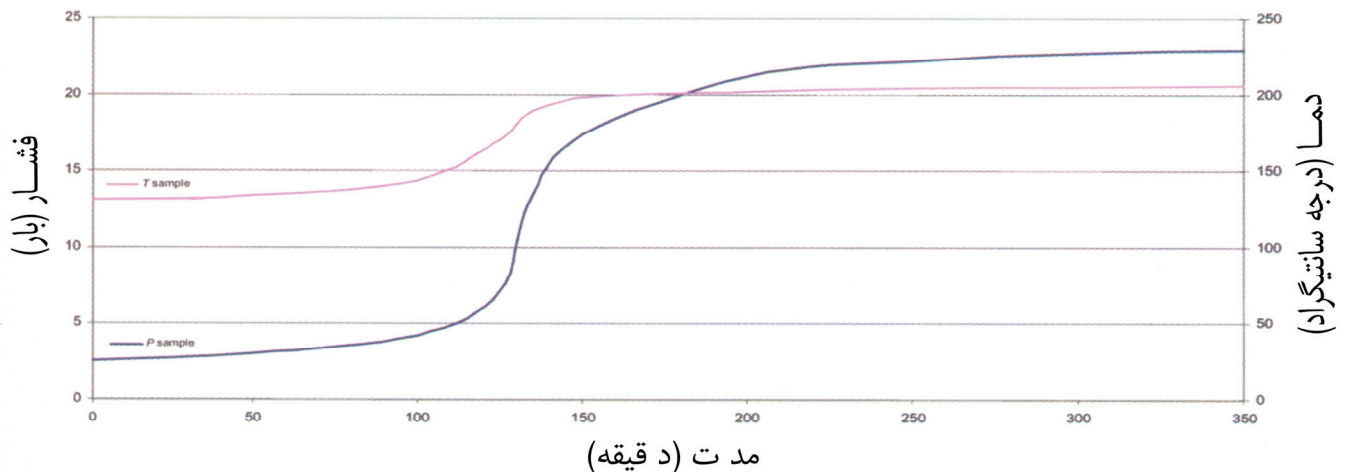
محلول ساکاروز	DS موجود	ساکاروز موجود	کوسیان	مقدار	قند انورت
	%	°Z	%	pH	موجود %
ملاس رقیق قدیمی	۷۹/۵	۵۱/۸	۶۵/۲	۸/۷	
پساب	۷۹/۵	۷۰/۹	۸۹/۲	۸/۷	
پساب	۸۰/۵	۶۲/۸	۷۸/۰	۸/۷	
ملاس	۸۷/۲	۵۲/۶	۶۰/۳	۸/۶	
پخت	۹۵/۷	۷۲/۷	۷۶/۰	۸/۶	
ملاس رقیق	۷۷/۳	۴۶/۶	۶۰/۳	۸/۵	
پساب	۸۰/۵	۶۲/۸	۷۸/۰	۸/۷	
ملاس	۷۹/۹	۴۹/۰	۶۱/۳	۸/۷	
ملاس	۸۱/۶	۴۸/۴	۵۹/۳	-	۱/۰
ملاس نیشکر	۸۰/۷	۵۱/۰	۶۳/۲	-	۱۲/۳

اندازه‌گیری	جریان گرما TAM iso	جریان گرما TAM iso	جریان گرما Setaram	جریان گرما DSC iso	جریان گرما DSC iso	جریان گرما DSC scan	جریان گرمای کلی واکنش
	W/kg	W/kg	W/kg	W/kg	W/kg	W/kg	kJ/kg
دما - سانتیگراد	۷۰	۸۰	۹۹	۱۲۰	۱۳۰	۱۷۰	-
ملاس رقیق قدیمی *	-	-	-	-	-	-	-
پساب A	۰/۰۴			۲/۷		۸۹/۱	۴۹۵
پساب B1	۰/۰۲۴			۸		۱۱۷/۸	۲۹۳
ملاس	۰/۱۵			۵/۵		۷۳/۲	۲۳۷
پخت C	۰/۰۳۱			۴		۵۸/۸	۳۴۸
ملاس رقیق	۰/۱				۹/۱	۱۰۵/۴	۲۳۶
پساب تکراری B1			۰/۴۲		۶/۵	۱۴۷	۵۸۴
ملاس	۰/۰۷۹				۶/۷	۷۴	۳۹۷
ملاس	۰/۲۲				۱۰	۱۴۲	۳۴۶
ملاس نیشکری	۰/۱۵				۱۷/۶	۴۸۴	۴۵۰

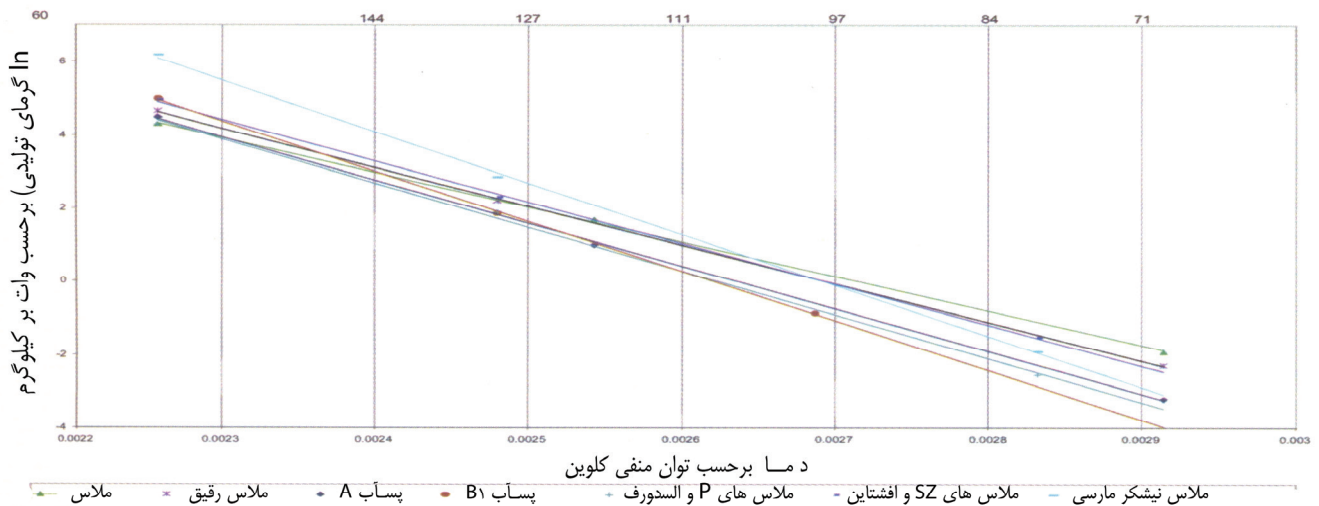
\* داده‌های اندازه‌گیری ارائه نشده اند زیرا آنها در دماها و به روش‌های متفاوت اندازه‌گیری شده اند.

۴-۵- مونیاتور فعالیت حرارتی (TAM)

این دستگاه، یک گرماسنج ایزوترمال (تک دما) است که می‌تواند مقادیر بسیار کوچک گرماهای تولیدی را اندازه بگیرد. اندازه نمونه حداکثر ۲g است. در TAM که به روش ترموستاتی کنترل می‌شود، دو محفظه نگهدارنده نمونه بکار می‌رود. یک محفظه حاوی فنجان نمونه و دیگری حاوی فنجان مرجع است. جریان گرما با المنت Peltier اندازه‌گیری می‌شود. گستره دما برای تجهیزات استاندارد، ۲۵°C تا ۸۰°C است. مقادیر



شکل ۴: روند دما و فشار در اندازه گیری ARC با استفاده از ۲/۶۰۵ گرم ملاس و پر کردن ۲۰-۲۵ درصد (اندازه گیری به روش ANSaS) مدت (دقیقه)



شکل ۵: نمودارهای آرنیوس برای هریک از نمونه ها

جدول ۳: پارامترهای آرنیوس محاسبه شده از روی داده ها					
$C_p$ J/(kg.K)	$r^2$ Ln (W/kg)	$\ln(c)$ Ln (W/kg)	$c$ W/kg	$E_a$ J/mol	پارامترهای آرنیوس
۲۸۱۰	۰/۹۹۷	۲۶/۰۵	$۲/۶ \times 10^{-11}$	۸۴،۸۵۶	ملاس رقیق قدیمی
۲۳۶۶	۱/۰۰۰	۳۰/۳۸	$۱۵/۶ \times 10^{-12}$	۹۷،۳۷۲	پساب A
۲۳۶۶	۰/۹۸۲	۲۵/۳۷	$۰/۱۰۴ \times 10^{-12}$	۱۰۸،۴۵۱	پساب B1
۲۵۲۷	۱/۰۰۰	۳۰/۸۷	$۲۵/۴ \times 10^{-12}$	۷۷،۵۴۱	ملاس
۲۷۸۰	۰/۹۹۲	۳۴/۵۸	$۱/۰۴ \times 10^{-1۵}$	۹۶،۰۷۷	پخت C
۲۵۶۸	۱/۰۰۰	۲۸/۴۷	$۲/۳۲ \times 10^{-1۵}$	۸۷،۸۵۶	ملاس رقیق
۲۵۷۰	۱/۰۰۰	۳۵/۶۸	$۳/۱۴ \times 10^{-1۵}$	۱۱۳،۱۶۸	پساب B1
۲۵۷۰	۰/۹۹۶	۳۱/۴۱	$۴۳/۶ \times 10^{-12}$	۹۹،۴۷۳	ملاس
۲۶۳۰	۱/۰۰۰	۳۰/۲۵	$۱۳/۸ \times 10^{-12}$	۹۳،۳۹۷	ملاس
۲۵۸۰	۰/۹۹۹	۳۷/۷۲	$۲۴/۱ \times 10^{-1۵}$	۱۱۶،۴۵۱	ملاس نیشکری

$I^2$  ضریب همبستگی.  $C_p$  ظرفیت گرمایی ویژه

گرمای پایین‌تر از  $1\text{W}$  را می‌توان اندازه گرفت ( $0.01\text{W/kg}$ ) برای یک گرم نمونه).

#### ۵-۵- گرماسنج SETRAM CA۸۰

از این گرماسنج برای اندازه‌گیری جریان گرما از نمونه یا مخلوط واکنش، یا به سوی نمونه یا مخلوط واکنش استفاده می‌شود. آزمایش‌ها بر روی نمونه‌های تا  $2\text{g}$  انجام شده‌اند. برای انجام آزمایش از یک آون کوچک که در دمای ثابت (ایزوترمال)، یا با سرعت ثابت خنک کردن یا گرم کردن کنترل می‌شود، استفاده می‌گردد.

جریان گرما به کمک المنت Peltier اندازه‌گیری می‌شود. فشار ماکزیمم  $350\text{bar}$  است. در داخل آون (کوره) دو محفظه وجود دارد. یکی حاوی فنجان نمونه و دیگری حاوی فنجان مرجع. گستره دما برای تجهیزات استاندارد  $25^\circ\text{C}$  تا  $300^\circ\text{C}$  است. در طول آزمایش، می‌توان فشار را نیز اندازه گرفت. از انواع مختلف فنجان‌ها برای شبیه‌سازی فرایندهای متفاوت (آزمون‌های برهم‌کنش) استفاده می‌شود. حد پایینی جریان گرما تقریباً  $1-5\text{W/kg}$  است.

#### ۶- نتایج و بحث

گرمای تولیدی برای پساب A، پساب B، ملاس، پخت C (پس‌فرآورده)، ملاس رقیق، ملاس فایفر و لانگن (السورف/آلمان)، ملاس زودسوکر (آفشتاین/آلمان) و ملاس تصفیه‌خانه نیشکری (سنت لوییز سوکر، ماری/فرانسه) در دماهای مختلف اندازه‌گیری شدند. این اندازه‌گیری‌ها را ANSaS انجام داد. ANSaS گزارش کاملی شامل داده‌های اندازه‌گیری شده، مدت‌های القای آدیباتیکی محاسبه شده و توصیه‌ها تهیه کرد. ماده خشک موجود، قند موجود و کوسیان محصولات که به‌وسیله ANSaS اندازه‌گیری شده‌اند در جدول ۱ ملاحظه می‌شوند.

ملاس رقیق شده قدیمی مربوط به بهره‌برداری ۲۰۰۳ بود. نمونه در ماه می از مخزن ذخیره‌سازی برداشت شد و در ماه جون ۲۰۰۴ آنالیز گردید. نمونه‌های دیگر از کارخانه پوترشوک، در ۴ نوامبر ۲۰۰۴ برداشت گردید. نمونه‌های ملاس زودسوکر (آفشتاین) و فایفر و لانگن (السورف)، به ترتیب در ۲ دسامبر ۲۰۰۴ و ۱۶ نوامبر ۲۰۰۴ برداشت شدند. تاریخ نمونه‌برداری از سنت لوییز (ماری) معلوم نیست. نمونه‌ها در دمای اطاق ذخیره شدند. آزمایش‌ها در مدت سه هفته (تقریبی) در ANSaS انجام شدند.

شکل ۴ یک واکنش فروپاشی حرارتی ملاس را که با بکارگیری گرماسنج شتاب دهنده سرعت (ARC) مشاهده شد، نشان می‌دهد. دما و فشار ثبت شدند. خط یا منحنی روند در لحظه‌ای ( $t=0$ ) آغاز شد که تولید گرمای گرمایی بالاتر از  $0.2\text{K/min}$  آشکار گردید. در دوره واکنش اول، تا  $120$  دقیقه، گرمایش گرمایی تحقق یافت. تقریباً بعد از  $130$  دقیقه توسعه فروپاشی حرارتی آغاز گردید. بعد از  $150$  دقیقه، افزایش دما و فشار، به این علت که تبدیل بالا سرعت واکنش را تقلیل داد، کندتر شد. در این مورد، افزایش فشار در سطح پر شدن  $20$  تا  $25$  درصد، تقریباً  $20\text{bar}$  است. سپس، اندازه‌گیری‌ها، با استفاده از همان ملاس قدیمی انجام شدند تا تولید

گرما در گستره دما مورد بررسی قرار گیرد. از این نتایج، معلوم شد که همبستگی خلاصه شده آرنیوس به صورتی که در معادله (۶) آمده است، در واقع معتبر بوده و اندازه‌گیری‌های بیشتری برای بررسی اثر محلول‌های ساکاروز تکنیکی ضرورت داشته است. متعاقب این اندازه‌گیری‌ها، سایر نمونه‌ها برداشت و اندازه‌گیری شدند. در جدول ۲ نتایج همه اندازه‌گیری‌ها درج شده است. صحت داده‌های اندازه‌گیری، ماکزیمم،  $10$  درصد تعیین شد (اطلاعات ANSaS). این رقم مبتنی است بر تجربه و آزمایش‌های اولیه. پارامترهای آرنیوس با استفاده از معادله (۶) و داده‌های ارائه شده در جدول ۳ و شکل ۵ محاسبه شدند.

این داده‌ها خطوط مستقیمی را نشان می‌دهند که از کاربردپذیری نظریه آرنیوس در گستره دمای اندازه‌گیری شده پشتیبانی می‌کنند. شیب منفی این خطوط ماهیت گرمایی فرایند را تایید می‌کند. خطوط متقاطع قابل ملاحظه هستند. این، تغییر انرژی فعالسازی را که احتمالاً معلول پارامترهای معلوم، مانند مقادیر pH می‌باشد، نشان می‌دهد.

برای پخت C و پساب B، همبستگی، چندان خوب نیست. دلیل آن، احتمالاً وجود کریستال‌های قند در طول آزمایش‌ها در دماهایی پایین است. انحلال کریستال‌ها در طول اندازه‌گیری‌ها، تولید گرمای کلی را پایین می‌آورد. این وضعیت، منجر به این نتیجه‌گیری می‌شود که اندازه‌گیری پخت‌های حاوی کریستال، ممکن نیست و تنها آنالیز پساب‌ها در دماهایی که قند به صورت محلول وجود دارد، امکان‌پذیر است. به این دلیل، پساب B، دو بار اندازه‌گیری شد (تنها نتایج مربوط به صورت پساب B<sub>۱</sub> تکراری ارائه گردید) و نمودار آرنیوس برای پخت C ارائه نشده است.

ANSaS مدت‌های القای آدیباتیکی را به صورتی که در جدول ۴ و شکل ۶ ارائه شده‌اند، محاسبه کرده است. مشخص‌تر از همه، مدت‌های القای بسیار طولانی‌تر برای ملاس رقیق شده قدیمی می‌باشند که از مخازن ذخیره در مدت دو ماه بعد از تولید برداشت شده‌اند و با مدت‌های القای ملاس رقیق شده که از تولید گرفته شده است، قابل مقایسه می‌باشند. احتمالاً نوعی فرایند پیر شدن (قدیمی شدن) موجب شده است که واکنش‌پذیری ملاس در دوره‌های طولانی‌تر، کمتر شود. در دماهای پایین‌تر، واکنش‌ها احتمالاً تحقق می‌یابند ولی سرعت آنها پایین‌تر خواهد بود. بنابراین، غلظت واکنش دهنده‌های کنترل‌کننده سرعت ممکن است در موقع اندازه‌گیری بسیار پایین‌تر باشند.

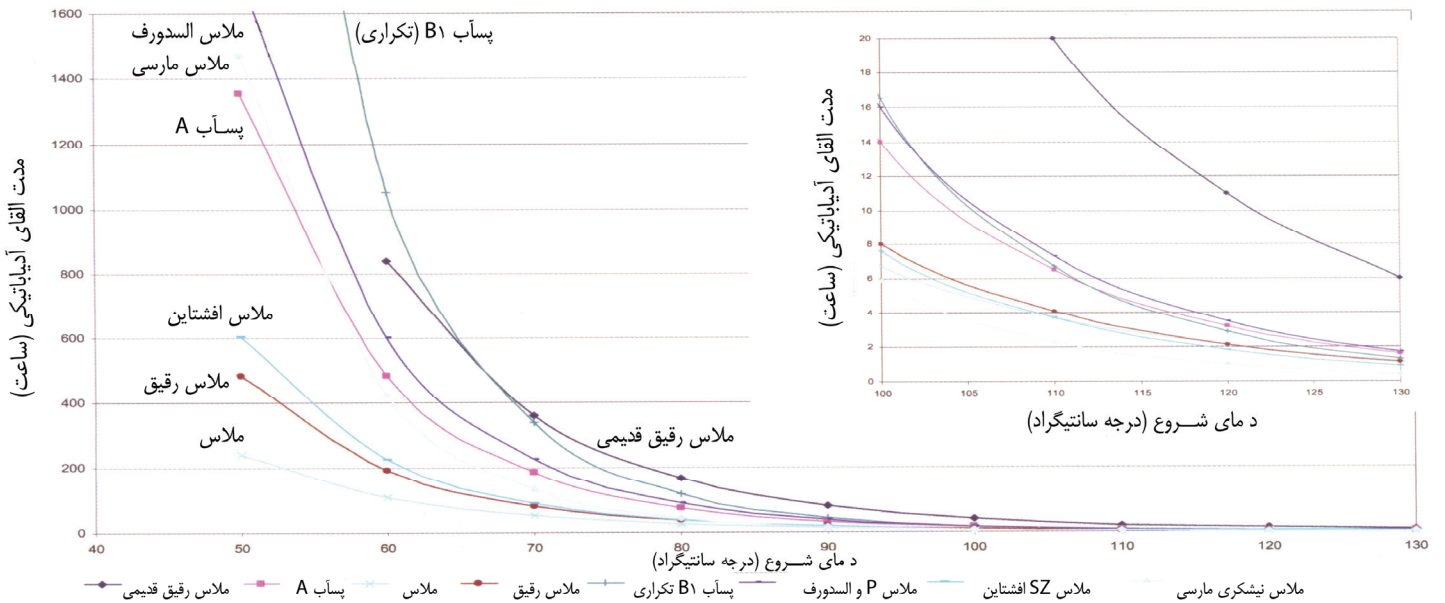
از نتایج اندازه‌گیری‌ها در مورد نمونه‌های مختلف، می‌توان متوجه شد که برای دماهای بالاتر از  $100^\circ\text{C}$  مدت القای آدیباتیکی در مورد همه محصولات قند در حدود چند ساعت یا کمتر است. برای شرایط موجود در کارخانه‌های قند، که دماها معمولاً بالاتر از  $100^\circ\text{C}$  می‌باشند، همه پساب‌ها، حتی پساب‌های با کوسیان بالاتر، می‌توانند «روند فروپاشی» را به نمایش بگذارند که این وضعیت، از شرایط بالقوه نایمن، بروز می‌کند.

#### ۷- مدل‌برداری

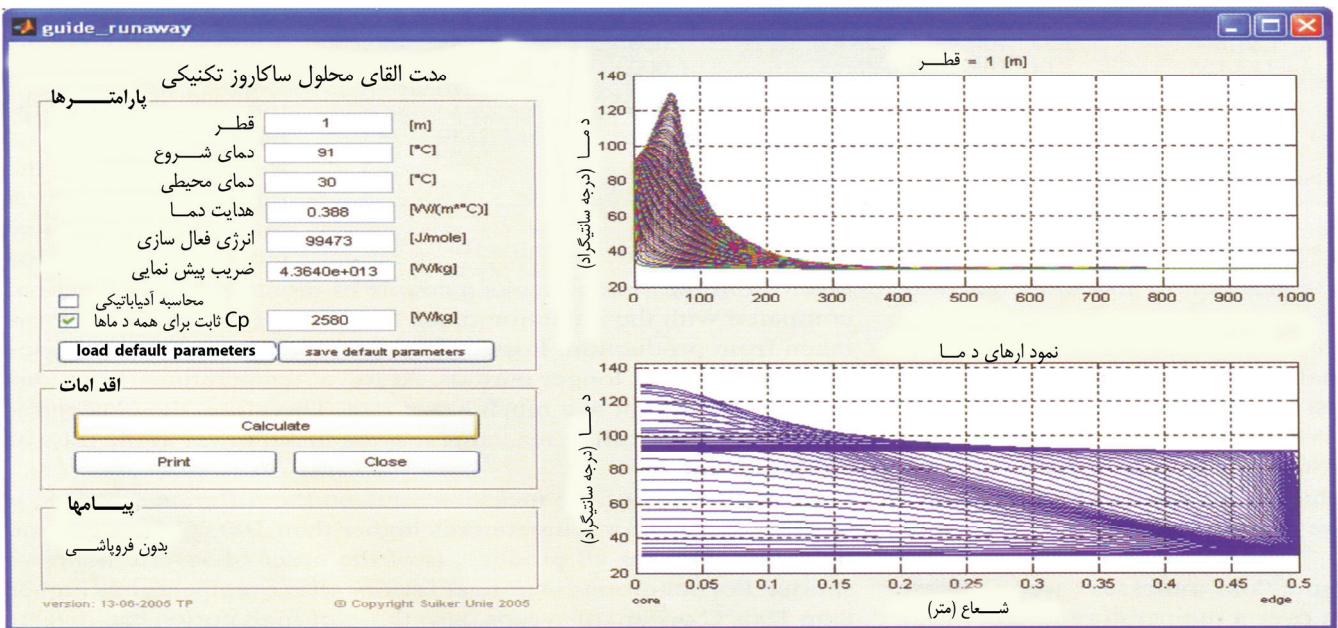
یک مدل ریاضی برای کمی کردن اثر پارامترها بر مدت القای محلول‌های ساکاروز تکنیکی ابداع گردید. این مدل به صورت نرم‌افزار Matlab-Simulink توسعه یافت. در شکل ۷ یک screen-damp نوعی برای

جدول ۴: مدت القای آدیباتیکی (برحسب ساعت) در اندازه گیری به روش ANSaS

دمای شروع (درجه سانتیگراد)	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰	۱۱۰	۱۲۰	۱۳۰	۱۴۰
ملاس رقیق قدیمی	۸۴۰	۳۶۰	۱۶۵	۷۹	۳۹	۲۰	۱۱	۶		
پسآب A	۱۳۵۳	۴۸۴	۱۸۵	۷۴	۳۲	۱۴	۶/۵	۳/۲	۱/۶	-۰/۸۲
پسآب B1	۲۰۱۴	۶۳۷	۲۱۶	۷۸	۳۰	۱۲	۵/۱	۲/۳	۱	-۰/۵
ملاس	۲۴۱	۱۰۸	۵۱	۲۵	۱۳	۶/۷	۳/۷	۱/۲	۱/۲	-۰/۷۳
پخت C	۱۲۹۲	۴۶۹	۱۸۱	۷۴	۳۲	۱۴	۶/۷	۳/۳	۱/۷	-۰/۸۷
ملاس رقیق	۴۸۳	۱۹۲	۸۱	۳۶	۱۷	۸	۱/۴	۱/۲	۱/۱	-۰/۶۴
پسآب B1	۳۵۰۵	۱۰۵۰	۳۳۹	۱۱۷	۴۳	۱۶/۵	۶/۷	۲/۹	۱/۳	-۰/۶
ملاس	۱۷۲۰	۶۰۲	۲۲۴	۸۸	۳۷	۱۶	۷/۳	۳/۵	۱/۷	-۰/۹
ملاس	۶۰۳	۲۲۶	۹۰	۳۸	۱۷	۷/۶	۳/۷	۱/۸	۰/۹	-۰/۵
ملاس نیشکری	۱۴۷۰	۴۲۶	۱۳۳	۴۴	۱۶	۵/۹	۲/۳	۱	۰/۴	-۰/۲



شکل ۶: مدت های القای آدیباتیکی در مقابل دما



شکل ۷: محاسبات مدل screen dump در مورد مدت القای محلول های ساکاروز تکنیکی

نتایج محاسبه شده ارائه شده است. محاسبات بر این فرض مبتنی می‌باشند که نمونه در یک مخزن کروی شکل با قطر قابل تنظیم قرار داده می‌شود. در این مخزن، گرما طبق سینتیک واکنش تولید می‌شود. انتقال گرما به محیط از طریق رسانش (هدایت) گرما، تنها به وسیله مخلوط واکنش، منتقل می‌شود.

در طرف چپ شکل ۷ مقادیر برای پارامترهای ورودی مربوطه چاپ می‌شوند. بعد از محاسبه، دو نمودار ایجاد می‌شود. اولین نمودار روندهای دما را در شعاع‌های مختلف مخزن نمایش می‌دهد. نمودار دوم، نمودارهای دما را در داخل مخزن به نمایش می‌گذارد. طرف چپ این نمودار، مرکز و طرف راست آن دیواره یا حاشیه مخزن را نشان می‌دهد.

در شکل ۸ و ۹ اثر اختلاف کوچک در قطر مخزن محاسبه شده و تأثیر آن بر «روند فروپاشی» نمایش داده شده است. شکل ۸ نمودار خنک شدن برای یک کره به قطر  $1/0m$  را نشان می‌دهد. افزایش دمای اولیه در مرکز کره که مربوط است به بخش اطراف مرکز که هنوز دمای آن پایین آورده نشده است، قابل ملاحظه است. تنها حاشیه کره سریعاً خنک شده است.

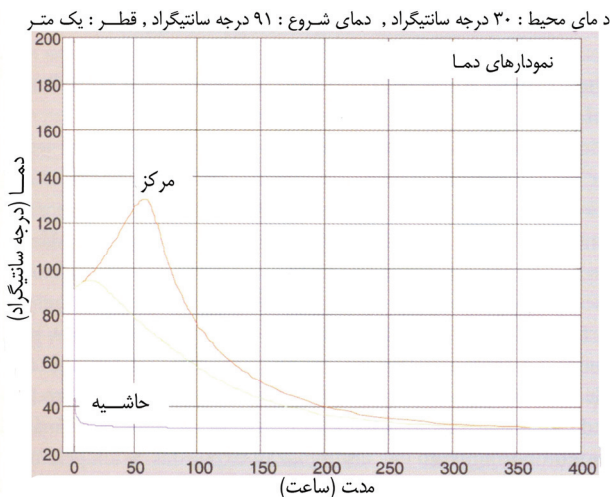
شکل ۹ «روند فروپاشی» را بعد از  $42/2$  ساعت برای کره‌ای به قطر  $1/05m$  نشان می‌دهد. اگر چه حاشیه سریعاً خنک می‌شود ولی مرکز کره فوق‌العاده دیرتر خنک می‌شود و دما در اینجا به طرز توانی بالا می‌رود.

البته در یک کارخانه واقعی، به جای کره با لوله‌ها، کریستالیزورهای تبخیری، رشوفرها و غیره سروکار داریم. ولی می‌توان محاسبات را برای شکل‌های هندسی مختلف انجام داد. با استفاده از کره به عنوان یک وسیله نمایشی، می‌توان ناخواسته‌ترین وضعیت را برای انتقال گرما نشان داد، زیرا نسبت سطح به حجم در این جسم هندسی، کمترین مقدار است. محاسبه آدیاباتیک، وضعیت بدون انتقال گرما به محیط را نشان می‌دهد و بدین ترتیب، بدترین وضعیت با عایق کاری ایده‌آل را شبیه‌سازی می‌کند.

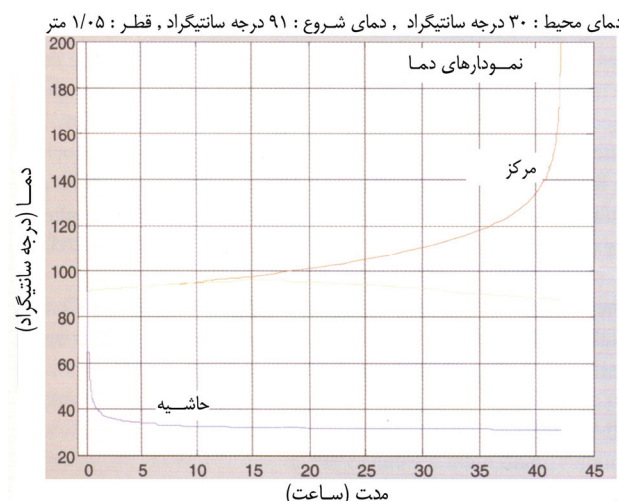
### ۸- نتایج و جمع‌بندی آنها

با توجه به تعداد اندک حوادث در کارخانه‌های قند، می‌توان تجهیزات تولیدی شکر را با در نظر گرفتن واکنش‌های فروپاشی حرارتی، نسبتاً ایمن تلقی کرد. مع‌هذا، واکنش‌های مذکور، بخصوص، می‌توانند در فرایند کریستالیزاسیون (قسمت شکرریزی) تحقق پیدا کنند و حادثه انفجار ماندی در یک محیط بسته بوجود آورند. در سال‌های اخیر، این نوع حادثه تنها در تعداد اندکی از موقعیت‌های خاص، مانند توقف جریان تولید، اتفاق افتاده است.

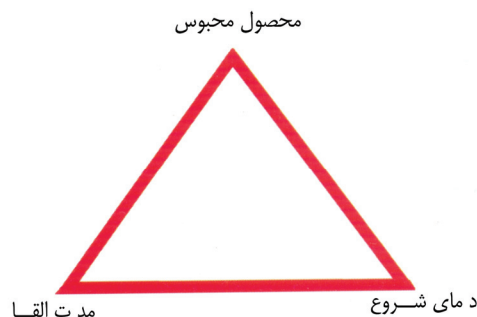
«روند فروپاشی» حرارتی، ممکن است بعد از یک مدت القای ویژه که در طی آن، تولید گرما بزرگتر از انتقال گرما به محیط می‌باشد، تحقق یابد. تولید گرما، نتیجه انجام واکنش‌های شیمیایی است. افزایش دما و پایین آمدن pH، سرعت واکنش را باز هم بالا می‌برد (رجوع شود به van der Poel و همکاران، سال ۱۹۹۸، صفحه ۹۸۹). این، یک فرایند کند در مرحله شروع است ولی «ناگهان» دما (و فشار) به طرز فزاینده‌ای افزایش می‌یابد که این افزایش‌های سریع در معادله توانی شماره (۶) مشاهده می‌شود. مدت القاء شدیداً به دما و بسیار ضعیف‌تر به ترکیب محصول بستگی دارد. فشاری که ممکن است در مخازن یا ظروف بسته ایجاد شود، بسیار زیاد



شکل ۸: نمودارهای دما با کره‌ای به قطر  $1/00$  متر که موجب تثبیت می‌شود



شکل ۹: نمودارهای دما با کره‌ای به قطر  $1/05$  متر که بعد از  $42/2$  ساعت موجب فرار می‌شود



شکل ۱۰: شرایط اصلی برای بروز «روند فروپاشی»



### نشانه‌ها

نماد	یکا (واحد)	توضیح
$w_A$		جزء غلظت A
$w_B$		جزء غلظت B
$w_p$		غلظت فراورده (محصول)
$c$	مختلف *	ثابت پیش‌نمایی
$E_a$	J/kg	انرژی فعال‌سازی
$k$	مختلف *	ضریب سرعت واکنش
$k_0$	مختلف *	عامل پیش‌نمایی معادله آرنیوس
$R$	J/(K.mol)	ثابت گاز
$u_R$	Kg/s	سرعت واکنش
$Q_{reaction}$	J/kg	گرمای واکنش
$T$	K	دما
$t$	s	مدت

\* یکا به معادله واکنش وابسته است

است. انتظار بدین‌گونه بود که در یک محلول ساکاروز با کوسیان پایین، به دلیل اینکه غلظت واکنش‌دهنده‌ها احتمالاً بالاتر می‌باشند، گرمای بیشتری تولید می‌شود. مع‌هذا عوامل مؤثر بسیاری از قبیل pH، ویسکوزیته، ترکیب اجزای تشکیل‌دهنده و غیره وجود دارند که واکنش مرتبه یک با توجه به غلظت مواد غیرقندی، فوق‌العاده ساده است. برای تعیین همه برهم‌کنش‌های ممکن، تحقیقات بیشتری لازم است که متاسفانه در قلمرو برنامه این پروژه تحقیقاتی نیست.

از نتایج حاصل می‌توان متوجه شد که در بالاتر از دمای  $110^{\circ}\text{C}$  مدت القا برای «روند فروپاشی» در مورد همه نمونه‌های اندازه‌گیری شده کمتر از ۸ ساعت است. این مدت القا در گستره مدت توقف جریان تولید قرار دارد، بخصوص وقتی که ضریب ایمنی ۴ بکار رود که یک استاندارد طبق روش ANSaS است. «روند فروپاشی» حرارتی مطمئناً تنها به پس‌فراورده محدود نمی‌شود. تنها از طریق محاسبه نمی‌توان مدت القا را پیش‌بینی کرد.

یک انتخاب دیگر برای بهبود ایمنی در بخش کریستالیزاسیون کارخانه، در نظر گرفتن برخی اصول فیزیکی پایه است. برای «روند فروپاشی» که از یک مخلوط انفجاری حاصل می‌شود، سه شرط نقش دارند (شکل ۱۰): مخلوط محبوس، مدت القاء و دما. هر گاه یک جزء تشکیل‌دهنده به قدر ناکافی در دسترس باشد یا فوق‌العاده کم باشد، انفجار نمی‌تواند تحقق یابد.

اقدامات عملی در تولید و ذخیره کردن عبارتند از:

- اجتناب از مقادیر زیاد محصول محبوس، به‌ویژه وقتی که انتظار می‌رود که تبادل گرما محدود باشد و محصول، جریان نداشته باشد (توقف جریان تولید).

- ترجیحاً از بخار آب یا بخار شربت داغ برای گرم کردن محصول محبوس، استفاده نشود. بهتر است از آب داغ استفاده شود. دما پایین‌تر است و رقیق کردن محصول سرعت واکنش را تقلیل می‌دهد و بنابراین، گرمایش اضافی را محدود می‌کند. اتصالات ثابت بخار آب را قطع کنید و تنها از شیلنگ‌های موقتی بخار آب استفاده کنید، آنهم در صورتی که مجبور شوید.

- هرگز ملاس را در دماهای بالاتر از  $40^{\circ}\text{C}$  ذخیره نکنید. دما را هر روز واریسی کنید و اگر دما شروع به بالاتر رفتن از  $50^{\circ}\text{C}$  می‌کند، مخزن ملاس را خنک کنید.

می‌توان از یک مدل برای پیشگویی‌ها درباره «روند فروپاشی» در وضعیت‌های مختلف، از قبیل اندازه شکل هندسی، دمای شروع و دمای محیط اطراف استفاده کرد. برای انجام محاسبات مربوطه، پارامترهای آرنیوس محصول بایستی معلوم باشند. این موضوع، مستلزم نوع اندازه‌گیری‌های شرح داده شده در این مقاله است. □

## آلیسیکلوباسیلوس (ACB)

نقل از: سوکرایندوستری ۲۰۰۶/۸ ص ۵۷۵  
مترجم: دکتر رضا شیخ‌الاسلامی

علاقه روبه رشد برای ساخت نوشابه‌های اسیدیته بالا، پایدار و کربنات نشده ACB گونه‌هایی از نوع باکتری ترمواسیدوفیلیک است که روزه روز علاقه به استفاده از آن در صنعت نوشابه‌سازی بیشتر می‌شود. بعلا اینک آنها در زنده ماندن در روشهای پاستوریزاسیون معمولی و رشد ژرمیناسیون در فرایندهای داغ و ضدعفونی نوشابه‌های اسیدی بالا بدون بروز فساد توانایی بالایی دارند. ACB بطور گسترده در طبیعت وجود دارد و در انواع کالاهای کشاورزی مثل مواد خوراکی، افزودنیهای مواد غذایی و آشامیدنی و مشتقات آنها وجود دارد. ریسک ویژه آشامیدنی‌ها به پایداری، اسیدیته بالا و بی‌کربنات شدن مواد افزودنی آنها است که با مواد اولیه شروع می‌شود و موقع برداشت با خاک تماس مستقیم و یا غیرمستقیم دارند مثل آب میوه‌ها، چای‌ها، رُستنی‌ها و شیرینکننده‌ها. این مقاله می‌خواهد که آدرس منابع و اهمیت ACB در شیرین‌کننده‌ها را اعلام و بررسی و استراتژی کنترل مورد نیاز برای به حداقل رساندن ریسک زمان نگهداری نوشابه‌های ACB دارد را ارائه نماید.

# ارزشیابی اقتصادی، فنی و زیست‌محیطی کوجنراسیون در صنعت تولید شکر/الکل

نقل از : اینترنت‌شنال شوگر ژورنال ۱۳۹۲/۲۰۰۶ مترجم : مهندس محمدباقر پورسید

## چکیده مقاله

به ماشین‌آلات الکل‌سازی، در شرایط کنونی و بعد از تغییر آرایش‌های تجهیزاتی آنها (که شامل الکتریکی کردن بخش‌های آماده‌سازی، آسیاب کردن و استخراج شربت از نیشکر و پارامترهای ارتقای کیفیت بخار می‌باشد) تعیین گردد. ضمناً از دیدگاه اقتصادی، هر یک از پیشنهادها جدید با در نظر گرفتن هزینه‌های سرمایه‌گذاری، عملیاتی (بهره‌برداری) و نگهداری، بهای فروش انرژی الکتریکی و درآمدهای حاصل از تجارت کربن از طریق مکانیسم توسعه تمیز سازمان ملل متحد (CDM)، ارزیابی می‌شود. سرانجام، یک تحلیل حساسیت در مورد هر یک از پیشنهادها در رابطه با تغییر بهای باگاس برای ماههای غیر بهره‌برداری و سرمایه‌گذاری‌های لازم، همچنین، در رابطه با منافع حاصل از فروش credit‌های کربن به عمل می‌آید. تفصیل شبیه‌سازی‌ها و نتایج آنها را پیوسته (۲۰۰۴) ارائه داده است.

اگر چه اقدامات پیشنهادی تنها روش افزایش کوجنراسیون در کارخانه قند نیست، ولی در این مقاله به برخی موضوعات که مورد بحث بسیاری از مؤلفان درباره این عنوان می‌باشد توجه خاصی مبذول شد، ولی به صورت انحصاری مورد خطاب قرار نگرفته‌اند. واقعیت دیگری که از بررسی یکپارچه و کامل یک سیستم الکتریکی کردن پشتیبانی می‌کند، این است که نیروگاه معمولاً جدا از الکتریکی کردن کارخانه‌ها ارزیابی می‌شود. تحلیل دقیقتر پارامترهای بخار که موجب جلب توجه نواحی مختلف شده است نیز در اینجا در مد نظر قرار گرفته است، زیرا از لحاظ تجارت کربن از طریق CDM، سوددهنده است.

## کارخانه‌های تقویم (ارزیابی) شده

با در نظر گرفتن تنوع و پراکندگی زیاد کارخانه‌های قند/الکل‌کشی موجود در برزیل در ارتباط با ظرفیت تولید شکر و سطح توسعه تکنولوژیکی سیستم‌های کوجنراسیون آنها، سه کارخانه قند هر یک مجهز به ماشین‌آلات الکل‌کشی، انتخاب شدند. آنها شرایط مشروحه زیر را دارند:

کارخانه قند A - یک کارخانه کوچک با سیستم کوجنراسیون قدیمی از مد افتاده؛

کارخانه B - یک کارخانه بزرگ با سیستم کوجنراسیون قدیمی از مد افتاده و

کارخانه قند C - یک کارخانه بزرگ با سیستم کوجنراسیون نسبتاً مدرن. معیارهای کوچک و بزرگ اشاره شده در بالا مربوطند به ظرفیت کارخانه‌های نامبرده، یعنی کارخانه کوچک با ظرفیت ۳۷۵ تن در ساعت و کارخانه بزرگ با ظرفیت ۹۰۰ تن در ساعت.

در بررسی زیر، تأثیر افزایش پارامترهای تولید بخار آب و بهره‌گیری از توربین‌های بخاری مبدل بخار-برق با الکتریکی کردن موتورهای محرک قسمت آماده‌سازی و آسیاب کردن نیشکر در سیستم‌های کوجنراسیون در کارخانه‌های تولید شکر و الکل، تجزیه و تحلیل شده است. ظرفیت تولید و صدور انرژی الکتریکی مازاد، بازدهی چرخه (سیکل) تولید و مصرف سوخت در شرایط عملیاتی کنونی و بعد از تغییرات پیشنهادی از طریق اجرای شبیه‌سازی‌ها در مورد سیستم‌های کوجنراسیون سه کارخانه مختلف متصل به الکل‌سازی تعیین شده‌اند. همچنین، هزینه‌های سرمایه‌گذاری، عملیاتی (بهره‌برداری)، نگهداری، تعمیرات، فروش انرژی و کربن در تحلیل اقتصادی برای هر یک از آلترناتیوها، گنجانده شدند. نتایج نشان دادند که بکارگیری توربو ژنراتورهای بخاری با بازدهی‌های بالا، به‌ویژه در گستره ۶۶bar در ۵۲۰°C و ۸۲bar در ۵۴۰°C شرایط کلی تولید الکتریسیته (برق) را ارتقاء می‌دهد و در بیشتر موارد تحت مطالعه از لحاظ اقتصادی تحقق‌پذیر است. علاوه بر این، با توجه به مقررات سازمان ملل در مورد مکانیسم تولید انرژی تمیز، این پروژه‌های کوجنراسیون را می‌توان به عنوان عامل کاهش تولید کربن با ضریب کربن (در حدود ۵ دلار امریکا به ازای هر کاهش نشر گواهی شده) تلقی کرد تا این پروژه‌ها از لحاظ تجاری ممکن و پایدار شود زیرا درآمدهای ناشی از اجرای آنها بازدهی را ۵ تا ۱۰ درصد افزایش می‌دهد.

واژه‌های کلیدی : کوجنراسیون - هم تولیدی، تولید مشترک

## مقدمه

باگاس یک منبع تجدیدپذیر انرژی است زیرا از دیدگاه زیست‌محیطی مصرف آن به منظور تولید انرژی مزایایی دربردارد. علاوه بر این، برای ارتقای بازدهی تبدیل انرژی آن یک پتانسیل تکنیکی وجود دارد که فرصتی برای متنوع کردن محصولات کارخانه‌های قند (الکتریسیته و credit‌های کربن) فراهم می‌سازد. بدین ترتیب، ما می‌توانیم نتیجه بگیریم که ارتقای بازدهی و افزایش تولید الکتریسیته از سیستم‌های کوجنراسیون در بخش شکر/الکل، همچنین، امکان‌سنجی اقتصادی آنها شایسته تجزیه و تحلیل است. به عنوان بخشی از این فرایند، بایستی تغییر از توربین بخار به موتورهای الکتریکی در قسمت آماده‌سازی و آسیاب کردن نیشکر مورد توجه قرار گیرد. این موضوع، هدف اصلی این مقاله است.

با اجرای شبیه‌سازی‌ها در این بررسی، در نظر گرفته شده است که ظرفیت اضافی لازم به منظور تولید و صدور انرژی الکتریکی، بازدهی چرخه (سیکل) و مصرف سوخت سیستم کوجنراسیون سه کارخانه مختلف مجهز

جدول ۱: داده های اساسی سیستمهای کوجنراسیون کارخانه های تقویم (ارزیابی) شده

کارخانه C	کارخانه B	کارخانه A	
۹۰۰	۹۰۰	۳۷۵	ظرفیت اسمی (تن بر ساعت)
۱۸۰ / ۳۰۰	۱۵۷ / ۳۲۴	۱۹۰	تولید بخار (تن بر ساعت) <sup>۱</sup>
۶۶ / ۵۲۰	۴۳ / ۴۰۰	۲۲ / ۳۰۰	پارامترهای بخار (بار بر درجه سانتیگراد) <sup>۱</sup>
۴۳ / ۴۰۰	۲۲ / ۳۰۵		
۱ : ۲	۱ : ۴	۳	تعداد دیگ های بخار <sup>۱</sup>
۳۵۴ : ۱۹	۴۴۵ : ۳۱	۱۹۰	مصرف بخار فرایند (تن بر ساعت) <sup>۱</sup>
۲/۵ : ۲۲	۲/۵ : ۲۲	۲/۳	فشار بخار فرایند (بار) <sup>۱</sup>
۵۸/۵۰ : ۳۲/۵۰	۲۴/۴۰ : ۱/۰۵	۵/۱۰ : ۰/۰۰	توان تولید برق (مگاوات) <sup>۲</sup>
۱۲/۲۸ : ۰/۹۸	۱۶/۰۰ : ۰/۰۰	۴/۹۰ : ۰/۰۰	توان مصرفی کارخانه (مگاوات) <sup>۲</sup>
۴۲/۴۰ : ۲۸/۰۰	۱۱/۰۹ : ۰/۰۰	۰/۰۰ : ۰/۰۰	برق اضافی (مگاوات) <sup>۲</sup>
۲۲۷ : ۶۷	۲۱۰ : ۱۲	۸۳ : ۰	مصرف باگاس (تن بر ساعت) <sup>۲</sup>
Part SST , MST and EM	Part SSt and MST	SST	موتورهای بخش تولید <sup>۲</sup>
CEST , BPT	BPT	BPT	توربین ها برای تولید برق <sup>۱۸</sup>

تذکرات: X/Y (۱) اشاره دارد به فشارهای مختلف؛ X/Y (۲) اشاره دارد به مقادیر در فصل برداشت و دوره های غیر بهره برداری؛ SST (۳) توربین تک طبقه؛ MST توربین چند طبقه؛ EM موتور برق؛ BPT (۴) توربین پس فشار؛ CEST توربین کندانسوری / استخراجی

(تس) طیح کننده ها، خردکننده ها و جداکننده های فیبر نیشکر) پیشنهاد شدند تا بتوانند در سرعت های ثابت کار کنند. این شرط با نماد E (الکتریکی شده) مشخص گردید. استفاده از توربین های کندانسوری / استخراجی (CEST) برای تولید نیروی برق به منظور تضمین تدارک و تامین بخار مورد نیاز فرایند در طول دوره بهره برداری (برداشت) از طریق کار کردن آنها با استخراج باز و صدور توان اضافی در دوره غیر بهره برداری به وسیله کندانس کردن بخار ورودی در زمانی که بخش پایانی کارخانه در حال کار نیست، تحقق یافت. علاوه بر این، این جانمایی، امکان استفاده از توربین های توربوآلت-ترناتوری را با بازدهی بهتر فراهم کرد که این وضعیت، به نوبه خود بازدهی کلی چرخه (سیکل) را افزایش داد. تأمین بخار و توان الکتریکی و مکانیکی (مورد نیاز فرایند) در طول فصل برداشت (بهره برداری)، ظرفیت کامل استخراج توربین های توربوآلت-ترناتوری را تعیین می کند.

بایستی این واقعیت روشن شود که هرگونه تغییر در قسمت آماده سازی و آسیاب کردن نیشکر لزوماً همزمان با نصب توربین های کندانسوری / استخراجی صورت خواهد گرفت زیرا بخار آب لازم برای فرایند که در آغاز از آگروز موتورهای محرک توربین تامین می شد اکنون باید به وسیله توربین استخراجی تامین گردد. از طرف دیگر، برای دستیابی به بازدهی ترمودینامیکی بالاتر در مصرف باگاس، الکتریسیته مصرفی به وسیله آسیاب الکتریکی باید از یک سیستم کوجنراسیون کندانسوری با فشار بالا فراهم شود. در زیر بخش های ۱-۳، ۲-۳ و ۳-۳ مندرج در زیر، پیشنهاد های مختلفی برای هر کارخانه، که همگی بررسی شده اند، ارائه شده است. هر نوع آرایش تجهیزات را می توان با نماد (حرف) معرف کارخانه قند، که پس از حروف یا نمادهای E، MP، HP و EHP (که قبلاً معرفی شده اند) می آید، مشخص کرد.

#### کارخانه قند A

آرایش های آلترناتیو زیر برای کارخانه های قند A در نظر گرفته شده اند. توجه کنید که در هر آرایش، موتورهای محرک تجهیزات آماده سازی و آسیاب کردن نیشکر الکتریکی می شوند.

- AE - تولید بخار آب با فشار مطلق ۲۲bar، نصب یک CEST به قدرت ۱۹MW

- AMP - تولید بخار آب با فشار مطلق ۳۸bar، نصب یک CEST به قدرت ۲۲/۵MW

مبنای معیار سیستم کوجنراسیون مدرن، تولید بخار با پارامترهای بالا (بالاتر از ۶۰bar و ۵۰۰°C)، الکتریکی بودن موتورهای محرک سیستم آماده سازی و آسیاب کردن نیشکر و بکارگیری توربین های بخار کندانسوری / استخراجی برای تولید الکتریسیته بود. هیچ یک از این شرایط در کارخانه های A و B محقق نبودند در حالی که در کارخانه C سیستم جاری، برخی از ویژگی های مذکور را ارائه می دهد. همه این کارخانه ها دارای قابلیت های توسعه تکنولوژیکی برای ارتقای کیفیت سیستم های کوجنراسیون بوده اند. داده های اساسی سیستم های کوجنراسیون اولیه هر کارخانه در جدول شماره ۱ ارائه و درج شده است.

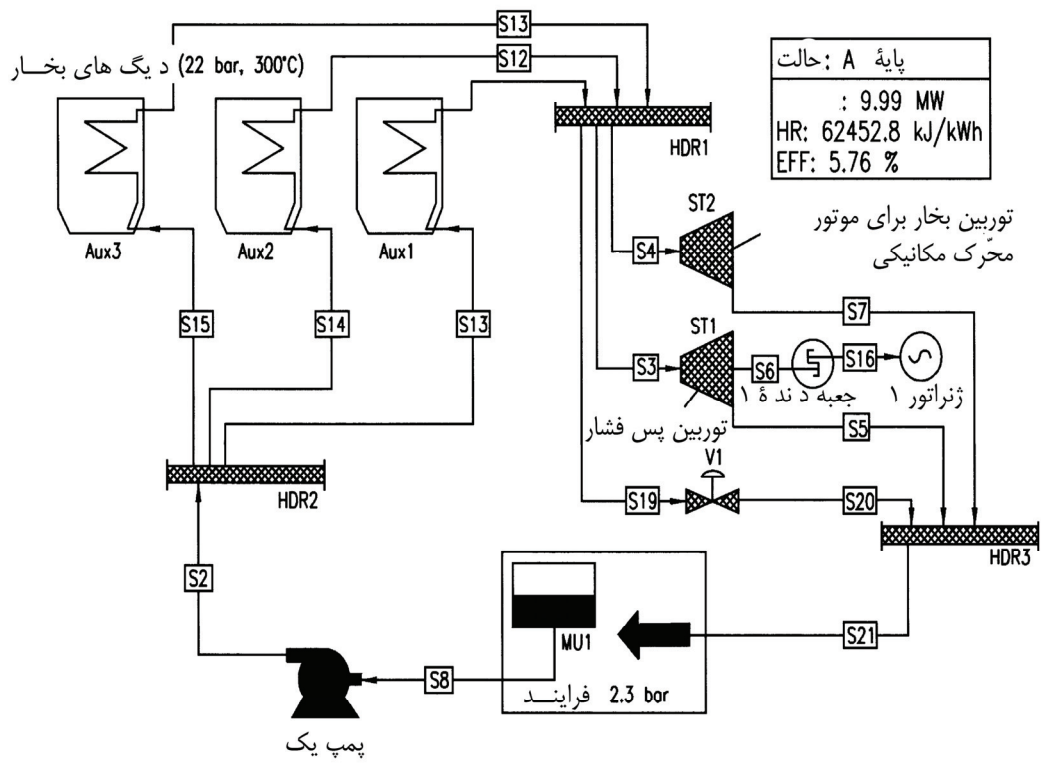
#### آلترناتیوهای پیشنهادی

برای افزایش دما و فشار بخار باید دیگ های بخار موجود را جایگزین یا نوسازی کرد. با این اقدام، بازدهی دیگ های بخار نیز بالا می رود مشروط به اینکه ارزش حرارتی پایین سوخت که حداکثر ۸۷ درصد است برای مقادیر بهینه دمای گازهای خروجی بین ۱۳۰ تا ۱۴۰°C (لورا و همکاران، سال ۲۰۰۴) محاسبه گردد. فشارهای منتخب، ۴۳، ۶۶ و ۸۲bar به عنوان فشار متوسط (MP)، فشار زیاد (HP) و فشار فوق العاده زیاد (EHP) تعریف شدند.

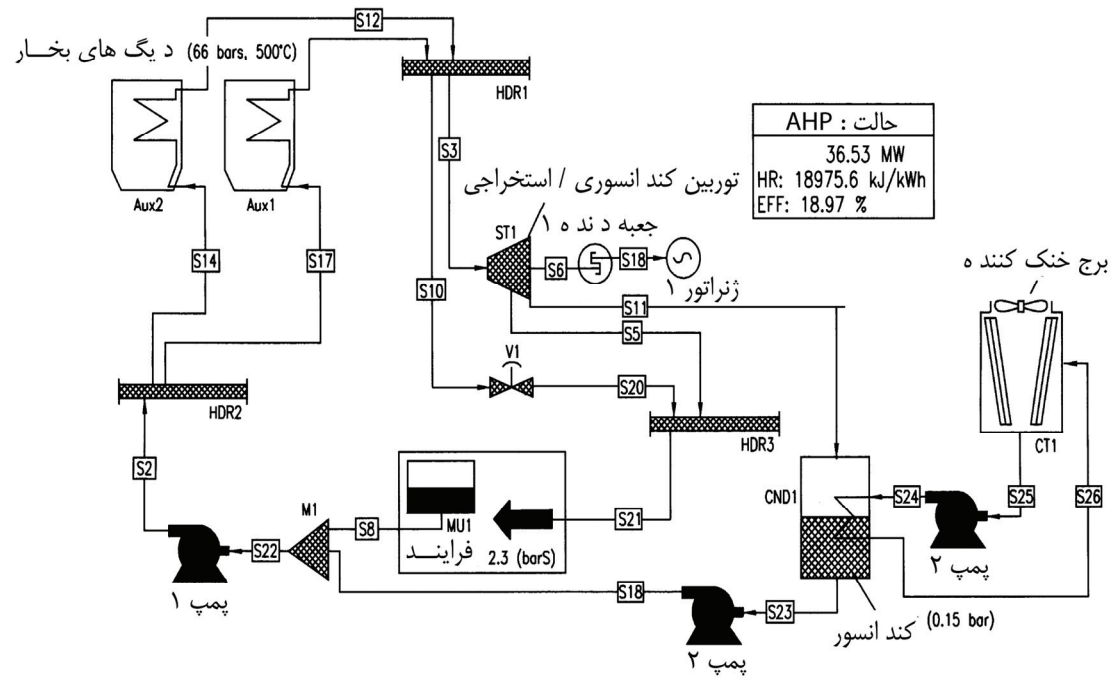
الکتریکی کردن موتورهای قسمت آماده سازی و آسیاب کردن نیشکر، شامل بکارگیری موتورهای القایی سه فاز به جای توربین های بخار موجود می باشد. برای سری موتورهای آسیاب های نیشکر، موتورهای با سرعت متغیر و ولتاژ پایین که توسط اینورتر (مبدل) های فرکانس تغذیه می شوند، انتخاب شدند.

موتورهای با ولتاژ متوسط با استارت مستقیم برای دستگاه های آماده سازی

شکل ۱: نمونه ای از سیستم کوچراسیون کارخانه A - حالت پایه (a) و حالت فشار بالا (b) نصب در صفحه تصویر چرخه اصلی. یادداشت ها: توان = توان تولیدی کل, HR = سرعت گرمایش چرخه, و EFF = بازدهی چرخه برای تولید توان

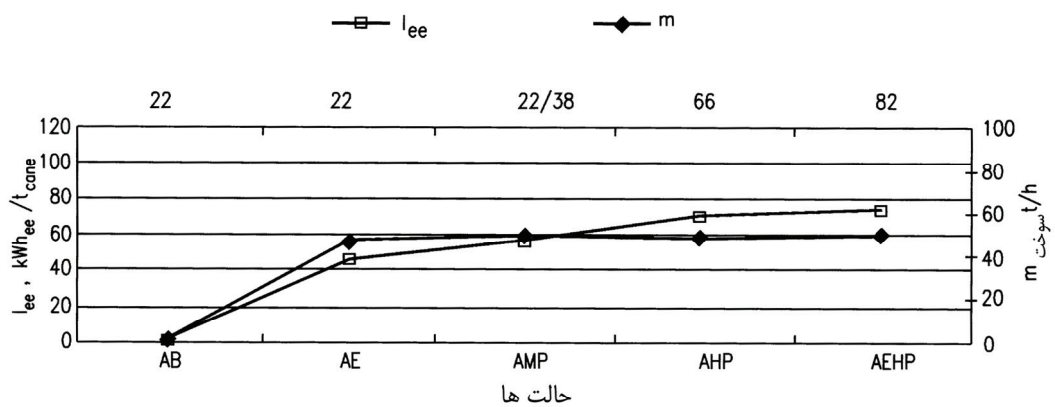
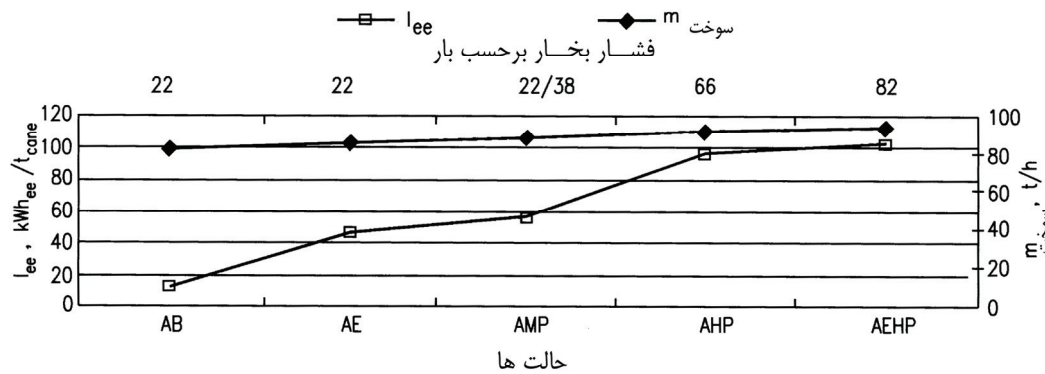
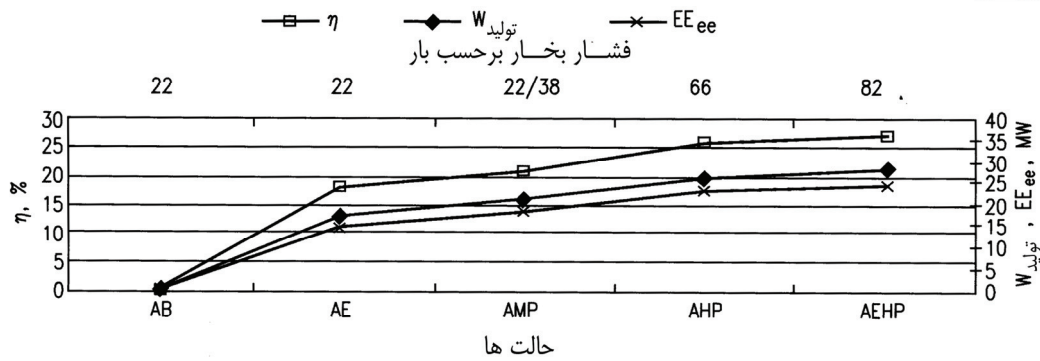
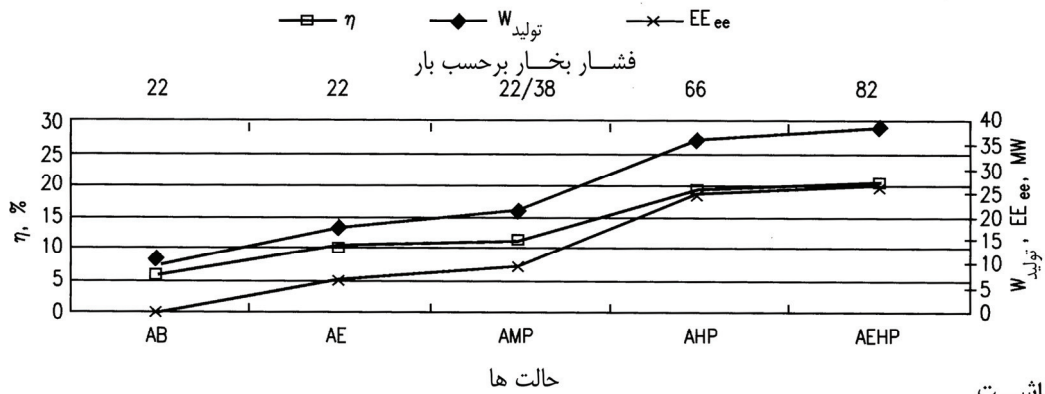


a



b

شکل ۲: نتایج شبیه سازی کارخانه A



ترمودینامیکی سیستم‌های حرارتی در حالت پایا و شرایط خارج از طراحی مانند سیستم‌های کوجنراسیون کارخانه‌های قند و الکل‌سازی استفاده کرد.

مرحله اول شبیه‌سازی با نصب این مدل و تنظیم پارامترهای عملیاتی آن و مقادیر بازدهی تجهیزات تطبیق می‌کند به طوری که شرایط عملیاتی کنونی واحد صنعتی (یعنی «حالت پایه») را نشان می‌دهد. این مدل حالت پایه به عنوان مرجع برای ارزیابی افزایش بازدهی برای تولید توان و مقدار انرژی صادر شده حاصل از تغییرات اجمالی و پارامترهای پیشنهاد شده در بخش ۳ بکار می‌رود. مدل تغییر یافته متناظر با هر حالت، امکان تعیین بازدهی تولید توان، مصرف سوخت و تولید ویژه الکتریسیته به ازای هر تن نیشکر فراوری شده (مصرفی) را فراهم می‌سازد. به عنوان مثال، در شکل ۱ آرایش تجهیزات کارخانه مربوط به حالت پایه و حالت فشار بالای (HP) کارخانه قند A به تصویر کشیده شده است.

### نتایج

نتایج حاصل در شکل‌های ۲، ۳ و ۴ ارائه شده‌اند. نمادهای آنها عبارتند از:  $\eta$  - بازدهی برای تولید نیرو که به عنوان دلیل توان تولیدی و کل انرژی سوخت تامین شده برای سیستم کوجنراسیون، که برحسب درصد ارزش حرارتی پایین، بیان شده است؛ تولید  $W$  - توان تولیدی که شامل هر دو توان یعنی توان الکتریکی تولیدی در ترمینال‌های توبوآلترناتورها و توان مکانیکی تولیدی در محور توربین‌های مورد استفاده به عنوان محرک‌های مکانیکی است بر حسب  $EE_{ee}$ ؛ MW؛ برق صادر شده برحسب  $EE_{ee}$ ؛ MW؛  $I_{EC}$  - توان تولیدی به ازای هر تن نیشکر برحسب  $kWh/tc$  و با سوخت  $m$  - مصرف باگاس برحسب  $ton/h$ .

نمودارهای سانکی برای انجام تحلیل‌های مقایسه‌ای مشخصه‌های ترازهای انرژی سیستم‌های کوجنراسیون بسیار سودمند می‌باشند. آنها امکان مجسم کردن مقدار جریان‌های انرژی و رابطه آنها را با تجهیزاتی که طرح اجمالی حرارتی واحد صنعتی را تشکیل می‌دهند، فراهم می‌سازند. انرژی موجود در باگاس در حدود ۱۰۰ واحد در نظر گرفته می‌شود. شکل ۵ این نمودارها را برای کارخانه قند A در حالت پایه و حالت فشار بالا (AB و AHB) نشان می‌دهد. در شکل ۵ اجزای چرخه به کمک اعداد زیر مشخص شده‌اند:

- I. دیگ‌های بخار
- II. توربین‌های بخار برای تولید برق
- III. جعبه دنده و آلترناتور بر روی مجموعه توربوآلترناتور
- IV. پمپ‌های آبرسانی برای آب مصرفی دیگ بخار
- V. بخار کم فشار برای مصرف در فرایند کارخانه
- VI. توربین‌های بخار برای آماده‌سازی و آسیاب کردن نیشکر
- VII. والو یا سوپاپ ردوکسیون فشار بخار
- VIII. کندانسور
- IX. موتورهای برق برای آماده‌سازی و آسیاب کردن نیشکر

-AHP - تولید بخار آب با فشار مطلق ۶۶bar، نصب یک CEST به قدرت ۳۶/۵MW

-AEHP - تولید بخار آب با فشار مطلق ۸۲bar، نصب یک CEST به قدرت ۴۰MW

فشار بخار در حالت AMP، یعنی ۳۸bar مطلق، از تعریف ارائه شده در بخش ۳/۰، به علت وجود دیگ بخاری که می‌تواند در این فشار عمل کند، دور شده است این دیگ می‌تواند نیاز به ایجاد تغییر در تولید بخار را منتفی کند.

### کارخانه B

آرایش‌های زیر برای کارخانه قند B در نظر گرفته شد. دوباره در هر مورد، موتورهای محرک تجهیزات آماده‌سازی و آسیاب کردن نیشکر الکتریکی شدند.

-BE - تولید بخار آب با فشارهای مطلق ۲۲ و ۴۳bar، نصب یک سیستم CEST به قدرت ۳۰MW

-BMP - تولید بخار آب با فشار مطلق ۴۳bar، نصب یک CEST به قدرت ۴۱MW

-BHP - تولید بخار آب با فشارهای مطلق ۴۳ و ۶۶bar، نصب یک سیستم CEST به قدرت ۵۸/۵MW

-BEHP - تولید بخار آب با فشارهای مطلق ۴۳ و ۸۲bar، نصب یک سیستم CEST به قدرت ۶۳MW

قسمتی از کارخانه قند B که بخار آب با فشار مطلق ۴۳bar تولید می‌کند و یک دستگاه توربین بخار که در همین فشار کار می‌کند، نگهداری شد، علت این است که این مقدار فشار در همه آلترناتیوها وجود دارد.

### کارخانه قند C

برای کارخانه قند C آرایش‌های زیر در نظر گرفته شد (شامل الکتریکی کردن تجهیزات مشابه در کارخانه‌های دیگر).

-CE - تولید بخار آب با فشارهای مطلق ۴۳ و ۶۶bar، نصب یک سیستم CEST به قدرت ۳۰MW

-CHP - تولید بخار آب با فشار مطلق ۶۶bar، نصب یک سیستم CEST به قدرت ۶۵MW

-CEHP - تولید بخار آب با فشارهای مطلق ۶۶ و ۸۲bar، نصب یک سیستم CEST به قدرت ۷۰MW

حالت CMP برای این کارخانه در نظر گرفته نشد زیرا این موضوع مستلزم حذف قسمتی است که هم‌اکنون در فشار مطلق ۶۶bar کار می‌کند که اصلاً علاقه و توجهی برای این بررسی وجود ندارد.

### شبیه‌سازی سیستم‌های کوجنراسیون

روش‌شناسی (متدولوژی)

نرم‌افزار GE Enter Software GatECycle با نماد V5.51 که برای اجرای شبیه‌سازی بکار رفته بود ابزاری است که می‌توان از آن برای تحلیل

و جریان‌های انرژی با نمادهای زیر مشخص شده‌اند:

که در آن:  
 $EC_b$  = انرژی الکتریکی حاصل از شبکه برق خارجی که به دلیل اجرای این پروژه دیگر نباید تولید شود، برحسب MWh  
 $C_b$  = ضریب انتشار متوسط برای انرژی الکتریکی تولیدی به وسیله شبکه برق خارجی برحسب  $tCO_2e/MWh$   
 $EC_p$  = انرژی الکتریکی صادر شده به شبکه بعد از اجرای پروژه برحسب MWh  
 $EC_{قدیمی}$  = انرژی الکتریکی صادر شده به وسیله سیستم حالت پایه / اصلی (متوسط در طول سه سال) پیش از اجرای این پروژه برحسب MWh  
 $C_p$  = ضریب انتشار  $CO_2$  (برحسب  $tCO_2e/MWh$ ) در طول کل چرخه عمر الکتریسیته تولیدی از باگاس نیشکر در پروژه ارزیابی شده  
 $S$  = تغییر انتشار به دلیل مصرف سوخت‌های فسیلی به وسیله سیستم‌های انرژی دیگر که بخشی از شبکه برق خارجی نیستند، مثلاً جزایر توان منزوی که انتشارهای آنها تحت تأثیر اجرای این پروژه قرار می‌گیرند، برحسب  $tCO_2e$   
 $L_p$  = انتشارهای حاصل از «نشت‌ها» که از احتراق سوخت‌های فسیلی به وسیله مصرف‌کنندگان قبلی باگاس حاصل شده که اکنون در پروژه تحلیل شده به مصرف می‌رسد برحسب  $tCO_2e$   
 چون ضریب انتشار پروژه کوجنراسیون  $C_p$  را می‌توان به دلیل مصرف بیوماس به عنوان سوخت به طریق ادامه‌پذیر، صفر در نظر گرفت و چون این پروژه تغییری در انتشارهای واحدهای صنعتی خارجی ایجاد نمی‌کند ( $S$  و  $L_p$  به فرض اینکه واحد صنعتی باگاس را برای تولید برق در واحدهای صنعتی منزوی نمی‌فروشد یا باگاس را برای تولید انرژی‌های دیگر معامله نمی‌کند) می‌توان رابطه (۱) بالا را به صورت زیر خلاصه کرد:

$$ER_{خالص} = (EE_p - EE_{قدیمی}) \cdot C_b \quad (۲)$$

مقدار  $C_b$  برای نخستین دوره هفت ساله بعد از اجرای پروژه‌های کوجنراسیون تحلیل شده  $tCO_2e/GWh$  ۶۰۴ و برای ۱۴ سال باقیمانده، خارج از دوره ۲۱ ساله که به حساب گرفته شده بود،  $tCO_2e/GWh$  ۵۶۹ است.

### تحلیل اقتصادی آلترناتیو ها

با تعریف کردن پارامترهای تکنیکی سیستم‌های بررسی شده می‌توان مقادیر انرژی الکتریکی صادر شده و مصرف باگاس اضافی تحقق یافته را به یکدیگر ربط داد تا بتوان جریان نقدینگی را ارزیابی و نرخ برگشت داخلی (IRR) و مقدار خالص کنونی (NPV) هر سرمایه گذاری پیشنهادی را محاسبه کرد.

معیارهای در نظر گرفته شده

معیارهای کلی به کار رفته برای اجرای ارزیابی‌های اقتصادی به شرح زیر می‌باشند:

- طول مدت پروژه - نوبتی سالیانه / ۲۱ سال ؛

- A. انرژی ورودی به کارخانه از طریق باگاس
- B. ضایعات حرارتی در دیگ‌های بخار
- C. ضایعات در جعبه دنده و آلترناتیون مجموعه توربوآلترناتور
- D. توان الکتریکی قابل صدور موجود
- E. توان مکانیکی مصرفی در آماده‌سازی و آسیاب کردن نیشکر
- F. گرمای مصرفی به وسیله فرایند انتهایی کارخانه
- G. گرمای وارد شده به کندانسور
- H. ضایعات در موتورهای محرک الکتریکی قسمت آماده‌سازی و آسیاب کردن نیشکر

از شکل ۵ می‌توان نتایج زیر را به دست آورد:

- اجرای الکتریکی کردن تجهیزات قسمت آماده‌سازی و آسیاب کردن نیشکر همراه با دیگ‌های بخار فشار بالا به افزایش بسیار عظیم توان الکتریکی موجود برای صدور منجر می‌شود. جریان D از ۲/۹۸ واحد در حالت AB به ۱۶/۱۵ واحد در حالت AHP می‌رسد.

- استفاده از توربین‌های کندانسوری / استخراجی در حالت AHP بدین معنی است که نیازی به والو یا سوپاپ ردوکسیون فشار بخار نیست (جریان VII در حالت AB) مشروط به اینکه اجزای سیستم به درستی اندازه‌گیری شده باشند و نیازی به قابلیت پشتیبانی برای شرایط عملیاتی غیرعادی نباشد.

### ذخایر کربنی

سیستم‌های کوجنراسیون با بکارگیری بیوماس به عنوان سوخت، اقدامات شایسته‌ای برای پروژه‌های کاهش انتشار در قلمرو مکانیسم توسعه تمیز (CDM) مصوب در پروتکل کیوتو انجام می‌دهند. این مکانیسم به کشورهایی که می‌خواهند گازهای گلخانه‌ای تولیدی (GHG) را که در پروتکل کیوتو تعریف شده است، کاهش دهند گواهینامه انتشار کاهش یافته اعطا می‌کند. محاسبه میزان شرکت یا سهم این اقدامات در جهت کاهش انتشار گازها طبق روش شناسی (متدولوژی) مورد استفاده به وسیله اکونرژی (Econergy, Brazil, 2004) که UN Climatic Change Framework Convention آن را تصویب کرده و پروژه‌های کوجنراسیون با استفاده از بیوماس را مدنظر قرار داده به مرحله اجرا درآمده است.

طبق این روش‌شناسی (متدولوژی)، ذخایر کربنی با مقدار GHG ای که از نشر آن به وسیله اجرای این پروژه اجتناب می‌شود، مطابقت دارد. به همین خاطر باید مقدار این گازها را که پروژه آزاد می‌کند و خط پایه را که متناظر است با مقدار GHG ای که در صورت عدم اجرای پروژه تولید می‌شود، تعیین کرد. پس اختلاف بین این دو مقدار، مساوی کاهش انتشارها از طریق اجرای این پروژه است که از معادله زیر به دست می‌آید:

$$ER_{خالص} = EC_b \cdot C_b - (EC_p - EC_{قدیمی}) \cdot C_p - S L_p \quad (۱)$$

- نرخ بهره برای محاسبه مقدار خالص کنونی - ۱۵ درصد؛

- دوره فصل برداشت - ۲۰۰ روز؛

- دوره غیربهره برداری - ۱۵۰ روز؛

- دوره نگهداری (توقف کارخانه) - ۱۵ روز؛

- توزیع مقادیر سرمایه گذاری سرمایه ای - ۸۰ درصد در سال صفر و ۲۰

درصد دیگر در سال اول؛

- هزینه های عملیاتی (بهره برداری) محاسبه شده بر مبنای سه نوبتکاری

(شیفت) در روز با دو متصدی برای هر نوبتکاری در طول دوره غیر

بهره برداری؛

- هزینه های نگهداری - یک درصد سرمایه گذاری ها برای دیک های

بخار، توربو ژنراتور ها، موتورهای الکتریکی و ارتباط با شبکه در هر سال؛

- بهای انرژی الکتریکی (مگاوات ساعت) تن باگاس در دوره غیربهره

برداری و  $tCO_2$  (ذخایر کربنی)، به ترتیب، عبارت بودند از  $93/00$  R\$ و

$30/00$  R\$ و  $15/00$  R\$.

- نرخ تبدیل پول جاری برزیلی در محاسبات  $1 US \$ = 3 R\$$

#### نتایج حاصل

در شکل ۶ نتایج به دست آمده تصویر شده اند. مشخص کردن این موضوع

که جابه جایی سیستم های HP (۶۶bar) با سیستم های EHP (۸۲bar) هیچ

تغییری در اندیکاتور (نشانگر) های تحقق پذیری اقتصادی ایجاد نمی کند،

برای این پروژه ها، بسیار مهم است.

#### تحلیل حساسیت

تحلیل حساسیت، ارزیابی های اقتصادی را با در نظر گرفتن تغییرات در

پارامترهایی مانند بهای باگاس، بهای انرژی برق و هزینه سرمایه گذاری،

تکمیل می کند.

این ارزیابی ها مخصوصا از نظر تعیین اثر تغییرات این پارامترها بر

تحقق پذیری اقدامات پیشنهادی، اهمیت ویژه ای دارد. تغییر بهای باگاس

باید مورد تاکید قرار گیرد زیرا در گذشته افت و خیزهای قابل توجهی در

بهای این محصول تجربه شده است. مقدار ماکزیمم یک تن باگاس که

برای آن سرمایه گذاری NPV مساوی صفر می شود (حد تحقق پذیری

اقتصادی) در شکل ۶ (d) ارائه شده است.

#### سناریوهای در نظر گرفته شده

سناریوهای مشروحه زیر مد نظر قرار گرفته اند:

- بهای باگاس برای تامین سوخت دوره غیربهره برداری:  $24/00$  R\$

(کاهش در مقدار پایه به اندازه ۲۰ درصد)،  $36/00$  R\$ (افزایش در مقدار

پایه به اندازه ۲۰ درصد)،  $50/00$  R\$ (بهای پیک، که در دوره هایی که نیاز

به محصول، شدید است وقوع پیدا می کند)؛

- بهای هر MWh برق:  $103/00$  R\$ (افزایش در مقدار پایه به اندازه ۱۰

درصد)،  $111/60$  R\$ (افزایش در مقدار پایه به اندازه ۲۰ درصد)،

$120/00$  R\$ (نشانه بهای مقدار MWh که به وسیله بخش الکل/شکر به

PROINFA داده شده که برنامه ای است برای پشتیبانی از بکارگیری

منابع انرژی (جانشین)؛

- هزینه سرمایه گذاری: کاهش ۱۰ درصد و افزایش ۱۰ درصد در مد نظر

قرار گرفت.

- آخرین جنبه ارزیابی شده در طول تحلیل حساسیت، تأثیر در نظر نگرفتن

درآمد حاصل از ذخایر کربنی است تا میزان شرکت یا سهم این پارامتر به

سوی تحقق پذیری سرمایه گذاری ها را بتوان مشخص کرد. بنابراین،

می توان اثر عامل زیست محیطی بر جذابیت این پروژه ها را تعیین کرد.

برای هر شرایط مذکور در فوق، مقادیر جدید IRR و NPV تعریف شده اند.

#### نتایج حاصل

اگر چه جابه جایی سناریوها همواره موجب تغییرات در IRR و NPV

می شود، ولی تنها در چند حالت، این تغییرات، جذابیت سرمایه گذاری ها را

معکوس می سازند، یعنی، آنها این پروژه های کارآمد را در شرایط اساسی

پیشنهاد شده تحقق ناپذیر جلوه می دهند (به بخش ۶-۲ رجوع شود) و

بالعکس. این فرصت ها، وقتی که آلترناتیوهای پیشنهاد شده از تغییر در

شرایط تحقق پذیری لطمه می بینند، به شرح زیر می باشند:

AE- ابتدائا تحقق ناپذیر، ولی بعدا به خاطر کاهش بهای هر تن باگاس تا

زیر  $25/91$  R\$ یا افزایش مقدار انرژی الکتریکی به اندازه ۱۰ درصد یا

بیشتر جالب می شود؛

AMP- ابتدائا تحقق پذیر، ولی بعدا به خاطر افزایش بهای هر تن باگاس تا

بالاتر از  $32/00$  R\$، یا اینکه در صورت حذف منافع حاصل از فروش ذخایر

کربنی، دیگر جالب نیست؛

BE- ابتدائا تحقق ناپذیر، ولی بعدا به خاطر کاهش بهای هر تن باگاس تا

زیر  $22/02$  R\$ یا افزایش بهای تجارتي انرژی الکتریکی تا بالاتر از

$120/00$  R\$/MWh جالب می شود

BMP- در آغاز تحقق ناپذیر، ولی بعدا به خاطر کاهش بهای هر تن باگاس

تا زیر  $28/65$  R\$ یا افزایش مقدار انرژی الکتریکی به اندازه ۱۰ درصد یا

کاهش هزینه سرمایه گذاری به اندازه ۱۰ درصد جالب می شود.

CE- در آغاز تحقق ناپذیر، ولی بعدا به خاطر کاهش بهای هر تن باگاس تا

زیر  $23/48$  R\$ یا افزایش مقدار انرژی الکتریکی به اندازه ۱۰ درصد جالب

می شود.

CHP- در آغاز تحقق پذیر، ولی بعدا به خاطر افزایش بهای هر تن باگاس تا

بالاتر از  $34/10$  R\$ یا در صورت حذف منافع حاصل از فروش ذخایر

کربنی، دیگر جالب نخواهد بود.

CEHP- در آغاز تحقق پذیر، ولی بعدا به خاطر افزایش بهای هر تن باگاس

تا بالاتر از  $32/62$  R\$ یا در صورت حذف منافع حاصل از فروش ذخایر

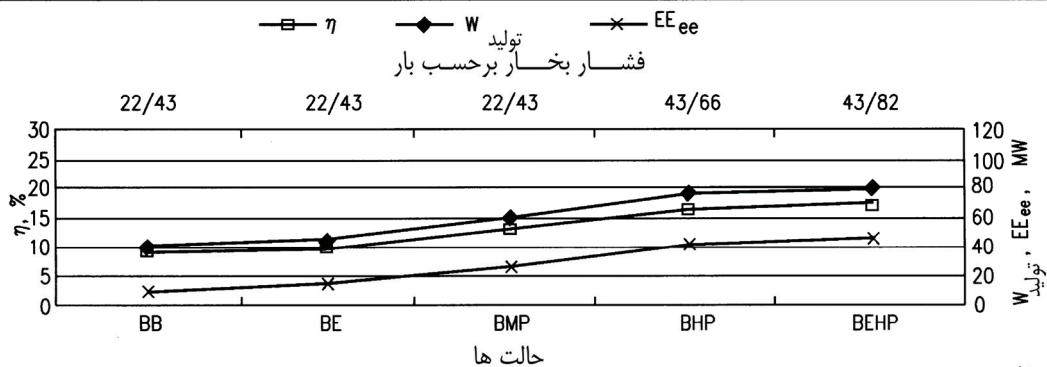
کربنی، دیگر جالب نخواهد بود.

حالت های AHP، AEHP، BHP و BEHP برای کل گستره پارامترهای

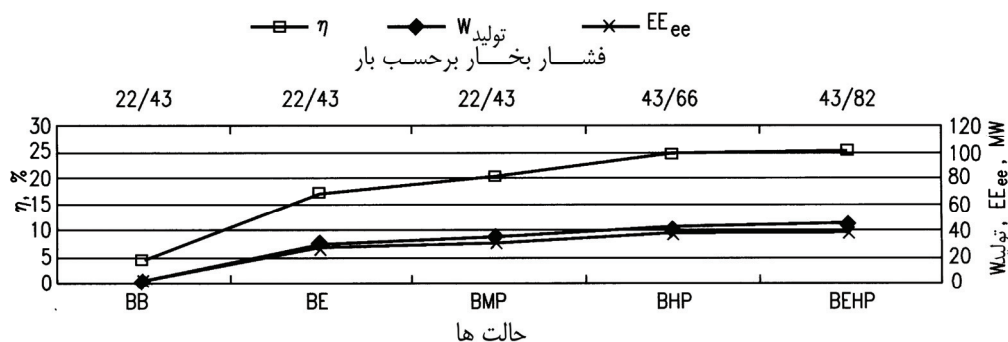
در نظر گرفته شده در تحلیل حساسیت مورد بررسی، تحقق پذیرند.



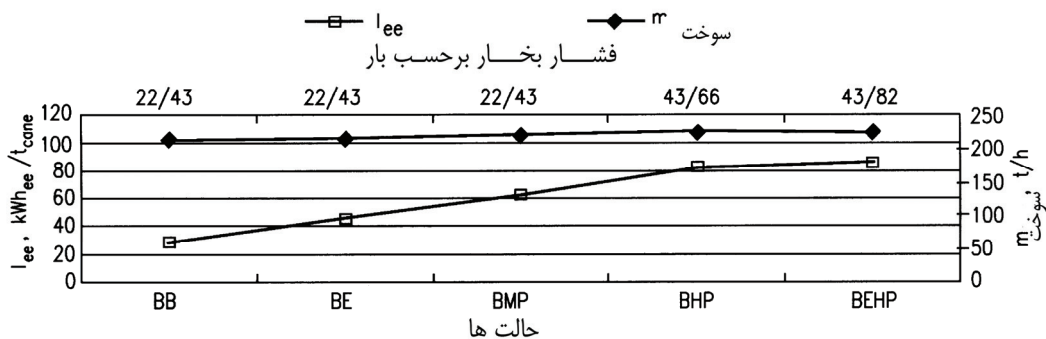
شکل ۳: نتایج شبیه سازی کارخانه B



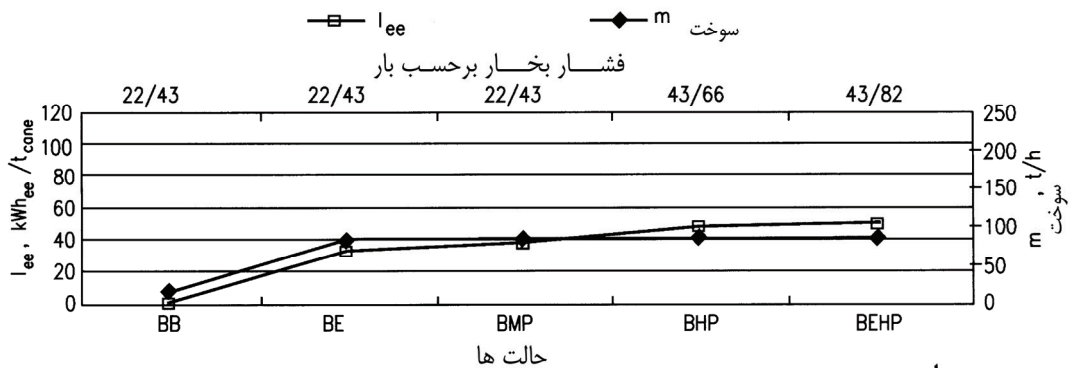
(a) فصل برداشت



(b) دوره غیر بهره برداری

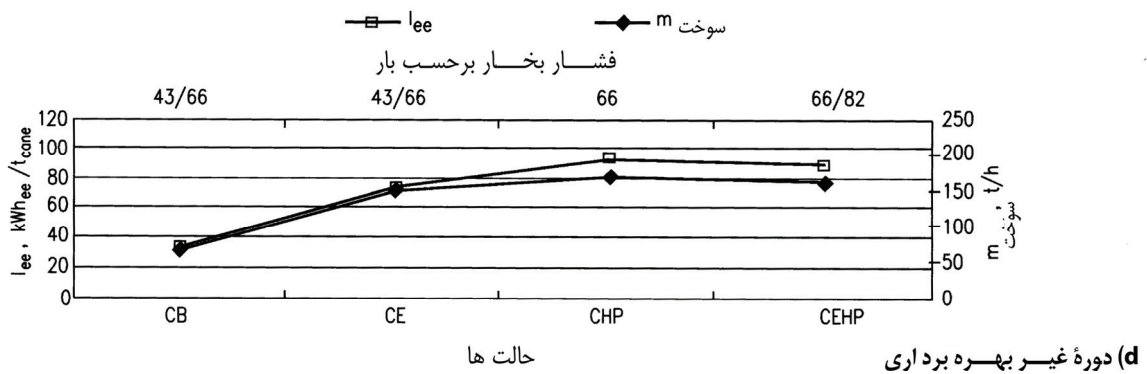
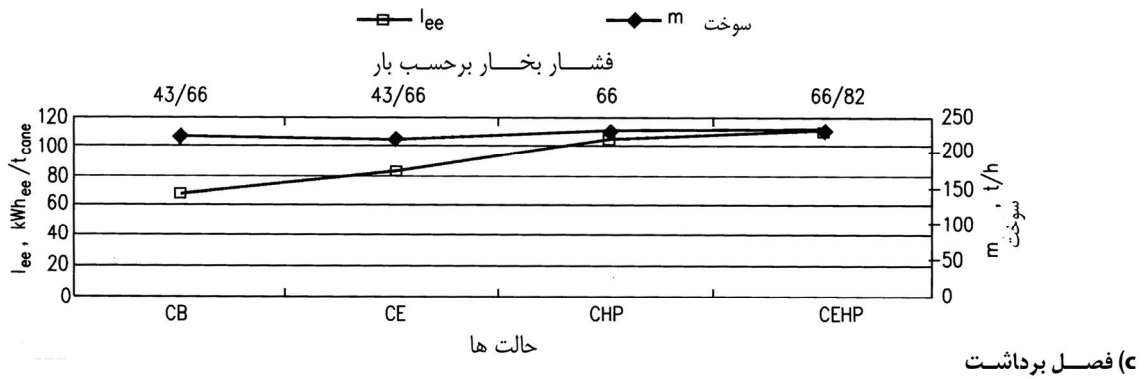
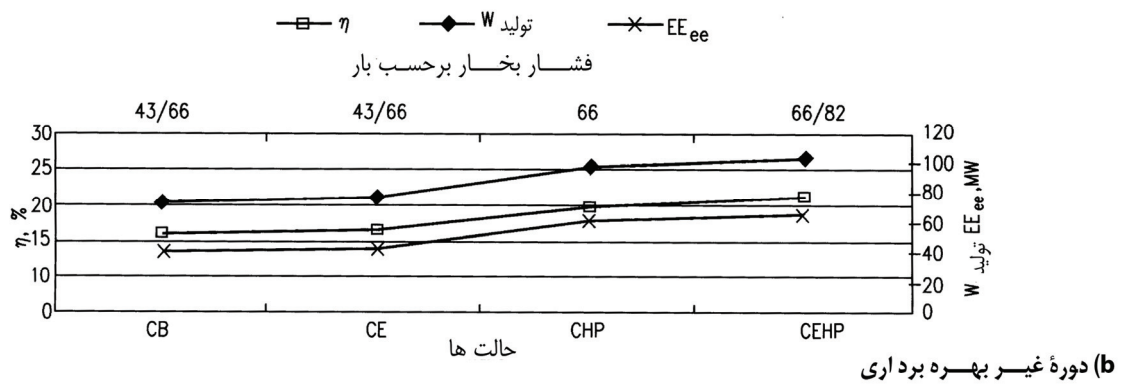
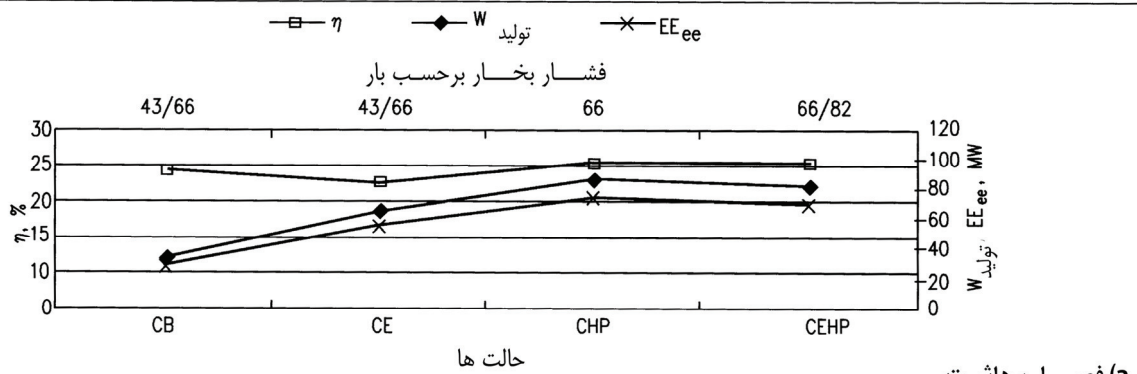


(c) فصل برداشت

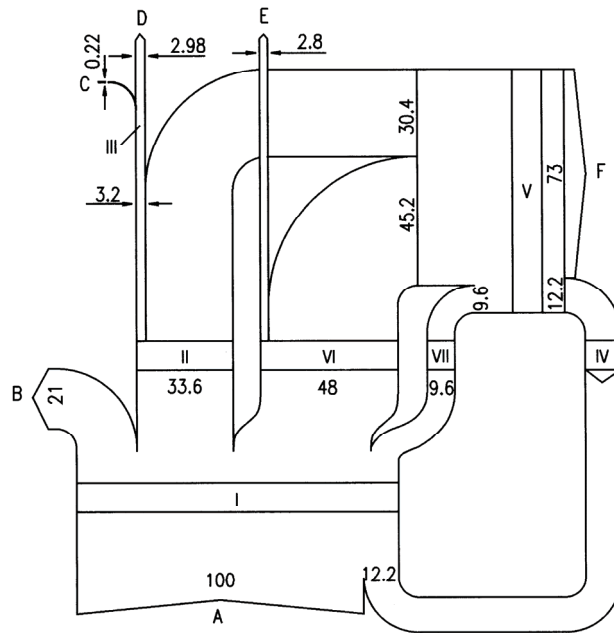


(d) دوره غیر بهره برداری

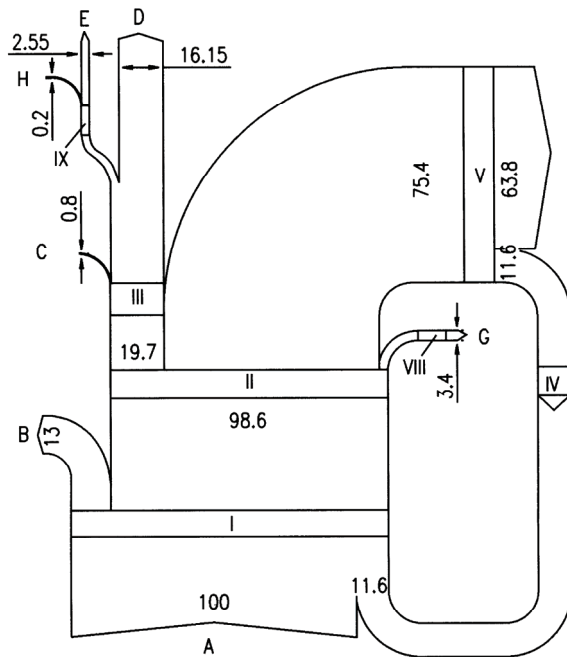
شکل ۴: نتایج شبیه سازی کارخانه C



شکل ۵: تراز انرژی (نمودارهای سانکی) برای کارخانه A مربوط به حالت‌های AB و AHP

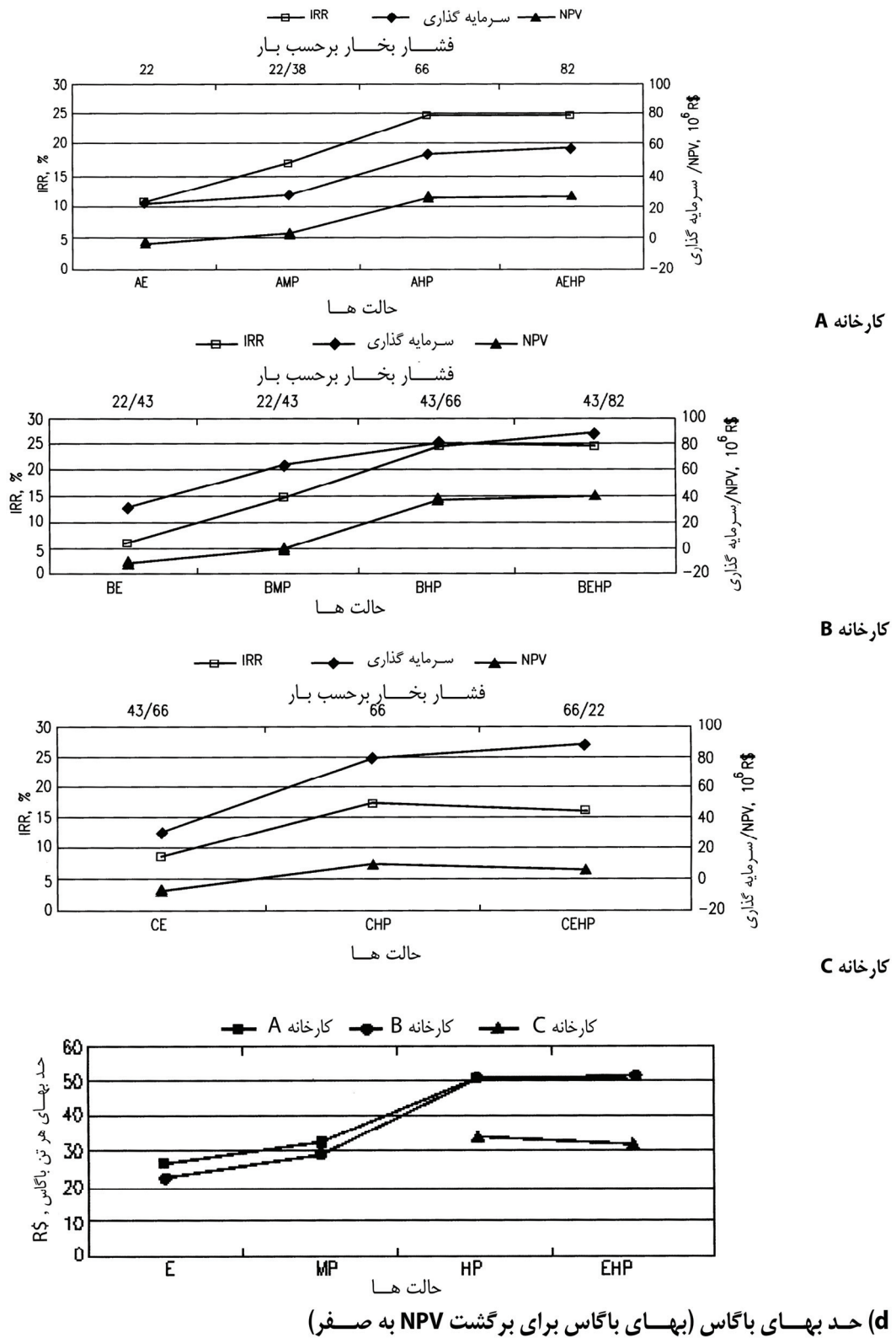


a



b

شکل ۶: نتایج تحلیل های اقتصادی کارخانه ها



## نتیجه گیری و جمع بندی

شبیه سازی های انجام شده نشان دادند که یک پتانسیل تکنیکی معنی دار برای توسعه تولید برق از طریق الکتریکی کردن تجهیزات آماده سازی و آسیاب کردن نیشکر و همچنین از طریق بکارگیری توربین های توربوآلترناتوری کندانسوری / استخراجی که با پارامترهای بالا، عمدتاً در گستره ۶۶bar و دمای ۵۲۰°C تا ۸۲bar و دمای ۵۴۰°C، کار کنند، وجود دارد. با حدی ترین حالتها، بهبودی ها در بازدهی چرخه و در تولید توان می تواند چهار برابر افزایش یابد و هر واحد توان تولیدی به ازای هر تن نیشکر خرد شده (مصرفی) می تواند تقریباً شش برابر زیاد شود.

بهبودی ها در بازدهی واحدهای صنعتی با سیستم های کوجنراسیون پیشرفته چندان معنی دار نیستند، ولی توان تولیدی می تواند دو برابر شود. بهبودی در بازدهی در نتیجه بکارگیری بخارهای پرفشار در ارتباط با تبدیل انرژی حرارتی به کار به وسیله استفاده از چند توربین کندانسوری / استخراجی بزرگتر با بازدهی بالا، همچنین، به وسیله استفاده از موتورهای الکتریکی با بازدهی بالاتر برای تولید توان مکانیکی حاصل می گردد. سهم هر یک از این اجزاء برای دستیابی به بازدهی کلی بالا برای چرخه اساسی است. اجرای برقی کردن می بایستی همزمان با نصب توربین های کندانسوری / استخراجی به مرحله عمل درآید.

تحلیل نتایج شبیه سازی که آرایش های تجهیزات مربوط به حصول بهترین نتایج برای سه کارخانه را ارزیابی کرده نشان می دهد که افزایش ارقام پارامترهای بخار آب از فشار بالا (۶۶bar) به فشار فوق العاده بالا (۸۲bar) منفعت اضافی اندکی در بر دارد. استفاده از بخار آب های با فشارها و دماهای بالاتر را افزایش هزینه های مواد مصرفی برای ساخت دیگ بخار، توربین ها و خطوط لوله فشار قوی مربوطه محدود می کند. هزینه های سرمایه گذاری با سرعت زیادتری، در مقایسه با درآمد، افزایش می یابد و جذابیت اقدامات اصلاحی را کاهش می دهد.

تحلیل اقتصادی نشان می دهد که سرمایه گذاری های لازم برای افزایش فشار عملیاتی سیستم از سطح پایین فعلی تا ۶۶bar به اندازه حدود ۲/۵ برابر بالاتر از سرمایه لازم، منحصرأ برای الکتریکی کردن کارخانه هاست. مع هذا، درآمدهای حاصل از فروش توان بدون مصرف اضافی به اندازه کافی بالا هستند تا با سرمایه گذاری اضافی موازنه نمایند و بدین ترتیب نرخ های برگشت سرمایه ها دست کم دو برابر افزایش می یابد و سرمایه گذاری از لحاظ اقتصادی تحقق پذیر می شود.

می توان مشاهده کرد که هر قدر سطح توسعه تکنولوژیکی اولیه سیستم کوجنراسیون کارخانه بالاتر باشد، جذابیت سرمایه گذاری در جهت بهبود وضعیت کارخانه پایین تر خواهد بود. دلیل آن این است که در یک کارخانه نسبتاً پیشرفته تکنیکی، هزینه سرمایه گذاری لازم برای دستیابی به افزایش درآمد معین، بسیار بیشتر از هزینه سرمایه گذاری در یک کارخانه کمتر پیشرفته تکنولوژیکی است. مقایسه بین کارخانه A و کارخانه C به روشنی پتانسیل های مختلف در بهبود وضعیت آنها را نشان می دهد و این موضوع در نرخ های جذابیت مشخص آنها بازتاب یافته است.

اگر چه بیشتر آلترناتیوهای بررسی شده ظاهراً از لحاظ اقتصادی تحقق پذیر می باشند، مع هذا مشکل است که بتوان آنها را در عمل توجیه کرد، زیرا

دوره برگشت سرمایه گذاری بین ۳ تا ۵ سال احتمالاً فوق العاده طولانی است. نباید فراموش کرد که تا آنجا که به کارخانه ارتباط دارد، سرمایه گذاری ها در کوجنراسیون با سرمایه گذاری ها در ارتقای ظرفیت تولید شکر و الکل، رقابت می کند، زیرا برگشت این نوع سرمایه گذاری در مقایسه با سرمایه گذاری های نوعی برای تولید انرژی الکتریکی سریعتر است.

جذابیت این سرمایه گذاری ها ضمناً ممکن است کاهش یابد زیرا این سرمایه گذاری ها به معنی جایگزین کردن تجهیزات موجود مستهلک شده است که هنوز اسماً به طور کامل قابل سرویس دهی می باشند. مع هذا، برمبنای این بررسی، تخمین زده می شود که استفاده از سیستم های کوجنراسیون با توربین های بخار کندانسوری / استخراجی بر روی مجموعه سیستم تولیدکننده نیرو همراه با بخارهای پرفشار و الکتریکی کردن تجهیزات آماده سازی و آسیاب کردن نیشکر در کارخانه های جدید تولید شکر و الکل، درآمدهای بالاتری، در مقایسه با درآمدهای حاصل از بکارگیری این راه حل ها در واحدهای صنعتی موجود، ایجاد می کند.

ارزیابی یا تعیین میزان تغییر در جذابیت سرمایه گذاری را بایستی بهای افزایش یافته باگاس اضافی برای عملیات دوره غیربهره برداری کارخانه های مدرن مشخص کند. این بهای افزایش یافته باگاس می تواند تأثیر معنی داری بر تحقق پذیری آرایش های تجهیزات داشته باشد. به ویژه اگر بهای فروش انرژی صادر شده چندان زیاد نباشد.

مع هذا، اثر منفی این افزایش ها در بهای باگاس بر کارآمدی اقتصادی کارخانه هایی که می توان در آنها انرژی صادراتی بالاتری تولید کرد، ممکن است با قیمت های بالاتر الکتریسیته موازنه کند.

درآمدهای حاصل از تجارت ذخایر کربنی به اندازه ۱۰ درصد مقدار حاصل از فروش الکتریسیته است. درآمد حاصل از این منبع به روشنی اثر معنی داری بر ادامه این نوع پروژه های کوجنراسیون دارد. اگر ذخایر کربنی را در نظر بگیریم، نرخ برگشت داخلی سرمایه گذاری ها به اندازه ۱۵ تا ۸۰ درصد کاهش می یابد. در بعضی موارد، بدون درآمدهای اضافی حاصل از تجارت کربن، پروژه های کوجنراسیون کارآمد نیستند. بدین ترتیب، می توان نتیجه گرفت که این ذخایر بایستی همواره به عنوان وسیله ای برای بهبود جذابیت سرمایه گذاری ها در تولید انرژی الکتریکی در کارخانه های شکر و الکل در نظر گرفته شود و در بعضی موارد، آنها در کارآمد کردن این پروژه عامل تعیین کننده خواهند بود. □

### تولید مستقیم شکر سفید در کارخانه نیشکر

نقل از: سوکر ایندوستری ۲۰۰۶/۸ ص ۵۷۶

روش جدیدی برای تولید مستقیم شکر سفید در کارخانه نیشکر توسعه یافته است. در آزمایشگاه و در دو دوره بهره برداری در کارخانه کوچکی با ابعاد کوچک در لویزیانا مورد تحقیق و بررسی قرار گرفت. این روش نیازی به صافی ممبران ندارد و دارای دستگاه جذب رنگ و سایر ناخالصیها با استفاده از کربن فعال گرانوله و رزین تبادل یونی می باشد. این مقاله به کارهای آزمایشگاهی برای نشان دادن خواص جذب و مقایسه با ارقام پایلوت و نتایج رنگ شکر در پایلوت می پردازد.

## چکیده مقالات کنفرانس SPRI

نقل از: سوکرایندوستری ۲۰۰۶/۸ مترجم: دکتر رضا شیخ الاسلامی

### اوپراسیون چند بدنه شربت نیشکر تصفیه شده و رنگبری شده و آزمایش سریع نگهداری شربت: ارزیابی رنگ و وضع کربوهیدراتها و مشتقات آنها

چندین ماده کمکی برای توان بالا بردن و یا جلوگیری از تولید رنگ مورد ارزیابی قرار گرفته است. آزمایشهای مقدماتی نشان داد که اضافه کردن mDTC (mixed dithiocarbamate) به بیوسید آسیاب می تواند تشکیل رنگ غیرآنزیمی را تشدید کند. معلوم شده است که بی سولفیت سدیم از قهوه ای شدن جلوگیری می کند ولی سولفیت پس مانده در شکر مطلوب نیست. NAC (N-acetyl cysteine) ماده ای تلفیقی از اسیدآمینه است که دارای sulfhydryl می باشد و بعنوان ماده جایگزین توسط FDA توصیه شده است. ساقه کامل نیشکر تمیز شده با استفاده از آسیاب فارل سه غلطکی خرد شد. شربت استحصالی به روش آهک زنی داغ و برگرداندن pH به ۷ با استفاده از اسید فسفریک تصفیه شد. گل با اضافه کردن ۵ میلی گرم در کیلوگرم فلوکولانت آنیونی معمولی تولید گردید. شربت بعد از اضافه کردن باگاسیلو (خرده نیشکر) به کمک صافی ظریف صاف شد در نتیجه شربتی زرد رنگ و روشن با کف کم حاصل گردید. این شربت به دو قسمت تقسیم شد. قسمت اول به پنج راه فرستاده شد. اولین راه بعنوان کنترل، دوم و سوم با mDTC با غلظت ۲۰ و ۱۰۰ میلی گرم در کیلوگرم در ارتباط با ماده خشک، چهارمین با NAC و غلظت ۹۴ میلی گرم در کیلوگرم ماده خشک و پنجمین با ۶۰ میلی گرم در کیلوگرم ماده خشک بی سولفیت سدیم مخلوط گردید. پنج نمونه در اوپراسیون چندبدنه هم زمان تا بریکس ۲۴٪ مورد آزمایش قرار گرفتند. سپس در خلأ و در دمای ۶۵ درجه سانتیگراد تا بریکس ۵۰ تا ۶۷ درصد تغلیظ ادامه یافت. قسمت دوم با استفاده از حجم دو بستر کربن و رزین مخلوط یونی دو ساعت و در دمای ۷۲ درجه سانتیگراد رنگبری شد. نتیجه شربتی بود روشن (سفید) که به همان روش فوق تغلیظ گردید.

شربت غلیظ استحصالی از هر دو روش تصفیه و رنگبری در آزمایشهای نگهداری مورد استفاده قرار گرفت. آنها شماره گذاری شدند و در دمای ۹۵ درجه سانتیگراد به مدت ۸ ساعت با نمونه برداری دوره ای کشت شدند. از تولیدات دو روش برای سنجش رفراکتومتری، بریکس، pH، شکر، اسید فرمیک و اسید لوولینیک به روش HPLC با دتکتور رفرکتیواندیس HMF و فورآلدئید<sup>۲</sup> بوسیله HPLC با دتکتور آراسته به دیود و اسپکتروفتومتر فرابنفش استفاده شد. از شربت غلیظ نهایی MECS نمونه برداری شد. این نمونه ها و تعدادی proto-colorants بطور آزمایشی بوسیله کروماتوگرافی گازی با دتکتور جداسازی وزنی شناسایی شدند. در شربت تصفیه شده در حین تغلیظ در MECS تغییرات رنگ اگر هم بود، بسیار کم بود. در موارد زیادی افزایش رنگ اندکی در اولین و

دومین مرحله دیده شد و در سومین مرحله کاهش رنگ حاصل گردید. شربت رنگبری شده پایداری کمتری داشت. mDTC نشان داد که نسبت به نمونه شاهد تولید رنگ ۴۵+ و ۱۰۱٪ بود. نمونه هایی که دارای NAC و یا NaBS بودند مانع تولید رنگ در حد ۲۴- و ۵۶٪ نسبت به تولید رنگ در نمونه شاهد شدند. بیشترین افزایش معنی دار رنگ در همه موارد در طول اثر اول بروز می کند. بعد از کشت میکروب، در شربت رنگبری شده افزایش رنگ حاصل می شود ولی عامل مؤثر با عامل مؤثر در MECS تفاوت دارد و با مقدار mDTC در حد ۱ و ۲ رنگ ثبت شده افزایش فقط ۸۶/۲ و ۷۵/۱٪، NAC ۷۳/۲٪ و NaBS ۷۲/۳۴٪ رنگ شاهد نشان دادند. منابع آزمایش اجزای شناسایی شده با آنهایی که در کارامل شناخته شده اند مثل ایزومر مالتول، HMF (فورفورال) و سایر مشتقات فورانوئید مطابقت دارند.

### گزارش مطالعات مشترک روی دکستران روی شکر سفید با استفاده از تست آنتی بادی

تعیین دکستران در شکر سفید برای ساخت اشکال سخت نبات به ویژه نبات های گرد (مثل Life Savers) از اهمیت زیادی برخوردار است. غلظت دکستران بیش از ۱۲۵ میلی گرم در کیلوگرم باعث دراز شدن کریستال ها می شود و نتیجه آن خراب شدن شکل نبات سخت می شود بنابراین انتظار اینکه Life Savers دارای انحنای گرد و کامل باشد میسر نخواهد شد. تصفیه خانه های زیادی دکستران را در محصول نهایی (شکر راقیناد) مورد آزمایش قرار می دهند. مطالعات مشترکی با استفاده از پروتکل های قابل قبول AOAC و ICUMSA با تشریح مساعی ده آزمایشگاه انجام گرفت. از این ده آزمایشگاه فقط دو واحد بطور روتین دکستران را در شکر سفید تعیین می کردند. روش آنتی بادی برای سرعت و آسانی انتخاب گردید. دامنه غلظت دکستران در نمونه ها بین ۱۵ تا ۲۴۰ میلی گرم در کیلوگرم بود. آنالیز آماری نتایج نشان داد که روش آنتی بادی بغیر از نسبتهای مختلف که در میان پارامترهای قابل قرار داشتند ولی کمترین غلظت نمونه را داشتند کفایت می کند.

### مزایای معنی دار در صنایع قند و الکل

غالباً رشد میکروارگانیسمهای مهم و قابل توجه در دمای بالا و در کارخانه های نیشکری نادیده گرفته می شود. بنابراین کارهای زیادی در این زمینه در دیفوزیون های کارخانه ها، کشتن معنی دار آنها و عملکردشان در ملاس نهایی که بسیار کم مورد توجه قرار گرفته انجام شده است. کشتن نسبت به جلوگیری از رشد این میکروبهای مزوفیل در خلال فرایندهای گذشته برخورد معنی داری خواهد داد. استفاده از مواد شیمیایی برای کنترل میکروبها می بایستی توانایی کشتار آنها را در فاز خواب داشته باشند و نتلیج آن در ملاس باید دیده شود و کمک کند به بهبود مخمر در خلال تخمیر. این مواد شیمیایی باید توانایی آن را داشته باشند که خود را در شرایط شربت نیشکر در زمان خیلی کوتاهی وفق دهد و روی میکروبهای خوابیده و فعال اثر نماید. □

# لیست مقالات مجله صنایع قند ایران در سال ۱۳۸۵

## مجله صنایع قند ایران شماره ۱۷۶ = فروردین اردیبهشت ۱۳۸۵

شماره صفحه	منبع	مترجم	عنوان مقاله
۲	سوکر ایندوستری ۲۰۰۳/۱۱	مهندس محمدناصر ارجمند	جنبه های فیتوپاتولوژیکی و زیست محیطی ضبط و ربط خاک زراعی برای تولید پایدار چغندر قند در آلمان
۶			نصب و راه اندازی اولین واحد دیفوزیون تمام استیل در کارخانه قند قزوین
۱۵	سوکر ایندوستری ۲۰۰۵/۶	دکتر محمد الهی	قندگیری از ملاس همراه با تولید بتائین
۲۱	اینترنشنال شوگر ژورنال ۲۰۰۵/۱۲۸۰	مهندس محمدباقر پورسید	پیشگیری از ایجاد قشر رسوبی در واحدهای تبخیر با بکارگیری سیستم فراصوت (اولتراسونیک)
۲۶	اینترنشنال شوگر ژورنال ۲۰۰۴/۱۲۷۱	مهندس محمد حجت الاسلامی	توزیع بهینه سطح انتقال حرارت در اواپراتورهای چند بدنه ای
۳۴	کتاب زغال فعال	کیوان قریشی	زغال فعال و کاربرد آن در صنعت
۳۷	سوکر ایندوستری ۲۰۰۴/۴	فریبرز عظیمی	ابداعات فنی و تحقیقاتی عامل رشد پایدار کشت چغندر در اتحادیه اروپا در شرایط اقتصادی بهینه

## مجله صنایع قند ایران شماره ۱۷۷ = خرداد تیر ۱۳۸۵

شماره صفحه	منبع	مترجم	عنوان مقاله
۳	Sugar BECT Research July 2005	دکتر ایرج علیمرادی	تأثیر آبیاری بارانی و نشتی بر کمیت و کیفیت چغندر قند
۸	اینترنشنال شوگر ژورنال ۲۰۰۶/۱۲۸۷	فریبرز عظیمی	پیشرفتهای تکنولوژیکی برزبل در عرصه تولید شکر و الکل
۱۶	سوکر ایندوستری ۲۰۰۵/۱۰	دکتر محمد الهی	چه تعداد تبخیرکننده ابتدائی در یک کارخانه مورد نیاز است؟
۲۴	بتراویه ۲۰۰۵/۸۴۹	مهندس علی افشار	صنایع قند خصوصی در مراکش به تولید انبوه دست می یابند
۲۷	سوکر ایندوستری ۲۰۰۵/۹	دکتر رضا شیخ الاسلامی	سیاست حفظ محیط زیست : وضعیت در اروپا - پس زمینه ها و ارتباط بین آنها
۳۳	سالنامه لیشت ۲۰۰۶	فریبرز عظیمی	سرآغازی نو برای تولید شکر در اتحادیه اروپا

## مجله صنایع قند ایران شماره ۱۷۸ = مرداد شهریور ۱۳۸۵

شماره صفحه	منبع	مترجم	عنوان مقاله
۲	سوکر ایندوستری ۲۰۰۶/۱	فریبرز عظیمی	تعیین میزان شاخ و برگ و سر چغندر قند از طریق تصویربرداری
۱۰	سوکر ایندوستری ۲۰۰۶/۵	مهندس اکبر سجادی	خلاصه گزارش بهره برداری ۲۰۰۵ چغندر کارخانجات قند هلندی
۱۲	سوکر ایندوستری ۲۰۰۶/۲	دکتر رضا شیخ الاسلامی	تعیین ذرات معلق پروتئینی (فلوک) بعنوان شناساگر خطر ذرات معلق در شکر سفید چغندر قند به روش فرابنفش
۱۷	نشریه سمینارهای مادرید ۲۰۰۳	مهندس محمدباقر پورسید	ویسکوزیته (گران روی) بعنوان یک پارامتر سنجش و کنترل
۲۷	سوکر ایندوستری ۲۰۰۶/۵	مهندس اکبر سجادی	خلاصه گزارش بهره برداری ۲۰۰۵ چغندر کارخانجات قند لهستانی
۲۹	سوکر ایندوستری ۲۰۰۶/۵	مهندس اکبر سجادی	خلاصه گزارش بهره برداری ۲۰۰۵ چغندر کارخانجات قند آلمانی
۳۱	سوکر ایندوستری ۲۰۰۵/۶	فریبرز عظیمی	گسترش تکنولوژی خودکار در صنعت قند

### مجله صنایع قند ایران شماره ۱۷۹ = مهر آبان ۱۳۸۵

عنوان مقاله	مترجم	منبع	شماره صفحه
تصفیه شکر بدون نیاز به تصفیه خانه	فریبرز عظیمی	اینترنشنال شوگر ژورنال ۲۰۰۶/۱۲۸۹	۲
کیفیت شکر سفید مورد نیاز در صنعت نوشابه سازی	مهندس محمداقبر پورسید	سوکر ایندوستری ۲۰۰۶/۷	۱۰
خلاصه گزارش بهره برداری ۲۰۰۵ چغندر کارخانجات قند آلمان	مهندس اکبر سجادی	سوکر ایندوستری ۲۰۰۶/۵	۱۴
پمپ های خلأ و بازدهی انرژی در صنعت قند	مهندس محمداقبر پورسید	اینترنشنال شوگر ژورنال ۲۰۰۶/۱۲۹۰	۱۹
مقالات مجمع تکنولوژیست های قند در سال ۲۰۰۶ در ماگدبورگ	دکتر رضا شیخ الاسلامی	سوکر ایندوستری ۲۰۰۶/۶	۲۳
پیشنهاد تازه ای برای کریستالیزاسیون سوکروز از شربت خام	دکتر محمد حجت الاسلامی	نشریه سمینار مادرید ۲۰۰۳	۲۸
چکیده مقالات کنفرانس SPRI	دکتر رضا شیخ الاسلامی	سوکر ایندوستری ۲۰۰۶/۸	۴۰

### مجله صنایع قند ایران شماره ۱۸۰ = آذر دی ۱۳۸۵

عنوان مقاله	مترجم	منبع	شماره صفحه
سالم سازی زمین بوسیله کشت گیاهان ضد نماتود	دکتر رضا شیخ الاسلامی	سوکر روبین	۲
تقویت بخش نیرو - تجربه جاری و توانایی بالقوه آبی باگاس برای تولید توأم بخار و برق در جهان	مهندس ایرج نبوی	اینترنشنال شوگر ژورنال ۲۰۰۵/۱۲۷۹	۵
عملیات تصفیه شربت خام : تکنولوژی تصفیه بدون استفاده از آهک	دکتر محمد حجت الاسلامی	نشریه سمینار مادرید ۲۰۰۳	۱۲
کنترل سانتیفریژی و کیفیت شکر سفید	فریبرز عظیمی	سوکر ایندوستری ۲۰۰۵/۸	۲۰
خوشبختی به بخش شکر هند لبخند می زند	دکتر علی اردهالی	اینترنشنال شوگر ژورنال ۲۰۰۶/۱۲۹۲	۲۵
چکیده مقالات کنفرانس SPRI	دکتر رضا شیخ الاسلامی	سوکر ایندوستری ۲۰۰۶/۸	۳۲

### مجله صنایع قند ایران شماره ۱۸۱ = بهمن اسفند ۱۳۸۵

عنوان مقاله	مترجم	منبع	شماره صفحه
اثر خاک شور، آبیاری و تیمار کردن بذر بر روی تثبیت چغندر قند	دکتر ایرج علیمزادی	ASSBT 2004/3	۲
۱۵ تن شکر - رویا یا به زودی به واقعیت می پیوندد	دکتر رضا شیخ الاسلامی	سوکر روبین ۲۰۰۶/۵	۶
مطالعه روند فروپاشی محلول های ساکاروز تکنیکی	مهندس محمداقبر پورسید	سوکر ایندوستری ۲۰۰۶/۴	۹
ارزشیابی اقتصادی، فنی و زیست محیطی کوچنراسیون در صنعت تولید شکر/الکل	مهندس محمداقبر پورسید	اینترنشنال شوگر ژورنال ۲۰۰۶/۱۲۹۲	۱۸
چکیده مقالات کنفرانس SPRI	دکتر رضا شیخ الاسلامی	سوکر ایندوستری ۲۰۰۶/۸	۳۰