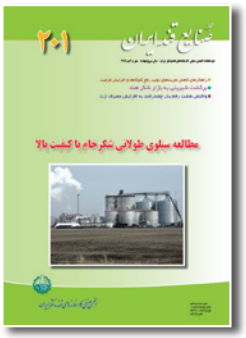
بسم الله الرحمن الرحیم


# ۲۰۱




دو ماهنامهٔ کشاورزی
صنعتی، اقتصادی
چغندرقند و نیشکر
سال سی‌وچهارم،
شماره ۲۰۱،
مهر و آبان ۱۳۸۹



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



صاحب امتیاز:
**دفتر مشاوره و خدمات فنی و بازرگانی صنایع قند ایران**

ناشر:
**انجمن صنفی کارخانه‌های قندوشکر ایران**

مدیر مسؤول:
**علیرضا اشرف**

سردبیر:
**سیدمحمود کم‌گویان**

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

تصحیح:
**زهره بابایی**

امور فنی:
**سعید رستمی**

مسؤول وب‌سایت:
**محمدرضا عبدوس**

**لیتوگرافی و چاپ:**
**ایران‌گرافیک**

info.ISFS.ir
www.ISFS.ir


## دراین شماره می‌خوانید:


- سرمقاله / یک گام اساسی که باید برداشته شود ۲
- راهکارهای کاهش هزینه‌های تولید رفع گلوگاه‌ها و افزایش ظرفیت ۳
- برگشت شیرینی به بازار شکر هند ۹
- واکنش هشت رقم بذر چغندرقند به افزایش مصرف ازت ۱۸
- مطالعه سیلوی طولانی شکرخام با کیفیت بالا ۲۶



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

# یک گام اساسی که باید برداشته شود

محمدصادق جنان‌صفت

فعالیت‌هـای اقتصادی، از پیچیده‌تریـن فعالیت‌های انسـانی و جامعه‌ها به‌حسـاب می‌آید. در برخی جامعه‌ها از جمله ایرانی به‌ویـژه برای مدیران و صاحبان بنگاه‌های اقتصادی و صنعتی، این پیچیدگی روندی فزاینده را تجربه کرده و درحال حاضر نیز این وضع حاکم است.

دلیـل پیچیدگی مضاعـف فعالیت‌هـای اقتصادی و اداره بنگاه‌هـای صنعتی در ایران، انـدازه بزرگ دولت در کسب‌وکار و سـهم فوق‌العاده دولت در تصمیم‌گیری‌های کلان و در سـطح ملی اسـت. دولت‌های ایران براسـاس اختیارات گسـترده‌ای که قانون اساسی به آنها داده است و همچنیـن تمایلات مدیران، این حق را به خود می‌دهند کـه برای مصلحت کار خود و نیز جامعه در سـطح کلان، بدون‌نیـاز به اسـتفاده از دیدگاه‌های فعالان هر رشـته از صنعـت، تصمیم‌هایی اتخـاذ کنند که بعضـاً برنامه‌های بنگاه‌ها را دسـتخوش تحولات ناگهانی می‌کند. دولت‌های ایران عموماً این رفتار را بارها و به شـکل‌های گوناگون و با تغییرات پی‌درپی نشـان داده‌اند. به‌طور مثال در صنعت قندوشـکر می‌توان به تحولات پی‌درپـی و عموماً کاهنده نرخ تعرفه واردات اشـاره کرد که در سال‌های اخیر شاهد آن بوده‌ایم.

این پدیده‌ای آشنا برای فعالان و مدیران صنعت است و یـادآوری دوباره آن مقدمه‌ای برای چیزی اسـت که در ادامه می‌آید.

موضوع این نوشـته بیشتر پیرامون وظایف، تکالیف و تصمیم‌هایی اسـت که مدیران واحدهای صنعتی در آینده کوتاه‌مـدت و میان‌مدت باید آنهـا را در کانون توجه قرار دهند. برخی از مسایل به‌طور خلاصه به‌شرح زیر است:

۱. واقعیت این است که دولت‌های ایران در میان‌مدت ناگزیرند سطح دخالت و اندازه حمایت‌ها (از هر نظر) را در کسـب‌وکار شهروندان و بنگاه‌های اقتصادی کاهش دهند. ایـن اتفـاق ناگزیر، دلایل گوناگونـی دارد که یکی از آنها مناسـبات جهانی و فشارهای شـدیدی است که از ناحیه تجـارت آزاد و حتی قاچاق بر دولت‌هـا وارد می‌کند. این رویداد با نزدیک‌تر شـدن زمان پیوسـتن ایران به سازمان تجارت جهانی حتمی خواهد شد.

از سـوی دیگـر، دولت‌های ایران درحـال حاضر و در آینده و براساس قانون خصوصی‌سازی، ناگزیرند که دست از حمایت و تصدیگری بردارند و صنایع گوناگون را به‌حال خـود رها کنند. این رویدادی اسـت که مدیران صنعت و صاحبـان کارخانه‌ها باید در مناسـبات و برنامه‌های خود لحـاظ کرده و آماده شـوند که در شـرایط دخالت کمتر دولت فعالیت کنند.

۲. وقتـی دولت ناگزیر می‌شـود و یـا تمایل دارد که اندازه دخالت خود را در کسـب‌وکار کاهش دهد، معنایش این است که تولیدکنندگان داخلی باید به موضوع رقابت با شرکت‌های خارجی به‌مثابه یک اصل خدشه‌ناپذیر در آینده توجه داشته باشند. عنصر رقابت و موضوع رقابت‌پذیری اگر تـا امروز به هر دلیل توسـط مدیران و صاحبان واحدهای صنعتی نادیده گرفته شده و یا درجه اهمیت کمتری داشته اسـت، از این پس باید به موضوع مهمتری تبدیل شـود. شـرکت‌های خارجی و به‌ویژه صادرکنندگان قندوشکر از هر ترفندی برای تسـخیر بازار ایران استفاده خواهند کرد و باید به این مسأله توجه شود که واردکنندگان ایرانی نیز بر اساس طبیعت خود با آنها سازگار خواهند شد.

۳. افزایش درجه رقابت‌پذیری تولیدات ایرانی به چند متغیر به‌ویژه فعالیت مستمر بر روی عوامل مؤثر بر «قیمت تمام‌شده» دارد.

قیمت تمام‌شده تولید صنعتی ایران به‌دلایل گوناگون نسبت به کالاهای مشابه (حتی بدون دامپینگ) در سطح بالاتری قرار دارد.

بررسـی کارشناسـانه این موضوع می‌تواند در دستور کار قرار گرفته و با مطالعات دقیق و مقایسـه پارامترهایی مثل قیمت پول (سود بانکی)، نرخ تورم (که قیمت پول از آن سرچشمه می‌گیرد)، دستمزدها، قیمت مواد اولیه، نوع تکنولـوژی موجود در واحدهـای صنعتی و... به یک نقطه مشخص رسید. اگر این مطالعات در یک زمان معین انجام و نتایـج آن در اختیار نهادهای ذیربط قرار گیرد، گام اول برای ادامه کار برداشته شده است.

# راهکارهای کاهش هزینه‌های تولید
## رفع گلوگاه‌ها و افزایش ظرفیت*

تهیه‌کننده: محمدحسین شاه‌کرمی‌راد
کارشناس صنایع قند

صنعت قندوشکر کشور در شرایطی قرار گرفته است که قیمت تمام‌شده شکر تولیدی با قیمت شکر وارداتی به اجبار وارد رقابت جدی گردیده است، مشکلات عدیده حادث شده بر صنعت قند، بخشی ناشی از نداشتن توان رقابتی به‌دلیل ظرفیت پایین کارخانه‌ها و مهمتر از آن عدم‌استفاده بهینه از ظرفیت‌های موجود است.

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

یکی از راهکارهای رفع مشکلات موجود بر طرف نمودن گلوگاه‌ها 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 درصورت 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 مصرف سوخت در کوره آهک و تغییر درجه حرارت شربت‌خام خروجی از دیفوزیون مورد بررسی قرار گرفت در این مقاله استفاده از بخار بدنه دوم یا سوم اواپراسیون در آپارات‌های پخت یک مورد مقایسه

و تحلیل قرار می‌گیرد.

در اکثر کارخانجات قند تمایل به استفاده از بخار بدنه‌های بالاتر و یا روتور جهت استفاده در آپارات‌های پخت به‌ویژه پخت یک زیاد است در این مثال پروسه تولید کارخانه‌ای را با ظرفیت مصرف ۳ هزار تن در روز که از بخار بدنه دوم و رتور جهت آپارات‌های پخت یکم استفاده کند، از نظر موازنه جرم و انرژی نشان داده شده و سپس در همان

| شرح | واحد | مقدار |
|---|---|---|
| ۱. مصرف خلال | تن در ساعت | ۱۲۵ |
| ۲. درجه حرارت چغندر وارده به پروسه تولید | درجه سانتیگراد | ۰ |
| ۳. کشش حجمی | درصد | ۱۱۵/۲۷ |
| ۴. مقدار شربت‌خام | متر مکعب در ساعت | ۱۵۳ |
| ۵. مقدار قند خلال | درصد | ۱۷ |
| ۶. درجه تمیزی شربت‌خام | درصد | ۸۶/۱۷ |
| ۷. ماده خشک شربت‌خام | درصد | ۱۵/۸۳ |
| ۸. مقدار شربت رقیق | متر مکعب در ساعت | ۱۳۷/۴۷ |
| ۹. ماده خشک شربت رقیق | درصد | ۱۵/۰۸ |
| ۱۰. درجه تمیزی شربت رقیق | در صد | ۹۰/۴۵ |
| ۱۱. حرارت شربت‌رقیق قبل از ورود به‌مبدل‌های حرارتی | درجه سانتیگراد | ۹۱ |

**جدول ۱: اطلاعات مربوط به فرایند تولید**

| شرح | واحد | مقدار |
|---|---|---|
| ۱. کاهش مصرف بخار رتور | تن در ساعت | ۳/۹۴ |
| ۲. بدنه‌های اواپراسیون | ----- | ----- |
| ۱-۲. کاهش سطح کلی | متر مربع | ۶۶ |
| ۲-۲. کاهش ماده خشک شربت استاندارد | در صد | ۲/۶ |
| ۳. کندانسور بارومتریک | ----- | ----- |
| ۱-۳. کاهش بخار رتور ورودی | تن در ساعت | ۳/۵۹ |
| ۲-۳. کاهش مقدار آب خنک‌کننده ورودی | متر مکعب در ساعت | ۱۲۶/۴ |
| ۴. استخر خنک‌کننده | ----- | ----- |
| ۱-۴. کاهش مقدار آبگرم ورودی | متر مکعب در ساعت | ۱۲۹/۷ |
| ۲-۴. کاهش سطح استخر خنک‌کننده | متر مربع | ۱۲۴ |
| ۵. آپارات پخت یک | ----- | ----- |
| ۱-۵. افزایش سطح حرارتی آپارات پخت یک | متر مربع | ۱۶۰ |
| ۲-۵. کاهش مقدار ماده خشک | درصد | ۱/۶۱ |
| ۳-۵. افزایش مقدار شربت استاندارد | تن در ساعت | ۳/۸۴ |

**جدول ۲: اطلاعات میزان بخار مصرفی، بدنه‌های اواپراسیون، آپارات‌های پخت، استخر خنک‌کننده، کندانسور بارومتریک سیرکولاسیون**

کارخانه به‌جای بخار بدنه دوم از بخار بدنه سوم جهت تغلیظ استفاده شده و موازنه جرم انرژی جدید را محاسبه کرده و میزان بخار مصرفی و سایر تغییرات ایجاد شده را مورد بررسی قرار داده شده است.

باتوجه به اینکه تا پایان مرحله تصفیه مقادیر جرم و انرژی در هر دو حالت مساوی است لذا اطلاعات مورد نیاز به‌صورت مشترک در (جدول شماره ۱) آورده شده است.

با در نظر گرفتن اطلاعات مندرج در (جدول شماره ۱) دو حالت مورد نظر به شرح ذیل:

* **حالت الف:** استفاده از بخار بدنه دوم و بخار رتور در آپارات‌های پخت یک
* **حالت ب:** استفاده از بخار بدنه سوم و بخار رتور در آپارات‌های پخت یک

مورد محاسبه قرار گرفته و اطلاعات مورد نیاز در (جدول شماره ۳) آورده شده است همچنین جهت مقایسه بهتر شکل جریان‌های شماره الف، شماره ۱، شماره ۲، شماره ۳ و شماره ۴ ارائه شده است.

## نتیجه‌گیری

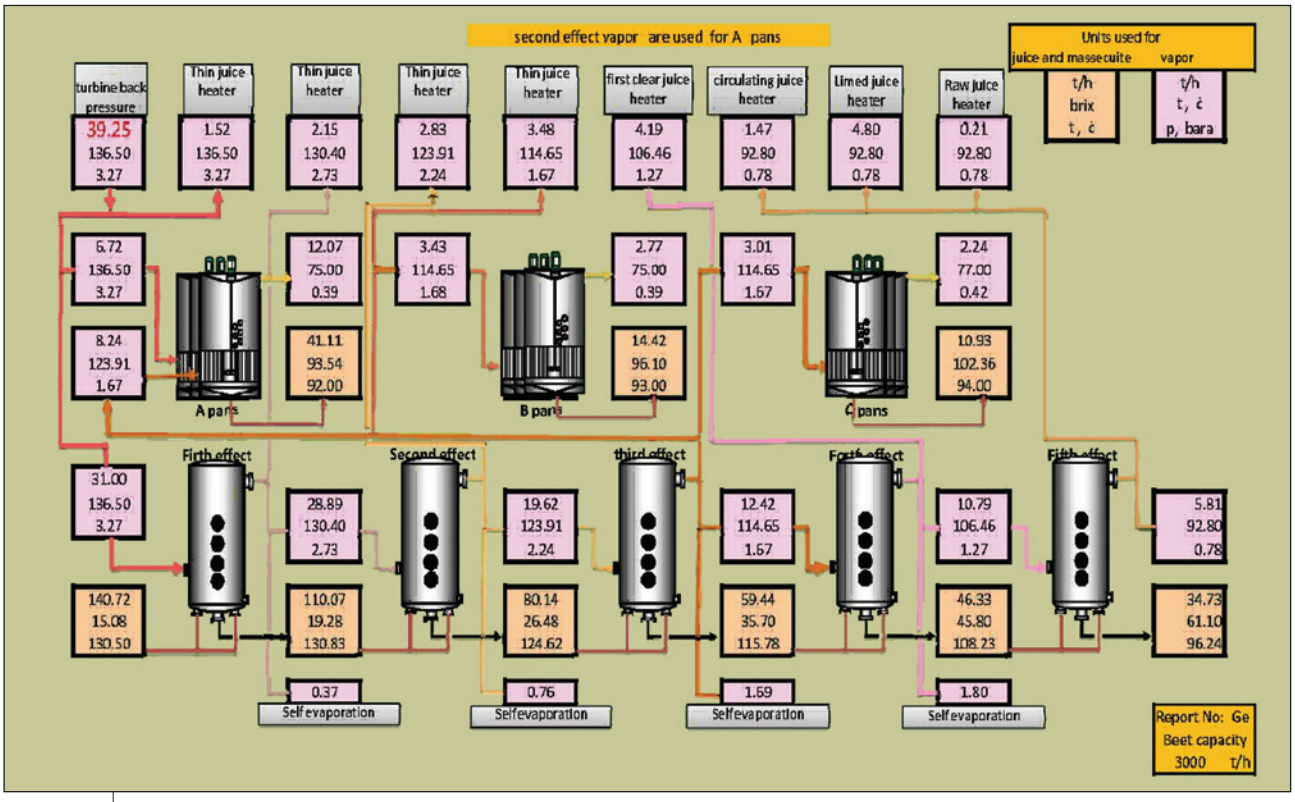
باتوجه به حالت‌های الف و ب، استفاده از بخار بدنه سوم به‌جای بدنه دوم موجب کاهش میزان بخار کلی می‌شود.

کندانسور بارومتریک و پمپ‌های خلأ و استخرهای خنک‌کننده معمولاً از گلوگاه‌های پروسه تولید هستند که با این روش با کاهش بخار ورودی به کندانسور بارومتریک موجب افزایش ظرفیت کندانسور، پمپ‌های خلأ و استخر خنک‌کننده می‌شود.

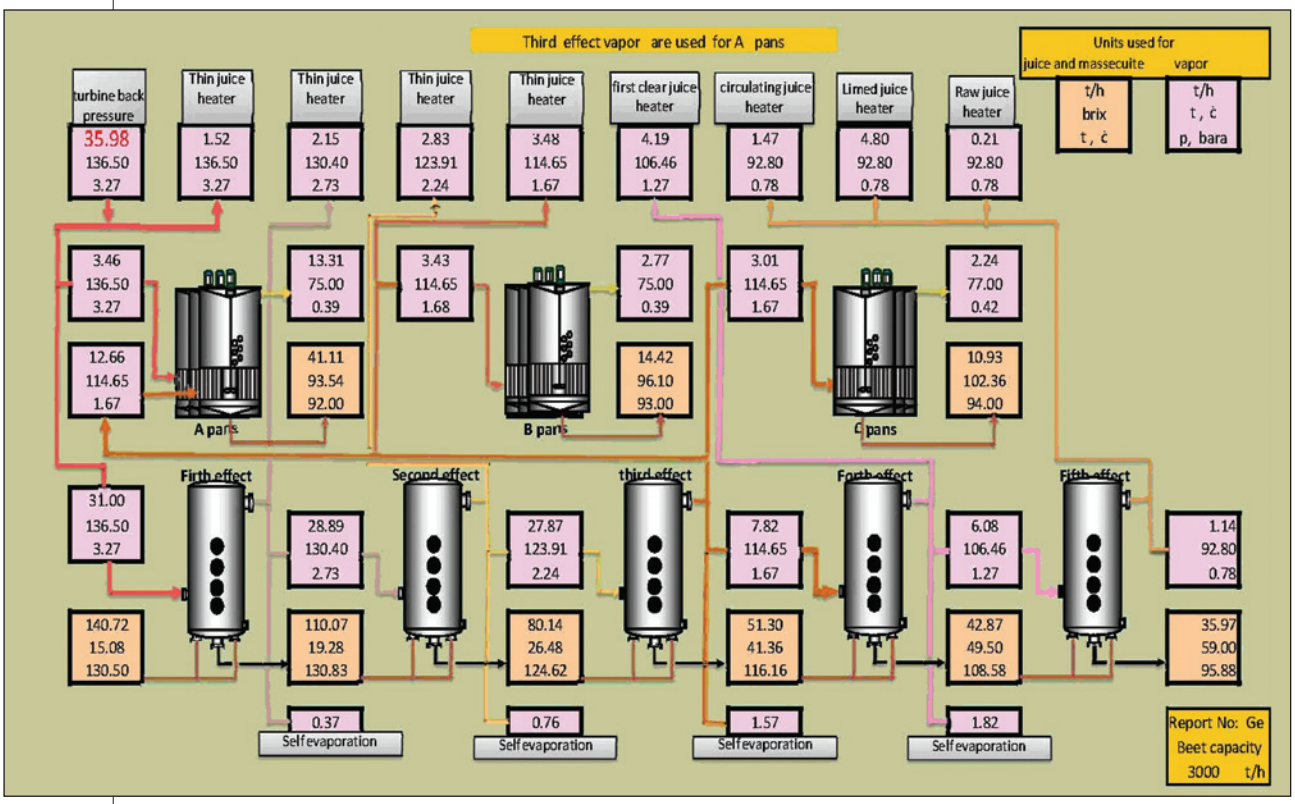
سطح حرارتی کلی اواپراسیون تغییر نمی‌کند ولی بدنه‌های مختلف نیاز به بررسی ظرفیت موجود واقعی دارد که درصورت کافی بودن ظرفیت آن تغییر نیاز نیست در غیراین صورت نیاز به جابه‌جایی دارد که در این مرحله می‌توان ظرفیت بدنه‌ها را متناسب با افزایش ظرفیت جدیدکندانسور و پمپ‌های خلأ و استخرهای خنک‌کننده افزایش داده شود زیرا در این‌صورت قسمت بیشتری از پروسه تولید افزایش ظرفیت می‌یابد.

ظرفیت حرارتی آپارات‌های پخت باید مورد بررسی و در صورت نیاز افزایش داده شود.

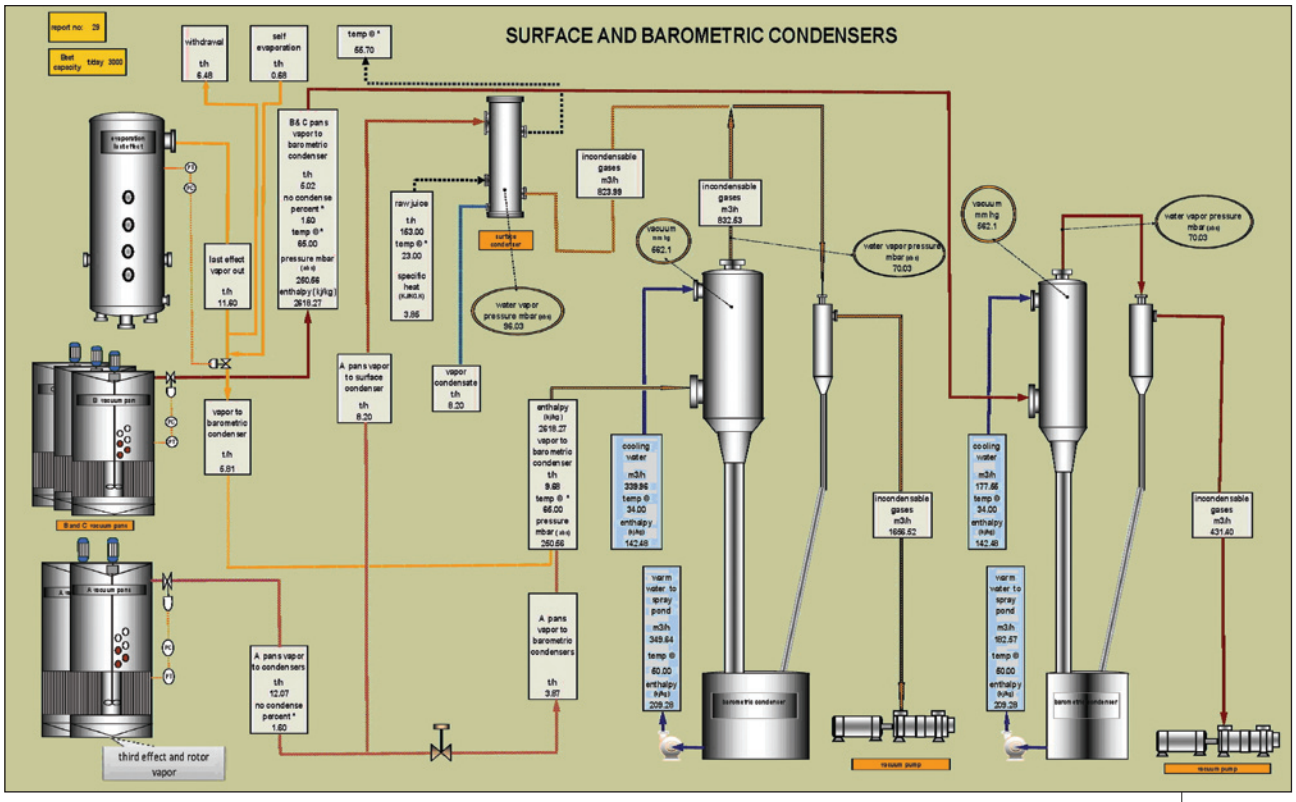
به‌دلیل پمپاژ آب کمتر ورودی مورد نیاز به کندانسور بارومتریک و پمپ کردن آبگرم خروجی به استخر خنک‌کن جهت تقلیل حرارت و استفاده مجدد در پروسه برق مصرفی نیز کاهش می‌یابد. نتایج تغییرات در (جدول شماره ۲) آورده شده است.



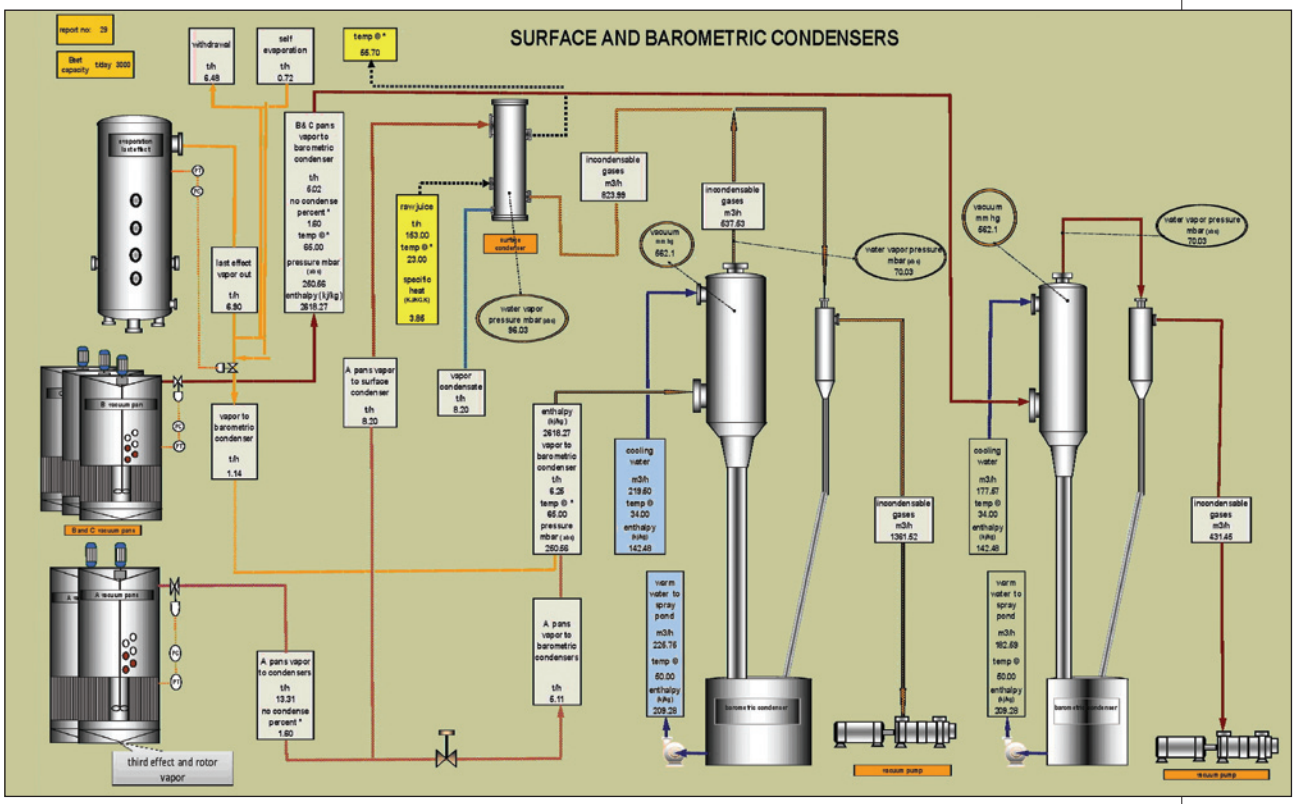

شکل جریان شماره ۱: موازنه جرم و انرژی در اواپراسیون و مصرف‌کننده‌های آن
با استفاده از بخار رتور و بدنه دوم در آپارات‌های پخت یک




شکل جریان شماره ۲: موازنه جرم و انرژی در اواپراسیون و مصرف‌کننده‌های آن
با استفاده از بخار رتور و بدنه سوم در آپارات‌های پخت یک




شکل جریان شماره ۳: موازنه جرم و انرژی در بخارهای ورودی به کندانسورهای باروموتریک
با استفاده از بخار رتور و بدنه دوم در آپارات‌های پخت یک




شکل جریان شماره ۴: موازنه جرم و انرژی در بخارهای ورودی به کندانسورهای باروموتریک
با استفاده از بخار رتور و بدنه سوم در آپارات‌های پخت یک

جدول ۳: نتایج حاصل از استفاده از بخار بدنه‌های دوم و سوم در آپارات‌های پخت یک در حالت‌های (الف) و (ب)

| شرح | واحد | مقدار | مقدار |
|---|---|---|---|
| حالت: | ----- | الف | ب |
| الف: اواپراسیون | ----- | ----- | ----- |
| ۱. کل سطح حرارتی اواپراسیون | متر مربع | ۵۰۴۷ | ۴۹۸۱ |
| ۱-۱. مقدار بخار رتور مصرفی | تن در ساعت | ۳۹/۹۲ | ۳۵/۹۸ |
| ۲. بدنه اول | | | |
| ۲-۱. درجه حرارت شربت رقیق ورودی | درجه سانتیگراد | ۱۳۰/۵ | ۱۳۰/۵ |
| ۲-۲. مقدار شربت رقیق ورودی | تن در ساعت | ۱۴۰/۷۲ | ۱۴۰/۷۲ |
| ۲-۳. مقدار ماده خشک شربت رقیق ورودی | درصد | ۱۵/۰۸ | ۱۵/۰۸ |
| ۲-۴. مقدار بخار ورودی | تن در ساعت | ۳۱ | ۳۱ |
| ۲-۵. حرارت بخار ورودی | درجه سانتیگراد | ۱۳۶/۵ | ۱۳۶/۵ |
| ۲-۶. فشار بخار ورودی | بار مطلق | ۳/۲۷ | ۳/۲۷ |
| ۲-۷. حداقل سطح حرارتی مورد نیاز | متر مربع | ۱۱۰۰ | ۱۱۰۰ |
| ۲-۸. مقدار بخار بدنه مورد استفاده در دیگر مکان‌های مورد نیاز | تن در ساعت | ۲/۱۵ | ۲/۱۵ |
| ۳. بدنه دوم | | | |
| ۳-۱. درجه حرارت شربت ورودی | درجه سانتیگراد | ۱۳۰/۸ | ۱۳۰/۸ |
| ۳-۲. مقدار شربت ورودی | تن در ساعت | ۱۱۰/۰۷ | ۱۱۰/۰۷ |
| ۳-۳. مقدار ماده خشک شربت ورودی | درصد | ۱۹/۲۸ | ۱۹/۲۸ |
| ۳-۴. مقدار بخار ورودی | تن در ساعت | ۲۸/۸۹ | ۲۸/۸۹ |
| ۳-۵. مقدار بخار حاصله از آب‌های کندانس مربوطه | تن در ساعت | ./۳۷ | ./۳۷ |
| ۳-۶. حرارت بخار ورودی | درجه سانتیگراد | ۱۳۰/۴ | ۱۳۰/۴ |
| ۳-۷. فشار بخار ورودی | بار مطلق | ۲/۷۳ | ۲/۷۳ |
| ۳-۸. حداقل سطح حرارتی مورد نیاز | متر مربع | ۱۴۵۵ | ۱۴۵۵ |
| ۳-۹. مقدار بخار بدنه مورد استفاده در دیگر مکان‌های مورد نیاز | تن در ساعت | ۱۷/۷۹ | ۲/۸۳ |
| ۴. بدنه سوم | | | |
| ۴-۱. درجه حرارت شربت ورودی | درجه سانتیگراد | ۱۲۴/۶۲ | ۱۲۴/۶۲ |
| ۴-۲. مقدار شربت ورودی | تن در ساعت | ۸۰/۱۴ | ۸۰/۱۴ |
| ۴-۳. مقدار ماده خشک شربت ورودی | درصد | ۲۶/۴۸ | ۲۶/۴۸ |
| ۴-۴. مقدار بخار ورودی | تن در ساعت | ۱۹/۶۲ | ۲۷/۸۷ |
| ۴-۵. حرارت بخار ورودی | درجه سانتیگراد | ۱۲۳/۹۱ | ۱۲۳/۹۱ |
| ۴-۶. مقدار بخار حاصله از آب‌های کندانس مربوطه | تن در ساعت | ./۷۵ | ./۷۵ |
| ۴-۷. فشار بخار ورودی | بار مطلق | ۲/۲۴ | ۲/۲۴ |
| ۴-۸. حداقل سطح حرارتی مورد نیاز | متر مربع | ۸۶۰ | ۱۳۱۶ |
| ۴-۹. مقدار بخارمورد استفاده در دیگر مکان‌های مورد نیاز | تن در ساعت | ۹,۹۳ | ۲۶/۰۵ |
| ۵. بدنه چهارم | | | |
| ۵-۱. درجه حرارت شربت ورودی | درجه سانتیگراد | ۱۱۵/۷۸ | ۱۱۶/۱۶ |
| ۵-۲. مقدار شربت ورودی | تن در ساعت | ۵۹/۴۴ | ۵۱/۳ |
| ۵-۳. مقدار ماده خشک شربت ورودی | درصد | ۳۵/۷ | ۴۱/۳۶ |
| ۵-۴. مقدار بخار ورودی | تن در ساعت | ۱۲/۴۲ | ۷/۸۲ |
| ۵-۵. حرارت بخار ورودی | درجه سانتیگراد | ۱۱۴/۶۵ | ۱۱۴/۶۵ |
| ۵-۶. فشار بخار ورودی | بار مطلق | ۱/۶۷ | ۱/۶۷ |
| ۵-۷. مقدار بخار حاصله از آب‌های کندانس مربوطه | تن در ساعت | ۱/۶۹ | ۱/۵۷ |
| ۵-۸. حداقل سطح حرارتی مورد نیاز | متر مربع | ۹۶۵ | ۷۲۲ |
| ۵-۹. مقدار بخاربدنه مورد استفاده در دیگر مکان‌های مورد نیاز | تن در ساعت | ۴/۱۹ | ۴/۱۹ |

| | | | |
|---|---|---|---|
| ۶- بدنه پنجم | | | |
| ۱-۶. درجه حرارت شربت ورودی | درجه سانتیگراد | ۱۰۸/۲۳ | ۱۰۸/۵۸ |
| ۲-۶. مقدار شربت ورودی | تن در ساعت | ۴۶/۳۳ | ۴۲/۸۷ |
| ۳-۶. مقدار ماده خشک شربت ورودی | درصد | ۴۵/۸ | ۴۹/۵ |
| ۴-۶. مقدار بخار ورودی | تن در ساعت | ۱۰/۷۹ | ۶/۰۸ |
| ۵-۶. حرارت بخار ورودی | درجه سانتیگراد | ۱۰۶/۴۶ | ۱۰۶/۴۶ |
| ۶-۶. فشار بخار ورودی | بار مطلق | ۱/۲۷ | ۱/۲۷ |
| ۷-۶. مقدار بخار حاصله از آب‌های کندانس مربوطه | تن در ساعت | ۱/۸ | ۱/۸۲ |
| ۸-۶. حداقل سطح حرارتی مورد نیاز | متر مربع | ۶۶۷ | ۳۸۸ |
| ۹-۶. مقدار بخاربدنه مورد استفاده در دیگر مکان‌های مورد نیاز | تن در ساعت | ۶/۴۸ | ۶/۴۸ |
| ۱۰-۶. مقدار شربت خروجی | تن در ساعت | ۳۴/۷۳ | ۳۵/۹۷ |
| ۱۱-۶. حرارت شربت خروجی | درجه سانتیگراد | ۹۶/۲۴ | ۹۵/۸۸ |
| ۱۲-۶. مقدار ماده خشک شربت خروجی | درصد | ۶۱/۱ | ۵۹ |
| ۷. آپارات‌های پخت یک | | | |
| ۱-۷. مقدار شربت استاندارد ورودی | تن در ساعت | ۵۳/۱۸ | ۵۴/۴۲ |
| ۲-۷. مقدار ماده خشک شربت استاندارد ورودی | درصد | ۷۱/۱۱ | ۶۹/۵۰ |
| ۳-۷. مقدار بخاربدنه دوم مصرفی تن در ساعت | تن در ساعت | ۸/۲۴ | ----- |
| ۴-۷. مقدار بخاربدنه سوم مصرفی تن در ساعت | تن در ساعت | ------ | ۱۲/۶۶ |
| ۵-۷. مقدار بخار رتور مصرفی تن در ساعت | تن در ساعت | ۶/۷۲ | ۳/۴۶ |
| ۶-۷. مقدار ماده خشک پخت یک | درصد | ۹۲ | ۹۲ |
| ۷-۷. مقدار پخت یک | تن در ساعت | ۴۱/۱۱ | ۴۱/۱۱ |
| ۸-۷. مقدار بخار آپارات پخت یک | تن در ساعت | ۱۲/۰۷ | ۱۳/۳۱ |
| ۹-۷. مقدار بخار آپارات پخت یک مصرفی در مبدل حرارتی | تن در ساعت | ۸/۲ | ۸/۲ |
| ۱۰-۷. سطح حرارتی مورد نیاز (۲۰ در صد اضافه) | متر مربع | ۴۳۰ | ۵۹۰ |
| ۸. ظرفیت کاری مورد نیاز (۲۰ در صد اضافه) | متر مکعب | ۸۵ | ۸۵ |
| ۹. کندانسور بارومتریک | ----- | ----- | ----- |
| ۱-۹. مقدار بخار آپارات پخت یک ورودی کندانسور بارومتریک | تن در ساعت | ۴/۰۳ | ۵/۱۱ |
| ۲-۹. مقدار بخار بدنه آخر ورودی | تن در ساعت | ۵/۸۱ | ۱/۱۴ |
| ۱۰. مجموع مقدار بخار ورودی | تن در ساعت | ۹/۸۴ | ۶/۲۵ |
| ۱۱. فشار کندانسور | میلی بار مطلق | ۲۵۰/۵ | ۲۵۰/۵ |
| ۱۲. درجه حرارت آب خنک‌کننده ورودی | درجه سانتیگراد | ۳۴ | ۳۴ |
| ۱۳. درجه حرارت آب‌گرم خروجی | درجه سانتیگراد | ۵۰ | ۵۰ |
| ۱۴. مقدار آب خنک‌کننده ورودی | متر مکعب در ساعت | ۳۴۵/۶ | ۲۱۹/۵ |
| ۱۵. مقدار آب‌گرم خروجی | متر مکعب در ساعت | ۳۵۵/۴ | ۲۲۵/۷ |
| ۱۶. حداقل ظرفیت پمپ خلاء مورد نیاز | متر مکعب در ساعت | ۱۶۷۰ | ۱۳۶۱ |
| د: استخر خنک کننده | ----- | ----- | ----- |
| ۱. مقدار آب‌گرم ورودی | متر مکعب در ساعت | ۵۳۲ | ۴۰۸ |
| ۲. میزان خلاء | میلیمتر جیوه | ۵۶۲ | ۵۶۲ |
| ۳. درجه حرارت آب گرم ورودی | درجه سانتیگراد | ۵۰ | ۵۰ |
| ۴. درجه حرارت آب خروجی | درجه سانتیگراد | ۳۴ | ۳۴ |
| ۵. سطح مورد نیاز | متر مربع | ۷۱۰ | ۵۴۴ |

# برگشت شیرینی به بازار شکر هند

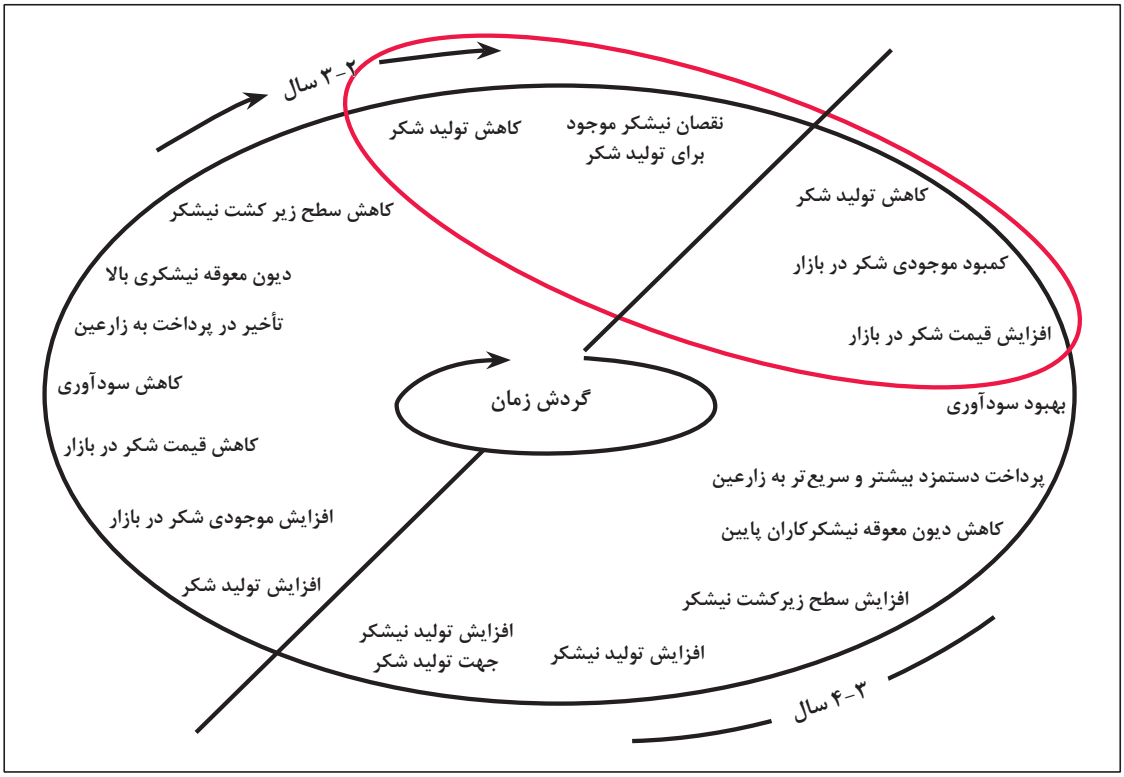
گزارش ویژه – توسط شرکت Asset Alliance هندوستان – هشتم مه ۲۰۰۸

سیکل تحولات بازار شکر وارد رژیم تولید کمتر نیشکر و قیمت بالاتر شکر شده است.

چرخه تحولات بازار محلی شکر، از یک دوره زمانی ۵ تا ۷ ساله تبعیت می‌کند. روند نزولی در چرخه شکر همزمان با بهبود سودآوری کارخانجات قند و پرداخت مبالغ دستمزد بالاتر و بی‌وقفه به زارعین و در نتیجه کاهش بدهی معوق به نیشکرکاران آغاز می‌شود که افزایش سطح زیرکشت نیشکر و نهایتاً رشد تولید شکر را به‌همراه دارد و برآیند همه این موارد نیز به سقوط بهای شکر می‌انجامد.

روند صعودی در چرخه تحولات بازار شکر نیز با افزایش سطح دسترسی مردم به شکر در اثر کاهش قیمت آن در بازار، سودآوری کمتر برای صاحبان صنعت قند، تأخیر در پرداخت به کشاورزان، بالا رفتن مطالبات معوق نیشکرکاران و در نتیجه روآوردن آنها به کشت محصولات دیگر و در نهایت کاهش تولید نیشکر آغاز می‌شود.

نتیجه تمام این عوامل، قیمت بالاتر شکر و تکرار مجدد این سیکل است. (نمودار ۱) چنین چرخه‌ای را نمایش می‌دهد. حلقه کوچک‌تر (نمایش داده شده با رنگ قرمز) نمایانگر وضعیت سیکل شکر طی دوره ۲۰۰۹ است.




نمودار ۱: قیمت بالاتر شکر و تکرار مجدد این سیکل

چرخه تحولات بازار محلی شکر، از یک دوره زمانی ۵ تا ۷ ساله تبعیت می‌کند. روند نزولی در چرخه شکر همزمان با بهبود سودآوری کارخانجات قند و پرداخت مبالغ دستمزد بالاتر و بی‌وقفه به زارعین و در نتیجه کاهش بدهی معوق به نیشکرکاران آغاز می‌شود

جدول ۱: تولید شکر پس از ۲ سال افزایش تولید، شاهد رشد منفی بوده است

| فصل تولید شکر | ۲۰۰۰-۰۱ | ۲۰۰۱-۰۲ | ۲۰۰۲-۰۳ | ۲۰۰۳-۰۴ | ۲۰۰۴-۰۵ | ۲۰۰۵-۰۶ | ۲۰۰۶-۰۷ | ۲۰۰۷-۰۸ | ۲۰۰۸-۰۹ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| سطح زیر کشت (میلیون هکتار) | ۴/۲ | ۴/۳ | ۴/۴ | ۴/۵ | ۳/۹ | ۳/۷ | ۴/۲ | ۴/۲ | ۳/۶ |
| نی تولیدی (میلیون تن ) | ۲۹۹/۳ | ۲۹۶ | ۲۹۷/۲ | ۲۸۷/۴ | ۲۳۳/۹ | ۲۳۷/۱ | ۲۸۱/۲ | ۲۸۰/۹ | ۲۳۸/۸ |
| محصول نی (تن در هکتار) | ۷۰/۹ | ۶۸/۵ | ۶۷/۴ | ۶۳/۶ | ۵۹/۵ | ۶۴/۸ | ۶۶/۹ | ۶۶/۹ | ۶۶/۹ |
| تولید شکر ( میلیون تن) | ۱۸/۵ | ۱۸/۵ | ۲۰/۱ | ۱۴/۰ | ۱۲/۵ | ۱۹/۲ | ۲۷/۵ | ۲۵/۳ | ۲۱/۵ |
| شکر به نیشکر (درصد) | ۶/۲ | ۶/۳ | ۶/۸ | ۴/۹ | ۵/۳ | ۸/۱ | ۹/۸ | ۹ | ۹ |

* منبع: AASPL Research

جدول ۲: نسبت ذخیره پایان دوره به مصرف طی فصل تولید ۲۰۰۹ - ۲۰۰۸

| « وضعیت بازار شکر در هند از نظر عرضه و تقاضا طی سال‌های گذشته » | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ارقام برحسب میلیون تن | ۲۰۰۰-۰۱ | ۲۰۰۱-۰۲ | ۲۰۰۲-۰۳ | ۲۰۰۳-۰۴ | ۲۰۰۴-۰۵ | ۲۰۰۵-۰۶ | ۲۰۰۶-۰۷ | ۲۰۰۷-۰۸ | ۲۰۰۸-۰۹ |
| ذخیره اول دوره | ۹/۳ | ۱۰/۷ | ۱۱/۳ | ۱۱/۶ | ۸/۵ | ۴/۵ | ۴/۴ | ۱۰/۵ | ۱۳/۳ |
| تولید | ۱۸/۵ | ۱۸/۵ | ۲۰/۱ | ۱۴ | ۱۲/۵ | ۱۹/۲ | ۲۷/۵ | ۲۵/۳ | ۲۱/۵ |
| واردات | ۰ | ۰ | ۰ | ۰/۴ | ۲ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ |
| کل مصرف | ۱۷/۲ | ۱۷/۹ | ۱۹/۹ | ۱۷/۵ | ۱۸/۵ | ۱۹/۶ | ۲۱/۴ | ۲۲/۵ | ۲۳/۹ |
| مصرف داخلی | ۱۶/۲ | ۱۶/۸ | ۱۸/۴ | ۱۷/۳ | ۱۸/۵ | ۱۵/۵ | ۱۹/۸ | ۲۰/۵ | ۲۱/۲ |
| صادرات | ۱ | ۱/۱ | ۱/۵ | ۰/۲ | ۰ | ۱/۱ | ۱/۶ | ۲ | ۲/۷ |
| ذخیره پایان دوره | ۱۰/۷ | ۱۱/۳ | ۱۱/۶ | ۸/۵ | ۴/۵ | ۴/۴ | ۱۰/۵ | ۱۳/۳ | ۱۰/۹ |
| نسبت ذخیره پایان دوره به میزان شکرمصرفی | ۶۶/۰۵ | ۶۷/۲۶ | ۶۳/۰۴ | ۴۹/۱۳ | ۲۴/۳۲ | ۲۳/۷۸ | ۴۹/۰۷ | ۵۹/۰۶ | ۴۵/۵۴ |

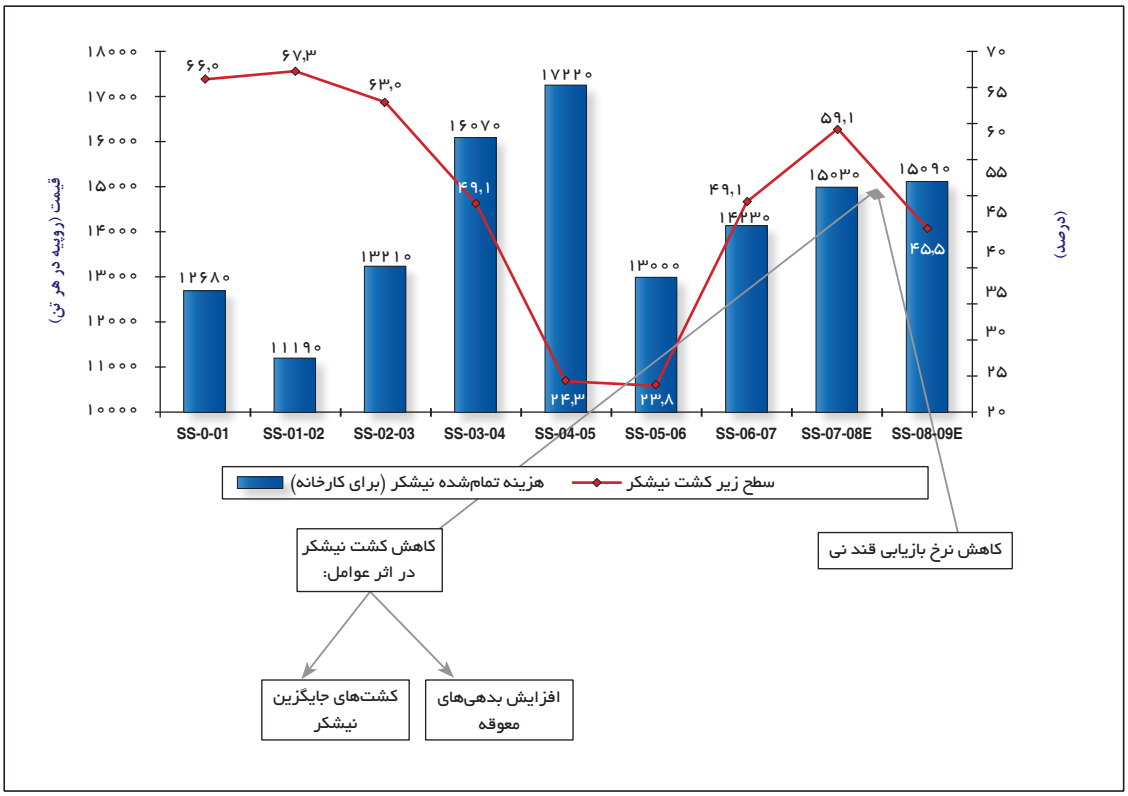
* منبع: Esugarlandia & AASPL Research

همان‌طورکه در (جدول ۱) مشاهده می‌شود تولید شکر پس از ۲ سال نرخ بالای رشد از ابتدای دوره‌های ۲۰۰۸ و ۲۰۰۹ شاهد رشد منفی بوده است. تولید شکر با رشد بالای ۵۳/۶ و ۴۳/۲ درصدی به ۱۹/۲ و ۲۷/۵ میلیون تن طی دوره‌های ۲۰۰۶ و ۲۰۰۷ رسید درحالی‌که طبق برآورد تولید شکر طی دوره‌های ۲۰۰۸ و ۲۰۰۹ به‌ترتیب با ۸ و ۱۵ درصد کاهش به ۲۵/۳ و ۲۱/۵ میلیون تن می‌رسد و این موضوع عمدتاً ناشی از کاهش در سطح زیرکشت نیشکر (به‌میزان ۱۵ درصد) در اثر روآوردن نیشکرکاران به کشت محصولات دیگر (گندم و برنج) به‌دلیل صرفه اقتصادی بهتر است. همچنین به‌دلیل تأخیر در حمل و تحویل گرفتن نیشکر توسط کارخانه، متوسط نسبت بازیابی قند از ۹/۸ درصد طی دوره ۲۰۰۷ به ۹ درصد طی دوره ۲۰۰۹ کاهش یافت و در نتیجه تولید شکر کمتری را به‌همراه داشت. (جدول ۲)

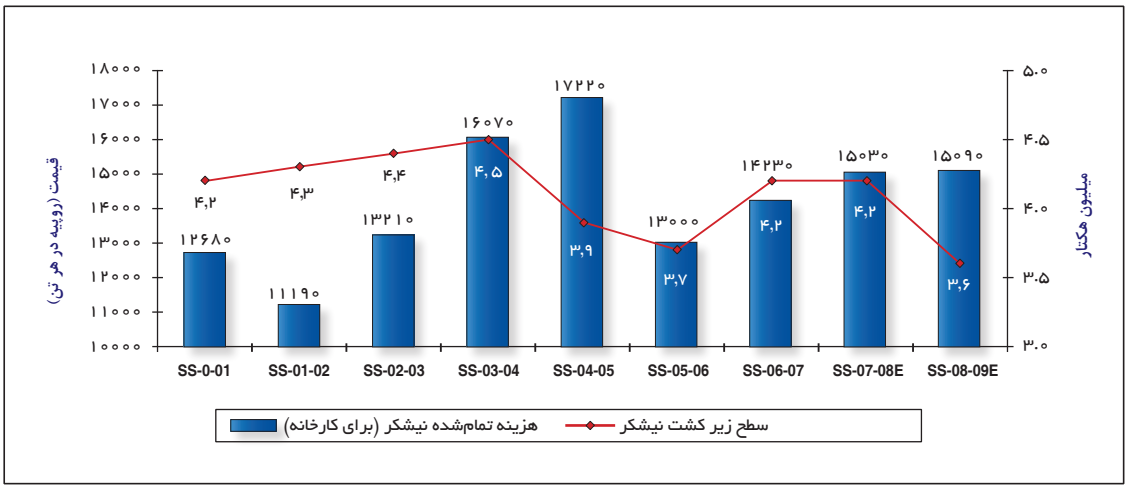
وضعیت اقتصادی در صنعت قند هندوستان طی ۶ ماه گذشته به‌وضوح شاهد بهبود بوده است. درحالی‌که بهای شکر طی سال گذشته به سطح قیمت ۱۲هزار روپیه به ازای هرتن (قیمت فروش کارخانه در ایالت اوتارپرادش) رسیده بود، طی ۶ ماه گذشته حدود ۳۰۰۰ تا ۳۵۰۰ روپیه در هر تن افزایش داشته است. هم‌اکنون روند تغییرات عرضه و تقاضا درحال دگرگون شدن به‌نفع تولیدکنندگان شکر است و پیش‌بینی می‌شود که طی فصل آینده ۲۰۰۹ میزان تولید شکر افت نماید و نسبت موجودی پایان دوره انبارها به میزان مصرف، پس از رسیدن به حد بالای ۵۹ درصد طی دوره بهره‌برداری ۲۰۰۸، به سطح مطلوب ۴۹ درصد کاهش یافت. طی مدتی که در دوره‌های ۲۰۰۲ و ۲۰۰۳ در قسمت تحتانی سیکل شکر قرار داشتیم، این نسبت تا حد بالای ۶۷ درصد افزایش یافته بود و سرانجام طی دوره بهره‌برداری ۲۰۰۴ (سال تحتانی در چرخه شکر پیشین) تا میزان ۴۹ درصد سقوط کرد و به‌تبع آن به‌رقم ۲۴ درصد طی دوره ۲۰۰۵ (سالی که شکر به سقف قیمت خود در بازار دست یافته بود) تنزل یافت و این مورد بیانگر وجود رابطه معکوس بین نسبت موجودی پایان دوره به‌میزان مصرف و قیمت شکر در بازار است. (نمودارهای ۲ و ۳ و جدول ۳)

به‌دلیل تأخیر در حمل و تحویل گرفتن نیشکر توسط کارخانه، متوسط نسبت بازیابی قند از ۹/۸ درصد طی دوره ۲۰۰۷ به ۹ درصد طی دوره ۲۰۰۹ کاهش یافت و در نتیجه تولید شکر کمتری را به‌همراه داشت

نمودار ۲: تأثیر «نسبت موجودی پایان دوره به میزان مصرف» بر متوسط قیمت فروش شکر درب کارخانه




نمودار ۳: تأثیر سطح زیرکشت نیشکر بر روی قیمت تمام‌شده هر تن نیشکر (برای کارخانه)




جدول ۳: اثرات تغییر کشت در مزرعه، برای محصولات جایگزین

| محصول | بازده محصول | قیمت | کل درآمد | هزینه کشت | درآمد خالص | نسبت دریافتی به‌کل‌هزینه‌ها (درصد) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| نیشکر | ۲۵۰ | ۱۱۰ | ۲۷۵۰۰ | ۱۷۲۱۵ | ۱۰۲۸۵ | ۶۰ |
| گندم | ۲۰ | ۱۰۰۰ | ۲۰۰۰۰ | ۷۰۲۹ | ۱۲۹۷۱ | ۱۸۵ |
| برنج | ۲۰ | ۸۰۰ | ۱۶۰۰۰ | ۸۵۰۰ | ۷۵۰۰ | ۸۸ |
| (۱ کشت گندم + ۱ کشت برنج) | – | – | ۳۶۰۰۰ | ۱۵۵۲۹ | ۲۰۴۷۱ | ۱۳۲ |

کل درآمد حاصل از نیشکر در مزرعه ۲۷۵۰۰ روپیه و هزینه کشت آن ۱۷۲۱۵ روپیه است که سودی کمتر از کشت گندم را به کشاورزان می‌رساند

جدول ۴: میزان تولید به ازای تناژ نی خرد شده

| میزان تولید به ازای تناژ نی خرد شده | مقدار | واحد |
|---|---|---|
| شکر (با فرض ۱۱ درصد بازیافت) | ۱۱ | کیلوگرم |
| ملاس | ۵۰ | کیلوگرم |
| باگاس | ۳۳۳ | کیلوگرم |
| انرژی | ۱۳۳ | کیلووات ساعت |
| اتانول | ۱۰ | لیتر |

* منبع: AASPL Research

جدول ۵: تولید و تقاضا برای الکل در کل هندوستان (میلیون لیتر)

| تولید و تقاضا برای الکل در کل هندوستان (میلیون لیتر) | | | |
|---|---|---|---|
| خصوصیات | دوره ۲۰۰۷ | دوره ۲۰۰۸ | دوره ۲۰۰۹ |
| تولید الکل | ۲۶۰۰ | ۲۱۰۰ | ۲۱۰۰ |
| تقاضا: | | | |
| خوراکی | ۱۰۰۰ | ۱۰۸۰ | ۱۱۷۰ |
| صنعتی | ۱۱۰۰ | ۱۱۶۰ | ۱۲۲۰ |
| اختلاط با بنزین به‌میزان ۵ درصد | ۵۰۰ | ۵۶۰ | ۶۰۰ |
| کل تقاضا | ۲۶۰۰ | ۲۸۰۰ | ۲۹۹۰ |
| مازاد | ۰ | -۷۰۰ | -۸۹۰ |

جدول ۶: پیش‌بینی تقاضا برای اتانول با ارتقای سطح اختلاط الزامی از ۵ به ۱۰ درصد

| خصوصیات | اختلاط ۵ درصد | اختلاط ۱۰ درصد |
|---|---|---|
| مصرف بنزین (میلیون لیتر) | ۱۱۲۰۰ | ۱۱۲۰۰ |
| اتانول مورد نیاز | ۵۶۰ | ۱۱۲۰ |
| پیش‌بینی شکر (میلیون تن) | ۰/۸ | ۱/۷ |
| تولید | ۲۵/۳ | ۲۱/۵ |
| درصد نسبت به تولید | ۳/۲ | ۷/۹ |

## نرخ بازیابی پایین

بسیاری از کارخانه‌های قند طی دوره ۲۰۰۸ با تأخیر (نسبت به حالت معمول که از اواسط اکتبر است) شروع به دریافت نیشکر کرده و همچنین در سطح پایین‌تری (نسبت به شرایط بهینه خود) اقدام به آسیاب نی کردند و سرانجام کاهش میزان نیشکر حمل شده در مدت زمان مقتضی باعث کاهش نرخ بازیابی قند شد.

## تقاضای خوب برای محصولات جانبی

محصولات جانبی عمده‌ای که از یک مجتمع تولید شکر خارج می‌شوند عبارتند از: ملاس، باگاس و اتانول. کمیت و کیفیت این فراورده‌های جنبی به نرخ بازیابی شکر از نی بستگی دارد. ملاس نیشکر، عمدتاً به‌منظور تولید الکل مورد نیاز صنعت، تخمیر می‌شود. (جدول‌های ۴ و ۵)

پیش‌بینی شده است که تولید جهانی شکر در دوره ۲۰۰۸ به رقم ۱۶۷/۳۸ میلیون تن برسد و ۷ کشور تولیدکننده برتر ۶۸ درصد از این تولید را به‌خود اختصاص دهند. (جدول ۶)

## تولید جهانی شکر

درصورت ادامه یافتن وضعیت فعلی بازار (قیمت پایین شکر و قیمت‌های بالای نفت‌خام) تولیدکنندگان شکر در برزیل با تغییر مسیر عصاره نیشکر به سمت خط تولید اتانول و کاستن از میزان تولید شکر، اتانول بیشتری تولید می‌کنند. پیش‌بینی می‌شود با کاهش سطح دسترسی به شکر، شاهد افزایش در قیمت جهانی شکر باشیم.

گرچه قیمت شکر در هند با هیچ‌جای دیگر قابل مقایسه نیست؛ قیمت‌های جهانی عمدتاً تحت‌تأثیر فراوانی غیرقابل انتظار در میزان تولید و کمتر شدن تبدیل نیشکر برای تولید اتانول است. (نمودار ۴)

به‌رغم اینکه هندوستان، پس از برزیل دومین تولیدکننده بزرگ شکر محسوب می‌شود ولی مصرف سرانه شکر در هند در میان پایین‌ترین کشورهای جهان قرار دارد. (نمودار ۵)

## موضوعات مبتلا به صنعت

قیمت تمام‌شده نیشکر برای کارخانه‌های تولید شکر تحت‌تأثیر تصمیمات دولت افزایش می‌یابد. دولت مرکزی از طریق وضع حداقل قیمت مقرر (Statutory Minimum Price) یا اختصاراً SMP باعث ایجاد تورم در نرخ شکر می‌شود. این قیمت حداقل درحال‌حاضر ۸۰/۲۵ روپیه به‌ازای هر خروار (۱۰۰ کیلوگرم) نیشکر درصورت نرخ بازیابی ۹ درصد و پرداخت مبلغ

جدول ۷: دوره‌های بهره‌برداری مختلف (ارقام بر حسب میلیون تن)

| کشور / منطقه | ۲۰۰۴ | ۲۰۰۵ | ۲۰۰۶ | ۲۰۰۷ | ۲۰۰۸ |
|---|---|---|---|---|---|
| برزیل | ۲۶/۱۴ | ۱۴/۵ | ۱۹/۲ | ۲۷/۵ | ۲۵/۳ |
| هندوستان | ۱۴/۷۴ | ۱۳/۸ | ۲۰/۹۴ | ۳۰/۶ | ۲۷ |
| اروپا | ۲۰/۲ | ۲۱/۹۵ | ۲۱/۰۲ | ۱۷/۰۵ | ۱۷/۴۵ |
| چین | ۱۰/۹ | ۹/۸۶ | ۹/۵۸ | ۱۳/۰۴ | ۱۳/۵۹ |
| ایالات متحده | ۷/۸۵ | ۷/۱۵ | ۶/۷۱ | ۷/۷ | ۷/۶۶ |
| تایلند | ۷/۲۸ | ۵/۴۳ | ۵/۰۸ | ۶/۹۸ | ۷/۸۹ |
| مکزیک | ۵/۳۶ | ۶ | ۵/۳۹ | ۵/۴۳ | ۵/۵۸ |
| مجموع تولید ۷ تولید کننده برتر جهان | ۹۲/۴۷ | ۹۱/۹۲ | ۱۰۱/۳۶ | ۱۱۳/۵۷ | ۱۱۳/۴ |
| درصد تولید نسبت به کل تولید جهانی شکر | ۶۳ درصد | ۶۵ درصد | ۶۶ درصد | ۶۸ درصد | ۶۸ درصد |
| سایر کشور ها | ۵۳/۷۲ | ۴۹/۱۸ | ۵۱/۲۲ | ۵۳/۷۲ | ۵۳/۹۸ |
| کل تولید جهانی | ۱۴۶/۱۹ | ۱۴۱/۱ | ۱۵۲/۵۸ | ۱۶۷/۲۹ | ۱۶۷/۳۸ |

۰/۹۰ روپیه برای هر ۱۰ واحد بهبود در افزایش ضریب استحصال است.

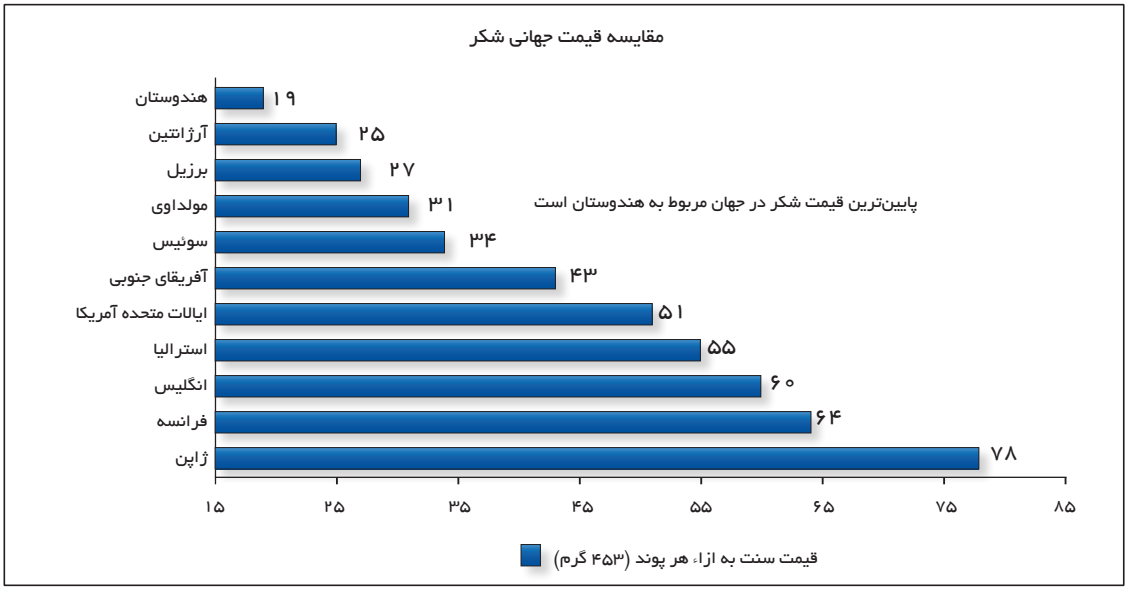
میزان تورم و افزایش قیمت نیشکر مورد نظر دولت از طریق وضع نرخ مشورتی استانی یا (State Advisory Price) یا اختصاراً SAP که همیشه از حداقل قیمت مقرر بیشتر است تعیین می‌شود. بالاترین نرخ SMP در کشور هند، مربوط به ایالت اوتار پرادش است که ۱۲۵ روپیه به ازای هر خروار (۱۰۰ کیلو گرم) نیشکر با نرخ بازیابی ۹ درصد و پرداخت مبلغ ۰/۹۰ روپیه برای هر ۱۰ واحد بهبود در افزایش ضریب استحصال است.

باتوجه به کاهش میزان تقاضا از طرف تولیدکنندگان شکر در اوتارپرادش طی فصول تولید ۲۰۰۷ و ۲۰۰۸ نرخ SAP از ۱۲۵ روپیه به ۱۰۵ روپیه به ازای هر ۱۰۰ کیلو گرم نیشکر کاهش یافت.

قیمت‌گذاری نیشکر برای تولیدکنندگان شکر در ایالت ماهاراشترا بر مبنای SMP یا حداقل قیمت مقرر است و مکانیسم قیمت‌گذاری SAP در این ایالت اجرا نمی‌شود. هزینه تمام شده نیشکر برای تولیدکنندگان شکر در ایالت ماهاراشترا، بین ۱۱۰ تا ۱۱۵ روپیه به ازای هر خروار است.

قیمت‌گذاری نیشکر برای تولیدکنندگان شکر در ایالت ماهاراشترا بر مبنای SMP یا حداقل قیمت مقرر است و مکانیسم قیمت‌گذاری SAP در این ایالت اجرا نمی‌شود

نمودار ۴: قیمت‌های جهانی عمدتاً تحت‌تأثیر فراوانی غیرقابل انتظار در میزان تولید و کمتر شدن تبدیل نیشکر برای تولید اتانول



## خطرات اصلی

* **فشـــارهای تورمی:** باتوجـــه به روند فعلی بالابودن سطح تورم، نخستین دغدغه برای تصمیمات دولت و صدور دستورالعمل، سناریو دولتی برای مقابله با تورم است.

* **هزینه‌های نیشـــکری بالاتر:** ایالت اوتارپرادش در هندوســـتان با دارا بودن ســـهم ۳۴ درصـــدی از کل تولید محصـــول شـــکر بزرگ‌ترین ایالت تولید شـــکر در کشـــور هندوستان محسوب می‌شود. ممکن است سال آینده دولت با تصویب قیمت بالاتر برای محصول نیشکر، سعی در جذب رأی گروهی از طرف اتحادیه نیشکرکاران را داشته باشد.

ایالت اوتاپرادش در هندوستان با دارا بودن سهم ۳۴ درصدی از کل تولید محصول شکر بزرگ‌ترین ایالت تولید شکر در کشور هندوستان محسوب می‌شود

**جدول ۸: تولید جهانی اتانول**

| شرح | واحد |
|---|---|
| کشور | درصد سهم |
| برزیل | ۳۶ |
| ایالات متحده | ۳۲ |
| چین | ۹ |
| هندوستان | ۵ |
| اتحادیه اروپا | ۶ |
| روسیه | ۲ |
| آفریقای‌جنوبی | ۱ |
| عربستان سعودی | ۱ |
| سایر کشورها | ۸ |

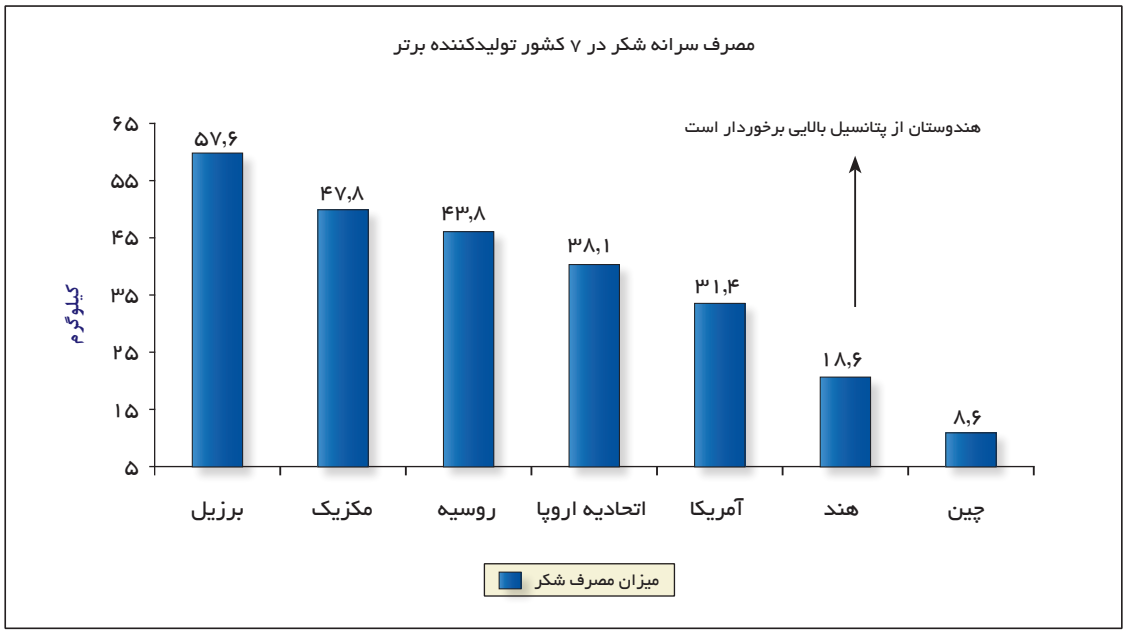
* منبع: KPMG

حتی درصورت افزایش بهای شکر، نگرانی عمده‌ای برای افزایش تورم وجود ندارد. (جدول ۹)

## عدم‌وجود تهدید واردات

تهدید دامپینگ ناشـــی از شـــکر وارداتی، در کشور هند موضوع رایجی نیست. باتوجه به اینکه در شرایط فعلی تعرفه شکر وارداتی ۶۰ درصد است، همان‌طورکه در (جدول ۱۰) مشاهده می‌شود، حتی درصورت کاهش تعرفه واردات شکر به صفر از طرف دولت، نرخ شکر وارداتی بیش از ۱۵۰۰۰ روپیه به ازای هر تن که قیمت فعلی شکر است خواهد بود.

**نمودار ۵: پایین‌ترین مصرف سرانه شکر در هند در میان دیگر کشورهای جهان**



جدول ۹: تأثیر ضربه ناشی از افزایش قیمت شکر بر اقتصاد خانوار

| مفروضات | | | | |
|---|---|---|---|---|
| درآمد سرانه (دلار در سال) | ۷۹۷ | | | |
| درآمد سرانه (روپیه درسال) (بااحتساب هردلار معادل ۴۰ روپیه) | ۳۱۸۸۰ | | | |
| درآمد سرانه (روپیه در ماه) | ۲۶۵۷ | | | |
| تعداد افراد خانواده | ۵ | | | |
| در آمد خانواده (روپیه در ماه) | ۱۳۲۸۳ | | | |
| مصرف سرانه شکر (کیلو گرم در سال) | ۱۸/۶ | | | |
| مصرف سرانه شکر (کیلو گرم درهر ماه) | ۱/۵۵ | | | |
| نیاز شکر هر خانواده (کیلو گرم در ماه) | ۷/۷۵ | | | |
| بهای خرده فروشی شکر | ۱۸ | | | |
| کل هزینه خانواده (۸۰ درصد درآمد) (روپیه در ماه) | ۱۰۶۲۷ | | | |
| هزینه شکر خانواده (روپیه در ماه) | ۱۴۰ | | | |
| درصد هزینه شکر در سبد مصرف خانواده | ۱/۳ درصد | | | |
| با فرض افزایش قیمت شکر (روپیه در هر کیلوگرم) | ۰/۵ | ۱ | ۱/۵ | ۲ |
| تاثیر افزایش قیمت شکر در بودجه مصرف خانواده : | | | | |
| روپیه در ماه | ۳/۸۸ | ۷/۷۵ | ۱۱/۶۳ | ۱۵/۵۰ |
| درصد افزایش هزینه در ماه | ۰/۰۴ | ۰/۰۷ | ۰/۱۱ | ۰/۱۶ |
| تاثیر افزایش قیمت در فهرست قیمت عمده فروشی: | | | | |
| درصد افزایش قیمت فروش (درصد) | ۲/۷۸ | ۵/۵۶ | ۸/۳۳ | ۱۱/۱۱ |
| وزن شکر در فهرست قیمت عمده فروشی (درصد) | ۳/۶۲ | ۳/۶۲ | ۳/۶۲ | ۳/۶۲ |
| افزایش در فهرست قیمت عمده فروشی | ۰/۱ | ۰/۲ | ۰/۳ | ۰/۴ |

هزینه خرید شکر برای هر خانواده در ماه ۱۴۰ روپیه است که ۱/۳ درصد هزینه‌های سبد مصرف خانوار را به خود اختصاص داده است

جدول ۱۰: تغییر شرایط در واردات شکر- برای هر یک میلیون تن شکر

| شرح | تعرفه صفر درصد | | | تعرفه ۱۰ درصد | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| قیمت پایه FOB ( دلار امریکا) | ۳۲۰ | ۳۴۰ | ۳۶۰ | ۳۲۰ | ۳۴۰ | ۳۶۰ |
| هزینه کرایه حمل با کشتی* | ۴۵ | ۴۵ | ۴۵ | ۴۵ | ۴۵ | ۴۵ |
| قیمت C&F | ۳۶۵ | ۳۸۵ | ۴۰۵ | ۳۶۵ | ۳۸۵ | ۴۰۵ |
| تعرفه واردات (درصد) | ۰ | ۰ | ۰ | ۰/۱ | ۰/۱ | ۰/۱ |
| هزینه عوارض گمرکی | ۳۶۵ | ۳۸۵ | ۴۰۵ | ۴۰۱/۵ | ۴۲۳/۵ | ۴۴۵/۵ |
| هزینه‌های بندر و پیش بینی نشده | ۱۰ | ۱۰ | ۱۰ | ۱۰ | ۱۰ | ۱۰ |
| حمل و نقل زمینی | ۳۳ | ۳۳ | ۳۳ | ۳۳ | ۳۳ | ۳۳ |
| حاشیه سود واردکنندگان (درصد) | ۳۰ | ۳۱/۶ | ۳۳/۲ | ۳۲/۹۲ | ۳۴/۶۸ | ۳۶/۴۴ |
| هزینه مربوط برحسب (دلار) | ۴۳۸ | ۴۵۹/۶ | ۴۸۱/۲ | ۴۷۷/۴۲ | ۵۰۱/۱۸ | ۵۲۴/۹۴ |
| نسبت تبدیل روپیه به دلار | ۴۰ | ۴۰ | ۴۰ | ۴۰ | ۴۰ | ۴۰ |
| هزینه مربوط بر حسب (روپیه) | ۱۷۵۲۰ | ۱۸۳۸۴ | ۱۹۲۴۸ | ۱۹۰۹۷ | ۲۰۰۴۷ | ۲۰۹۹۸ |

* واردات شکر از آسیای جنوب‌شرقی

- رنگ سنج ظاهری دیجیتال جهت طبقه بندی شکر سفید
- گستره اندازه گیری : 0 تا 19.99 CTU ( مقادیر بیشتر از 6 CTU از طریق برون یابی)
- قابلیت کالیبراسیون با شکر استاندارد و Ceramic Color Type Standard دارای گواهینامه PTB بر اساس استاندارد DIN5033 تولید شده توسط کمپانی Anton Paar

- رفرکتومتر دیجیتال جهت اندازه گیری Refractive Index و پارامترهای وابسته به آن نظیر Brix، غلظت، فراکتوز، گلوکز و ...
- دارای سیستم ترمو الکتریکی Peltier جهت کنترل سریع و دقیق دما
- قابلیت کنترل سیستم از طریق نرم افزار

آنالیز شکر در صنایع قند بر اساس متدهای استاندارد ICUMSA و OIML با استفاده دستگاه های اتوماتیک دقیق در آزمایشگاه های کنترل کیفیت، سابقه بسیار طولانی دارد.

شرکت Dr. Kernchen یکی از پیشگامان اصلی در تولید دستگاههایی نظیر ساکارومات، رنگ سنج ، رفرکتومتر و ... بوده که از سال ۱۹۸۰ در این صنعت شروع به فعالیت کرده است.

این شرکت از سال ۲۰۰۷ میلادی ، تحت پوشش کمپانی Anton Paar قرار گرفت و محصولات این کمپانی با نام جدید Anton Paar به بازار عرضه شد.

شرکت وارش شیمی بهار به عنوان نماینده انحصاری کمپانی Anton Paar در ایران مسئولیت فروش و خدمات پس از فروش دستگاههای فوق را بر عهده دارد.

- سیستم رقیق سازی اتوماتیک جهت آماده سازی محلول به همراه کنترل از طریق کامپیوتر
- رقیق سازی به روش گراویمتری تحت کنترل پیوسته وزن
- قابلیت کنترل جریان مایعات به وسیله ۸ شیر سلونوئیدی


**شرکت وارش شیمی بهار**

تهران، خیابان دکتر بهشتی، خیابان اندیشه، کوچه اندیشه اول، پلاک ۳۷، واحد ۱۴

تلفن: ۴۰۲۳ ۸۸۴۱ ۱۳۰۸، ۸۸۴۱ ۳۸۰۸، ۸۸۴۷ ۲۵۸۰، ۸۸۴۷ ۲۵۹۵ ۸۸ فکس: ۸۸۴۱ ۴۰۵۸

info@vareshchimie.com www.anton-paar.com www.vareshchimie.com

- ساکارومات دیجیتال جهت اندازه گیری پارامترهای °Z، درصد گلوکز، درصد ساکاروز، درصد خلوص، چرخش نوری با دقت بالا، طول موج کاری 589nm با قابلیت ارتقاء به طول موج 880nm ، قابلیت اندازه گیری قندهای سفید و تیره، با سنسور Pt-100 جهت نمایش دمای نمونه داخل سل، قابلیت تجهیز دستگاه به سیستم کنترل دمایی Peltier یا حمام آب و دارای Temperature Compensation

- ترکیبی از دستگاه های Flame Photometer, Sucromat و Testamin جهت آنالیز چغندر قند
- اندازه گیری همزمان پارامترهای °Z ، ساکاروز ، گلوکز ، غلظت ، سدیم، پتاسیم و α-Amino Nitrogen
- محاسبه پارامترهای Sugar Yield ، میزان شکر موجود در ملاس ، میزان قلیایی بودن
- قابلیت آنالیز نمونه های تصفیه شده با استات سرب و سولفات آلومینیوم

- دستگاه فیلتراسیون تحت فشار با کاربری آسان
- استفاده از سیستم فشار به جای خلاء و در نتیجه جلوگیری از تبخیر حلال به هنگام فیلتراسیون
- کاهش زمان فیلتراسیون در حد ثانیه

- پلاریمتر اتوماتیک با Resolution ۰/۰۰۰۱ درجه در چرخش نوری
- امکان آنالیز مواد کدر
- امکان استفاده از سل نمونه بسیار کوچک
- حذف خطاهای دمایی در حد صفر

# واکنش هشت رقم بذر چغندرقند به افزایش مصرف ازت

## محصول ریشه، درصد قند و برگ و طوقه

نویسنده: دبلیو بی. استیونس
ترجمه : دکتر ایرج علیمرادی
منبع: Sugar Industry 2009/5

**چکیده:**

مدیریت مصرف ازت بر تولید ریشه و شاخ و برگ چغندرقند تأثیر می‌گذارد. اثر متقابل بین عوامل ژنتیک و مصرف ازت، ممکن است در انتخاب ارقام برای مدیریت مصرف ازت و عملیات زراعی مؤثر باشد. مطالعه ۳ ساله مزرعه‌ای با هدف مقایسه رابطه ازت مصرفی با محصول ریشه، درصد قند و قسمت‌های هوایی به‌منظور انتخاب ارقام تجاری صورت گرفته است. هشت رقم بذر چغندرقند را با پنج تیمار کودی (صفر، ۹۰، ۱۷۹،۲۶۹، ۳۵۸ کیلوگرم ازت در هکتار)و به روش آبیاری نشتی در شمال وایومینگ آزمایش شد. غلظت ساکارز و در صد قند ملاس در هشت رقم و درطول سه سال متفاوت بود لیکن محصول ریشه و محصول قند در یک سال و محصول ماده خشک برگ و طوقه و نسبت قند به ماده خشک قسمت‌های هوایی در دو سال متأثر از ارقام بودند. مصرف مقادیر مختلف ازت در هر سه سال، تمام عوامل محصولی را تحت‌تأثیر قرار داد. اثر متقابل رقم در مقادیر مختلف کود ازته،فقط برای نسبت ساکارز به ماده خشک قسمت‌های هوایی و فقط در ۲ سال تفاوت معنی‌دار داشت.این موضوع در تیمار مصرف صفر و ۹۰ کیلوگرم مصرف ازت در هکتار که در آنها دو رقم مقدار بیشتری ساکارز به‌ازای هر واحد ماده خشک قسمت‌های هوایی نسبت به ۶ رقم دیگر تولید کرده بودند، به‌وضوح دیده شد. این نتایج مدیریت مصرف ازت را براساس نوع بذر پیشنهاد نمی‌کند، لیکن رابطه معنی‌دار نسبت ساکارز به ماده خشک سر برگ دلالت بر این دارد که ممکن است واکنش‌هایی نسبت به ازت در بین ارقام بر پایه اینکه چگونه در مصرف کم ازت نتایج فتوسنتز بین برگ و ریشه تقسیم شود، وجود داشته باشد. این اختلافات ممکن است به تعیین نوع رقم برای اهداف مختلف کمک کند.

اگر ارقام چغندرقند واکنش متفاوتی به مقدار ازت و اثرات متقابل رقم در ازت داشته باشند، کشاورزانی که متخصص در تولید شکر هستند و آنهایی که چغندرکار– دامپرور هستند، قادر خواهند بود تا با انتخاب نوع بذر، مناسب‌ترین محصول را تولید کنند

### مقدمه

چغندرقند در برخی مناطق و به‌طور تاریخی از اهمیت خاصی برخوردار است که دلیل آن ظرفیت بالای این گیاه برای دو محصول ریشه برای تولید قند و برگ و طوقه برای خوراک دام است، به‌نحوی که قسمت‌های هوایی و فراورده‌های جانبی ریشه نظیر تفاله و ملاس به‌منظور علوفه استفاده می‌شود. این استفاده دو جانبه محصول در اوایل قرن بیستم در زراعت‌های تلفیقی به خوبی جا افتاده بود. گرچه تغییر سیستم تولید کشاورزی – دامپروری از اهمیت چرای دام از سر برگ چغندرقند کاست و حتی در برخی مناطق حذف کرد، لیکن هنوز حدود ۲۵ تا ۶۰ درصد چغندرکاران در قسمت‌هایی از مونتانا و وایومینگ به استفاده از سر برگ برای خوراک دام ادامه می‌دهندو نتیجتاً از منابع تولید قند و علوفه بهره می‌برند.

این مقاله اهداف متفاوتی را دنبال می‌کند، بدین‌نحو که مصرف کود ازته بیشتر سبب افزایش شاخ و برگ می‌شود، که برای تولید شکر مفید نیست و دارای اثرات منفی بر ساکارز ریشه و قند ملاس به‌عنوان شاخص اندازه‌گیری کیفیت استحصال می‌شود. واکنش چغندر به مصرف ازت تابع عواملی نظیر باقی‌مانده ازت نیتراته خاک، اقلیم، آبیاری و مدیریت مصرف کودها است.

عوامل ژنتیک کنترل شده شامل توسعه ریشه‌ها، مشخصه‌های رشد برگ و نسبت ریشه به برگ نیز ممکن است مهم باشد. اگر ارقام چغندرقند واکنش متفاوتی به مقدار ازت و اثرات متقابل رقم در ازت داشته باشند، کشاورزانی که متخصص در تولید شکر هستند و آنهایی که چغندر کار- دامپرور هستند، قادر خواهند بود تا با انتخاب نوع بذر، مناسب‌ترین محصول را تولید کنند.

در مطالعات گذشته اثرات متقابل رقم در کود ازته، بیشتر روی محصول ریشه و کیفیت آن متمرکز بوده و عمدتاً

نیز مقطعی و غیرمداوم بوده اســت. در سه سال مطالعه که توسط **درایکوت** و **راسل** انجام شد، اثرات متقابل ازت و رقم را برای هر سال جداگانه گزارش کرده‌اند. این اثرات متقابل از ســالی به سال بعد ادامه نداشته و یا اینکه اثرات متقابل معنی‌داری برای یک ســال مشخص به‌دست نیامده است. **جیمــز** و همکاران واکنش ازت را در ارقام متعددی برای ۲ ســال مورد بررســی قرار دادند و گزارش نمودند که اثرات معنی‌داری بین رقم و کود ازته و برای صفات محصول ریشه و کیفیــت چغندرقند وجود دارد، لیکن به‌دلیل تغییر ارقام و تیمارهای کودی این اثرات متقابل از سالی به سال دیگر مورد ارزیابی قرار نگرفت. **هال ورســون** و **هارتمن** واکنش پنــج رقم بــذر چغندرقند تجارتی را بــا پنج میزان مصرف ازت در یک ســال و ســه رقم و هشت میزان کود ازته را در ســال دیگر مورد بررسی قرار دادند. واکنش به ازت گزارش شده است لیکن مقدار مناسب ازت مصرف شده نزدیک به کمترین مقدار بوده است. شاید دلیل آن انجام آزمایش در زمینی بوده که ســال‌ها در آن آزمایش کودی انجام شده و لــذا مقدار معنی‌داری باقی‌مانده ازت نیتراته (بیش از ۹۰۴ کیلوگرم ازت در هکتار) در تیمار با مصرف بالای کود وجود داشته است. نویسندگان تنها یک سال اثر متقابل ازت و رقم را تنها برای خلوص شربت خام ملاحظه کردند.

ایــن مطالعــات تصویر ناپایــداری از تغییــرات واکنــش ارقــام بــه تیمارهای مختلف ازت نشــان می‌دهنــد. همچنین اطلاعاتــی درخصــوص اثر مصــرف ازت و نوع بذر بر ســربرگ چغندرقند نشــان نمی‌دهنــد. و همچنین ارتباط بین میزان برگ و در صد ســاکارز را بررسی کرده‌اند. علاوه بر این بیش از بیســت ســال از این مطالعــات می‌گــذرد. از آن زمان ژنتیک چغندرقند پیشــرفت‌های زیــادی نموده است. بررسی‌های مزرعه‌ای نشان می‌دهد که مطالعه واکنش ارقام جدید چغندرقند به مقادیر ازت مورد نیاز اســت. برپایه این بررســی‌ها ما فرض بر آن نهادیم که ارقام چغندرقند به مصرف ازت واکنش نشــان می‌دهند. هدف از ایــن مطالعه مزرعه‌ای ارزیابی ارقــام چغندرقنــد تجارتی مورد کشت در شمال وایومینگ و جنوب مونتانا و شــرح واکنش محصول ریشــه، کیفیت ریشــه و تولید سربرگ چغندرقند به ازت مصرفی است.

## مواد و روش‌ها

مطالعات مزرعه‌ای از سال ۲۰۰۳ لغایت ۲۰۰۵ در مرکز تحقیقات و ترویج دانشگاه **وایومینگ** با مشخصات جغرافیایی ۴۴ درجه، ۴۵ دقیقه و ۴۵ ثانیه عرض شمالی، ۱۰۸ درجه، ۴۵ دقیقه و ۱۷ ثانیه طول غربی و ۱۳۲۶ متر ارتفاع از سطح دریا در جایی که وضعیت کشاورزی نماینده اراضی شمال وایومینگ است و تشابه زیادی به اراضی مورد کشت و زرع در ایالت‌های **کلرادو**، **آیداهو**، **نبراسکا** و شرق مونتانا دارد صورت گرفت. آزمایش در حوزه **بیگ‌هورن وایومینگ** انجام شــد که متوســط بارندگی و درجه حرارت سالانه ۳۰سال گذشته به‌ترتیب ۱۷۵ میلی‌متر و ۷ درجه‌سانتی‌گراد بوده است. عمق خاک منطقه جز؛ سری گارلند است و در عمق ۰/۵ تا یک متری مخلوطی از خاک نرم همراه با دانه‌های شــن بازالت است.در هر ۳ سال مطالعه کرت‌های آزمایشی بعد از محصول جو کشــت شده است. کلش جو برای سال ۲۰۰۳ آتــش زده شــد لیکن برای ســال ۲۰۰۴ و ۲۰۰۵ خورد شــده و با خاک مخلوط شــد. نتایج تجزیه خاک در (جدول ۱) آمده است.

هدف از این مطالعه مزرعه‌ای ارزیابی ارقام چغندرقند تجارتی مورد کشت در شمال وایومینگ و جنوب مونتانا و شرح واکنش محصول ریشه، کیفیت ریشه و تولید سربرگ چغندرقند به ازت مصرفی است

**جدول ۱: تجزیه شیمیایی خاک کرت‌های آزمایشی در ۳ سال ۲۰۰۳ الی ۲۰۰۵**
**نمونه خاک برای تمام عوامل از عمق ۱۵ سانتی‌متری**
**و برای ازت نیتراته به تنهایی از عمق ۳۰ سانتی‌متری گرفته شده است**

| سال | ماده آلی گرم به کیلوگرم | PH | Ec | ازت نیتراته میلی‌گرم به کیلوگرم | فسفر میلی‌گرم به کیلوگرم | پتاسیم میلی‌گرم به کیلوگرم |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ۲۰۰۳ | ۱۲ | ۸/۱ | ۱/۱۴ | ۱۹ | ۱۱ | ۲۵۷ |
| ۲۰۰۴ | ۱۰ | ۸ | ۱ | ۱۰/۲ | ۱۷ | ۲۷۷ |
| ۲۰۰۵ | ۱۵ | ۸/۱ | ۱/۰۴ | ۱۰ | ۱۴ | ۲۶۳ |

**جدول ۲: هشت رقم چغندرقند انتخاب شده با محصول ریشه و قند متفاوت برای ارزیابی به واکنش مصرف ازت**

| رقم | محصول ریشه | ساکارز ریشه |
|---|---|---|
| بتا ۴۵۴۶ | کم | زیاد |
| بتا ۸۷۴۹ | زیاد | کم |
| اش ۹۱۰۴ | زیاد | کم |
| اش ۹۹۰۲ | زیاد | کم |
| اچ ام ۹۱۵۵ | زیاد | متوسط |
| اچ ام ترژر | زیاد | زیاد |
| اس ایکس رنجر | متوسط | زیاد |
| اس ایکس بلیزر | متوسط | متوسط |

**جدول ۳: مقدار کود ازته مصرف‌شده برای هرتیمار کودی از سال ۲۰۰۳ تا ۲۰۰۵**

| کل ازت مصرفی | ازت مصرف شده قبل از کاشت | ازت مصرف شده بعد از سبز شدن |
|---|---|---|
| ۰ | ۰ | ۰ |
| ۹۰ | ۹۰ | ۰ |
| ۱۷۹ | ۱۷۹ | ۰ |
| ۲۶۹ | ۱۷۹ | ۹۰ |
| ۳۵۸ | ۱۷۹ | ۱۷۹ |

آزمایش در طرح کرت‌های خورد شده با بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار برای سال ۲۰۰۳ و ۴ تکرار در سال ۲۰۰۴ و ۲۰۰۵ اجرا شده است. عرض کرت‌ها ۳/۴ متر (۶ خط ۵۶ سانتی‌متری) و طول آنها ۱۰/۷ متر بوده است. کرت‌های اصلی رقم بذر و کرت‌های فرعی مقادیر ازت انتخاب شده است. ارقام بذر (جدول ۲)با نظر شرکت‌های بذر منطقه‌ای انتخاب شده و از ارقام مورد استفاده در جنوب وایومینگ و شمال مونتانا بوده است. (جدول ۲)

هشت رقم انتخاب شده براساس مشخصات ارقام ثبت شده منطقه‌ای بوده و دارای محصول ریشه و قند از کم تا زیاد بوده‌اند. کاشت بذر در اواخر آوریل (اواسط فروردین ماه)، در عمق ۲۰ میلی‌متری خاک و در روی ردیف‌های به فاصله ۵۶ سانتی‌متری کشت شده است. بذرهای استفاده نشده در محیطی خشک و سرد، برای استفاده در سال‌های بعد نگه‌داری شده‌اند. تیمارهای مصرف کود ازته (جدول ۳) شامل شاهد بدون کود و چهار میزان مصرف ۹۰، ۱۷۹، ۲۶۹ و ۳۵۸ کیلوگرم بوده است که یا به‌صورت یک بار مصرف قبل از کاشت (۹۰ و ۱۷۹ کیلوگرم) و یا به‌صورت تقسیط ازت ۱۷۹ کیلوگرم قبل از کاشت و بقیه به‌صورت سرک در مرحله هشت برگی و در تیمارهای ۲۶۹ و ۳۵۸ کیلوگرم به خاک داده شده است. براساس توصیه **استونس** و همکاران مقدار کافی کود ازته در اوایل دوره رشد سبب افزایش محصول می‌شود. در نتیجه برای تمام تیمارهای مصرف کم ازت، یک‌بار کود قبل از کاشت و به‌منظور جلوگیری از کمبود ازت در مراحل بحرانی اولیه رشد به زمین داده شد و برای تیمارهای با مصرف بیشتر پخش کود تقسیط شده تا مانع خسارت گیاهچه‌ها، ناشی از نمکی شدن منطقه جوانه زنی شود. کود قبل از کاشت نیترات آمونیوم بوده که روی خاک پخش شده و با چنگک تا عمق ۵ سانتی‌متری با خاک مخلوط شده است. کود سرک مخلوط اوره- نیترات آمونیوم (۳۲ درصد ازت)بوده و در فاصله ۱۸ سانتی متری خطوط کاشت و در عمق ۸ سانتی‌متری ریخته شده است. (جدول ۳)

تیمارهای مصرف کود ازته (جدول ۳) شامل شاهد بدون کود و چهار میزان مصرف ۹۰، ۱۷۹، ۲۶۹ و ۳۵۸ کیلوگرم بوده است که یا به‌صورت یک بار مصرف قبل از کاشت (۹۰ و ۱۷۹ کیلوگرم) و یا به‌صورت تقسیط ازت ۱۷۹ کیلوگرم قبل از کاشت و بقیه به‌صورت سرک در مرحله هشت برگی و در تیمارهای ۲۶۹ و ۳۵۸ کیلوگرم به خاک داده شده است

مقدار کود ازته مصرف‌شده برای هرتیمار کودی از سال ۲۰۰۳ تا ۲۰۰۵، برای مقادیر کم مصرف (۹۰ و ۱۷۹) کیلوگرم، تمامی ازت قبل از کاشت و برای مقادیر بالا (۲۶۹ و ۳۵۸ کیلوگرم) قسمتی قبل از کاشت و بقیه بعد از سبز شدن در مرحله هشت برگی مصرف شده در جدول ۳ نشان داده شده است.

خاک ورزی اولیه با شخم پاییزه شروع شد و سپس برای آماده‌سازی بستر بذر دو باردیسک و سپس تسطیح گردید، تا برای آبیاری با فارو آماده گردد.از سوپر فسفات تریپل به‌صورت پاششی و برای تأمین ۱۱۶ کیلوگرم $P_2O_5$ در هکتار استفاده شد.براساس تجزیه خاک و راهنمای مصرف کود دانشگاه وایومینگ نیازی به پخش سایر عناصر غذایی نبوده است.

شرایط خشک سال‌های ۲۰۰۳و ۲۰۰۴ باعث شد که برای سبزشدن و پر کردن پروفیل خاک، از آب آبیاری استفاده شود. لیکن بهار مرطوب و غیرمتعارف سال ۲۰۰۵نیاز به آبیاری قبل از سبز را برطرف کرد. بعد از سبز شدن، در تمام سال‌ها آبیاری به موقع صورت گرفته است تا هیچ‌گونه کمبودی احساس نشود. آبیاری به‌صورت فارو و نشتی انجام شده است. مبارزه برعلیه آفات و علف‌های هرز بر طبق توصیه کارخانه صورت گرفت.

برداشت در اواخر سپتامبر یا اوایل اکتبر (نیمه اول مهرماه) با انتخاب دو خط ۱/۵ متری جمعاً به مساحت ۳ مترمربع از هر کرت انجام شد. نمونه‌ها شسته شده و به‌منظور تعیین مقدار محصول ریشه، توزین شدند. تجزیه نمونه‌ها به‌منظور تعیین ساکارز وسایر عناصر کیفی در آزمایشگاه تعاونی وسترن شوگر صورت گرفت. قند ملاس براساس غلظت سدیم و پتاسیوم اندازه‌گیری شد. محصول شکر از حاصل ضرب وزن تازه محصول ریشه (تن در هکتار) در غلظت ساکارز چغندرقند تازه (گرم در کیلوگرم) به‌دست آمد و برای قند ملاس نیز تصحیح شد. یک نمونه هشت‌تایی چغندرقند نیز به‌منظور تعیین رطوبت قبل و بعد خشک کردن در ۶۰ درجه سانتی‌گراد توزین شدند. وزن سربرگ (پهنک، دمبرگ و طوقه)از تمام کرت‌ها و در ۳ متر مربع جمع‌آوری و توزین شدند و یک نمونه فرعی از هر کرت نیز گرفته و فوراً توزین شد. ماده خشک و رطوبت سر برگ‌های تازه، محاسبه شدند و در نهایت سربرگ‌های نمونه‌های فرعی خورد شده، ازت آن به روش دوماس (Dumas) اندازه‌گیری شدند.

## بحث و نتیجه‌گیری

شرایط جوی در ۳ سال مطالعه به‌طور بارزی متغیر بود که نتایج آن در اثرات متقابل سال در رقم بذر و سال در

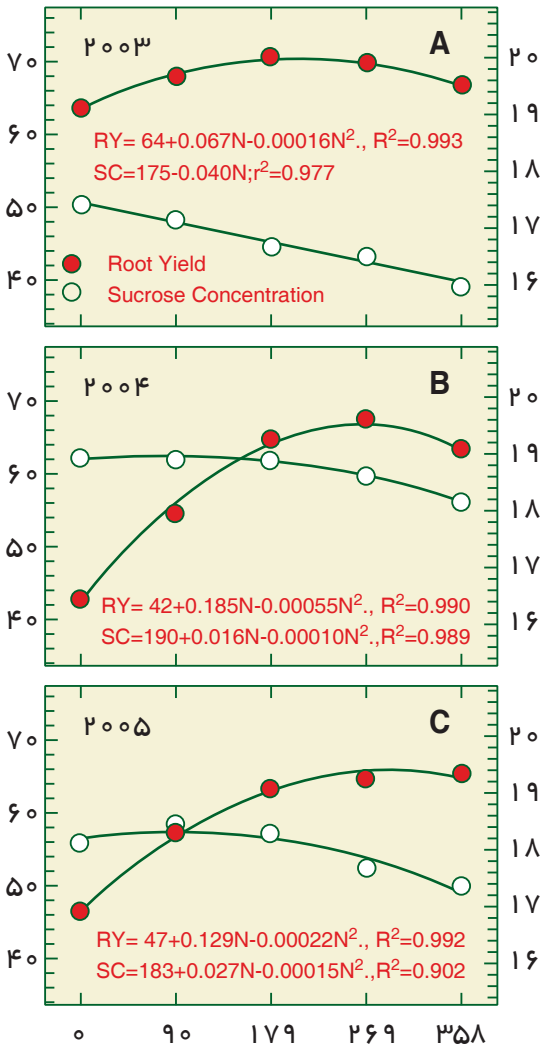
مقدار مصرف کود مشاهده شد، که هر ۲ معنی‌دار شده‌اند. در فصل زراعی ۲۰۰۳ (از آوریل تا سپتامبر)درجه حرارت ۱/۳ درجه سانتی‌گراد بیشتر و بارندگی ۸۵/۱ میلی‌متر کمتر از میانگین ۲۱ ساله که مقدار آن به‌ترتیب ۱۲/۷درجه و ۱۳۶ میلی‌متر هستند، بوده است. متوسط درجه حرارت در فصل زراعی ۲۰۰۴ و ۲۰۰۵ با ۰/۳ درجه با میانگین ۲۱ ساله مشابه، لیکن میزان بارندگی سال ۲۰۰۴ به مقدار ۴۰/۴ میلی‌متر کمتر و برای سال ۲۰۰۵ به مقدار ۷۱/۱ میلی‌متر بیشتر از میانگین ۲۱ ساله بود. اختلاف بارندگی ۲۰۰۴ و ۲۰۰۵ بیشتر در اول فصل رشد (آوریل و می) که در ۲۰۰۴ به مقدار ۲۴/۷ میلی‌متر کمتر و در ۲۰۰۵ به مقدار ۶۷/۱ میلی‌متر بیشتر از میانگین سالانه بود. باوجود این، شرایط جوی برای تولید محصول در ۳ سال مناسب بود، به‌نحوی که میانگین محصول شکر از ۱۰/۵ تن در هکتار تجاوز کرد. (شکل ۱)

## اثر ازت برمحصول ریشه و کیفیت

مقادیر مختلف ازت به‌طرز معنی‌داری بر تمامی اجزای محصول تأثیر گذاشت. واکنش مصرف ازت در سال ۲۰۰۳ با وجود معنی‌دار بودن آماری آن کم بود (شکل A۱). شرایط جوی برای معدنی شدن ازت در سال ۲۰۰۳ مناسب و همراه با باقی‌مانده ازت در عمق ۳۰ سانتی‌متری خاک، تقریباً ۲ برابر مقدار آن در ۲ سال دیگر بود. که در نتیجه تیمار بدون کود مقدار کافی ازت در اختیار داشته و لذا ۶۳/۵ تن در هکتار نیز محصول تولید کرده است (شکل A۱).درحالی که همین تیمار در سال ۲۰۰۴ و ۲۰۰۵ به‌ترتیب ۴۱/۹ و ۴۶/۶ تن در هکتار تولید کرده‌اند.(شکل C۱،B۱). شرایط مناسب‌تر سال ۲۰۰۳ همچنین باعث افزایش محصول این سال نسبت به سال‌های دیگر و برای تیمارهای پایین مصرف کود شده است. حداکثر محصول ۷۰/۴ تن در هکتار با مصرف ۲۰۶ کیلو ازت در هکتار پیش‌بینی شد که ۲۲ درصد کمتر برای تولید حداکثر محصول ۶۶/۴ تن در هکتار در سال ۲۰۰۴ و ۳۰ درصد کمتر از مصرف کود برای حداکثر تولید ۶۵/۵ تن در هکتار سال ۲۰۰۵ بود.

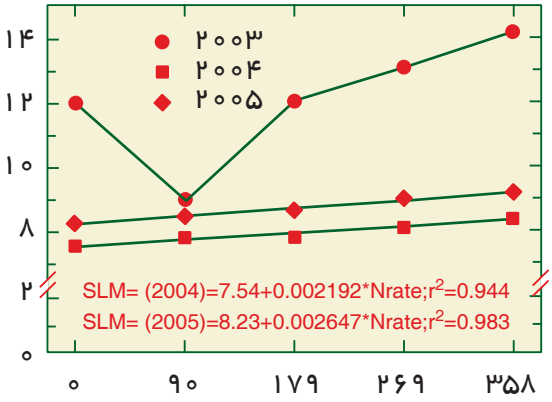
کیفیت ریشه که با درصد ساکارز ریشه و قند ملاس مشخص می‌شود، با افزایش ازت کاهش یافت(شکل ۱ و ۲) در سال ۲۰۰۳ اثرات مخرب افزایش مصرف ازت بر در صد قند ریشه و قند ملاس بیشتر از سال‌های ۲۰۰۴ و ۲۰۰۵ بوده است که احتمالاً به‌دلیل سطح بالاتر ازت آزاد شده در سال ۲۰۰۳می باشد. مقدار ساکارز ریشه با افزایش ازت از صفر به ۳۵۸ کیلوگرم در هکتار به مقدار ۱۴/۴ میلی‌گرم به کیلوگرم (۱/۴۴ درصد ) کاهش یافت (شکل A۱)، در حالی که این کاهش برای سال‌های ۲۰۰۴ و ۲۰۰۵ به‌ترتیب ۷/۶ و ۷/۵ میلی گرم به کیلوگرم بود(شکل C۱،B۱) به‌علاوه رابطه بین غلظت ساکارز و مقادیر ازت در سال‌های ۲۰۰۴ و ۲۰۰۵ کوادراتیک بود بدین نحو که کاهش عیار در تیمارهای پایین ازت کم لیکن در تیمارهای بالای ازت بیشتر بود. بر عکس در سال ۲۰۰۳ رابطه غلظت ساکارز ریشه با مقادیر ازت مصرف خطی بوده و به‌ازای هر ۱۰ کیلوگرم مصرف ازت ۰/۴ گرم در کیلوگرم کاهش یافته است. مشابه همین نتایج توسط کارتر در سال ۱۹۷۶ به‌دست آمد. نامبرده گزارش کرد که رابطه خطی منفی با شیب ۰/۱- تا ۰/۸- گرم ساکارز در کیلوگرم به‌ازای مصرف هر ۱۰ کیلوگرم ازت بوده است. همچنین متعاقب آن کارتر و تراولر کاهش خطی ۰/۴- تا ۰/۶۷- گرم در کیلوگرم به‌ازای هر ۱۰ کیلوگرم مصرف ازت در سال ۱۹۸۱ گزارش کردند.

افزایش قند ملاس ناشی از مصرف ازت، ابتدا در اثر

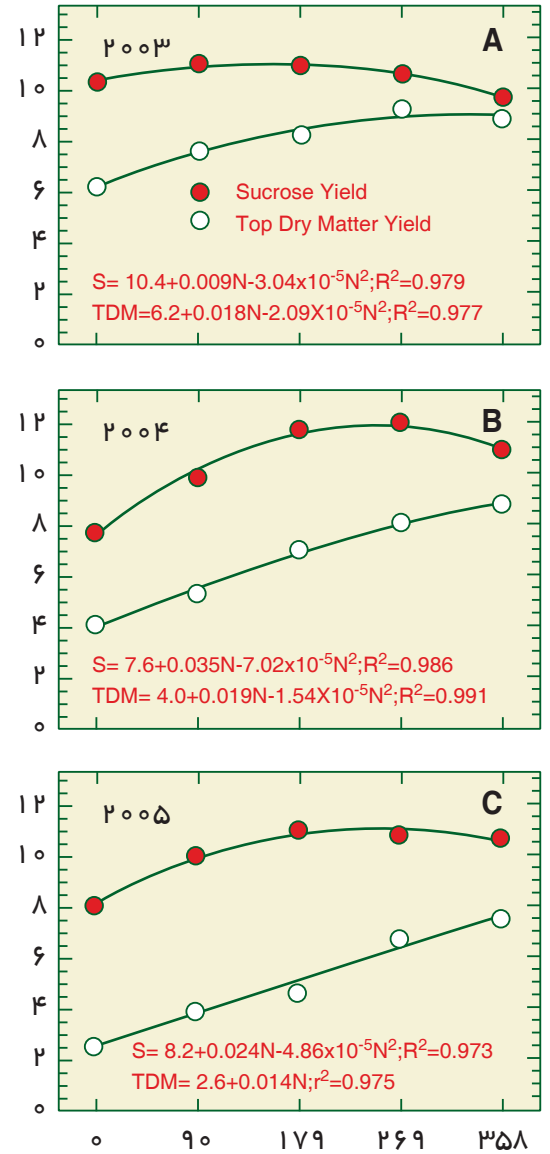



**شکل ۱: تأثیر مقادیر مختلف ازت بر محصول ریشه و مقدار قند، اعداد میانگین ۸ رقم، ۴ تکرار و ۳ سال هستند**

در فصل زراعی۲۰۰۳ (از آوریل تا سپتامبر) درجه حرارت ۱/۳ درجه سانتی‌گراد بیشتر و بارندگی ۸۵/۱ میلی‌متر کمتر از میانگین ۲۱ ساله که مقدار آن به‌ترتیب ۱۲/۷درجه و ۱۳۶ میلی‌متر هستند، بوده است




شکل ۲: تأثیر مقادیر مختلف مصرف ازت بر قند ملاس. اعداد میانگین هشت رقم، ۴ تکرار و سه سال هستند




شکل ۳: تأثیر مقادیر مختلف ازت بر محصول شکر و ماده خشک برگ و طوقه. اعداد میانگین هشت رقم، چهار تکرار و سه سال می‌باشند

تجمع زیاد ازت آمینه در آخر فصل، مانع استحصال ساکارز در کارخانه می‌شـد. رابطه خطی مثبت بین مقدار مصرف ازت و مقدار قند ملاس در سـال ۲۰۰۴ و ۲۰۰۵ به‌دست آمد. افزایش قند وارده به ملاس به‌ترتیب ۰/۰۲۲تا ۰/۰۲۶ گرم در کیلوگرم به‌ازای مصرف هر ۱۰ کیلوگرم ازت برای سـال‌های ۲۰۰۴ و ۲۰۰۵ بوده اسـت. نتیجه غیرمتعارفی در سال ۲۰۰۳ به‌دست آمد. ابتدا مقدار قند ملاس از صفر تا ۹۰ کیلوگرم مصرف ازت کاهش و سـپس از مصرف ۹۰ تا ۳۸۵ کیلوگرم در هکتار افزایش قابل ملاحظه‌ای داشت (شـکل ۲). توجیه واضحی برای این اتفاق غیرقابل انتظار وجود ندارد.

## اثر مصرف ازت برساکارز ریشه و مقدار برگ و طوقه

واکنش محصول سـاکارز در هکتـار با افزایش مصرف ازت (شـکل ۳) مشـابه واکنش محصول ریشه است با این استثنا که کاهش بیشـتری در مقادیر بالای ازت مشاهده می‌شود، که ناشی از کاهش غلظت ساکارز و افزایش مقدار قند ملاس است. (شکل ۲)

ماده خشـک بـرگ و طوقه با افزایش مقـدار ازت در سـال ۲۰۰۵ افزایش خطی و برای سـال ۲۰۰۳ و ۲۰۰۴ افزایش کوادراتیک بود. حداکثر مقدار ماده خشـک برگ و طوقه با مصرف ۳۰۸ کیلوگرم ازت در سال ۲۰۰۳ به‌دست آمد. برعکس برای سـال ۲۰۰۴حداکثر مقدار ماده خشک بـرگ و طوقه برای مقادیر مختلف ازت قابل تخمین نبود، زیـرا رابطه کوادراتیـک در مقادیر مختلف ازت به حداکثر خود نرسـید. حداکثر مقدار برگ و طوقه در سـال ۲۰۰۳ ناشی از باقی‌مانده ازت نیتراته از سال قبل و معدنی شدن غیرمعمول ازت در اثر شـرایط اقلیمی ویژه آن سـال بوده اسـت. متوسط درجه حرارت در این سال بیش از میانگین ۲۷ سـال گذشته بوده اسـت. واکنش مقدار ماده خشک بـرگ و طوقه به مصرف ازت در سـال ۲۰۰۵ کاملا خطی بود(شـکل C۱)، در حالی که به‌دلیل سـطح مناسب ازت نیتراته در بهار سـال ۲۰۰۴ واکنش ماده خشـک برگ و طوقه در این سال متوسط بود(شکل B۳). نکته قابل توجه و باارزش اینکه مقدار ماده خشک برگ و طوقه حتی پس از رسیدن ساکارز به حداکثر خود در هر ۳ سال به افزایش ادامه دادند که نتیجه آن در هنگامی که با مصرف مناسب زراعی کود ازته، حداکثر مقدار سـاکارز مورد انتظار اسـت نسبت ساکارز به ماده خشک اهمیت می‌یابد.

## تأثیر رقم بذر برمحصول ریشه و کیفیت چغندرقند

رقم بذر تنها در سال ۲۰۰۴ روی محصول ریشه تأثیر معنی‌دار داشـته است. در سال ۲۰۰۳، تراکم بوته در یکی

واکنش محصول ساکارز در هکتار با افزایش مصرف ازت (شکل ۳) مشابه واکنش محصول ریشه است با این استثنا که کاهش بیشتری در مقادیر بالای ازت مشاهده می‌شود، که ناشی از کاهش غلظت ساکارز و افزایش مقدار قند ملاس است

جدول ۴: محصول ریشه و عوامل کیفی برای هشت رقم چغندرقند و متوسط پنج تیمار کودی

| سال | رقم | محصول ریشه تن در هکتار | ساکارز ریشه گرم در کیلو گرم | قند ملاس گرم در کیلو گرم | محصول قند تن در هکتار | ماده خشک برگ وطوقه تن در هکتار | ساکارز به ماده خشک برگ و طوقه |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۲۰۰۳ | اش ۹۱۰۴ | ۶۸/۰ | ۱۶۷/۶ | ۱۱/۴۸ | ۱۰/۶۳ | ۷/۶۴ | ۱/۴۸ |
| | اش ۹۹۰۲ | ۶۰/۴ | ۱۶۲/۰ | ۱۲/۱۳ | ۹/۰۲ | ۸/۴۲ | ۱/۱۰ |
| | بتا ۴۵۴۶ | ۷۰/۸ | ۱۷۲/۶ | ۱۲/۷۵ | ۱۱/۲۷ | ۸/۳۷ | ۱/۵۰ |
| | بتا۸۷۴۹ | ۷۰/۱ | ۱۶۰/۶ | ۱۱/۹۹ | ۱۰/۴۳ | ۸/۷۹ | ۱/۲۱ |
| | اچ.ام.۹۱۵۵ | ۷۲/۵ | ۱۶۸/۲ | ۱۲/۵۱ | ۱۱/۲۲ | ۹/۰۲ | ۱/۲۶ |
| | اچ.ام.ترژرر | ۶۷/۸ | ۱۷۳/۳ | ۱۲/۱۰ | ۱۰/۹۳ | ۶/۸۱ | ۱/۷۳ |
| | اس.ایکس.بلیزر | ۶۴/۴ | ۱۶۹/۵ | ۱۱/۶۵ | ۱۰/۱۵ | ۷/۹۸ | ۱/۵۶ |
| | اس.ایکس.رنجر | ۶۷/۴ | ۱۶۷/۷ | ۱۱/۹۳ | ۱۰/۴۷ | ۷/۰۴ | ۱/۷۰ |
| ۲۰۰۴ | اش ۹۱۰۴ | ۶۰/۶ | ۱۸۶/۴ | ۷/۶۰ | ۱۰/۸۳ | ۶/۴۰ | ۱/۷۸ |
| | اش ۹۹۰۲ | ۵۸/۵ | ۱۸۶/۱ | ۷/۸۲ | ۱۰/۴۲ | ۷/۶۹ | ۱/۴۵ |
| | بتا ۴۵۴۶ | ۵۷/۷ | ۱۹۳/۴ | ۸/۵۷ | ۱۰/۶۸ | ۶/۰۸ | ۱/۸۰ |
| | بتا۸۷۴۹ | ۶۳/۸ | ۱۸۳/۳ | ۷/۸۶ | ۱۱/۱۸ | ۷/۰۸ | ۱/۶۹ |
| | اچ.ام.۹۱۵۵ | ۵۳/۱ | ۱۸۷/۶ | ۸/۲۰ | ۹/۴۹ | ۶/۶۶ | ۱/۵۰ |
| | اچ.ام.ترژرر | ۶۲/۲ | ۱۸۸/۹ | ۸/۱۲ | ۱۱/۲۰ | ۵/۹۷ | ۱/۹۲ |
| | اس.ایکس.بلیزر | ۵۳/۳ | ۱۸۹/۹ | ۷/۵۶ | ۹/۷۱ | ۶/۹۰ | ۱/۴۶ |
| | اس.ایکس.رنجر | ۵۶/۶ | ۱۸۶/۹ | ۷/۷۵ | ۱۰/۱۶ | ۶/۴۷ | ۱/۶۶ |
| ۲۰۰۵ | اش ۹۱۰۴ | ۶۱/۱ | ۱۸۰/۳ | ۷/۹۸ | ۱۰/۵۲ | ۴/۷۲ | ۲/۶۰ |
| | اش۹۹۰۲ | ۶۲/۱ | ۱۷۷/۲ | ۸/۶۸ | ۱۰/۴۳ | ۶/۰۶ | ۲/۰۵ |
| | بتا ۴۵۴۶ | ۵۳/۴ | ۱۸۹/۴ | ۹/۴۶ | ۹/۴۹ | ۳/۹۳ | ۲/۶۱ |
| | بتا۸۷۴۹ | ۶۰/۵ | ۱۷۵/۶ | ۸/۳۶ | ۱۰/۰۸ | ۴/۸۷ | ۲/۳۱ |
| | اچ.ام.۹۱۵۵ | ۵۵/۷ | ۱۷۹/۰ | ۹/۰۳ | ۹/۴۴ | ۵/۶۳ | ۱/۹۱ |
| | اچ.ام.ترژرر | ۶۱/۵ | ۱۸۳/۲ | ۸/۸۲ | ۱۰/۷۹ | ۵/۱۲ | ۲/۴۶ |
| | اس.ایکس.بلیزر | ۶۰/۳ | ۱۷۹/۹ | ۸/۵۲ | ۱۰/۳۱ | ۵/۷۴ | ۲/۰۲ |
| | اس.ایکش.رنجر | ۵۸/۷ | ۱۸۱/۳ | ۸/۷۷ | ۱۰/۱۱ | ۴/۹۷ | ۲/۲۱ |

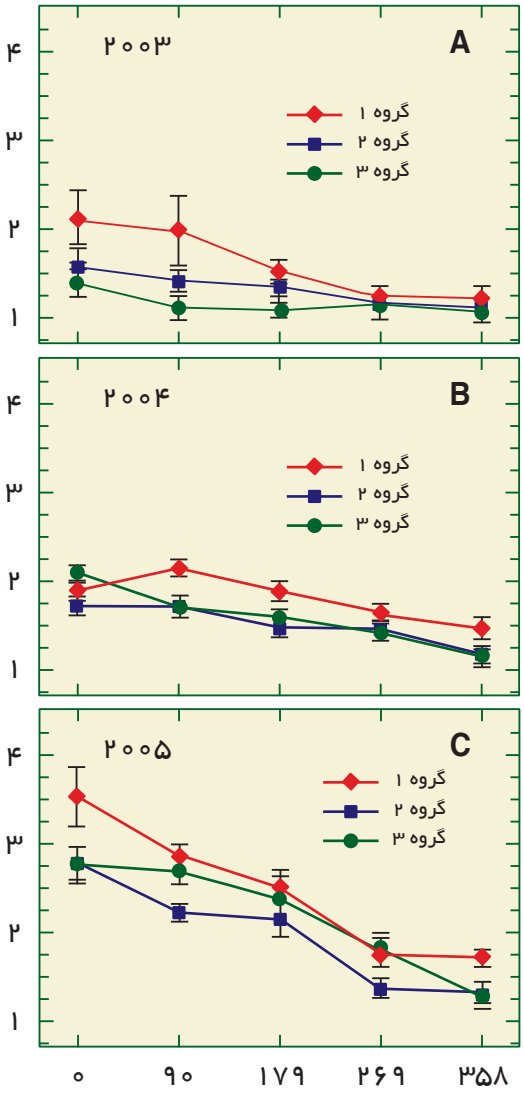
از تکرارها به‌دلیل خسارت مگس ریشه کاهش یافت. شدت خسارت در بین ارقام متفاوت بود و ارقام اچ.ام ترژررو بتا ۸۷۴۹ خسارت کمتری از ۶ رقم دیگر داشتند. به‌همین دلیل در سال ۲۰۰۳ اختلافی بین ارقام مشاهده نشد. در سال ۲۰۰۵، یخ زدگی آخر فصل بهار تراکم بوته را در ارقام بتا ۴۵۴۶ و بتا ۸۷۴۹ کاهش داد به‌نحوی که مقدار آنها به‌ترتیب ۷۲ درصد و ۸۳ درصد میانگین تراکم بوته باقی‌مانده ۶ رقم دیگر رسید. محصول ریشه این دو رقم به نحو معنی‌داری از سایر ارقام پایین‌تر بود.

کیفیت چغندرقند در بین ارقام و در سه سال متفاوت بود(جدول ۴). غلظت ساکارز ریشه ارقام بتا ۴۵۴۶و اچ.ام.ترژرر در بالاترین در حالی که اش ۹۹۰۲ بتا ۸۷۴۹ کمترین مقدار قند را تولید کرده‌اند. اثر رقم بذر بر قند قابل استحصال که از طریق قند در ملاس اندازه‌گیری می‌شود در همه سال‌ها پایدار بود. کمترین قند ملاس در بین ارقام متعلق به اش ۹۱۰۵ و اس، ایکس، بلیزر و بیشترین قند ملاس مربوط به ارقام بتا ۴۵۴۶، اچ.ام.۹۱۵۵ و اچ.ام.ترژرر بود. (جدول ۴)

## تأثیر رقم بذر بر محصول شکر و مقدار ماده خشک برگ و طوقه

همانند محصول ریشه محصول قند نیز در بین ارقام در سال ۲۰۰۴ متفاوت بود. کاهش تراکم بوته ناشی از یخبندان بهار ۲۰۰۵ تأثیری بر محصول ریشه و مقدار قند نداشت

در سال ۲۰۰۵، یخزدگی آخر فصل بهار تراکم بوته را در ارقام بتا ۴۵۴۶ و بتا ۸۷۴۹ کاهش داد به‌نحوی که مقدار آنها به‌ترتیب ۷۲ درصد و ۸۳ درصد میانگین تراکم بوته باقی‌مانده ۶ رقم دیگر رسید




**شکل ۴: تأثیر نسبت ساکارز به ماده خشک برگ و طوقه با افزایش مصرف ازت برای هشت رقم بذر در سه سال متوالی**

لیکن سبب کاهش تولید برگ و طوقه در ارقام بتا ۴۵۴۶ و بتا ۸۷۴۹ که کمترین تولید را در بین ارقام داشتند شد (جدول ۴).رقم اچ.ام.ترژرر با وجود داشتن بالاترین تراکم بوته، کمترین مقدار ماده خشک برگ و طوقه داشت. باتوجه به تمایل این رقم به تولید بالاترین محصول ریشه و شکر در بین سایر ارقام(جدول ۴)، به‌نظر می‌رسد که عوامل ژنتیک که رشد ریشه را حمایت می‌کنند بر رشد برگ و طوقه غلبه دارند. رقم اش ۹۱۰۴ نیز اغلب و به‌طور پیوسته با کمترین مقدار برگ و طوقه در بین ارقام قرارداشت در حالی که اش ۹۱۰۲ از این بابت در بین بالاترین ارقام است. در سال ۲۰۰۳ و ۲۰۰۴ رقم بتا ۸۷۴۹ دومین رقم در بالاترین تولید ماده خشک برگ و طوقه بود. هشت رقم بذر از نظر ماده خشک برگ و طوقه و نسبت ساکارز به ماده خشک برگ و طوقه، در همه سال‌ها با هم متفاوت بودند. این اختلافات در سال ۲۰۰۳ در سطح ۹۰ درصد معنی‌دار بود.

## اثر متقابل رقم بذر ومقادیر مصرف ازت

اثر متقابل رقم و مقادیر مختلف ازت بر محصول ریشه، اجزای تشکیل‌دهنده محصول و مقدار ماده خشک برگ و طوقه در هر سه سال معنی‌دار نبوده است. این نتیجه، فرضیه‌ای را که ارقام مختلف به مقادیر ازت واکنش نشان می‌دهند رد می‌کند. بیشتر مطالعات قبلی نیز به نتایج مشابهی رسیده‌اند. برخی گزارشات دیگر نیز یا از اثرات متقابل ناپیوسته و یا اثرات متقابل تنها برای یک صفت دلالت دارند.

در حالی که اثرات متقابل رقم در ازت برای محصول ساکارز و محصول ماده خشک برگ و طوقه معنی‌دار نبود لیکن اثرات متقابل آنها برای نسبت ساکارز به ماده خشک در سال‌های ۲۰۰۴ و ۲۰۰۵ معنی‌دار بود. این امر بیانگر این است که چه رقمی به تنهایی مناسب تولید شکر و چه ارقامی در تولید بیشتر برگ و طوقه مؤثرند. هشت رقم بذر براساس واکنش به مقادیر ازت در سه گروه طبقه بندی شدند. گروه اول (اش ۹۱۰۴، بتا ۴۵۴۶، اچ.ام. ترژررو اس، ایکس، رنجرکه به ازای هر واحد ماده خشک برگ و طوقه مقدار نسبتاً زیادی ساکارز تولید می‌کنند. گروه دوم (اچ.ام.۹۱۵۵ و اس،ایکس بلیزر)که نسبت متعادل‌تری ساکارز نسبت به گروه اول تولید می‌کنند. و گروه سوم (اش ۹۹۰۲ و بتا ۸۷۴۹)که پایین‌ترین نسبت‌ها را در سال ۲۰۰۳، نسبتی معادل گروه دوم در سال ۲۰۰۴ و نسبت‌هایی معادل گروه اول در ۲۰۰۵تولید کردند(شکل ۴) هم‌چنان که مقدار ازت مصرفی افزایش پیدا کرده است نسبت محصول ساکارز به ماده خشک برای تمامی ارقام کاهش یافته است. از آنجایی که مقدار ماده خشک برگ و طوقه حتی بعد از رسیدن ساکارز به حداکثر خود به مقدار ازت واکنش نشان داده است لذا این موضوع قابل پیش‌بینی بود. (شکل ۳)

شکل ۴ تأثیر نسبت ساکارز به ماده خشک برگ و طوقه با افزایش مصرف ازت برای هشت رقم بذر در سه سال متوالی را نشان می‌دهد. گروه اول شامل ۴ رقم‌اش ۹۱۰۴، بتا۴۵۴۶، اچ.ام.ترژرر و اس،ایکس رنجر، گروه دوم شامل دو رقم اچ.ام.۹۱۵۵ و اس، ایکس، بلیزر و گروه سوم شامل دو رقم‌اش ۹۹۰۲ و بتا ۸۷۴۹ بوده است.

در سال ۲۰۰۴، در هنگامی که ازت مصرف نشده بود همه ارقام نسبت‌های مشابهی از ساکارز به ماده خشک برگ و طوقه تولید کردند، اما وقتی که ازت مصرفی تا ۹۰ کیلوگرم در هکتار افزایش یافت این نسبت برای گروه اول بیشتر شد در حالی که برای دو گروه دیگر ثابت ماند یا اندکی رو به کاهش گذاشت (شکل B۴)مصرف بیش از

در حالی که اثرات متقابل رقم در ازت برای محصول ساکارز و محصول ماده خشک برگ و طوقه معنی‌دار نبود لیکن اثرات متقابل آنها برای نسبت ساکارز به ماده خشک در سال‌های ۲۰۰۴ و ۲۰۰۵ معنی‌دار بود

۹۰ کیلوگـرم ازت در هکتار نسـبت‌ها را برای هر ۳ گروه به یک میزان کاهش داد. در سال ۲۰۰۵ هنگامی که ازت مصرف نشده بود، نسبت محصول ساکارز به محصول ماده خشـک برگ و طوقه برای گروه اول بیشـتر از گروه دوم و سـوم بود (شـکل C۴). هنگامی که مصـرف ازت تا ۹۰ کیلوگرم افزایش می‌یابد، این نسـبت‌ها برای هر سه گروه کاهـش می‌یابد. هنگامی که میزان ازت از ۹۰ کیلوگرم به ۲۶۹ کیلوگرم در هکتار افزایش یافت، اثر متقابل آشکاری مشاهده نشد لیکن با مصرف ازت از ۲۶۹ به ۳۵۸ کیلوگرم در هکتار، نسـبت محصول سـاکارز به ماده خشک برگ و طوقه برای گروه اول و سـوم اندکی تغییر کرد، درحالی‌که این نسبت برای گروه دوم به کاهش خود ادامه داد، تا جایی که برای بیشترین مصرف ازت به‌طرف عدد یک میل کرد. رقـم اش ۹۹۰۲ یکـی از ارقام این گروه در بین کلیه ارقام است که در مصرف ۳۵۸ کیلوگرم در هکتار ازت، کمترین محصول سـاکارز نسبت به ماده خشک برگ و طوقه تولید کرده اسـت (اطلاعات ارائه نشـده اسـت). درحالی که در سال ۲۰۰۴ ساکارز نسبتاً زیادی تولید کرده بود (جدول۶) .ایده‌آل خواهد بود که هم سـاکارز و هم ماده خشک برگ و طوقه زیاد باشد.

رقـم دیگری از همین گروه (بتـا۸۷۴۹) مقدار زیادی سـاکارز تولید کرد، درحالی که مقدار ماده خشـک برگ و طوقه آن نیز نسـبتاً بالا بـود. برعکس ارقام‌اش ۹۱۰۴ و اچ.ام.تـرژرر از گروه اول مقادیر زیاد سـاکارز و مقادیر کم ماده خشک برگ و طوقه تولید کردند که در نتیجه نسبت سـاکارز به ماده خشـک آنها بالا بود. این نتیجه بیانگر آن اسـت که اگر هدف تولید قند بالا باشـد این ارقام مناسب هستند. به‌نظر می‌رسد که ارقام گروه اول باتوجه به نسبت بالای ساکارز به ماده خشک در مصارف صفر تا ۹۰ کیلوگرم ازت کارایی بیشتری داشته باشند(شکل ۴). هیچ شواهدی برای ارجحیت یک رقم بر رقم دیگر در مصارف بالای ازت وجود ندارد. ارقام اچ.ام.ترژرر و بتا ۴۵۴۶ بیشـترین مقدار سـاکارز را در هر واحد ماده خشـک برگ و طوقه در سال ۲۰۰۴ تولیـد کردند(شـکل B۴)، در حالـی که محصول ساکارز بالایی نیز داشـتند.(اطلاعات نمایش داده نشده)، لیکن این الگو در سال‌های دیگر پایدار نماند.

به‌طور کلی این نتایج، فرضیات مربوط به تفاوت واکنش ارقام چغندرقند به کودهای ازته و همچنین سازگاری برخی ارقـام بـا ازت را تأیید نمی‌کند و بر خلاف مطالعه جیمز و همکاران اسـت که نشـان دادند ارقام چغندرقند واکنش متفاوتی به مصرف ازت دارند. شاید یکی از دلایل اختلاف این نتایج تنوع ژنتیک (۲۰ رقم) ارقام آزمایش شده توسط جیمز و همکاران نسـبت به ارقام اسـتفاده شـده در این بررسی باشد. ارقامی که در این بررسی و همچنین مطالعات **هالورسون** و **هارتمن** مورد استفاده واقع شده از ارقام تجارتی بوده و نسبت به ۱۶ رگه غیرتجارتی و ۴ رقم تجارتی جیمز و همکاران دارای تنوع ژنتیک کمتری بوده است.

بررسی‌های این محققان مسیری را برای ارزیابی رگه‌های پدری و مادری که برای تهیه رقم تجارتی در موقعیت‌های مصرف کود ازته اسـتفاده خواهند شد باز می‌کنند، گرچه هدف ما تعیین تغییرات مدیریت ازت بر مبنی تغییر ارقام مورد استفاده بود. نتایج ما بررسی‌های هالورسون و هارتمن را تأییـد کرد که ارقام مختلف چغندرقند نیازی به مقادیر متفاوت ازت ندارند. اثر متقابل معنی‌دار نسـبت ساکارز به ماده خشـک برگ و طوقه بیانگر این است که ممکن است واکنش متفاوتی بین ارقام چغندرقند، از نظر تقسیم نتایج فتوسنتز بین ریشه و قسمت‌های هوایی، مخصوصاً در مقادیر کم مصرف ازت وجود داشته باشد. مطالعات بیشتری باتوجه به افزایش قیمت کود در آینده و تولید ارقام ترانس ژنیک مورد نیاز خواهد بود.

به‌طور کلی این نتایج، فرضیات مربوط به تفاوت واکنش ارقام چغندرقند به کودهای ازته و همچنین سازگاری برخی ارقام با ازت را تأیید نمی‌کند و بر خلاف مطالعه جیمز و همکاران است که نشان دادند ارقام چغندرقند واکنش متفاوتی به مصرف ازت دارند

# مطالعه سیلوی طولانی شکرخام با کیفیت بالا

## محصول ریشه، درصد قند و برگ و طوقه

نویسنده: وادیم کوشرگین
ترجمه : دکتر رضا شیخ‌الاسلامی
منبع: Sugar Industry 2010/7

کلید واژه: VLC Sugar, Storage, VHP Sugar

چند کارخانه که از روش کریستالیزاسیون ماگما دوبل استفاده می‌کنند قادرند شکر VHP و VLC تولید کنند، ولی قراردادهای موجود انگیزه‌ای برای تولید آن فراهم نمی‌کنند

در رابطه با نگهداری شکرخام با Pol خیلی بالا (VHP) و رنگ خیلی کم (VLC) مخصوصاً برای دوره‌های طولانی ۹ تا ۱۰ ماه تحقیقات زیادی وجود ندارد. نظارت بر وسایل معمول حمل شکر نشان داده است که بعد از نگهداری نسبتاً مطمئن شکر، رنگ شکر در مدت کوتاهی می‌تواند ۲ برابر و یا حتی چندین برابر شود. آزمایش‌های توده شکر با VHP و VLC در ۲ کارخانه با شمای کریستالیزاسیون متفاوت در دو بهره‌برداری پشت‌سر هم انجام شد. دما و رطوبت نسبی در داخل توده شکر تا ارتفاع ۱۵ متر اندازه‌گیری شد. برای تعیین اثر شرایط نگهداری شکر روی رنگ، درجه خلوص، قند انورت و سایر پارامترها در فواصل معین نمونه‌برداری انجام شد. نتایج نشان داد که شکر با کیفیت بالا سیلوپذیری بهتری نسبت به شکرهای معمولی دارد. البته رنگ شکر VHP در نگهداری طولانی‌مدت به ۲ برابر می‌رسد. نمونه‌برداری از نزدیکی سطح سیلوی شکر تا عمق ۱/۵ متر نمی‌تواند مبین نمونه قسمت اعظم توده شکر باشد، ثابت شد که تا عمق ۳ متر در داخل توده شکر دمای شکر تابع دمای محیط است. شکرهایی که تا عمق ۱/۵ متر افزایش دما نداشته باشند نسبت به مرکز توده سیلوپذیری بهتری دارند.

معلوم نیست چه عواملی باعث افزایش رنگ شکر در سیلو می‌شوند. تغییرات پروفیل دما در انبارهای معمول شکر نشان می‌دهند که چندین واکنش گرمازا (exotherme) در هسته توده شکر به‌وقوع می‌پیوندند که سبب افزایش رنگ و کاهش درصد قند می‌شوند. این واکنش‌ها در صورت شرایط مناسب سیلو مثل رطوبت شکر و دما (فاکتور ایمنی <۰/۲۵، دما <۳۰ درجه سانتی‌گراد) نیز انجام می‌شوند. pH پایین شکر هم می‌تواند یکی از فاکتورهای مؤثر در کمتر شدن سیلوپذیری شکر شود. راه سرد کردن شکر قبل و یا در خلال نگهداری در تحقیقات آینده مورد توجه خواهد بود.

### ۱. مقدمه

افزایش قیمت سوخت‌های فسیلی کارخانه‌ها را وادار کرده است که شکرخام با کیفیت بهتر تولید و از سوخت‌های قابل تجدیدپذیر (باگاس) استفاده کنند. در یک آنالیز کیفیت بالای شکرخام و پارامترهای تصفیه (رافینری) القریر و حکمت (۲۰۰۵) نشان دادند که تبدیل شکرخام معمولی (۹۸/۴°Z و رنگ ۳۸۰۰ واحد ایکومسا) به شکر VHP(۹۹/۴°Z و رنگ ۸۰۰ واحد ایکومسا) نتیجه حذف فرایند تصفیه، کاهش به‌کارگیری پخت با درجه پایین و صرفه‌جویی انرژی و در نهایت منفعت و سود می‌شود. مشخصات متعدد شکر یا کیفیت بالا از طریق نتایج جهانی با روش‌های مختلف مورد استفاده قرار گرفته است.

اطلاعات کامل در رابطه با مشخصات و قراردادها را می‌توان در مقاله Rein (2007) یافت.

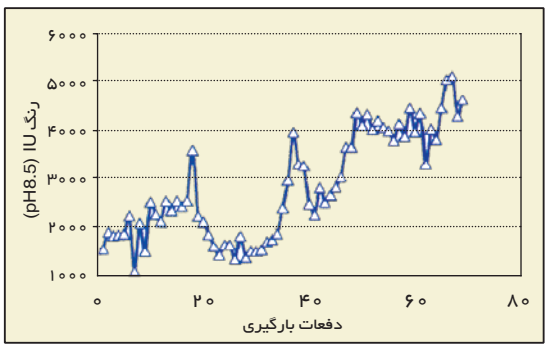
بیشتر کارخانه‌های قند لوئیزیانا از روش معمول سه‌پختی استفاده و شکرخامی با مشخصات ۹۸/۵-۹۹°Z و ۲۰۰۰-۳۰۰۰ IU و pH = ۸/۵ تولید می‌کنند. چند کارخانه که از روش کریستالیزاسیون ماگما دوبل استفاده می‌کنند قادرند شکر VHP و VLC تولید کنند، ولی قراردادهای موجود انگیزه‌ای برای تولید آن فراهم

نمی‌کنند.

لازم به ذکر است که میزان رنگ در pH = ۸/۵ بعضی مواقع ۲ برابر مقداری است که در pH = ۷ تعیین می‌شود. اگر فرایند استاندارد ایکومسا درخواست شود، کارخانه‌های قند لوئیزیانا شکری نزدیک به VHL تولید می‌کنند، مشخصات شکر VHP و VLC برای مقاله حاضر عبارت است از رنگ IU ۲۰۰۰ در pH = ۸/۵ و درصد قند متجاوز از ۹۹/۲°Z.

به‌علت فصل نسبتاً کوتاه و طاقت‌فرسا در لوئیزیانا شکرخام ممکن است فقط ۹ – ۸ ماه نگهداری شود. آمار قدیمی شکرخام‌های معمول نشان می‌دهند که رنگ به‌طور معنی‌داری در دوره نگهداری افزایش می‌یابد و در مقابل درصد قند با کاهش نسبی کمی همراه است. منحنی روند کاهشی رنگ شکرهای خام معمول در دوره نگهداری در (شکل ۱) دیده می‌شود. اصولاً یک همبستگی بین رنگ و مقدار ساکاروز در شکرهای خام وجود دارد. البته استثنا هم وجود دارد و آن تولید شکر VHP است که به‌طور خودکار منجر به شکر VLC می‌شود. این مورد ممکن است برای شکرخام تازه تولیدشده معتبر باشد و برای شکرهای خام سیلوشده صدق نکند.

شکل ۲، ارقام ۴ کارخانه قند لوئیزیانا را که در دوره بهره‌برداری و سیلو گردآوری شده است را نشان می‌دهد. بنابراین خط تمایل چنین انتظار را تعقیب می‌کند. ضریب پایین همبستگی نشان می‌دهد که همبستگی مقدار رنگ و ساکاروز چنین رفتاری دارند. در نتیجه تولید شکر با رنگ پایین تضمینی برای نگهداری رنگ در حین نگهداری نیست. بیشتر اطلاعات در رابطه با تغییرات کیفیت شکرخام در خلال نگهداری طولانی بستگی به شکر تصفیه شده دارد که در کجا شکر سیلوشده و آنجا هیچ‌گونه تماسی با هوای محیط ندارد. ارقام محدودی در رابطه با سیلوی شکرخام در دسترس می‌باشد به‌ویژه شکرهای با کیفیت بالا. آخرین بررسی تغییرات کیفیت شکرخام در دوره‌های نگهداری طولانی نشان می‌دهد که رنگ بعد از ۷-۶ ماه نگهداری شکر



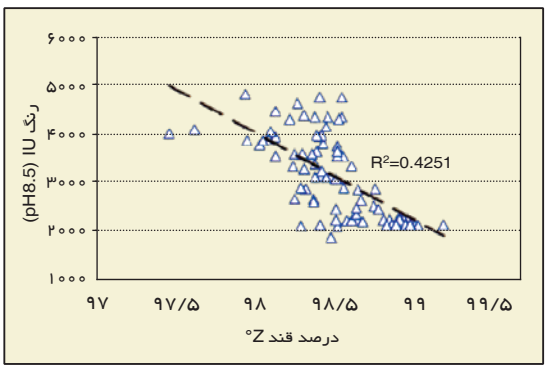

**شکل ۱: افزایش رنگ در سیلو ویژه کارخانه‌های قند لوئیزیانا (بارگیری از نوامبر تا سپتامبر سال بعد)**

با ۹۷°Z و رطوبت ۰/۷-۰/۶ درصد ۴ تا ۵ برابر می‌شود.

تخریب مقدماتی گلوکز که در آزمایش‌ها مشاهده می‌شود به مفهوم هم‌پاشیدگی میکروبیولوژیکی اولیه شکر می‌باشد. تجزیه و تحلیل حاضر از شربت شکر فاسد شده از کف انبارهای شکرخام نشان می‌دهد که نسبت فروکتوز به گلوکز برابر ۲، تجزیه سریع گلوکز را تأیید می‌کند. در بررسی نگهداری شکرخام هونیک تجزیه ساکاروز را مربوط به فعالیت میکروب‌های گیاهی می‌داند و تأکید دارد که برای سیلوپذیری خوب شکر تولیدی باید رطوبت پایینی داشته باشد. در رابطه با اثر سیلو کردن طولانی شکر روی کیفیت آن اطلاعات کمی وجود دارد. از مقایسه دو مورد حاد سیلوی شکر سفید و شکرخام معمولی می‌توان به این فرض منطقی رسید که شکر با کیفیت بالا را می‌توان بدون هیچ‌گونه افزایش معنی‌دار رنگ نگهداری کرد. بررسی در مورد نگهداری شکر VHP توسط کی‌مرلینگ نشان می‌دهد به استثنای نگهداری رطوبت در پوسته سیلو و تخریب خیلی کم‌رنگ در آن اثر زیان‌آوری روی شکر VHP سیلو شده در مدت ۶ ماه به‌وقوع نمی‌پیوندد.

هرچند که هیچ‌گونه آمار کمی غیر از رطوبت شکر و رطوبت نسبی محیط ارائه نشده است. تکنولوژیست‌های آفریقایی شکری را با ۹۹/۳°Z برای مدت ۶ ماه سیلو کردند و رنگ آن بین ۲۰-۵ درصد افزایش یافت. Chou و Chen به استناد گزارش هاوایی اظهار می‌دارند که شکر VLC با رطوبت کم را می‌توان با اطمینان سیلو کرد.

ارقام مربوط به سیلوی سریع شکرخام در مخازن کوچک دربسته نشان می‌دهند که رنگ شکر VHP می‌تواند به‌سادگی در اثر بالا رفتن دما تا ۷۰ درجه سانتی‌گراد افزایش یابد. هرگونه تغییر رنگ در این دما بیشتر منشاء شیمیایی دارد تا میکروبی. بیشتر محققین معتقد هستند که عمل تغییر رنگ در داخل پوشش نازکی از ملاس که کریستال شکر را محصور کرده است انجام می‌شود. پاین اظهار می‌دارد که تغییررنگ در داخل کریستال به‌وقوع می‌پیوندد. روند چنین تغییری به‌نظر می‌رسد که در




**شکل ۲: رنگ و درصد قند در ۴ کارخانه قند لوئیزیانا**

آمار قدیمی شکرخام‌های معمول نشان می‌دهند که رنگ به‌طور معنی‌داری در دوره نگهداری افزایش می‌یابد و در مقابل درصد قند با کاهش نسبی کمی همراه است

کریستال کُندتر از پوشش نازک ملاس باشد.

هدف اصلی این مطالعه نشان دادن سیلوی شکر VHP و VLC در انبارهای کارخانه‌های قند بود. برای تشخیص مهم است که بتوان مشخصات شکر در دوره آسیاب کردن و نگهداری را همواره ثابت نگهداشت.

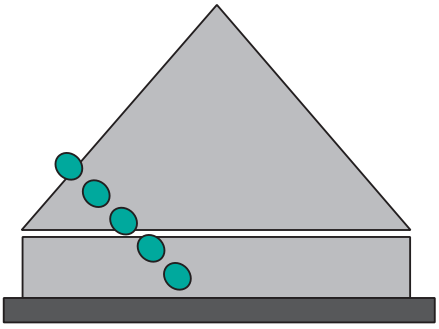
## ۲. فرایند عملیاتی

### ۲-۱. دوره آسیاب کردن ۲۰۰۷/۰۸

افزودن فرایند شستشو در ۲ کارخانه قند لوئیزیانا برای تولید شکر با کیفیت بالا را در اول نوامبر ۲۰۰۷ شروع کردند. این شکر را می‌توان در انبار برای حداکثر ۳۰۰ روز (دوره عملی سیلو) قبل از بارگیری نگهداری کرد.

۵۰۰۰ تن شکر VHP/VLC در کارخانه A با روش کریستالیزاسیون ۳پختی معمولی تولید شد. در کارخانه B با روش کریستالیزاسیون «دوبل ماگما» دو توده کوچک‌تر نزدیک به هم در همان انبار تولید شد. هر توده دارای ۳۰۰ تن شکر VHP/VLC با کیفیت معمول بود. همه شکرهای تولیدی فاکتور لازم ایمنی برای سیلو کردن (فاکتور ایمنی زیر ۰/۲۵) را داشتند. نمونه‌برداری هر ۴-۳ هفته از ۳ عمق مختلف توده‌های شکر بدین‌صورت که یک نمونه از سطح سیلو و عمق ۲۰-۱۵ میلی‌متر و نمونه بعدی بلافاصله از عمق کمتر از ۲۰ میلی‌متر و بالاخره نمونه سوم از عمق ۰/۴-۰/۳ متر انجام شد. هر نمونه شکر به‌وسیله مخلوط کردن ۶-۵ نمونه شکر که از محل اطراف توده و حدود ۳ متر فاصله از یکدیگر قرار گرفته شده بود آماده و از یک مته ویژه برای نمونه‌برداری شکر از عمق ۰/۴-۰/۳ متر در هر توده شکر استفاده شد. گرفتن نمونه از عمق بیشتر به‌خاطر اصطکاک مشکل بود. بعد از گذشت چندماه از نگهداری شکرها، فرایند نمونه‌برداری دیگری در کارخانه قند A انجام گرفت. نمونه‌ها از فاصله ۲-۱/۵ متر در داخل توده و از کف آن با استفاده از لودر مخصوص برداشته شد. صنعت‌های زیر در هر نمونه اندازه‌گیری شد: درصد ساکارز، مقدار آب، خاکستر، فروکتوز، گلوکز و همچنین رنگ در pH=۷ و pH=۸/۵.

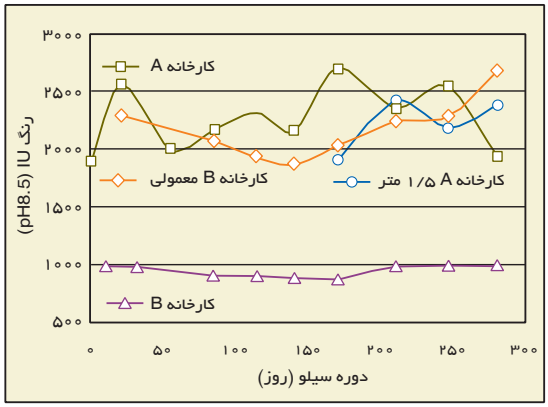
سیستم‌های اندازه‌گیری مدل U12-011 درست روی سطح توده شکر و در عمق ۱/۵ متر برای ثبت دما و رطوبت نسبی نصب شد. سنسوری که در داخل توده شکر قرار داشت به‌منظور جلوگیری از تماس آن با شکر در داخل یک لوله مشبک که با پلاستیک خلل و خرج‌دار پوشیده شده قرار گرفته بود. بنابراین صنعت هوا در تعادل با شکرخام اندازه‌گیری می‌شد. سنسور که با باطری کار می‌کرد رطوبت نسبی و دما را هر ۲ ساعت در طول دوره نگهداری شکر ثبت می‌کرد.



شکل ۳: محل سنسورهای دما و رطوبت در داخل توده شکر (نقطه‌ها محل نمونه را نشان می‌دهد)

### ۲-۲. دوره ۲۰۰۸/۰۹

برنامه آزمایشی در خلال دوره خرد کردن ۲۰۰۸/۰۹ ادامه یافت. کارخانه قند B (روش کریستالیزاسیون ماگما دوبل) در شروع ماه نوامبر ۲۰۰۸ پنج هزار تن شکر VHP و VLC تولید کرد. از نتایج دوره قبل مشکل بود که نتیجه گرفت آیا نمونه‌ها به‌واقع نمونه ارائه‌دهنده همه شکرها در توده است. نمونه‌برداری برای به‌دست آوردن نمونه از عمق بیشتر توده اصلاح شد. یک مته با نیروی محرکه گازی مدل EA-600 برای نمونه‌برداری از عمق ۱/۵ متر مورد استفاده قرار گرفت. مته از طریق روزنه واقع در کف مخزن استیل به داخل توده شکر فرستاده شد. وقتی‌که مته به آهستگی و بدون اینکه دوران آن تغییر کند به داخل توده شکر حرکت می‌کرد، مخزن به‌طور مرتب با شکر در ارتفاع ۱/۵ متر پُر می‌شد. ۲ نمونه از نقاط مختلف برداشته و یک نمونه ترکیبی برای آنالیز تهیه شد. صفت‌های درصد ساکاروز (روش پلاریمتری)،درجه خلوص، خاکستر، گلوکز، فروکتوز و رنگ و آب تعیین شد. دما و رطوبت نسبی در نوک توده تغییر داشت. ۵ سنسور دما و رطوبت در داخل لوله‌ای با قطر ۱۰ سانتی‌متر در داخل توده طبق نمودار شکل ۳ نصب شد. ۴ محل لوله در عمق‌های مختلف با پوشش پلاستیکی پوشیده بود. سنسورها در اعماق ۰/۳، ۰/۷، ۵، ۱۰ و ۱۵ متر قرار داشتند. نمونه در صفر متر




شکل ۴: تغییرات رنگ شکرخام سیلوشده ۲۰۰۷/۰۸ و دوره الک و خرد کردن در عمق ۰/۴-۰/۳ متر و ۱/۵ متر

هر نمونه شکر به‌وسیله مخلوط کردن ۶-۵ نمونه شکر که از محل اطراف توده و حدود ۳ متر فاصله از یکدیگر قرار گرفته شده بود آماده و از یک مته ویژه برای نمونه‌برداری شکر از عمق ۰/۴-۰/۳ متر در هر توده شکر استفاده شد

به‌وسیله شرایط محیطی تعیین شد. ارقام ثبت شده متناوباً از طریق کابل UBS به یک کامپیوتر منتقل می‌شد.

### ۲-۳. روش آنالیتیکی

از روش‌های استاندارد ایکومسا برای تعیین ساکاروز، ماده خشک رفراکتومتری (بریکس) و خاکستر کندوکتومتری استفاده شد. رنگ شکر مطابق روش ایکومسا GS1/3-7 در pH=۷ و pH=۸/۵ تعیین شد. رقم آخری برای قراردادهای پذیرفته شده در آمریکا تعیین گردید، گلوکز و فروکتوز با استفاده از HPLC DX-500 طبق روش ایکومسا GS1/2/3-4 و لاکتوز به‌عنوان استاندارد داخلی تعیین شد.

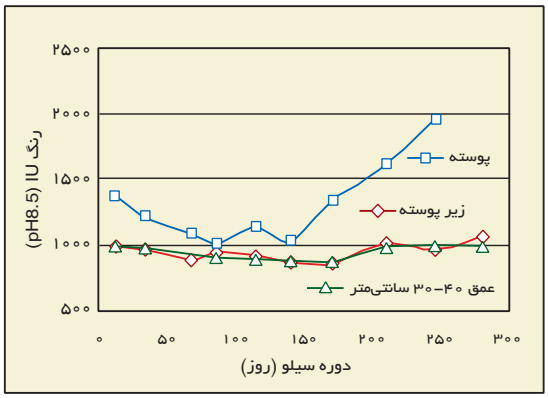
تمام اندازه‌گیری‌های HPLC تکرار داشت. آب شکر به‌وسیله خشک کردن در دمای ۱۰۵ درجه سلیوس و تحت خلاء به‌مدت ۴ ساعت تعیین شد. اندازه‌گیری pH در بریکس ۱۶ درصد که برای اندازه‌گیری رنگ مورد استفاده قرار گرفت انجام شد. pH شکر در بریکس ثابت ثبت نشد، بلکه محلول دیگری از نمونه‌ها در اواخر دوره تهیه شد و اندازه‌گیری در بریکس ۵۰ درصد انجام شد.

## ۳. نتایج و بحث

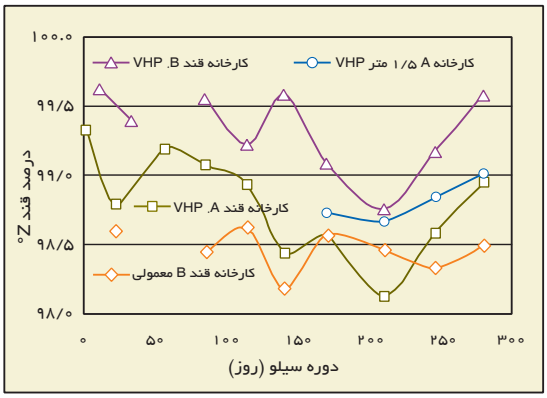
### ۳-۱. دوره ۲۰۰۷/۰۸

تغییر رنگ در نمونه‌هایی که از عمق ۰/۴-۰/۳ متر پوسته توده گرفته شده بود در شکل ۴ دیده می‌شود، رنگ شکر در کارخانه قند A (روش ۳ پختی) تقریباً ۲ برابر رنگ شکر در کارخانه B (روش ماگما دوبل) و از نظر کیفیت خیلی نزدیک به شکر تولیدی در کارخانه B بود. روند افزایش رنگ تقریباً در هر ۲ مورد یکسان بود. از وقتی‌که رنگ باید در حد ۲۰۰۰IU در pH=۸/۵ و یا کمتر از آن نگهداشته شود، نتایج در کارخانه A نشان می‌دهند که رنگ کمی بیش از این رقم است. تغییر ناچیز رنگ شکر انبار شده در کارخانه B نیز در طول دوره بهره‌برداری قابل ذکر است.

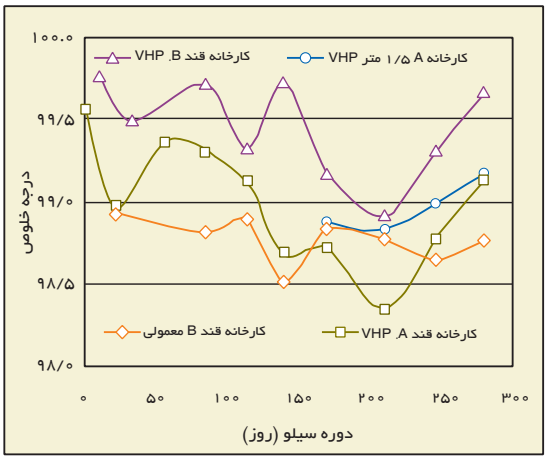
ارقام به‌دست آمده نشان می‌دهند که شستشوی اضافی



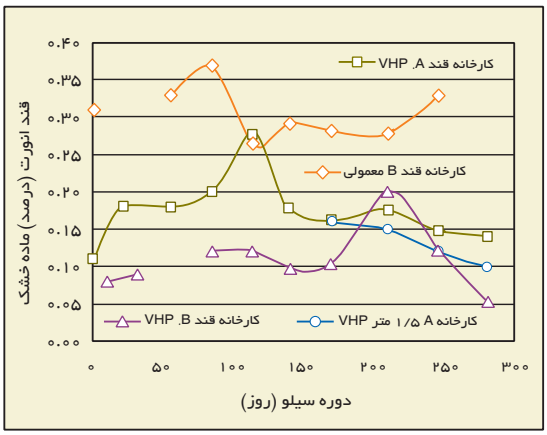

**شکل ۵: تغییرات رنگ در عمق‌های مختلف با شکر VHP**




**شکل ۶: تغییرات درصد قند (عمق ۰/۴-۰/۳ متر و ۱/۵ متر)**



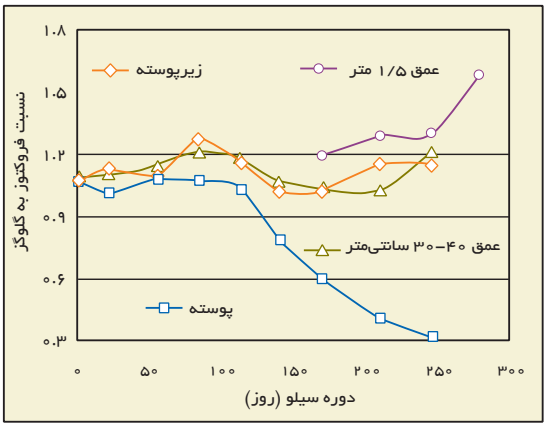

**شکل ۷: تغییرات درجه خلوص (عمق ۰/۴-۰/۳ متر و ۱/۵ متر)**



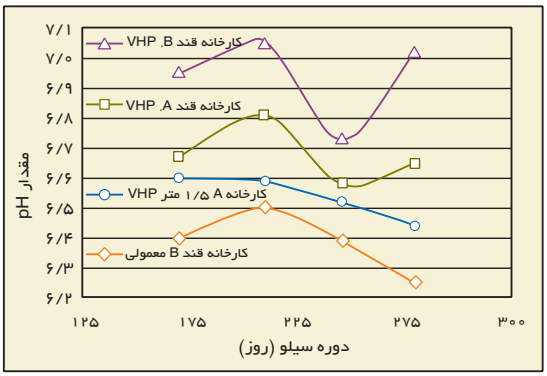

**شکل ۸: تغییرات غلظت قند انورت (عمق ۰/۴-۰/۳ متر و ۱/۵ متر)**

در روش ماگما دوبل تولید و نگهداری کیفیت شکر را در محدوده خواسته شده نگه می‌دارد. البته میزان آب مصرفی و ضایعات قندی همراه آن باید مورد توجه قرار گیرد. اندازه‌گیری در عمق‌های مختلف توده در شکل ۴ دیده می‌شود. در همه موارد رنگ پوسته بالایی با بیشترین اثر بعد از ۴-۳

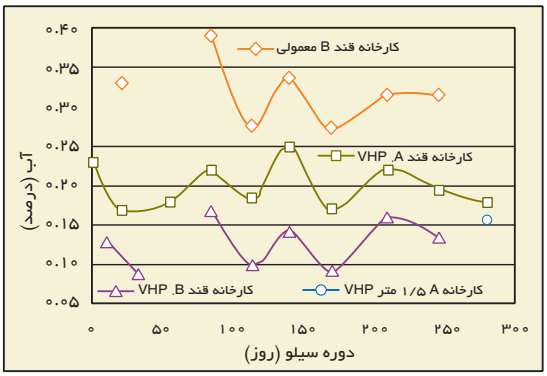
از وقتی‌که رنگ باید در حد ۲۰۰۰IU در pH=۸/۵ و یا کمتر از آن نگهداشته شود، نتایج در کارخانه A نشان می‌دهند که رنگ کمی بیش از این رقم است. تغییر ناچیز رنگ شکر انبار شده در کارخانه B نیز در طول دوره بهره‌برداری قابل ذکر است




شکل ۹: نسبت فروکتوز به گلوکز در کارخانه A




شکل ۱۰: تغییرات pH در شکر (عمق ۰/۴-۰/۳ متر و ۱/۵ متر)

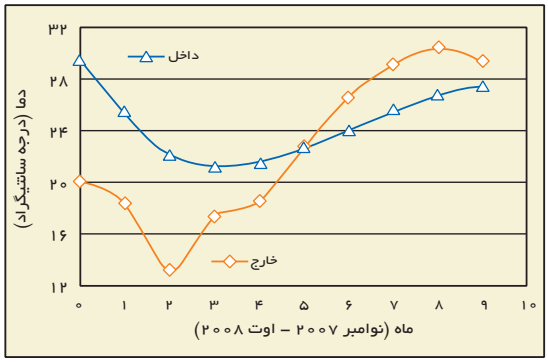



شکل ۱۱: تغییرات درصد آب (عمق ۰/۴-۰/۳ متر و ۱/۵ متر)

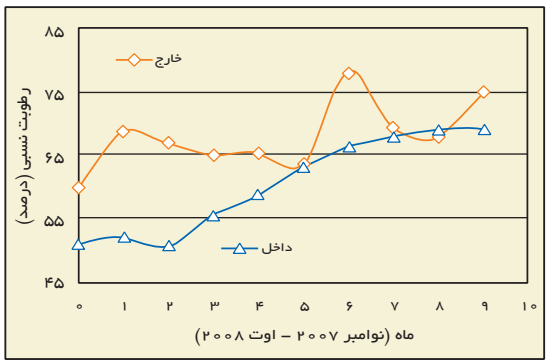
ماه دوره نگهداری تغییر می‌کند. چندماه اول مربوط به زمان نگهداری است که دمای محیط کمتر از دمای شکر بود.

پوسته بالا (حدود ۲۰-۱۵ میلی‌متر) نسبت به بقیه شکرها دارای رنگ و آب بیشتر می‌باشد. پوسته از ذرات ریزگرد که بعد از پرتاب کردن شکر روی توده می‌نشیند، شکل می‌گیرد. اندازه‌گیری‌ها نشان می‌دهند که رنگ کریستال‌های شکر تولیدی (۸۰۰mm) ۴ برابر کمتر از فراکسیون ریز (کمتر از ۲۵۰mm) می‌باشند. شکل ۴ تغییرات رنگ در نمونه‌های گرفته شده از اعماق مختلف در کارخانه قند B را نشان می‌دهند. رنگ شکر بلافاصله زیر پوسته اختلاف چندانی با نمونه‌های گرفته شده از عمق ۰/۴-۰/۳ متر ندارد. همین روند در سایر نمونه‌های توده نیز دیده می‌شود. پوسته به‌عنوان یک پوشش محافظتی عمل می‌کند. این مطلب توسط کی‌مرلینگ هم اظهار شده است. در رابطه با شرایط محیطی پوسته ممکن است که خیلی سخت (ژانویه و فوریه) و یا نرم شود، ولی همواره با کلی توده شکر فرق دارد. تغییرات محیطی (دما و رطوبت در طول آزمایش) در شکل‌های ۱۲ و ۱۳ نشان داده شده است. کاهش درصد قند و درجه خلوص (پلارتمیری) همه نمونه‌ها در شکل ۶ و ۷ دیده می‌شود. درصد قند (ساکاروز) در شکر معمولی کارخانه قند B قدری بالاتر از شکر کارخانه A بود بنابراین نرخ تخریب ساکاروز تقریباً یکسان است. اختلاف‌ها در نرخ تنزل مشکل است که بر مبنای اعداد و ارقام مشخص کرد. درصد ساکاروز و درجه خلوص ۰/۴-۰/۳ واحد کاهش می‌یابد و باید به‌طور معنی‌داری موردتوجه قرار گیرد. تغییرات در غلظت قند انورت (شکل ۸) در صورتی‌که ساکاروز در اثر انورسیون یا واکنش‌های تخریبی که قبلاً به‌وقوع پیوسته است، باشد قابل تشخیص نیست.

روند نمودار شکل ۹ نسبت فروکتوز به گلوکز (F/G) را در نمونه‌های انبار شده و عمق‌های مختلف دیده می‌شود. در حالی‌که نسبت فروکتوز به گلوکز خودمحوری پایین و بالا می‌رود (مربوط به انورسیون شکر) نمونه‌های پوسته اختلاف شدیدی در نسبت F/G نشان می‌دهند. زیر این میزان به




شکل ۱۲: تغییرات دما در داخل و خارج توده شکرخام




شکل ۱۳: تغییرات رطوبت نسبی در طول سیلو

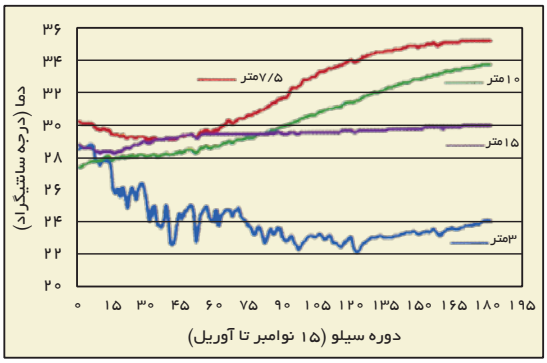
تغییرات در غلظت قند انورت (شکل ۸) در صورتی‌که ساکاروز در اثر انورسیون یا واکنش‌های تخریبی که قبلاً به‌وقوع پیوسته است، باشد قابل تشخیص نیست

**جدول ۱: رطوبت نسبی داخل و خارج توده شکر**

| مدت سیلو به ماه | ۰ | ۳ | ۶ | ۹ |
|---|---|---|---|---|
| رطوبت نسبی در عمق ۱/۵ متر به کیلوگرم آب به کیلوگرم هوا | ۰/۰۱۳ | ۰/۰۰۸ | ۰/۰۱۲ | ۰/۰۱۶ |
| رطوبت نسبی در هوای محیط به کیلوگرم آب به کیلوگرم هوا | ۰/۰۰۶ | ۰/۰۰۹ | ۰/۰۱۶ | ۰/۰۱۹ |

رقمی معادل ۰/۳ می‌رسد. این نشان می‌دهد که فروکتوز ترجیحاً در واکنش قهوه‌ای شدن مصرف می‌شود. افزایش رنگ در اثر واکنش مای‌لارد نبود زیرا در آن ترجیحاً گلوکز مصرف و با آمینونیتروژن ترکیب می‌شود. شکرهای با درجه خلوص بالا دارای آمینو نیتروژن خیلی کمی می‌باشند.

تغییرات pH شکر هم مشاهده شد (شکل ۱۰). pH شکر به‌طور متناوب در شروع دوره نگهداری اندازه‌گیری نشده است. رقم pH به‌تدریج به‌طرف پایان سیلو منطبق با غلظت ساکاروز کاهش یافت و کمترین رقم pH در شکرهای معمولی کارخانه B تعیین شد. پیرو آن ارقام، کارخانه قند A قرار داشتند pH شکر VHP کارخانه B به pH خنثی خیلی




**شکل ۱۴: تغییرات دما در عمق‌های مختلف با شکر VHP (کارخانه B)**

نزدیک بود. این‌ها نمونه‌هایی بودند که کمترین فساد را نشان دادند. مشکل است که بگوییم پایین بودن pH ممکن است سبب فساد شکر بشود. pH پایین در فیلم ملاس می‌تواند به‌تدریج سبب تولید قند انورت و در نهایت کاهش pH شود. تجزیه ساکاروز (انورسیون) آب مصرف می‌کند. ولی قبلاً در اثر واکنش‌های تخریبی آب آزاد می‌شود که می‌تواند سبب افزایش مقدار آب در شکر شود.

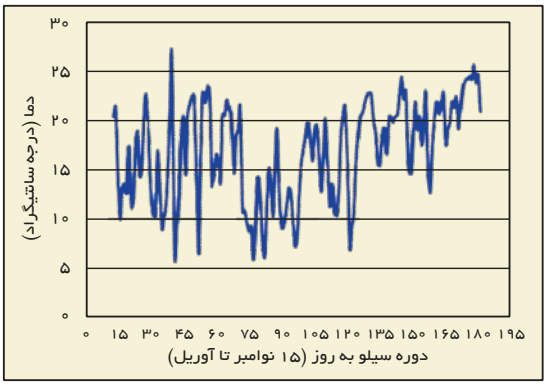
مقدار آب در طول این بررسی تغییر یافت (شکل ۱۱) ولی ترجیحاً این فرض را تأیید نمی‌کند. مقدار آب نمونه

pH ممکن است سبب فساد شکر بشود. pH پایین در فیلم ملاس می‌تواند به‌تدریج سبب تولید قند انورت و در نهایت کاهش pH شود. تجزیه ساکاروز (انورسیون) آب مصرف می‌کند. ولی قبلاً در اثر واکنش‌های تخریبی آب آزاد می‌شود که می‌تواند سبب افزایش مقدار آب در شکر شود

**جدول ۲: ارقام مربوط به دوره ۲۰۰۹ - ۲۰۰۸**

| تاریخ | مقدار آب (درصد) | درصد قند – | درجه خلوص (درصد) | فروکتوز (درصد) | گلوکز ماده خشک | مجموع | F/G – | pH بریکس ۱۶ درصد | رنگ pH | رنگ IU |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۲۰۰۸/۱۰/۲۷ | ۰/۰۹ | ۹۹/۲ | ۹۹/۳ | ۰/۰۷ | ۰/۰۶ | ۰/۱۳ | ۱/۱۴ | ۶/۴ | ۷/۱ | ۱۱۵۰ |
| | | | | | | | | | ۸/۵ | ۱۵۳۰ |
| ۲۰۰۸/۱۱/۱۳ | ۰/۰۸ | ۹۹/۲ | ۹۹/۳ | ۰/۰۶ | ۰/۰۵ | ۰/۱۱ | ۱/۱۴ | ۶/۳ | ۷/۰ | ۱۰۸۰ |
| | | | | | | | | | ۸/۵ | ۱۵۰۰ |
| ۲۰۰۸/۱۲/۰۹ | ۰/۱۶ | ۹۹/۰ | ۹۹/۲ | ۰/۰۹ | ۰/۰۷ | ۰/۱۶ | ۱/۲۵ | ۶/۲ | ۷/۰ | ۹۸۰ |
| | | | | | | | | | ۸/۵ | ۱۳۸۰ |
| ۲۰۰۹/۰۱/۰۵ | ۰/۱۵ | ۹۹/۴ | ۹۹/۶ | ۰/۰۵ | ۰/۰۴ | ۰/۰۹ | ۱/۱۴ | ۶/۲ | ۶/۹ | ۷۹۰ |
| | | | | | | | | | ۸/۵ | ۱۱۵۰ |
| ۲۰۰۹/۰۲/۱۰ | ۰/۱۱ | ۹۹/۳ | ۹۹/۴ | ۰/۰۵ | ۰/۰۴ | ۰/۰۹ | ۱/۱۷ | ۶/۴ | ۷/۰ | ۸۲۰ |
| | | | | | | | | | ۸/۵ | ۹۲۰ |
| ۲۰۰۹/۰۳/۳۱ | ۰/۰۸ | ۹۹/۵ | ۹۹/۶ | ۰/۰۸ | ۰/۰۷ | ۰/۱۵ | ۱/۲۷ | ۶/۶ | ۶/۹۵ | ۸۰۰ |
| | | | | | | | | | ۸/۵ | ۱۲۱۰ |
| ۲۰۰۹/۰۴/۳۰ | ۰/۱۲ | ۹۹/۴ | ۹۹/۶ | ۰/۰۵ | ۰/۰۴ | ۰/۰۹ | ۱/۳۰ | ۷/۰ | ۷/۰ | ۷۳۰ |
| | | | | | | | | | ۸/۵ | ۱۰۹۰ |
| ۲۰۰۹/۰۴/۳۰ | ۰/۱۸ | ۹۹/۲ | ۹۹/۴ | ۰/۰۷ | ۰/۰۴ | ۰/۱۱ | ۱/۵۷ | ۶/۴ | ۷/۰ | ۱۹۰۰ |
| | | | | | | | | | ۸/۵ | ۲۴۰۰ |
| نمونه‌برداری در حین بارگیری از توده VHP | | | | | | | | | | |
| ۲۰۰۹/۰۵/۰۵ | ۰/۱۶ | ۹۹/۲ | ۹۹/۳ | ۰/۰۸ | ۰/۰۶ | ۰/۱۴ | ۱/۲۷ | ۶/۱* | ۷/۰ | ۱۹۴۰ |
| زیر | | | | | | | | | ۸/۴ | ۲۲۰۰ |
| ۲۰۰۹/۰۵/۱۲ | ۰/۱۸ | ۹۹/۰ | ۹۹/۲ | ۰/۰۶ | ۰/۰۴ | ۰/۱۰ | ۱/۶۰ | ۶/۴* | ۷/۰ | ۱۵۱۰ |
| زیر | | | | | | | | | ۸/۴ | ۱۹۴۰ |
| ۲۰۰۹/۰۵/۲۰ | ۰/۱۲ | ۹۹/۳ | ۹۹/۴ | ۰/۰۴ | ۰/۰۴ | ۰/۰۸ | ۱/۲۳ | ۶/۳* | ۶/۹ | ۱۵۲۰ |
| زیر | | | | | | | | | ۸/۴ | ۱۸۱۰ |
| ۲۰۰۹/۰۵/۲۸ | ۰/۱۱ | ۹۹/۲ | ۹۹/۳ | ۰/۰۶ | ۰/۰۳ | ۰/۰۹ | ۱/۹۱ | ۶/۴* | ۷/۰ | ۱۲۳۰ |
| زیر | | | | | | | | | ۸/۵ | ۱۸۱۰ |

* اندازه‌گیری در بریکس ۵۰ درصد




**شکل ۱۵: متوسط دمای محیط در طول دوره سیلو**

تحت‌تأثیر آب جابه‌جا شده درون و برون توده شکر قرار دارد. آنالیز نمونه‌های شکر به‌شدت فاسد شده همواره کاهش مقدار آب را نشان می‌دهند. مقدار آب در سطح توده شکر تا اواخر دوره نگهداری ۲-۱ درصد افزایش می‌یابد. آنالیز روزانه ثبت شده رطوبت نسبی و دما نشان می‌دهند که سطح خارجی توده شکر به‌عنوان لایه جداسازی عمل می‌کند و توده را از نوسانات دما و رطوبت حفظ می‌کند. میانگین دمای ماهانه در شکل ۱۲ نشان می‌دهد که دما ۱/۵ متر در داخل توده شکر از روند دما خارج از توده کاملاً پیروی می‌کند (شکر به‌تدریج سرد می‌شود و از ۳۰ درجه به ۲۰ درجه سلیوس می‌رسد) وقتی‌که دمای محیط افزایش می‌یابد، دمای شکر هم روبه افزایش می‌گذارد. البته هرگز به دمای اولیه شکر نمی‌رسد. نمودار شکل ۱۳ روند افزایش رطوبت نسبی هم در داخل و هم در بیرون توده شکر نشان می‌دهند (کارخانه قند A). انتقال آب تابع فشار بخار است. فشار بخار خیلی نزدیک به فشار رطوبت مطلق است. بنابراین اختلاف بین رطوبت مطلق هوای محیط و هوای درون توده می‌تواند نشانه‌ای برای انتقال آب باشد. ارقام مربوط به رطوبت مطلق در جدول یک از یک چارت پی‌سی‌کرومامتریک بر اساس رطوبت نسبی و دما که در چندین نقطه در خلال نگهداری شکر خوانده شده تعیین شده است. رطوبت مطلق و اولیه هوا در تعادل با شکر بالاتر بود از هوای محیط و این به آن معنی است که شکر گرایش دارد مقداری آب که از توده شکر خارج می‌شود به اتمسفر وارد کند. اواخر دوره شکر علاقه‌ای به از دست دادن آب ندارد، زیرا رطوبت محیط بیشتر است. مقدار آب شکر (شکل ۱۱) تا آخر دوره سیلو چندان نوساناتی نشان نمی‌دهد.

### ۳-۲. دوره ۲۰۰۸/۰۹

نتایج آزمایش‌ها که در جدول ۲ گردآوری شده است، نشان می‌دهند که رنگ شکر در نمونه‌های ترکیبی در واقع در طول دوره سیلو تغییر نمی‌کند. اگرچه نمونه‌های گرفته شده از کف توده قبل از بارگیری نشان می‌دهند که رنگ تقریباً ۲ برابر شده است. این ممکن است از طریق بررسی پروفیل دما ارائه شده در شکل ۱۴ تشریح شود. بعد از یک دوره سیلوی پایدار دمای شکر شروع به افزایش می‌کند و از دمای اولیه شکر هم بیشتر می‌شود. دمای شکر از ۳ متر در داخل توده از روند دمای محیط پیروی می‌کند. (شکل ۱۵) بالاترین دمای افزایش یافته در عمق ۵ و ۱۰ متر تعیین شد. نمونه واقع شده در کف سیلو شیب کمی در رابطه با انتقال گرما به سطح سرد کف سیلو نشان می‌دهند. دما در توده افزایش می‌یابد و مطابق با تغییر رنگ دلالت بر آن دارد که واکنش‌های گرمازا حتی در مقدار آب کم و ساکاروز بالا به‌وقوع می‌پیوندند. pH نسبی پایین در تمام نمونه‌ها مشاهده شد و هیچ تغییری در ارقام pH در خلال نگهداری شکر دیده نشد، نسبت فروکتوز به گلوکز در مقایسه با نتایج دوره ۲۰۰۷/۰۸ متفاوت است. این حقیقت که شکر در عمق ۲ متری داخل توده می‌تواند بدون هیچ فسادی نگهداری شود بدین معنی است که چنین شرایطی در صورتی قابل تکرار است که مکانیسم علت فساد شکر بهتر فهمیده شود. مطالعه می‌تواند با تأکید روی تغییراتی که نیاز است برای تولیدی مطمئن انجام گیرد، ادامه یابد. این به آن معنی است که شکر با کیفیت بالا را بتوان بدون هیچ‌گونه فسادی نگهداری کرد.

## ۴. نتیجه‌گیری

* شکر با کیفیت بالا نسبت به شکر معمولی بهتر نگهداری می‌شود. البته حتی رنگ شکر VHP می‌تواند در خلال نگهداری طولانی ۲ برابر شود.
* نمونه‌برداری نزدیک سطح توده شکر (۱/۵ متر در عمق) نمی‌تواند مبین نمونه تمام توده شکر باشد.
* روشن نیست چه صفاتی برای افزایش رنگ در سیلو مؤثر هستند. pH پایین می‌تواند یکی از این صفات باشد که باعث ناپایداری شکر در سیلو می‌شود.
* دمای شکر از دمای محیط در عمق ۳ متر در داخل توده پیروی می‌کند.
* واکنش‌های گرمازا حتی در مواقعی که مقدار آب و دمای شکر در حد مورد نیاز برای سیلو کردن مطمئن (فاکتور ایمنی زیر ۰/۲۵ و دما زیر ۳۰ درجه سانتی‌گراد) می‌باشند به‌وقوع می‌پیوندند.
* شکر در محدوده ۱/۵ متری سطح، که از دمای افزایش سیلو تبعیت نمی‌کند در مقایسه با شکری که در هسته توده قرار دارد، به‌خوبی سیلو می‌شود. امکان سرد کردن شکر قبل و یا در خلال سیلو در تحقیقات آینده باید مورد توجه قرار گیرد.

**واکنش‌های گرمازا حتی در مواقعی که مقدار آب و دمای شکر در حد مورد نیاز برای سیلو کردن مطمئن (فاکتور ایمنی زیر ۰/۲۵ و دما زیر ۳۰ درجه سانتی‌گراد) می‌باشند به‌وقوع می‌پیوندند**