بسم الله الرحمن الرحیم

# ۲۲۰

دو ماهنامهٔ کشاورزی صنعتی، اقتصادی
چغندرقند ونیشکر
سال سی‌وهفتم،
شماره ۲۲۰،
آذر و دی ۱۳۹۲

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

صاحب امتیاز:
انجمن صنایع قندوشکر ایران

ناشر:
انجمن صنایع 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
و
محمدصادق جنان‌صفت

تصحیح:
زهره بابایی

امور فنی:
سعید رستمی

مسؤول وب‌سایت:
محمدرضا عبدوس

لیتوگرافی و چاپ:
ایران‌مصور

info@ISFS.ir
www.ISFS.ir

## دراین شماره می‌خوانید:

سرمقاله / افق تازه ۲
مکانیزه کردن تولید نیشکر در کشور هندوستان ۳
چگونه می‌توان مواد مغذی لازم برای گیاه را به‌صورت اقتصادی تأمین کرد؟ ۹
نوآوری در خشک‌کن‌های بخاری با بستر سیال ۱۱
افتتاح واحد بیواتانول کارخانه قند ANKLAM ۱۵
بررسی موردی: بهبود خنک کردن شکر به‌وسیله فناوری سولکس SOLEX ۱۷
بررسی امکان سنجی خودساماندهی بلور ساکاروز ۲۱
داستان کنترل کیفیت QC STORY ۲۵
آنزیم پولوناز ۳۲

❖ 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.

# افق تازه

محمدصادق جنان‌صفت

دولت آقای حسن روحانی از نیمه دوم مردادماه ۱۳۹۲ فعالیت خود را آغاز کرده است. فعالیت‌های دولت یازدهم در حوزه سیاست خارجی که به گشودن برخی گره‌ها در مناسبات ایران و جهان منجر شد می‌تواند دستمایه‌ای برای اثربخشی در سایر حوزه‌ها از جمله بخش اقتصاد شود. اقتصاد ایران به‌لحاظ تاریخی با عدم‌تعادل‌های ساختاری دست و پنجه نرم می‌کند که دولت آقای روحانی میراث‌دار آنها شده است.

یکی از عدم‌تعادل‌های ساختاری برجای‌مانده از دست‌کم نیم‌قرن گذشته فقدان توازن میان بخش‌های گوناگون مثل صنعت با کشاورزی، صنعت با تجارت خارجی، تجارت خارجی با کشاورزی و... است.

در درون هرکدام از بخش‌ها نیز عدم‌تعادل‌های ساختاری جدی وجود دارند که کار را برای کل فعالیت‌های سالم اقتصادی دشوار و در زمان‌هایی به نبردهای فرساینده تبدیل می‌کند. یکی از عدم‌تعادل‌های جدی که از دیرباز در اقتصاد ایران پدیدار و امروز نیز دیده می‌شود، دادن فرمان تجارت خارجی به یک سازمان، مؤسسه و وزارتخانه و سکان تولید محصولات کشاورزی به مجموعه‌ای دیگر است.

این نقص تاریخی موجب شده است که تنظیم بازار محصولات کشاورزی و غذایی همواره با نوسان‌های عجیب مواجه شود. تجربه نشان می‌دهد برآیند این نوسان‌ها عموماً به‌نفع یک گروه کوچک از واردکنندگان عمده موادغذایی بوده است. واردکنندگان عمده موادغذایی توانایی فوق‌العاده‌ای برای همبستگی درونی دارند و می‌توانند با توانایی‌های خود در درون برخی نهادها نفوذ و با توجیه‌های شبه‌کارشناسی جریان تعادل و تنظیم بازار را به نفع خود هدایت کنند.

دولت نهم و دهم در سال‌های ۱۳۸۴ تا بهار ۱۳۹۲ بدون توجه کافی به مسأله بازار که باید به نفع تولید داخلی تنظیم می‌شد، واردات را بر این بازار غلبه داد.

این سلطه واردات به‌گونه‌ای بود که ده‌ها هزار کشاورز زحمتکش که سال‌های سال چغندر کشت می‌کردند با سردرگمی مواجه شدند و داستان تلخ شکر و سیب‌زمینی سال ۱۳۸۸ پدیدار شد.

دولت یازدهم که گروهی از مدیران باسابقه اجرایی در صنعت و در کشاورزی را با خود همراه کرده است آیا می‌تواند بر این عدم‌تعادل غلبه کرده و آن را در مسیر درست قرار دهد؟ درصورتی که رفتار دولت در همین ماه‌های نخست در بستر سپردن امور تولید و تجارت محصولات کشاورزی به وزارت جهادکشاورزی را معیار کارها قرار دهیم به‌نظر می‌رسد که افق تازه‌ای گشوده شده است.

تنظیم بازار محصولات کشاورزی مثل شکر، گندم، جو، برنج، سویا، ذرت و... که ارزش تجارت خارجی آنها سالانه حدود ۱۲ میلیارد دلار است کار بزرگی است که وزارت محترم جهادکشاورزی می‌تواند و باید به‌نفع تولید داخل انجام دهد.

این کاری است که اگر دولت یازدهم با کامیابی آن را به فرجامی نیکو برساند. نامش و یادش به نیکی در تاریخ می‌ماند. باید برنامه‌ریزی کرد و از سختی‌های کوتاه‌مدت هراس نکرد.

# مکانیزه کردن تولید نیشکر در کشور هندوستان

نویسنده : آر.ان.اس. یاداو؛ انستیتو مرکزی مهندسی (ICAR) بهپول – هندوستان
ترجمه : مهندس احمد محمدی

کلید واژه: قلمه‌کار نیشکر مجهز به دستگاه برش، مدیریت راتون، ادوات کشاورزی، پروژه ملی تکنولوژی کشاورزی

## چکیده

در کشور هندوستان بیشتر عملیات کشاورزی مربوط به تولید نیشکر با استفاده از ابزار سنتی، تجهیزات و ماشین‌های کشاورزی انجام می‌گیرد مکانیزه کردن زراعت نیشکر طرحی است که طی تغییراتی، زراعت نیشکر به شیوه‌های مدرن جایگزین روش‌های سنتی موجود می‌شود.

مکانیزه کردن زراعت نیشکر روش‌های مناسب خاک‌ورزی، کشت، کنترل علف‌های هرز بوسیله ماشین (خرد کردن و مخلوط کردن آنها با خاک)، حفاظت از محصول، برداشت، بارگیری و دیگر عملیات پس از برداشت نیشکر از جمله، عملیات بازرویی(Ratooning) را شامل می‌شود. مزایای مکانیزه کردن زراعت نیشکر مواردی چون افزایش بهره‌وری، انجام به موقع عملیات، افزایش کیفیت کارها، استفاده بهینه از نهاده‌ها (منابعی مانند بذر، کود و مواد شیمیایی) کاهش هزینه‌های کل زراعت نیشکر و کارهای سخت انسانی را شامل می‌شود. هزینه زراعت نیشکر در کشور هندوستان بین ۸۰۰ تا ۱۰۰۰ دلار در هکتار است که تقریباً ۲۵ تا ۳۰ درصد این هزینه که برابر با ۲۲۰ دلار در هکتار است مربوط به نیروی کارگری است (نیروی کارگری که به انجام کار بدنی مشغول است). سیستم مکانیزه زراعت نیشکر در مقایسه با انجام عملیات زراعت نیشکر به روش سنتی باعث صرفه‌جویی، ۳۰ تا ۶۰ درصد هزینه‌ها می‌شود. مکانیزه کردن زراعت نیشکر نه‌تنها موجب کاهش هزینه (حقوق و دستمزد) عملیات مختلف می‌شود بلکه انجام به‌موقع این عملیات نیز دارای منافع اقتصادی است. مطالعات انجام شده روی بازخورد (Feed Back) مکانیزه کردن زراعت نیشکر تحت پروژه ملی تکنولوژی کشاورزی National Agriculture Technology Project, (NATP) هندوستان (ICAR) نشان می‌دهد که نیشکرکاران هندی به‌تدریج درحال پذیرش استفاده از ماشین‌های کشاورزی مدرن در عملیات انتخابی مانند خاک‌ورزی و کشت به دو روش مالکیتی و استیجاری هستند. باتوجه به شرایط کشور هندوستان با اجرای مناسب مکانیزاسیون به‌طور کلی بهره‌وری محصول نیشکر ۱۵-۱۰ درصد می‌تواند افزایش پیدا کند.

با این‌حال برای دسترسی نیشکرکاران به تجهیزات مکانیزه زراعت نیشکر محدودیت وجود دارد. همچنین طراحی یک هاروستر مناسب و قابل دسترس در بازار نیاز فوری است.

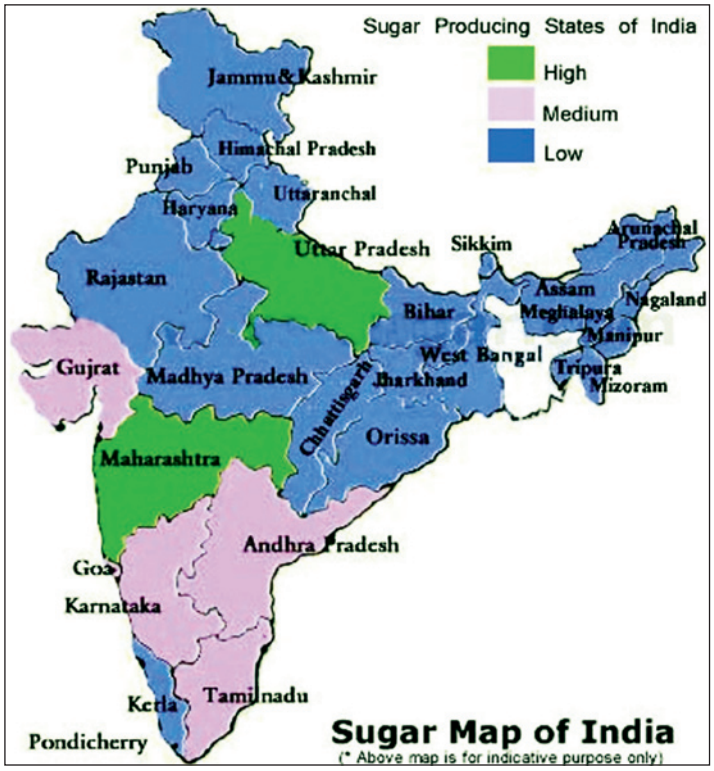
## مقدمه

۴/۲ میلیون هکتار از اراضی کشور هندوستان تحت کشت نیشکر قرار دارند این مقدار برابر با ۳۰ درصد کل زمین‌های زیرکشت در این کشور است سهم محصول نیشکر در ارزش ناخالص تولیدات کشاورزی هندوستان ۷/۵ درصد است. تقریباً زندگی ۶۰ میلیون کشاورز هندی به کشت نیشکر بستگی دارد و همین تعداد کارگران کشاورزی هستند که زندگی خود را از طریق کارکردن در مزارع نیشکر می‌گذرانند. صنعت نیشکر بعد از پنبه و صنایع نساجی بزرگ‌ترین تأمین‌کننده اشتغال در کشور هندوستان است و اشتغال بیش از ۷ درصد مردم روستاهای این کشور را تأمین کرده است.

کشور هندوستان با میانگین تولید ۷۰ تا ۸۰ تن نیشکر در هکتار و کل تولید حدوداً ۳۰۰ میلیون تن نیشکر بعد از کشور برزیل بزرگ‌ترین تولیدکننده نیشکر است.

نیشکر به‌عنوان ماده خام اولیه تمام شیرین‌کننده‌های اصلی است که در کشور تولید می‌شوند. حدود ۶۰ درصد از کل محصول نیشکر برای تولید ۲۲ میلیون تن شکر در سال

۴/۲ میلیون هکتار از اراضی کشور هندوستان تحت کشت نیشکر قرار دارند این مقدار برابر با ۳۰ درصد کل زمین‌های زیرکشت در این کشور است سهم محصول نیشکر در ارزش ناخالص تولیدات کشاورزی هندوستان ۷/۵ درصد است




مورد استفاده قرار می‌گیرد. و در حدود ۳۰ درصد از کل محصول نیشکر توسط دو صنعت روستایی مهم که عبارتند از گور (Gur(Jaggery و خاندساری (Khandsari) برای تولید تقریباً ۱۰ میلیون تن شیرین‌کننده مصرف می‌شوند. ۱۰ درصد باقی‌مانده محصول نیشکر به‌عنوان بذر استفاده می‌شود. صنعت شکر تسک فورس (Task Force) در برنامه پنج ساله‌اش تخمین زد که در سال زراعتی ۲۰۰۷-۲۰۰۶ تولید نیشکر در کشور هندوستان به ۳۵۷/۶۸ میلیون تن خواهد رسید و تولید شکر مطابق هدف تعیین شده در این برنامه ۲۱/۳ میلیون تن خواهد بود.

اکنون نیشکر در سراسر کشور هندوستان به غیر از مناطقی مانند کشمیر و هیماچال‌پراداش که دارای زمین‌های پر از تپه و ماهور هستند کشت می‌شود. نواحی از کشور هندوستان که در آنها نیشکر رشد می‌کند به دو منطقه آب و هوایی –کشاورزی و به‌عبارت دیگر به مناطق استوایی و نیمه‌استوایی طبقه‌بندی شده‌اند.

بخش‌های عمده کشت نیشکر در کشور هندوستان در امتداد کمربند نیمه‌استوایی قرار دارند. که ایالات اوتارپرادش، اوتاران چال، بیهار، پنجاب و هاریانا که از نظر رشد نیشکر با اهمیت هستند در این منطقه قرار دارند. نیشکر همچنین در چند نقطه از ایالات مادهیاپرادش، بنگال غربی، راجستان و آسام رشد می‌کند ولی بهره‌وری در این ایالات خیلی پایین است.

بخش‌های عمده کشت نیشکر در کشور هندوستان در امتداد کمربند نیمه‌استوایی قرار دارند. که ایالات اوتارپرادش، اوتاران چال، بیهار، پنجاب و هاریانا که از نظر رشد نیشکر با اهمیت هستند در این منطقه قرار دارند

نیشکر به‌طور گسترده‌ای در کمربند استوایی که شامل ایالاتی مانند ماهاراش‌ترا، اندهراپرادش، تامیل نادو و گوجرات رشد می‌کند. نیشکر محصولی استوایی است و ایالاتی که در منطقه استوایی کشور هندوستان قرار دارند دارای شرایط آب و هوایی – کشاورزی مساعدی برای رشد این گیاه هستند. عملکرد نیشکر در مناطقی که در کمربند استوایی قرار دارند در مقایسه با مناطقی که در کمربند نیمه‌استوایی هستند به نحوه چشمگیری بالاتر است. ایالت اوتارپرادش بزرگ‌ترین تولیدکننده نیشکر در کشور هندوستان است. و تقریباً ۴۵ درصد تولید کل نیشکر کشور متعلق به این ایالت است. ایالت تامیل نادو با تولید تقریباً ۱۱۴/۴ تن نیشکر در هکتار بالاترین عملکرد محصول را دارا است. ایالت ماهاراش‌ترا با استحصال ۱۱/۶ درصد شکر از نیشکر مقام اول را در کشور هندوستان از نظر درصد شکر به نیشکر به‌خود اختصاص داده است.

نیشکر محصولی است که آب و انرژی فراوانی مصرف می‌کند. در کشور هندوستان کشت نیشکر به‌طور کلی با روش‌های سنتی انجام می‌گیرد. که در این روش‌ها (روش‌های سنتی) نیروی کارگری زیادی استفاده می‌شود و انجام عملیات‌های مختلف کشاورزی مستلزم کارهای سنگین بدنی هستند. با توسعه ماشین‌ها و ابزارهای کشاورزی و کاربرد آنها در عملیات‌های مختلف زراعت نیشکر صرفه‌جویی در استفاده از شماری از نیروی کارگری به‌عمل آمد. استفاده از ماشین‌ها و ادوات کشاورزی در زراعت نیشکر با کمک سازمان‌ها و پروژه‌های گوناگونی مانند هماهنگ‌کننده تمام پروژه‌های تحقیقاتی ادوات و ماشین‌های کشاورزی هندوستان، انستیتو هندی تحقیقات نیشکر لاک نو (Luck now)، دیگر آژانس‌های دولتی و خصوصی و پروژه ملی تکنولوژی کشاورزی (NATP) روی مکانیزاسیون نیشکر، جنبه تجارتی پیدا کردند و یا به عبارت دیگر وارد چرخه نظام بهره‌برداری نیشکر شدند.

پیشرفت ماشین‌های زراعت نیشکر ساخت کارنده‌های ریزشی قلمه نیشکر (Sugarcane drop planters) قلمه‌کار یک تا سه ردیفه نیشکر مجهز به دستگاه برش(one, two and three-row cutter planters) ماشین‌های چندمنظوره با داشتن کارکردهای متفاوتی مانند قلمه‌کار نیشکر، خطی کار بذر، خاک‌ورزی در زمین غرقاب و کشت ردیفی (Pudller and row cultivation)، چاله‌کن و جوی‌ساز (Pitdiggers and trenchers) پیشرفت در طراحی ابزار و ماشین‌های برداشت نیشکر مانند چاقوها، تیغه‌های برگ زن نیشکر، تراکتور هاروستر برداشت ساقه کامل نیشکر، هاروسترهای چندکاره نیشکر مجهز به ساقه

خردکن (Chopper type) و غیره را شامل می‌شوند. تلاش مشترک و هماهنگ بخشی از دولت، شرکت‌های خصوصی، سازندگان ماشین‌های نیشکر و سازمان‌های غیردولتی نیاز است تا نیشکرکاران به اهمیت استفاده از ماشین‌ها آگاهی پیدا کنند، آنها را بپذیرند و به‌کار گیرند. تقریباً ۷۰-۶۵ درصد هزینه تولید شکر مربوط به هزینه‌های تولید و برداشت محصول نیشکر است. کمیابی نیروی کار در خلال دوره‌های حساس عملیات کشاورزی نیشکر بیش از همه معنی‌دار است. مکانیزه کردن عملیات مزرعه‌ای یکی از راه‌های به حداقل رسانیدن هزینه‌های کارگری است.

در طرح راهنمای تغییرات در کشاورزی کشور هندوستان مرتبط با افزایش جمعیت تنوع در کشاورزی برای پایداری آن و امنیت‌غذایی کشور به‌عنوان امری اجتناب‌ناپذیر مطرح شده است در این طرح تولید شکر و نیشکر به شکل صنعتی آن بخش با اهمیتی از کشاورزی هندوستان محسوب شده است. این مقاله پیوندی بین جایگاه کنونی مکانیزاسیون در کشور هندوستان و نیازهای آینده آن برپایه سیستم‌های زراعی نیشکر برقرار می‌کند.

## مواد و روش‌ها

پروژه ملی تکنولوژی کشاورزی (NATP) مسؤولیت مطالعات روی مکانیزاسیون نیشکر در کشور را برعهده گرفت. در این مطالعات عملیات مختلف کشت نیشکر، نیروی انسانی مورد نیاز انجام هر عملیات و مناطقی که برای اجرای برنامه مکانیزاسیون در اولویت قرار گرفتند مشخص شدند و مقرر شد فعالیت‌های تحقیق و توسعه در مراکز مختلف مرتبط با این پروژه ادامه یابند. متناسب با شرایط مختلف زراعت نیشکر ماشین‌های گوناگونی طراحی شدند، توسعه پیدا کردند، بهبود یافتند و به شرح زیر مورد پذیرش قرار گرفتند.

## ماشین‌های تهیه بستر بذر

برای تهیه بستر بذر به روش سنتی ۳۰ نفر روز در هکتار مورد نیاز است. بیشترین ادواتی که در تهیه‌زمین سایر محصولات زراعی به‌کار می‌روند در تهیه زمین کشت نیشکر نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند. تقریباً ۱۸ درصد کل انرژی مورد نیاز زراعت نیشکر در خاک‌ورزی مصرف می‌شود و محدوده گسترده‌ای از ماشین‌های مختلف کشاورزی با کارکردهای متفاوت در شیوه‌های متنوع عملیات تهیه زمین مورد استفاده قرار می‌گیرند.

* طرح‌های متفاوتی از گاوآهن‌ها، چنگک‌ها، تیلرها، تخته ماله‌ها، کلوخ خردکن‌ها، شکل‌دهنده‌های پشته، ماله‌ها، جوی‌سازها، چاله‌کن‌ها و شکل‌دهنده‌های بستر طبق سازگاری آنها با شرایط مختلف خاک مورد استفاده قرار می‌گیرند. برای کشت نیشکر به روش Flat، به‌وسیله ادوات شیارزن (Ridgers/ Furrowers) در اندازه‌های متفاوت خاک را مطابق نیاز شکل می‌دهند. زیرشکن‌ها در اندازه‌ها و انواع مختلف برای خرد کردن لایه‌های سخت تشکیل شده در عمق‌های متفاوت به‌کار می‌روند.

## ماشین‌های کشت نیشکر

تقریباً ۲۰ درصد از انرژی مورد نیاز زراعت نیشکر صرف عملیات کشت آن می‌شود. این عملیات پس از عملیات برداشت نیشکر دشوارترین است و بیشترین نیروی کارگری را نیاز دارد. برای کشت نیشکر به روش سنتی که شامل عملیات مزرعه‌ای، پوشال‌زدایی قلمه‌ها، تهیه قلمه و... هستند. به ۳۵ نفر روز در هکتار احتیاج است. نیشکر در مناطق استوایی و نیمه‌استوایی کشور هندوستان کشت می‌شود و تحت شرایط اجتماعی مختلف، محدوده‌ای از روش‌های متفاوت کشت مورد استفاده قرار می‌گیرند.

سیستم‌های گوناگون کشت شامل کشت فلت و کشت داخل جوی، کشت در زمین خشک یا مرطوب، کشت دوردیفه یا زیگزاکی (Staggered row or paird row planting)، کشت چاله‌ای یا کشت حلقه‌ای، کشت نشائی با فاصله و کشت بافت هستند.

در نواحی که نیشکر کشت می‌شود تهیه قلمه به‌صورت دستی یا مکانیکی انجام می‌گیرد. شیارزنی به‌وسیله گاوآهن سنتی هندی که روی گُوه آن گونی پر شده از سرنی یا برگ‌نی به‌منظور تعریض شیار نصب می‌شود، انجام می‌شود. از تراکتور که ادوات شیارزن دو یا سه ردیفه را به‌دنبال خود می‌کشد نیز برای شیارزنی استفاده می‌شود. در کشت از قلمه‌های ضدعفونی شده که دارای دو یا سه جوانه (گره) هستند استفاده می‌شود و کودپاشی آنها به شکل دستی انجام می‌گیرد. عمل پوشش قلمه‌ها بوسیله شاخکهای دستگاه تیلر یا الوار(planking) صورت می‌گیرد.

در خاک‌های سنگین از فشار دادن خاک روی قلمه اجتناب می‌شود. جهت کنترل هجوم موریانه سمپاشی انجام می‌شود. بنابراین تمام عملیاتی که به‌ترتیب انجام می‌شوند زمان‌بر است و انجام آنها مستلزم کارهای شاق توسط انسان و حیوانات است یک‌وسیله برش مکانیکی قلمه که نیروی محرک خود را از موتور الکتریکی، دیزل و یا تراکتور می‌گیرد برای سرعت بخشیدن به تهیه قلمه و اقتصادی کردن این کار، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

تقریباً ۱۸ درصد کل انرژی مورد نیاز زراعت نیشکر در خاک‌ورزی مصرف می‌شود و محدوده گسترده‌ای از ماشین‌های مختلف کشاورزی با کارکردهای متفاوت در شیوه‌های متنوع عملیات تهیه زمین مورد استفاده قرار می‌گیرند

شکل ۱: قلمه‌کار نیشکر مجهز به دستگاه برش در حال انجام کار

## کارنده‌های ریزشی قلمه نیشکر

کارنده‌های ریزشی قلمه نیشکر (Drop planters) در طرح‌های مختلف توسعه یافتند و به نیشکرکاران عرضه شدند به هرحال توسعه قلمه‌کاری‌های نیشکر مجهز به دستگاه برش (Cutter planter) در طرح‌های متفاوت (شکل ۱) و پذیرش و به‌کارگیری آنها توسط نیشکرکاران انجام کار را آسان‌تر کرده است و نیشکرکاران دریافته‌اند که کشت ماشینی اقتصادی‌تر است زیرا در یک نوبت و به‌نحو کارآمدی تمام عملیات مورد نیاز کشت نیشکر انجام می‌شوند. هزینه سنتی کشت نیشکر ۱۲۰ دلار در هکتار است درحالی‌که هزینه‌های کشت ماشینی تقریباً ۴۰ دلار در هکتار است. در کشور هندوستان تحقیق و توسعه و استفاده از قلمه‌کار نیشکر مجهز به دستگاه برش به‌منظور سازگار کردن آن با سیستم‌های زراعی مختلف نیشکر در جریان است. همچنین کشت حلقه‌ای یا کشت نیشکر در چاله به‌دلیل عرضه و در دسترس بودن دستگاه چاله حفرکن پشت تراکتوری که قادر است به‌صورت یک و دو ردیفه چاله‌هایی را با قطر ۷۰-۶۰ سانتی متر و عمق ۳۰ سانتی متر حفر نماید در نواحی نیشکر خیز در حال گسترش است.

کودپاشی‌هایی که نیروی محرکه خود را از تراکتور و تیلر می‌گیرند و برای کودپاشی مزارع کشت اول (Plant) و بازرو (Ratoon) به‌کار می‌روند بهبود یافتند و مورد پذیرش قرار گرفتند.

## تجهیزات آبیاری

نیشکر محصولی با آبیاری فشرده است و یا به عبارتی دیگر آبیاری زیاد نیاز دارد. گستره متفاوتی از روش‌های آبیاری در کشور هندوستان مورد استفاده قرار می‌گیرند. بالاترین میزان انرژی مورد استفاده در سیستم تولید نیشکر مربوط به آبیاری است و تقریباً ۳۹/۵ درصد از کل انرژی مورد نیاز تولید نیشکر را شامل می‌شود، که برابر ۱۰۰-۷۰ هزار مگاژول در هکتار است. مشخص شده است که آبیاری قطره‌ای مؤثرترین روش آبیاری است و پس از آن روش‌های آبیاری بارانی و شیاری (Ridg and furrow) قرار دارند. آبیاری به روش یک‌درمیان شیاری (Skipfurrow Irrigation) در زراعت نیشکر مؤثر و کارآمد است.

از روش آبیاری غرقابی فقط در مناطقی که منابع آب فراوان در دسترس باشد استفاده می‌شود. هزینه آبیاری به روش قطره‌ای برای هر هکتار ۸۰۰ تا ۱۰۰۰ دلار است.

در این روش کوددهی همراه آبیاری صورت می‌گیرد. این روش آبیاری عملکرد نیشکر را ۳۰ تا ۳۵ درصد افزایش می‌دهد.

## تجهیزات مبارزه با علف‌های هرز و خاک‌دهی پای ساقه‌های نیشکر

در زراعت نیشکر پس از آبیاری وجین کردن علف‌های هرز و مخلوط کردن آنها با خاک با اهداف حفظ رطوبت خاک و اضافه کردن کود سبز به آن انجام می‌شود. خاک‌دهی پای ساقه‌های نیشکر برای جلوگیری از خوابیدگی صورت می‌گیرد برای عملیات خردکردن و مخلوط کردن علف‌های هرز در خاک (Inter-row cultivation) از روش‌های گوناگونی مانند ابزار سنتی به شکل دستی، استفاده از نیروی حیوانات و ادواتی که نیروی محرکه خود را از تراکتور و تیلر می‌گیرند، استفاده می‌شود.

عملیات خردکردن و مخلوط کردن علف‌های هرز با خاک به روش سنتی با تقریباً ۱۰۰ نفر روز در هکتار و با صرف هزینه‌ای تقریباً ۲۰۰ دلار در هکتار انجام می‌گیرد این درحالی است که انجام این کار به روش مکانیزه تقریباً ۵۰ تا ۶۰ دلار در هکتار هزینه دارد.۲/۷ درصد کل انرژی مورد نیاز زراعت نیشکر صرف عملیات خردکردن و مخلوط کردن علف‌های هرز با خاک می‌شود. مشخص شده است که مبارزه با علف‌های هرز به روش‌های مکانیکی از لحاظ اقتصادی با صرفه‌تر است و هزینه‌های آن ۳۳ درصد از هزینه‌های روش‌های سنتی مبارزه با علف‌های هرز کمتر است. انواع متفاوت تجهیزاتی که برای برش و مخلوط کردن علف‌های هرز در خاک استفاده می‌شوند در بازار کشور هندوستان وجود دارند.

## ادوات سمپاشی

نمونه‌های مختلفی از ادوات سمپاشی (محلول‌پاش‌ها و گردپاش‌ها) که برای کاربرد علف‌کش‌ها و حشره‌کش‌ها

در زراعت نیشکر پس از آبیاری وجین کردن علف‌های هرز و مخلوط کردن آنها با خاک با اهداف حفظ رطوبت خاک و اضافه کردن کود سبز به آن انجام می‌شود

شکل ۲: هاروستر بومی نیشکر - ماشین (هاروستر) تحت یک عملیات گسترده مزرعه‌ای در حال آزمایش است

در کشـور هندوستان مورد استفاده قرار می‌گیرند حشرات و آفات را به‌نحو مؤثری کنترل می‌کنند.

در زراعت نیشـکر سیسـتم مدیریـت یکپارچه آفات Integrated Pest Management (IPM) دنبال می‌شود. همچنین ادوات محلول‌پاشی که با فشار هوای پمپ باد پشت تراکتوری عمل می‌کنند و عرض بوم آنها به شـکل دستی قابل تغییر است، استفاده می‌شوند.

## سرپا نگهداشتن ساقه‌های نیشکر

متداول اسـت که سـاقه‌های نیشـکر را جهت سـرپا نگهداشتن (Propping) بوسیله برگ‌های نیشکر به یکدیگر گره می‌زنند تا از خوابیدگی ساقه‌های نیشکر (Lodging) جلوگیری بعمل آید. با این کار محصول نیشکر از خسارت جوندگان و سایر حیوانات محافظت می‌شود و ضمن افزایش عملکرد نیشـکر قابلیت برداشت آن بالا می‌رود و ضایعات نیز کاهش می‌یابد.

## برداشـت نیشـکر، برگ‌زدایـی سـاقه‌ها، توده کردن، بارگیری و حمل نیشکر

در مطالعـه‌ای که روی برداشـت نیشـکر انجام شـد اطلاعات مهمی در مورد برداشت دستی نیشکر که در کشور هندوستان مرسوم اسـت به‌دست آمد، در مناطق مختلف انواع متنوعی از چاقوها (قمه‌های نی‌بری دستی) در اندازه‌ها، شکل‌ها و وزن‌های متفاوت در برداشت نیشکر مورد استفاده قرار می‌گیرند برداشت نیشکر به روش دستی عملیاتی است که با نیروی کارگری زیادی انجام می‌شود.

در مناطق استوایی نیروی کارگری مورد نیاز برای انجام عملیات برداشت دستی نیشکر به روش دستی در محدوده ۸۰۰ تا ۱۰۰۰ نفر سـاعت در هکتار اسـت در حالی‌که در مناطق نیمه‌استوایی این محدوده ۱۲۰۰ تا ۱۵۰۰ نفر ساعت در هکتار است که تعداد نفر ساعت مورد نیاز برای انجام آن از همهٔ عملیات کشـاورزی دیگر زراعت نیشکر بالاتر است. هزینه برداشـت نیشـکر ۱۵۰ تا ۲۰۰ دلار در هکتار است (جدول شماره ۱)

در مناطق شـمالی کشور هندوسـتان برداشت نیشکر بـدون هزینـه انجام می‌گیـرد و به این صورت اسـت که کارگرانی که برداشـت نیشـکر را انجام می‌دهند دستمزد خود را به‌صورت نقدی دریافـت نمی‌کنند، بلکه به‌صورت یک معامله پایاپای سرنی‌های سبز نیشکر را برای استفاده خوراک دام جمع‌آوری می‌کنند. اما در مراحل بعدی فصل برداشت که سرنی‌های نیشکر خشک می‌شود انجام عملیات برداشت به شکل بدون هزینه با مشکل روبه‌رو می‌شود.

تأخیر در عملیات برداشت روی کیفیت نیشکر، عملکرد آن، شـربت و اسـتحصال شکر از نیشـکر تأثیر می‌گذارد. به‌زودی کل کشـور هندوستان با کمیابی نیروی کار ماهر برای برداشـت نیشـکر مواجـه خواهد شـد. بنابراین یک ضرورت اسـت که دروگر نیشـکر (ماشینی شدن عملیات برداشـت) مخصوصـاً در ایالاتی مانند ماهاراشـترا، تامیل نادو، اندهراپرادش و کارناتاکا که برداشـت نیشکر با هزینه (پرداخت دستمزد) انجام می‌گیرد معمول شود.

در شرایط استوایی هزینه‌های برداشت نیشکر به‌دلیل کمبود نیروی کارگری هر سـال افزایش پیدا می‌کند زیرا وابسـتگی برداشـت نیشـکر به نیروی کارگری خیلی بالا است و این نیروها بسیاری از مواقع شرایط خود را تحمیل می‌کننـد. بنابرایـن مکانیزه کردن ایـن عملیات یک نیاز مبرم اسـت. افزون بر این برداشـت ماشـینی امکان انجام به‌موقع عملیات را فراهم می‌کند، زحمات انسانی را کاهش می‌دهـد، کیفیت انجام کارهـا را بهتر می‌کند، هزینه‌ها را

در شرایط استوایی هزینه‌های برداشت نیشکر به‌دلیل کمبود نیروی کارگری هر سال افزایش پیدا می‌کند زیرا وابستگی برداشت نیشکر به نیروی کارگری خیلی بالا است و این نیروها بسیاری از مواقع شرایط خود را تحمیل می‌کنند

| جدول ۱: میانگین نفر ساعت و جفت گاو نر ساعت در هکتار در زراعت نیشکر | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| عملیات | نفر ساعت در هکتار | یک جفت گاونر ساعت در هکتار | هزینه عملیات در روش سنتی به دلار | تعداد کارگر مورد نیاز در زراعت مکانیزه | هزینه عملیات در زراعت مکانیزه به دلار |
| خاک‌ورزی اولیه | ۳۳۱/۵ | ۲۴۵ | ۱۶۴ | ۷ | ۳۰ |
| کوددهی | ۲۳۸ | ۳۱/۲ | ۶۰ | ۲۳۸ | ۲۰ |
| کشت | ۳۳۷/۵ | ۳۰/۶ | ۸۰ | ۲۰ | ۴۴ |
| آبیاری | ۳۹۲ | ۶۴/۴ | ۱۰۰ | ۳۹۲ | ۱۰۰ |
| خرد کردن و مخلوط کردن علف‌های هرز با خاک و سایر عملیات | ۸۱۶ | - | ۱۷۴ | ۸۱۶ | ۵۴ |
| برداشت و برگ‌زدایی ساقه ها | ۹۹۰ | - | ۲۰۰ | ۳۲ | ۲۰۰ |
| جمع | ۳۰۳۵ | ۳۹۸/۶ | ۷۷۸ | ۱۵۰۵ | ۴۴۸ |

کاهش می‌دهد، مزارع را برای کشت بعدی تمیز می‌کند و بهره‌وری را در کل افزایش می‌دهد. بر پایه تجارب به‌دست آمده پس از آزمایش طرح‌های مختلف هاروستر موجود در کشور، هاروستر مناسب کار در شرایط هندوستان شکل گرفت به عبارت دیگر با اقتباس از هاروسترهای موجود در کشور هندوستان هاروستر جدیدی طراحی گردید که مناسب شرایط کار در هندوستان است. (شکل ۲)

امکان تولید گراپ لودر در کشور وجود دارد ولی در بارگیری نیشکر از آن استفاد نمی‌شود. حمل نیشکر به‌وسیله گاری دوچرخ مدل ADV که توسط دو گاو نر کشیده می‌شود، تریلرهای پشت تراکتوری، کامیون‌ها و واگن‌های قطار انجام می‌شود. روش‌های متفاوت حمل براساس فاصله حمل نی تعیین می‌شوند. همچنین شماری دیگر از مزیت‌های زراعی در سیستم تولید مکانیزه نیشکر مشاهده شدند.

مکانیزاسیون گرچه باعث کاهش نیروی انسانی موردنیاز شده است ولی اثری روی هزینه عملیاتی چون آبیاری و سایر عملیات‌های کشاورزی پس از کشت ندارد.

داده‌ها همچنین نشان می‌دهد گرچه نیروی انسانی مورد نیاز در برداشت نیشکر به شکل معنی‌داری کاهش یافت ولی درحال‌حاضر هزینه‌های برداشت ماشینی نیشکر از برداشت دستی بیشتر است. موضوع مهم این است که هاروستری مناسب شرایط هندوستان به‌صورت تجاری در دسترس نیست و نیاز است که این فناوری توسعه یابد.

## نتایج

زراعت نیشکر به نیرو کارگری زیادی احتیاج دارد. برای تأمین شکر بازار داخلی، بالابردن صادرات و درآمدهای ارزی، محصول نیشکر باید افزایش پیدا کند. رسیدن به این اهداف مستلزم استفاده از شیوه‌های مدرن زراعت نیشکر است.

مکانیزاسیون مناسب زراعت نیشکر نه‌تنها می‌تواند هزینه‌های این محصول را به میزان ۳۰۰ تا ۵۰۰ دلار در هکتار کاهش دهد بلکه حداکثر نیروی کارگری مورد نیاز را نیز کاهش می‌دهد که بیش از پیش دارای اهمیت قابل‌ملاحظه است.

در شرایط کنونی مکانیزاسیون نیشکر محدود به عملیات انتخابی مانند خاک‌ورزی، فاروزنی، بخشی از عملیات کشت و مبارزه ماشینی با علف‌های هرز (خردکردن و مخلوط کردن علف‌های هرز با خاک) است.

ماشین‌های مناسب زراعت نیشکر توسعه پیدا کردند ولی تجارتی کردن و کاربرد گسترده‌تر آنها نیاز به سرمایه‌گذاری سودآور دارد. استراتژی روش استفاده از ماشین‌آلات اجاره‌ای که در هندوستان متداول است، کارآمد است زیرا اکثریت کشاورزان هندی خرده مالک هستند و این استراتژی دارای مزیت عالی برای آنها است.

این استراتژی که بر پایه ماشین‌های اجاره‌ای استوار است برای کشاورزان این امکان را فراهم می‌کند که از تکنولوژی مدرن جهت داشت، برداشت و حمل نیشکر بهره‌مند شوند و تولید و بهره‌وری را افزایش دهند.

لازم است تحقیقات بیشتر و فعالیت‌های گسترده‌تری در زمینه مدیریت برداشت مکانیزه، راتون و تراش انجام گیرد.

این یک نیاز است که در هر ناحیه همگام با مکانیزه کردن سیستم‌های کشاورزی، ماشین‌آلات و عملیات‌های کشاورزی متناسب با شرایط مختلف محیطی که نیشکر در آن رشد می‌کند بهینه‌سازی شوند.

**در شرایط کنونی مکانیزاسیون نیشکر محدود به عملیات انتخابی مانند خاک‌ورزی، فاروزنی، بخشی از عملیات کشت و مبارزه ماشینی با علف‌های هرز (خردکردن و مخلوط کردن علف‌های هرز با خاک) است**

# چگونه می‌توان مواد مغذی لازم برای گیاه را به‌صورت اقتصادی تأمین کرد؟

نقل از: Zückerrübe 2012/4

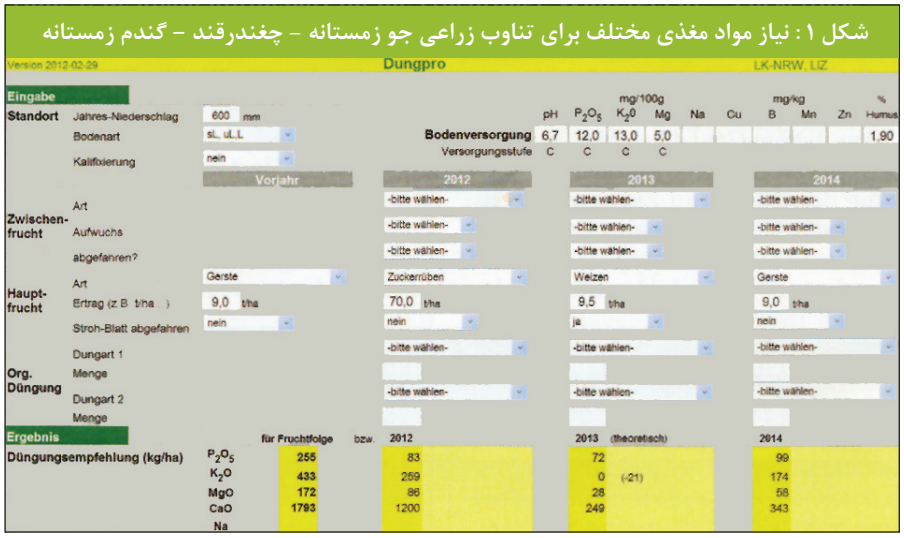
نویسندگان : فرانک شمیتز، شرکت فایفر و لانگن، کارخانه اویس کریشن، تیم ویش من، کارخانه اپل دورن

ترجمه : دکتر محمد الهی

## چکیده

استفاده از فواصل زمانی در دادن کودهای معدنی به زمین در پایان سال ۲۰۰۸ و همچنین کاهش قابل‌توجه و مشخص قیمت این کودها و سپس افزایش شدید قیمت بعضی از کودها (از قبیل دی‌آمونیم فسفات = DAP، کلسیم آمونیوم نیترات = KAN، آمونیوم نیترات اوره = ANL) در سال ۲۰۰۹، سبب شد که توجه به استفاده از مدیریت تقسیم کود شود تا بتوان هزینه‌های تولید را در این زمینه بهینه کرد.

شکل ۱ : نیاز مواد مغذی مختلف برای تناوب زراعی جو زمستانه - چغندرقند - گندم زمستانه




اولین شاخص در تعیین میزان کودی که استفاده می‌شود، براساس مشخص کردن میزان دقیق مصرف سالانه مواد مغذی از خاک توسط گیاه است. در اینجا می‌توان چندین فاکتور مؤثر بر مصرف مواد مغذی را مشخص کرد و از آنها استفاده کرد. در تعیین کامل مواد مغذی باید در کنار مغذی‌های اصلی (درشت مغذی‌ها)، ریزمغذی‌ها نیز موردتوجه قرار گیرند تا بتوان اثر محدودکننده، کمبود مواد مغذی را حذف کرد.

در این ارتباط کمک زیادی توسط برنامه کوددهی Landwirtschflicher Informations dient Zückerrübe (LIZ) (مرکز خدمات اطلاع‌رسانی کشاورزان چغندرقند) انجام می‌شود. این برنامه می‌تواند برای اغلب زمین‌های کشاورزی و مراتع میزان لازم مواد درشت و ریز مغذی را محاسبه نماید. در این برنامه موارد زیر مورد توجه قرار می‌گیرند:

* مواد مغذی برداشت شده توسط کشت اصلی و کشت میانه
* مواد مغذی از بین رفته (شسته‌شده)
* تثبیت مواد مغذی
* مقدار مواد مغذی خاک
* مقدار مواد مغذی وارد شده به خاک توسط کودهای آلی

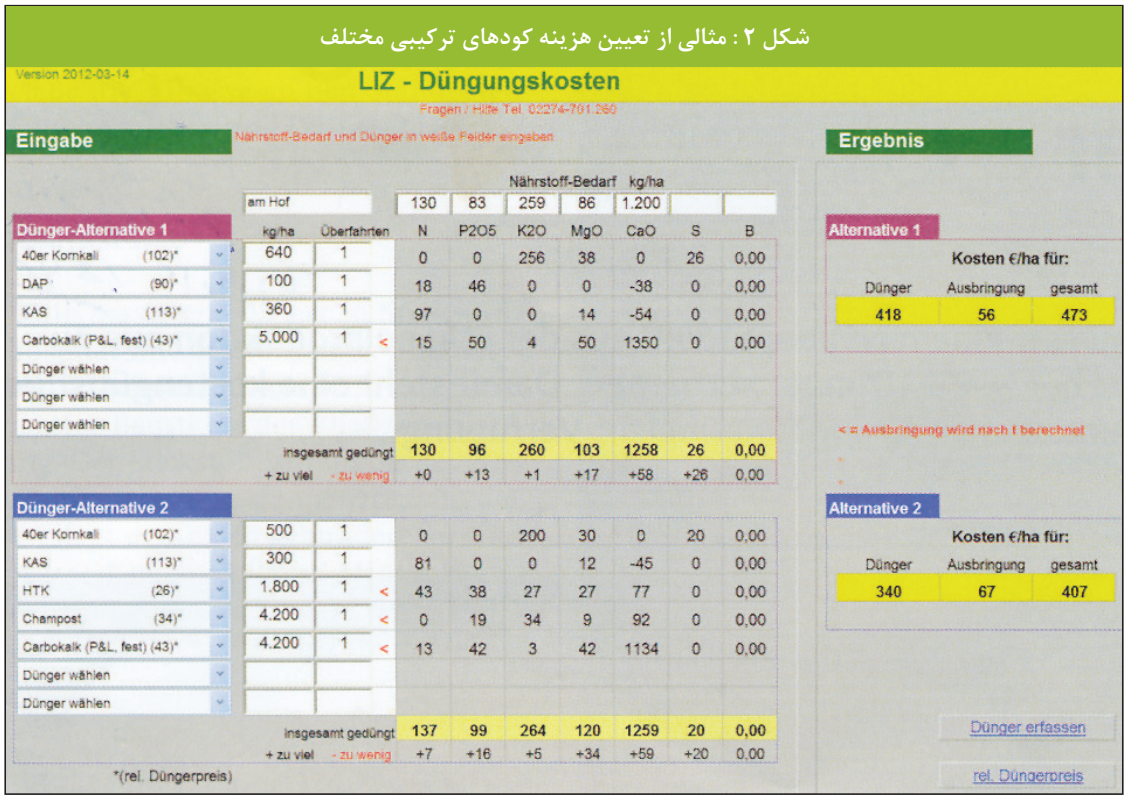
در این ارتباط نیز جنبه‌های کشاورزی کودهای دارای پتاسیم و یا کلسیم به سیب‌زمینی یا دادن کود در زیرخاک به ذرت نیز مورد توجه قرار می‌گیرد.

اعداد مربوط به خاک، پایه تعیین مواد مغذی لازم هستند. درصورتی‌که میزان مواد مغذی موجود در خاک مشخص نشود، این برنامه باتوجه به نوع خاک، میزان متوسط مواد مغذی موجود در خاک را برای محاسبات خود درنظر می‌گیرد و میزان مواد مغذی که باید توسط کودهای آلی به خاک داده شود، را باتوجه به متوسط اعداد درنظر گرفته شده محاسبه می‌کند. هرچند باید با آنالیز دقیق خاک، یک تصحیح در محاسبات انجام شده، صورت پذیرد.

نتیجه محاسبات میزان باقی‌مانده مواد مغذی در خاک برای هرچند سال به‌طور جداگانه و برای کل تناوب زراعی

اولین شاخص در تعیین میزان کودی که استفاده می‌شود، براساس مشخص کردن میزان دقیق مصرف سالانه مواد مغذی از خاک توسط گیاه است

شکل ۲ : مثالی از تعیین هزینه کودهای ترکیبی مختلف




بعدی است. در (شکل ۱)، این محاسبات برای تناوب زراعی به‌ترتیب جو زمستانه، چغندرقند، گندم زمستانه محاسبه شده است. نتایج این مثال برای چغندرقند شامل: ۸۳ کیلوگرم $P_2O_5$، ۲۵۹ کیلوگرم $K_2O$، ۸۶ کیلوگرم MgO و ۱۲۰۰کیلوگرم CaO به‌ازاء هر هکتار است.

## مقایسه برنامه‌های کوددهی

در دومین مرحله باید تصمیم گرفته شود که با چه نوع کودی (معدنی و یا آلی) تأمین مواد مغذی خاک با بهینه‌کردن هزینه کود انجام شود.

این مشخص است که کودهای معدنی (اوره و تریپل سوپر فسفات = KAS, AHL, DAP, TSP) با کودهای آلی متفاوت هستند، به‌صورت تکی یا ترکیب با یکدیگر وجود دارند که مبنایی برای مقایسه هزینه مواد مغذی استفاده شده است. در کنار هزینه مواد مغذی باید هزینه پخش کود نیز در محاسبات در نظر گرفته شود تا بتوان هزینه کل کوددهی را در باره هر نوع کود محاسبه کرد و با کودهای دیگر مقایسه کرد. مقایسه ارزش مالی هر نوع ماده مغذی در کود مشکل نیست. مشکل اصلی تعیین و مقایسه مجموعه‌ای از مواد مغذی کود، در کودهای مختلف (معدنی یا آلی) است، چرا که این مواد مغذی با یکدیگر متفاوت بوده و دارای غلظت‌های متفاوت نیز هستند. با استفاده از برنامه کوددهی LIZ بهینه‌سازی هزینه کوددهی و مقایسه آن، راحت است. در این برنامه مواد مغذی از کود که مهم‌تر بوده و دارای برتری نسبت به یکدیگر هستند، بررسی می‌شود، به‌طوریکه اقتصادی بودن ترکیب کود داده شده به‌گونه‌ای باشد که نیاز مواد مغذی لازم گیاه را بپوشاند، به‌طوری‌که باتوجه به این نیاز می‌توان کود لازم را انتخاب کرد.

در (شکل ۲) مثالی از مقایسه هزینه دو نوع ترکیب کود معدنی مختلف با یک ترکیب کود آلی محاسبه و نمایش داده شده است. مقدار نیاز ازت چغندرقند در برنامه کوددهی LIZ تعیین شده است. از نتیجه حاصله می‌توان گفت که نوع کود ۱ استفاده شده که یک نوع کود معدنی است، سبب یک افزایش هزینه برابر با ۶۶ یورو در هر هکتار نسبت به نوع کود آلی ۲ می‌شود. این موضوع ثابت شده است که ارزش داشته که ترکیبات مختلف کودی را باتوجه به نیاز مواد مغذی گیاه، قبلاً مورد بررسی قرارداد تا بتوان استفاده بهینه از این مواد کرد. برنامه کوددهی LIZ و تعیین هزینه کوددهی با این برنامه نه‌تنها برای چغندرقند، بلکه برای سایر محصولات زراعی نیز می‌تواند استفاده شود.

## تنوع در برنامه کوددهی LIZ

کودهای مختلف، قیمت آنها، میزان مواد مغذی و چگونگی پخش آنها در این برنامه به‌صورت جداگانه در محاسبات در نظر گرفته می‌شود و سبب می‌شود که نتایج مناسبی حاصل گردد.

کودهای مختلف، قیمت آنها، میزان مواد مغذی و چگونگی پخش آنها در این برنامه به‌صورت جداگانه در محاسبات در نظر گرفته می‌شود و سبب می‌شود که نتایج مناسبی حاصل گردد

# نوآوری در خشک‌کن‌های بخاری با بستر سیال

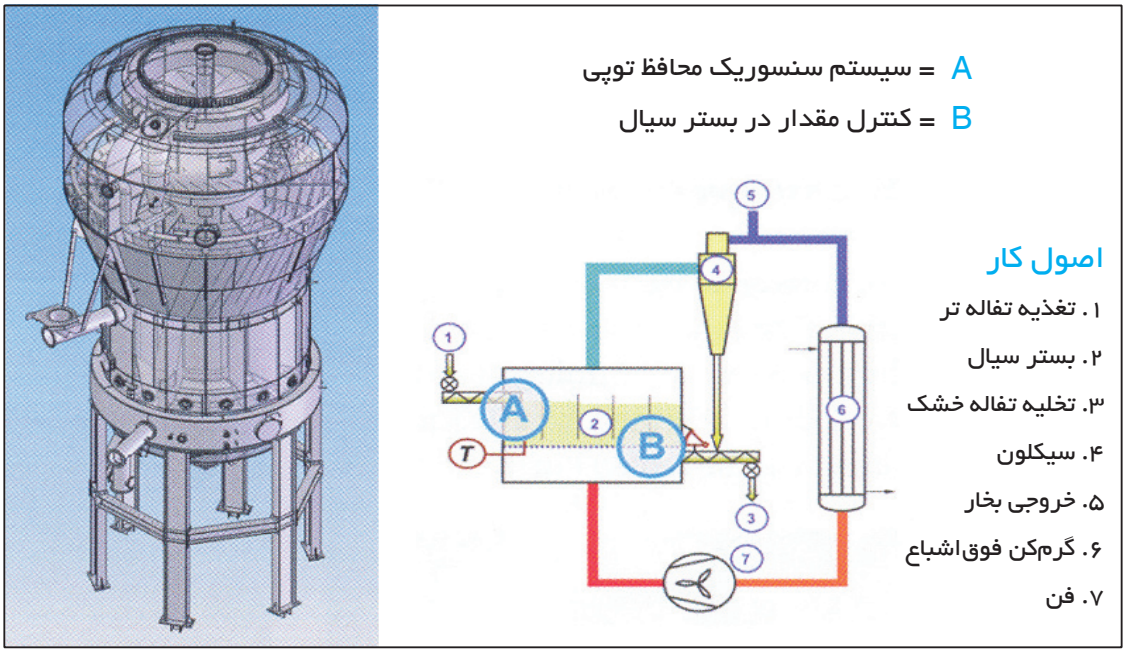
نقل از: Sugar Industry 2013/8
نویسندگان: گرالد کاسپرس و همکاران
ترجمه : دکتر رضا شیخ‌الاسلامی

کلید واژه: چغندرقند، خشک کردن تفاله، بستر سیال، بخار فوق اشباع

خشک کردن تفاله چغندرقند در بستر سیال تحت‌فشار به‌وسیله بخار آب فوق‌اشباع سال‌هاست که در صنعت قند رواج دارد و می‌توانـد در رابطه بـا کارایی و بازدهی انرژی طرح‌های خشک‌کردن در تأسیسات تلفیق شده مورد توجه قرار گیرد. این فرایند در ابعاد صنعتی بیش از ۲۰ سال است که در صنعت قند مورد استفاده می‌باشد.

شرکت BMA در بهره‌برداری گذشته نوآوری‌هایی در سیســتم‌های موجود خشــک‌کن در مناطق مختلف انجام داده اســت. این نوآوری‌ها که به‌طور سیستماتیک و عملی براســاس روش‌های عملی تلفیق شده استوار است، منجر بــه بازدهی انرژی بالاتر و همچنین اطمینان و ایمنی بهتر شــده است. ورود تفاله چغندر به خشک‌کن بستر سیال از نظر فنی بحران‌ساز بوده و می‌تواند باعث آشفتگی در فرآیند تولید بشــود. به‌وسیله تعیین شرایط تفاله سیال در مرحله اول می‌توان اطلاعات بیشتری به‌دست آورد و شرایط بحرانی را به‌موقع شناسایی و از آشفتگی فرایند جلوگیری کرد. ادامه تحقیقات نشان داد که ارتفاع سیال روی استفاده کامل بخار فوق‌اشباع و تبخیر آب اثر معنی‌داری دارد.

ورود تفاله چغندر به خشک‌کن بستر سیال از نظر فنی بحران‌ساز بوده و می‌تواند باعث آشفتگی در فرآیند تولید بشود. به‌وسیله تعیین شرایط تفاله سیال در مرحله اول می‌توان اطلاعات بیشتری به‌دست آورد و شرایط بحرانی را به‌موقع شناسایی و از آشفتگی فرایند جلوگیری کرد




شکل ۱: اصول خشک‌کن بخاری بستر سیال با اندازه‌گیری شدت بازدهی و اطمینان (A) سیستم سنسوریک محافظ توپی (B)، کنترل مقدار در بستر سیال

## ۱. مقدمه

خشک‌کردن تفاله تر چغندرقند با استفاده از بخار آب فوق‌اشباع سال‌هاست که در صنعت قند رواج دارد و می‌تواند در رابطه با کارایی انرژی با هدف خشک‌کردن در تأسیسات تلفیق شده مورد توجه قرار گیرد. این فرایند در ابعاد صنعتی بیش از ۲۰ سال است که در صنعت قند البته با سیستم برگرداندن گرده به‌وسیله NIRO تکمیل شده است مورد استفاده می‌باشد.

مطابق اصول فرایند، تفاله پرس شده چغندرقند به داخل جریان بخار فوق‌اشباع، جایی‌که به‌صورت سیال درمی‌آید فرستاده می‌شود. تفاله و بخار با هم خارج نمی‌شوند. (شکل ۱)

در خلال سیال شدن، تفاله از بخار گرما جذب می‌کند و این گرما باعث تبخیر آبی که در تفاله تر است، می‌شود. بخار برای سیال شدن و خشک شدن از طریق یک روشوفر (تبادل حرارتی) به درجه فوق اشباع می‌رسد.

با خروج آب تبخیر شده، تفاله خشک می‌شود، در خلال سیال شدن ذرات تفاله با اندازه و فرم تفاله چغندر تغییر می‌کنند. بنابراین زیر بستر سیال در داخل خشک‌کن، صفحه پخش بخار در سلول‌های مختلف با اجزاء مختلف تفاله تناسب دارد. فاکتور مهم برای عملکرد خوب بستر سیال خشک‌کن بخاری سیال شدن به‌تدریج و ثابت ذرات در بستر سیال و خروج آنها به‌طور یکنواخت می‌باشد.

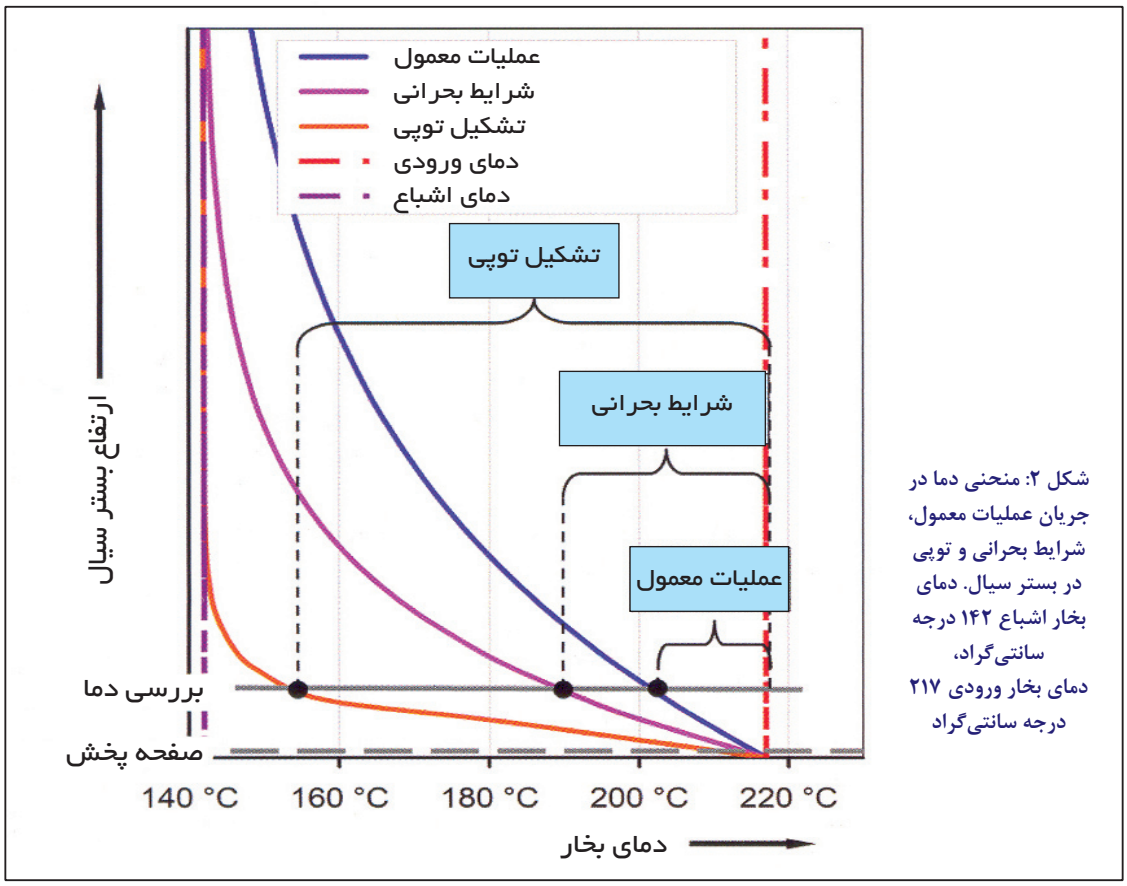
ذرات سیال شده می‌توانند به‌وسیله سیستم سنسوریک که توسط BMA توسعه یافته، نمایش داده شود. (شکل ۱ A)

کار دیگر سیستم آن است که مقدار مواد را در بستر سیال کنترل و از این طریق ضریب یا بازدهی خشک کردن را نشان می‌دهد. (شکل ۱ B)

## ۲. سیستم سنسوریک جلوگیری از توپی شدن

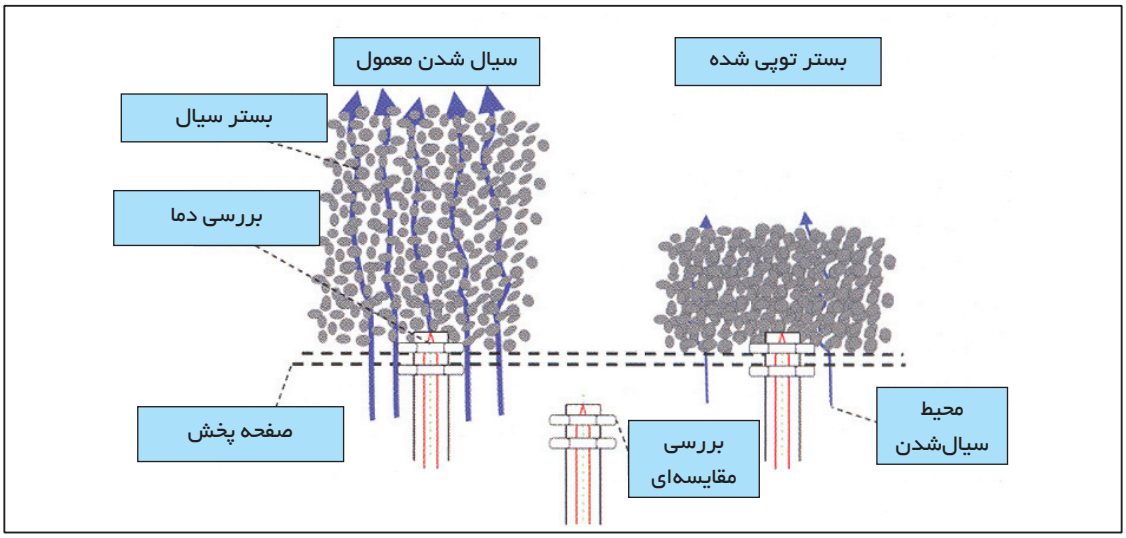
سیستم سنسوریک محافظ توپی شدن وضع سیال شدن بستر سیال را براساس مقایسه اندازه‌گیری‌های دما تعیین می‌کند، تحت شرایط معمولی کار دمای جریان بخار فوق‌اشباع در بستر سیال باعث کاهش ارتفاع تفاله ورودی می‌شود. ولی هرگز به مرز دمای فوق‌اشباع بالای بستر سیال نمی‌رسد. (شکل ۲؛ منحنی دما در خلال عملیات معمول)

پروفیل دما در این‌جا به نسبت مقدار محصول در بستر سیال به مقدار جریان بخار بستگی دارد. اگر مقدار محصول در بستر سیال همراه با کاهش مقدار جریان بخار بالا باشد، دمای بخار در نزدیکی صفحه پخش به‌وضوح کاهش می‌یابد

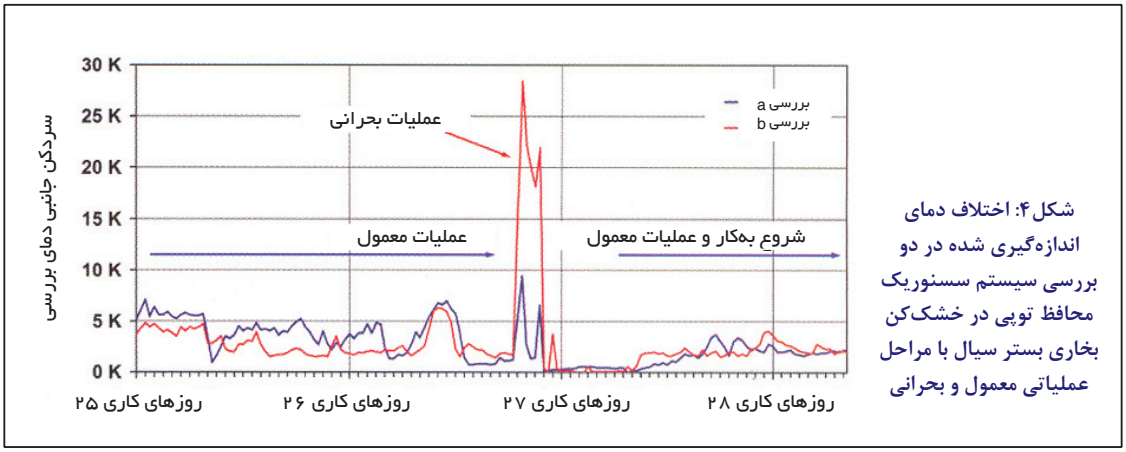



شکل ۲: منحنی دما در جریان عملیات معمول، شرایط بحرانی و توپی در بستر سیال. دمای بخار اشباع ۱۴۲ درجه سانتی‌گراد، دمای بخار ورودی ۲۱۷ درجه سانتی‌گراد

پروفیل دما در این‌جا به نسبت مقدار محصول در بستر سیال به مقدار جریان بخار بستگی دارد. اگر مقدار محصول در بستر سیال همراه با کاهش مقدار جریان بخار بالا باشد، دمای بخار در نزدیکی صفحه پخش به‌وضوح کاهش می‌یابد




شکل ۳: اصول عملکرد سیستم سنسوریک محافظ توپی (چپ: سیال شدن معمول، راست: بستر سیال توپی شده)




شکل ۴: اختلاف دمای اندازه‌گیری شده در دو بررسی سیستم سنسوریک محافظ توپی در خشک‌کن بخاری بستر سیال با مراحل عملیاتی معمول و بحرانی

و در داخل بستر سیال به دمای اشباع می‌رسد. (شکل ۲؛ منحنی دما در شرایط بحرانی)

در شرایط غیرمعمول و بحرانی تشکیل توپی، مقدار جریان بخار به‌شدت کاهش یافته و دمای فوق‌اشباع تقریباً به نزدیک دمای صفحه پخش می‌رسد. (شکل ۲؛ منحنی دما در شرایط بحرانی)

سیستم سنسوریک جلوگیری از توپی با اندازه‌گیری دما در بالای صفحه پخش که با دمای جریان ورودی زیر صفحه پخش مقایسه می‌شود، کار می‌کند. به‌خاطر دقت و حساسیت صفحه پخش، سیستم به‌خوبی راه متغیر وضعیت سیال شدن را با استفاده از اندازه‌گیری دما در بالای بستر سیال مدیریت می‌کند. (شکل ۲)

انحراف اختلاف دما از اختلاف دمای به‌دست آمده تحت شرایط نرمال، صرف‌نظر از شرایط فرایند، وضعیت سیال شدن را نشان می‌دهد. همان‌طوری‌که در (شکل ۲) نشان داده شده است، افزایش اختلاف دما می‌تواند به‌علت شرایط بحرانی سیال شدن که قبل از توپی شدن بروز می‌کند، باشد.

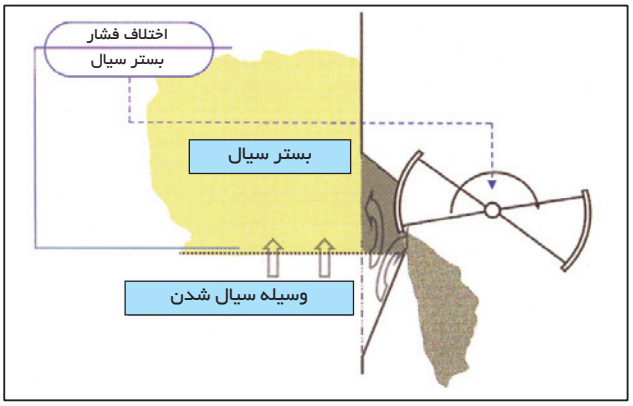
(شکل ۳) اصول عملیاتی سیستم جلوگیری از توپی شدن را با اندازه‌گیری دمای زیر و بالای صفحه پخش نشان می‌دهد. در روند عملی کار توانسته نشان داده شود که تغییرات اختلاف دما، مبین شرایط بحرانی است و زمان کافی برای بی‌اثر کردن خسارت توپی شدن وجود دارد.

بهبود وضعیت عملیاتی غیربحرانی به‌وسیله کاهش موقتی تغذیه تفاله پرس‌شده قابل دسترسی است. (شکل ۴). بعد از اینکه شرایط بحرانی رفع شد، بهبود وضعیت عملیاتی نرمال می‌تواند براساس دوره‌های قبلی اختلاف دما مورد رسیدگی قرار گیرد.

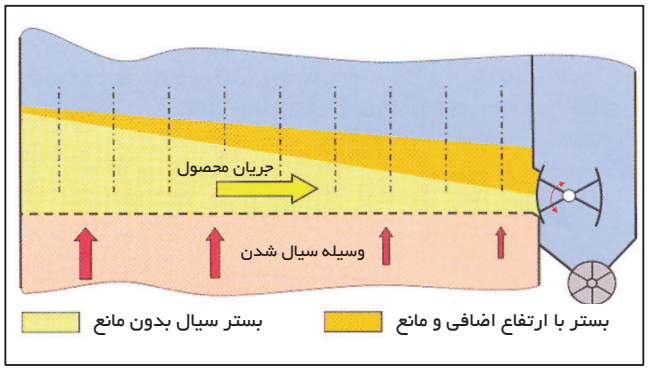
## ۳. کنترل مقدار در بستر سیال

در خلال خشک شدن در بستر سیال تفاله تر متراکم شده و وزنش کاهش می‌یابد. در نتیجه ذرات سیال در داخل خشک‌کن تغییرشکل نمی‌دهند. ورود مطمئن تفاله پرس‌شده و پخش بخار سیرکوله شده به هر سلول به‌وسیله کاهش فشار صفحه پخش و اندازه ذرات کنترل می‌شود. از

بهبود وضعیت عملیاتی غیربحرانی به‌وسیله کاهش موقتی تغذیه تفاله پرس‌شده قابل دسترسی است. (شکل ۴). بعد از اینکه شرایط بحرانی رفع شد، بهبود وضعیت عملیاتی نرمال می‌تواند براساس دوره‌های قبلی اختلاف دما مورد رسیدگی قرار گیرد




شکل ۵: اصول عملیاتی سیستم کنترل به‌وسیله مانع گردان



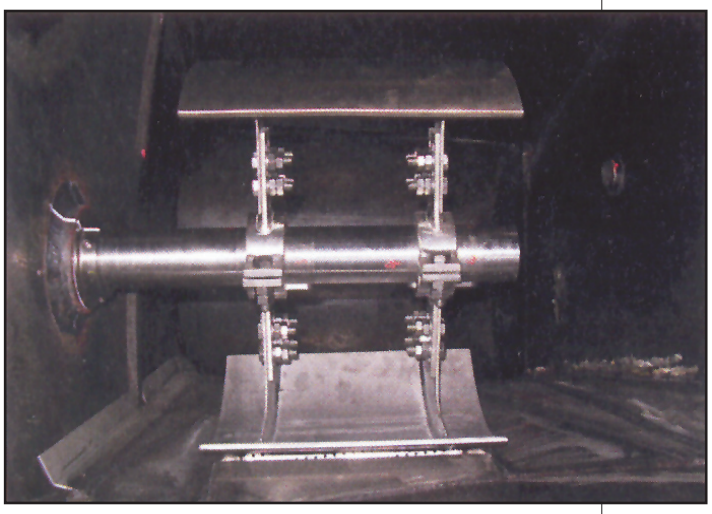

شکل ۷: بخش تفاله و بخار در بستر سیال
در حالت‌های باز و بسته مانع گردان (اصول)

مدت تماس تفاله‌تر و بخار سیرکولاسیون وقتی‌که در بستر سیال انجام می‌شود، نرخ حداکثر آب تبخیری ممکن را اندازه‌گیری می‌کند. امکان افزایش ارتفاع در بستر سیال اجازه بهره‌برداری بیشتر و بهتر با افزایش مقدار آب تبخیری را داده و علاوه بر این خطر توپی شدن را کاهش می‌دهد

نظر فن فرایند مهم است که برای عملیات مطلوب و ثابت بدون درنظر گرفتن خروجی، شرایط کاهش فشار صفحه پخش و بستر سیال مورد توجه قرار گیرد. سیستم نشان داد که کنترل مداوم کاهش فشار بستر سیال به‌وسیله خروجی محصول تنظیم می‌شود. (شکل ۵) نشان می‌دهد که کاهش فشار بستر سیال اندازه‌گیری شده مستقیماً به اندازه بستر سیال همراه با کنترل دریچه خروجی (مانع خروجی) هم‌خوانی دارد. مانع خروجی برای تطابق مقدار خروجی به‌صورت مانع چرخشی درآمده است. (شکل ۶)

اصل چرخش مانع گرفتگی دهانه خروجی با تفاله می‌شود. علاوه بر آن یک واحد تخلیه خودکار که عمل کم و زیاد کردن دهانه خروجی را انجام می‌دهد، نصب شده است. در حالی که تجهیزات جریان تحتانی با عملکردهای متفاوتی روبه‌رو شود، مانع بسته و بستر سیال تثبیت می‌شود. به‌منظور پخش بخار در سلول‌های مختلف خشک کن، کنترل مقدار در بستر سیال بدون درنظر گرفتن مقدار تفاله ورودی، مقاومت رضایت بخشی در خفا به‌وسیله محصول تأمین می‌گردد. (شکل ۷)

این کمک می‌کند تا بتوان بخار بیشتری به‌داخل



شکل ۶: نمای مانع گردان (در حالت بسته)

سلول اول، جایی‌که سیال‌سازی تفاله تر مسأله‌ساز است، تزریق شود. بیش از این کنترل مقدار در بستر سیال روی زمان توقف محصول در خشک‌کن اثرگذار است. مدت تماس تفاله‌تر و بخار سیرکولاسیون وقتی‌که در بستر سیال انجام می‌شود، نرخ حداکثر آب تبخیری ممکن را اندازه‌گیری می‌کند. امکان افزایش ارتفاع در بستر سیال اجازه بهره‌برداری بیشتر و بهتر با افزایش مقدار آب تبخیری را داده و علاوه بر این خطر توپی شدن را کاهش می‌دهد. بنابراین یک عملیات کنترل شده با بالاترین اجرا می‌تواند با اطمینان بیشتر تحقق یابد. در عمل معلوم شده است که تخلیه محصول بیشتر برای تجهیزات اضافه کردن ملاس و یا کنترل پرس‌پلت مفید می‌باشد.

## ۴. جمع‌بندی

خشک‌کن بخاری بستر سیال طی چندین توسعه، به‌صورت مطلوب درآمده است. اما ممکن است که پیشرفت‌های گذشته به‌وسیله اندازه‌گیری‌های هوشمند و فناوری کنترل تکمیل شود. از طریق نصب دستگاه دیگری برای بررسی دمای نزدیک صفحه پخش، وضعیت سیال شدن ذرات می‌تواند در محل نمایش داده شود. به‌منظور پرهیز از شرایط جدی فرایند شامل توپی شدن، می‌توان با نصب نشانگر به‌موقع از هر نوع بی‌نظمی اطلاع حاصل کرد.

افزون بر این کنترل مقدار ذرات در خشک‌کن بخاری، پخش قابل اطمینان بخار در سلول و حتی بیش از آن تخلیه محصول از خشک‌کن و بهبود استفاده از گرمای بخار سیرکولاسیون را تأمین کرد. بنابراین نرخ تبخیر آب بیشتر و عملکرد بهتر خشک‌کن حاصل می‌شود. نصب سیستم سنسوریک محافظ توپی همراه با کنترل مقدار در بستر، عملکرد خشک‌کن در مقابل توقف از ایمنی بیشتری برخوردار است.

# افتتاح واحد بیواتانول کارخانه قند Anklam

نقل از: Sugar Industry 2013/8

نویسنده: جان ال.ام استراس
ترجمه : مهندس محمود ابطحی

در روز ۱۵ ژوئن سال ۲۰۱۳ کارخانه قند Anklam وابسته به شرکت Suiker Unie طی مراسمی افتتاح واحد الکل‌سازی (بیواتانول) خود را جشن گرفت. با حضور آقای دکتر Till Beckhaus وزیر کشاورزی - Mecklenburg Vorpommerns هم‌زمان مراسم صدوسی‌سالگی خود را نیز برگزار کرد. کارخانه قند Anklam از سال ۲۰۰۹ به شرکت Royalcosun U.A تعلق دارد که شعبه‌ای از آن به کارخانه‌های Dinteloord و Gröningen دستگاه‌های بیوگاز تحویل می‌دهد و گاز تولیدی به شبکه گاز شهری وارد می‌شود. در مدت یکسال که از ساخت این کارخانه می‌گذرد، گاز تولیدی برابر ۱۲۰ میلیون کیلووات ساعت توان گرمایی مطابق با سیستمی به‌اندازه ۵ مگاوات توان الکتریکی بوده است. همزمان ۹ هزار تن کود آلی تولید شده است. مواد باقی‌مانده از مصرف چغندر مانند تفاله پرس‌شده و قطعات ریز چغندر و ویناس باقی‌مانده از تخمیر ملاس برای تولید الکل برای این منظور استفاده می‌شود.

به گفته مدیر کارخانه آقای Mathia Sauer این دستگاه دارای ۴ فرمانتور Fermenter (تخمیرکننده) هرکدام با سطح مقطع ۴۸۰۰ مترمربع است که توسط دو تزریق‌کننده مواد جامد هرکدام به‌مساحت ۲۰۰ مترمربع تغذیه می‌شوند. قبل از هر چیز فونداسیون ساختمان از نظر خطر انفجار مورد آزمایش قرار گرفت. ساختمان باید بر روی فونداسیون‌های نیزه‌ای ساخته می‌شد.

طبق گفته مدیر کارخانه برای ساخت این کارخانه ۱۶/۵ میلیون یورو هزینه شده است. در گاز تولیدی باید تغییراتی داده شود تا به کیفیت گاز طبیعی برسد. (پس از عبور از دستگاه EON) سپس به‌عنوان بیوگاز به شبکه گاز شهری وارد می‌شود. این گاز که به گاز سبز معروف است، مشتریان زیادی در آلمان دارد و به‌لحاظ آلوده نکردن محیط‌زیست برای مصارف گرمایی در اختیار مصرف‌کنندگان قرار می‌گیرد. با تولید این گاز نیاز ۶۰۰۰ خانواده برطرف می‌شود و به‌همین میزان از مصرف سوخت‌های فسیلی جلوگیری می‌شود. $CO_2$ حاصله از سوخت این گاز در مقایسه با سوخت‌های فسیلی ۷۷ درصد کمتر است. این گاز به‌عنوان یکی دیگر از محصولات کارخانه Anklam توسط دولت به ثبت رسیده و از طرف Suiker Unie به‌عنوان یک انرژی محرمانه به بازار عرضه می‌شود. از سال ۲۰۰۷ اتانول کاملاً از چغندر تولید می‌شود.

گاز سبز به‌عنوان یکی دیگر از محصولات کارخانه Anklam توسط دولت به ثبت رسیده و از طرف Suiker Unie به‌عنوان یک انرژی محرمانه به بازار عرضه می‌شود

عکس هوایی کارخانه قند **Anklam** با چهار تخمیرکن - سمت راست در کنار سیلوی چغندر

دستگاه‌های ضمیمه شده به تولید بیوگاز

چهار تخمیرکننده بیوگاز

آقای آلبرت مارکوس (مدیرعامل سوکریونی) در یک سخنرانی اظهار داشت: سوکریونی مصمم است از شانس وجود این شرکت نهایت استفاده را ببرد، به این معنی‌که در آینده کارخانه‌های Anklam در کنار دو کارخانه Dinteloord و Vierverlaten نه فقط به تولید شکر، بلکه برای کل اقتصاد منطقه مورد استفاده قرار گیرد. در ادامه ایشان چنین توضیح می‌دهند که مصرف روزانه ۱۱۵۰۰ تن چغندر در آینده برای رقابت سخت نمی‌تواند موفقیت‌آمیز باشد و به‌همین دلیل باید از هم‌اکنون برای تولید محصولاتی در سراسر سال و همچنین انعطاف‌پذیری جهت استفاده از موادخام متنوع چاره‌اندیشی کرد. این برنامه‌ریزی‌ها به اتکای سرمایه‌گذاری‌های سال‌های متمادی در همه بخش‌ها (حدود ۵۰ میلیون یورو) انجام شده است. همین امسال کارخانه یک دستگاه سختی‌گیر شربت رقیق به‌مبلغ ۴ میلیون یورو نصب کرد و ظرفیت ذخیره شربت غلیظ افزایش یافت و تمامی چنین ریسک‌های بزرگ سرمایه‌گذاری‌ها، فقط به پشتوانه کشت چغندر کافی در منطقه انجام می‌شود.

وزیر کشاورزی آقای دکتر Till Backhaus (تیل‌باک‌هاس) در این سخنرانی به این موضوع تأکید کرد که وزارت کشاورزی، محیط‌زیست، همچنین سازمان حمایت از مصرف‌کننده، در آینده همچنان در منطقه Mecklenburg و Vorpommern از کشت چغندر حمایت خواهند کرد و در این مورد تحت هیچ شرایطی نباید کوتاهی شود.

پس از تعطیلی کارخانه Güstrow، کارخانه Anklam تنها کارخانه قند در مکلن بورگ و فورپومرن می‌باشد. به گفته آقای وزیر با سرپا نگهداشتن کارخانه Anklam، بدون اقدام وزارت کشاورزی، از اُفت مقدار قابل‌توجهی اراضی کشاورزی جهت کشت چغندر، جلوگیری شد.

از لحاظ آماری در حال حاضر در مکلن بورگ و فورپومرن بیشتر از قبل از رژیم شکر سال ۲۰۱۲ چغندر کشت می‌شود. در سال ۲۰۱۲ اراضی تحت کشت چغندر ۲۶۲۳۵ هکتار بود. در مورد سیاست شکر اتحادیه اروپا از سال ۲۰۱۵ و احتمال خروج از سیستم سهمیه‌بندی دکتر Backhaus افزود: Anklam بسیار به‌موقع اقدامات ضروری را برای ادامه کشت چغندر انجام داده و جای هیچ نگرانی نیست - کشاورزان و کارخانه قند و مراکز تحقیقات همگی همکاری تنگاتنگی با یکدیگر دارند.

## ۱۳۰ سالگی کارخانه قند Anklam

در گیرودار ساخت‌وساز کارخانه‌های قند در شروع دهه هشتم قرن نوزدهم، کارخانه قند Anklam در سال ۱۸۸۳ ساخته شد. پس از تخریب شدید در جنگ جهانی دوم، اولین بهره‌برداری پس از جنگ در سوم نوامبر ۱۹۴۶ با تولید ۳۳۴۳۳ تن شکرخام از چغندر به‌پایان رسید. مرحله بعدی تغییراتی بود که کارخانه را قادر به تولید شکر سفید کرد و با نصب ماشین‌آلات لازم، بهره‌برداری ۴۹-۱۹۴۸ انجام شد. پس از تقسیم دو آلمان، صنعت قند آلمان‌شرقی از آلمان‌غربی جدا شد. به‌دنبال ابراز تمایل شدید شرکت Danisco دانمارک، مجوز دریافت ۲۰ درصد شکر آلمان شرقی را همراه با کارخانه‌های Anklam و Barth و Demmin و Friedland و Jarmen و Prenzlau و Stralsund و Tessin دریافت کرد.

شرکت Dansico، کارخانه Anklam را به‌عنوان بزرگترین مرکز برای ساخت‌وسازهای ضروری انتخاب کرد که متعاقباً و مرحله به مرحله بین سال‌های ۱۹۹۲ تا ۱۹۹۴ در این مورد اقدام شد. پس از در اختیار گرفتن Danisco توسط شکر شمال، این کارخانه مجبور به‌فروش Anklam در سال ۲۰۰۹ به Royal cosun هلندی شد و پس از آن کارخانه طبق برنامه زیر باید آماده می‌شد.

در Anklam با ۱۴۸ نفر شاغل سالیانه ۲۲۰ هزار تن شکر تولید می‌شود.

پس از تعطیلی کارخانه Güstrow، کارخانه Anklam تنها کارخانه قند در مکلن بورگ و فورپومرن می‌باشد. به گفته آقای وزیر با سرپا نگهداشتن کارخانه Anklam، بدون اقدام وزارت کشاورزی، از اُفت مقدار قابل‌توجهی اراضی کشاورزی جهت کشت چغندر، جلوگیری شد

## بررسی موردی:

# بهبود خنک کردن شکر به‌وسیله فناوری سولکس Solex


➢ نقل از: Sugar Industry 2013/7

➢ نویسنده: جین مارک رایشلینگ

➢ ترجمه : دکتر رضا شیخ‌الاسلامی


**کلید واژه:** شکر، سردکن صفحه‌ای شکر سولکس، سردکن طبقاتی سیال

در این مقاله تأسیسات و روش کار سردکن شکر در کارخانه گلینویسک در لهستان شرح داده شده است.

### ۱. مقدمه

سولکس حرارتی به‌قدری رشد کرده است که در گرم کردن و سرد کردن پودر و جامدات سیال در خیلی از صنایع جهان مثل مواد شیمیایی، پلی‌مرها، کود شیمیایی، مواد شوینده، معدنی، دانه‌های روغنی، غلات و حبوبات، محصولات غذایی، شکر و مواد جامد بیو در مقام اول قرار گرفته است.

از سال ۲۰۰۰ میلادی سولکس حرارتی، این فناوری را در صنعت قند با موفقیت زیاد معرفی کرده است. این فناوری به‌عنوان روشی ثابت و مؤثر برای سردکردن کریستال‌های شکر قبل از سیلو و بسته‌بندی شناخته شده است. این نوع سردکردن غیرمستقیم با موفقیت تحت‌شرایط مختلف جوی در جهان از جمله کشورهای فرانسه، آلمان، پرتقال، آمریکا، مکزیک، لهستان، روسیه و چندکشور دیگر نصب شده است. این طرح می‌تواند برای سرد کردن شکر در کارخانه‌های قند چغندری و نیشکری، تصفیه‌خانه‌های شکر و تولیدکنندگان نشاسته و مشتقات شکر (مالتوز، سوربیتول) مورد استفاده قرار گیرد.

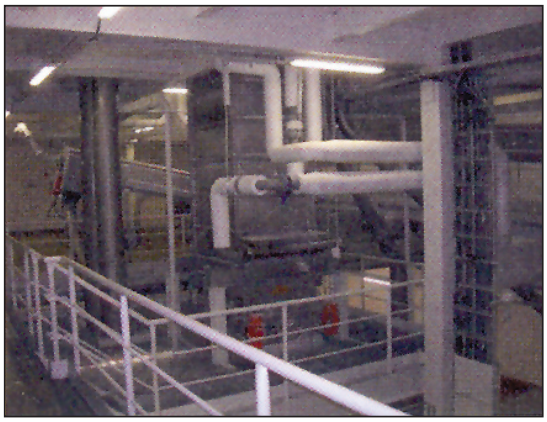
سردکن سولکس حرارتی می‌تواند هم به‌عنوان سردکن مقدماتی و یا سردکن ثانوی مورد استفاده قرار گیرد و کاملاً با تأسیسات نصب شده مطابقت دارد.

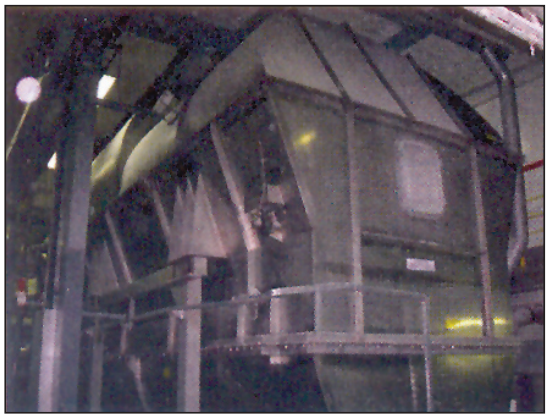
### ۲. شرح تأسیسات

سولکس حرارتی یک تبادل حرارتی است که از یک مخزن عمودی، با فضای بسته، توخالی و صفحات فولادی ضدزنگ تشکیل شده است. شکر به آرامی از بین صفحات جریان می‌یابد. یک سرعت‌سنج جریان حرکت آب سرد

شکل ۱: سردکن شکر در کارخانه قند گلینویسک

سولکس حرارتی به‌عنوان روشی ثابت و مؤثر برای سردکردن کریستال‌های شکر قبل از سیلو و بسته‌بندی شناخته شده است. این نوع سردکردن غیرمستقیم با موفقیت تحت‌شرایط مختلف جوی در جهان از جمله کشورهای فرانسه، آلمان، پرتقال، آمریکا، مکزیک، لهستان، روسیه و چندکشور دیگر نصب شده است





شکل ۲: بستر سیال قبل از سال ۲۰۱۰ (چپ) و سردکن عمودی بعد از ۲۰۱۰

را در لابـلای صفحـات کنترل و نتیجـه آن کارایی بالای حرارتی است.

سرد شدن شکر با حذف پرتو برای فن و سایز تأسیسات مربوط به نقل و انتقال هوا فقط از طریق تماسی (کنداکشن) انجام می‌شود. چون شکر با هوا تماسی ندارد، به‌خطر افتادن تولید بوی بد و با آلودگی‌های میکروبی وجود ندارد. در کف تبادل حرارتی یک تخلیه لرزان جریان شـکر و مقدار شکر خروجی را تنظیم می‌کند.

## ۳. نصب و راه‌اندازی در کارخانه گلینویسک

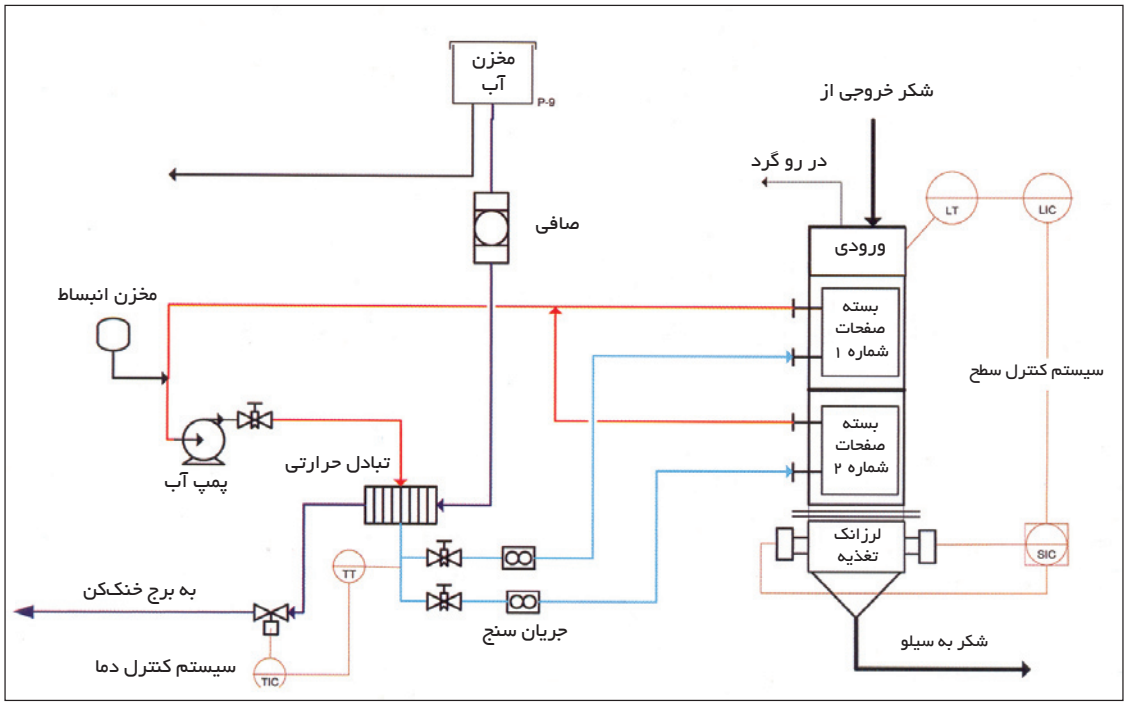
کارخانه گلینویسک هم یک کارخانه قند چغندری است و هم یک تصفیه‌خانه شکر (البته بعد از بهره‌برداری چغندر) بنابراین نصب یک سیستم شکر سردکن انعطاف‌پذیر اهمیت زیادی دارد. نصب یک سردکن شکر (شکل ۱) در این طرح بخشـی از برنامه بزرگی با هدف تصفیه شکرخام در خلال ماه‌های تابسـتان، تثبیت کیفیت شکر مطلوب بدون توجه و تأثیر دمای بالای محیط بود.

بـرای دسترسـی به شـرایط مطلـوب انبـار کردن و بسـته‌بندی کریستال‌های شکر سـفید مهم بود که دمای شـکر برای داشـتن دمای یکنواخت در تمام سال کنترل شـود. به این‌دلیل سـردکن طوری طراحی شـده بود که بتواند هم تحت‌شـرایط تابسـتانی و هم زمسـتانی در حد مطلوب کار کند.

در خلال تابسـتان کارخانه قند گلینویسـک شکرخام تصفیه می‌کند و بهره‌برداری از شربت غلیظ هم دارد.

در خلال زمستان کارخانه فقط چغندر مصرف می‌کند،

برای دسترسی به شرایط مطلوب انبار کردن و بسته‌بندی کریستال‌های شکر سفید مهم بود که دمای شکر برای داشتن دمای یکنواخت در تمام سال کنترل شود. به این‌دلیل سردکن طوری طراحی شده بود که بتواند هم تحت‌شرایط تابستانی و هم زمستانی در حد مطلوب کار کند




شکل ۳: نقشه سیستم

بنابراین این واحد تقریباً سه‌چهارم سال کار می‌کند. برای کارخانه گلینویسک دمای مطلوب سیلوی شکر تحت شرایط محلی حدود ۳۰ درجه سانتی‌گراد است.

قبل از به‌کارگیری سردکن سولکس کارخانه گلینویسک برای سردکردن شکر از بستر سیال استفاده می‌کرد (شکل ۲). هدف اصلی دسترسی به دمای مطلوب شکر در خلال تابستان بود. ظرفیت سردکن موجود البته رضایت‌بخش نبود. انتخاب‌های قابل دسترس برای طراحی عملیاتی عبارتند از:

۱. نصب یک سردکن هوایی که بتواند مصرف انرژی را در حد مطلوب نگه دارد.

۲. پیدا کردن فناوری دیگری که بتواند بازده انرژی داشته و برای محیط‌زیست هم ضرری نداشته باشد و نیازهای لازم را برآورده کند.

هدف‌های سرمایه‌گذاری شرکت عبارتند از:

- کاهش دمای نهایی شکر تولیدی در خلال تابستان در سطح سیلو (۳۰-۲۷ درجه سانتی‌گراد)
- کاهش مصرف انرژی الکتریکی به‌وسیله حذف دستگاه‌های انرژی‌بر

قبل از سال ۲۰۱۰ سیستم خشک‌کن شکر ارتقا داده شد:

۱. نصب دو استوانه خشک‌کن با ظرفیت ۵۵ تن در ساعت و ۳۰ تن در ساعت همراه با سیستم گرمایشی و گردگیری.

۲. سردکن بستر سیال همراه با آماده‌سازی هوا و سیستم گردگیری.

بازسازی طرح سیستم سردکن در دو مرحله انجام شد: پیاده کردن سیستم قدیمی و جمع‌کردن و نصب سیستم جدید سولکس.

## ۳-۱. پیاده کردن کارهای قدیمی

پیاده کردن سردکن بستر سیال مستلزم انتقال قسمت‌های مختلف سیستم از قبیل:

- دمنده هوا
- فن اگزوز با فیلتر گردگیر مرطوب
- انتقال نقاله و سرند لرزان (سه قطعه)
- بالشتک نوار نقاله هوا (دو قطعه)
- اِلواتور کاسه‌ای عمودی بعد از استوانه خشک‌کن
- نصب سرند لرزان قبل از سردکن سولکس

در این طرح، یک سردکن عمودی که کاملاً خودکار است و دارای قسمت سطح‌سنج و کنترل دمای تلفیق‌شده در سیستم کنترل سیستم (DCS) می‌باشد، پیش‌بینی شده است. این سیستم جدید برای به‌دست آوردن پارامترهای زیر طراحی شده است: دبی جریان شکر ۶۵ تن در ساعت با دمای ورودی ۵۵ درجه سلسیوس و دمای خروجی ۳۰ درجه سلسیوس. (جدول ۱)

پارامترهای پیش‌بینی شده سردکن شامل دبی جریان آب ۷۲ مترمکعب در ساعت با دمای ورودی ۲۰ درجه سلسیوس و دمای خروجی ۲۷ درجه سلسیوس. (جدول ۲)

نگهداری دستگاه‌های جدید شامل شستشوی داخلی مبادله‌کننده در پایان بهره‌برداری است. این عملیات کاملاً آسان است و علت آن وجود در بزرگی است که دسترسی به بسته صفحات را آسان کرده است. هم قیف ورودی و هم لرزانک تغذیه‌کننده تخلیه مجهز به سوراخ نظارت و کنترل و سرویس می‌باشد.

مقایسه مصرف انرژی بین سیستم قدیمی و جدید در جدول‌های ۳ و ۴ نشان داده شده است. مصرف انرژی الکتریکی سیستم موجود قبل از نوسازی ۲/۵ کیلووات در تن شکر بود. در مقایسه انرژی مصرفی سیستم بعد از نوسازی به ۰/۶ کیلووات در تن شکر رسید.

| جدول ۱: پارامترهای شکر | |
|---|---|
| دبی جریان به تن در ساعت | ۶۵ |
| دمای ورودی (درجه سانتی‌گراد) | ۵۵ |
| دمای خروجی (درجه سانتی‌گراد) | ۳۰ |
| میانگین سوراخ‌ها به میکرومتر | ۶۳۰ |
| ضریب واریانس (CV) | ۳۰ |
| چگالی کیلوگرم در مترمکعب | ۸۸۰ |

| جدول ۲: پارامترهای آب سرد | |
|---|---|
| دبی جریان مترمکعب در ساعت | ۷۲ |
| دمای ورودی (درجه سانتی‌گراد) | ۲۰ |
| دمای خروجی (درجه سانتی‌گراد) | ۲۷ |
| فشار بر حسب بار | ۰/۳ |
| آب به‌وسیله برج خنک‌کن سرد می‌شود | |

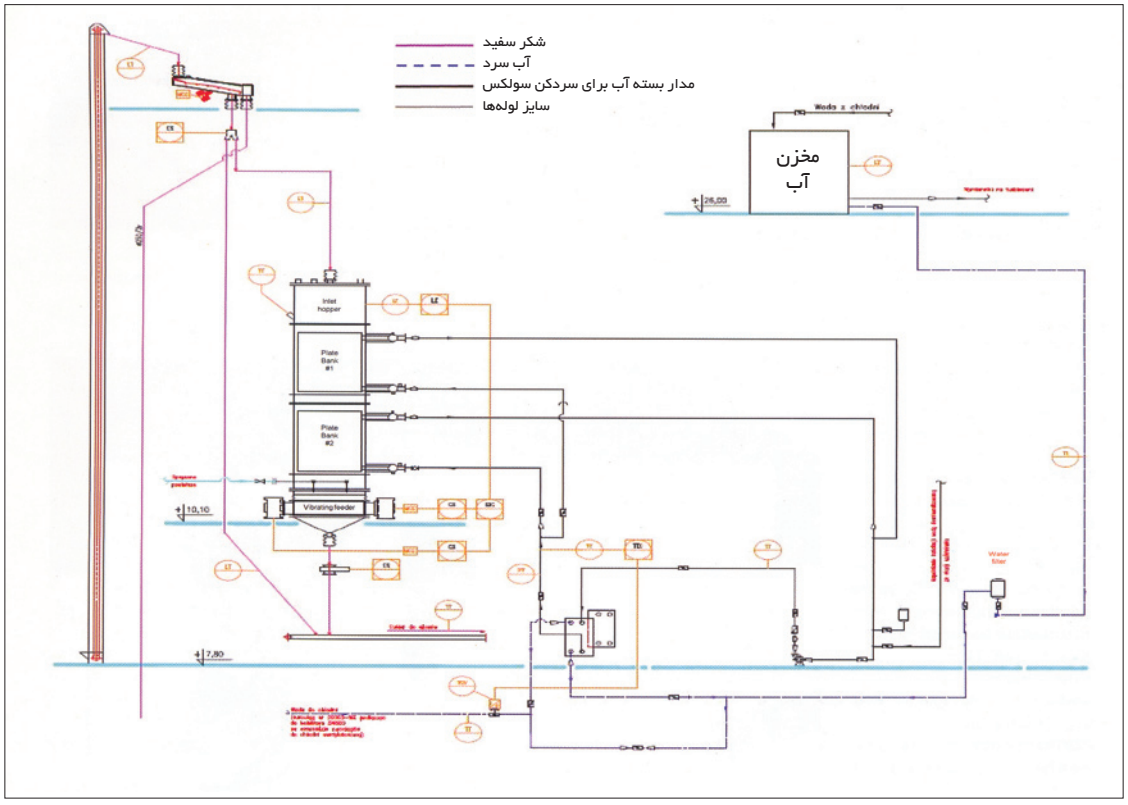
نگهداری دستگاه‌های جدید شامل شستشوی داخلی مبادله‌کننده در پایان بهره‌برداری است. این عملیات کاملاً آسان است و علت آن وجود در بزرگی است که دسترسی به بسته صفحات را آسان کرده است. هم قیف ورودی و هم لرزانک تغذیه‌کننده تخلیه مجهز به سوراخ نظارت و کنترل و سرویس می‌باشد

جدول ۳: انرژی مصرفی قبل از نوسازی (بستر سیال)

| ردیف | نام واحد | انرژی (کیلووات) | فاکتور بار (لود) | بار به کیلووات |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | غربال کلوخه بعد از خشک‌کن بزرگ | ۷ | ۰/۷ | ۴/۹ |
| ۲ | نوار نقاله شماره۱ بعد از خشک‌کن‌بزرگ | ۴ | ۰/۷ | ۲/۸ |
| ۳ | نوار نقاله شماره۲ بعد از خشک‌کن‌بزرگ | ۴ | ۰/۷ | ۲/۸ |
| ۴ | نوار نقاله شماره۳ بعد از خشک‌کن‌بزرگ | ۴ | ۰/۷ | ۲/۸ |
| ۵ | غربال کلوخه بعد از خشک‌کن کوچک | ۴ | ۰/۷ | ۲/۸ |
| ۶ | نوار نقاله بعد از خشک‌کن کوچک | ۴ | ۰/۷ | ۲/۸ |
| ۷ | فن سردکن بستر سیال | ۱۳۲ | ۰/۶۵ | ۸۵/۸ |
| ۸ | تمیزکن فن اگزوز | ۹۰ | ۰/۶ | ۵۴ |
| ۹ | فرمان فنتیل ورودی هوای سردکن بستر سیال | ۰/۲۵ | ۰/۷ | ۰/۱۷۵ |
| ۱۰ | فرمان فنتیل خروجی هوای سردکن بستر سیال | ۰/۲۵ | ۰/۷ | ۰/۱۷۵ |
| ۱۱ | فرمان فنتیل تمیزکن هوای ورودی | ۰/۲۵ | ۰/۷ | ۰/۱۷۵ |
| | | | جمع | ۱۵۹/۲۲۵ |

جدول ۴: انرژی مصرفی بعد از نوسازی (صفحات تبادلی عمودی)

| ردیف | نام واحد | انرژی (کیلووات) | فاکتور بار | بار کیلووات |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | بالشتک هوا نوار نقاله بعد از خشک‌کن کوچک | ۴/۵ | ۰/۷ | ۳/۱۵ |
| ۲ | بالشتک‌هوای فن نوارنقاله بعد از خشک‌کن کوچک | ۴ | ۰/۷ | ۲/۸ |
| ۳ | انتقال دهنده هوا | ۴/۵ | ۰/۷ | ۳/۱۵ |
| ۴ | بالشتک انتقال دهنده هوا (فن) بعد از خشک‌کن بزرگ | ۴ | ۰/۷ | ۲/۸ |
| ۵ | الواتر کاسه‌ای | ۹/۲ | ۰/۷ | ۶/۴۴ |
| ۶ | الک کلوخه | ۴ | ۰/۷ | ۲/۸ |
| ۷ | سردکن شکر | ۴ | ۰/۷ | ۲/۸ |
| ۸ | انتقال‌دهنده هوا | ۹/۲ | ۰/۷ | ۶/۴۴ |
| ۹ | فن انتقال‌دهنده هوا | ۴ | ۰/۷ | ۲/۸ |
| ۱۰ | پمپ آب سرد | ۷/۵ | ۰/۷ | ۵/۲۵ |
| | جمع | | | ۳۸/۴۳ |




شکل ۴: دیاگرام PID

نصب سیستم جدید سولکس و سردکن عمودی که کاملاً خودکار است دارای قسمت سطح‌سنج و کنترل دمای تلفیق‌شده در سیستم کنترل سیستم (DCS) می‌باشد

## ۵. جمع‌بندی

این طرح مشاهدات زیر را درباره سیستم جدید سولکس ارائه داده است:

- تبادل حرارتی صفحه‌ای عمودی سولکس نیاز به فضای کمتری دارد.
- سیستم جدید به‌خاطر نداشتن قسمت‌های متحرک نیاز به سرویس کمتری دارد.
- کار کردن با فناوری سردکن نسبتاً ساده است و دمای خروجی شکر تقریباً ثابت است.
- دیگر نیازی به هوا نیست.
- نتیجه کار کاهش معنی‌دار مصرف انرژی را نشان می‌دهد.

# بررسی امکان سنجی
# خودساماندهی بلور ساکاروز

نویسنده : مهدی یاراحمدی
پژوهشگر در حوزه تبلور ساکاروز
دانشجوی دکترای تخصصی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

کلید واژه: سیستم، آشوب، ساکاروز، خودساماندهی، هوشمندی، دوگانگی

## چکیده

نگاهی به فرایند تشکیل بلور ساکاروز نشان می‌دهد، که این پدیده به‌دلیل تلاش‌های مستمر برای بازسازی شبکه داخلی بلور به شکل میدان‌های مغناطیسی ناشی از اتم‌های داخلی بلور به‌ویژه گروه‌های شش‌گانه جانبی کربوکسیل دارای نوعی رفتار خودسامانده است. این رفتارهای خود سامانده ناشی از میدان‌های مغناطیسی علاوه بر شکل‌گیری نهایی بلور ساکاروز به‌صورت مولکول ابتدایی جوانه بلور ساکاروز که تداعی‌گر رفتار خودمانا است، می‌تواند نوعی هوشمندی اولیه نیز دانست.

## مقدمه

نظریه آشوب یکی از مدرن‌ترین نظریه‌های ریاضی در جهان است. این نظریه به بررسی سیستم‌هایی می‌پردازد، که در آنها به‌دلیل وجود متغیرهای فراوان با ارتباطات ناگسستنی و دشوار با یکدیگر پیش‌بینی وضعیت آتی معادلات حالت برای آن با دقت مناسب امکان‌پذیر نیست. به‌عبارت دیگر برخی از مهندسان و محققان در برخی از موارد به سیستم‌هایی برخورد می‌کردند، که در آن به این منطق رسیدند، که اگر دستگاهی شناخته شده باشد، نمی‌توان نتیجه گرفت که رفتارش هماهنگ است.

سیستم‌های آشوب‌گونه که معمولاً در گونه‌های متفاوت حیات و پدیده‌های طبیعی به وفور دیده می‌شوند، دارای ویژگی‌های خاص و منحصر به فردی هستند، که از منظر مکانیکی بررسی آنها با معادلات استاتیک خطی امکان‌پذیر نیست. از سال ۱۹۶۳م که ادوارد لورنتس پس از شش‌دهه اثبات نشانه‌های آشوب‌گونه، آشوب را پایه‌گذاری کرد، تاکنون تمام سیستم‌های شناخته شده حتی سیستم‌های آشوب‌گونه در ردیف سیستم‌های دینامیک غیرخطی طبقه‌بندی می‌شوند.

این نوع سیستم‌ها دارای گستره وسیعی در دنیای طبیعی هستند. از شاخص‌های رفتاری مهم این نوع سیستم‌ها که در موارد بسیاری جاندار نیز هستند، می‌توان به مفاهیمی مانند خودمانایی و دوگانگی اشاره کرد. از منظر رفتاری این‌گونه به‌نظر می‌رسد، که دوگانگی یا دوشاخگی یک سیستم مرز ورود یک سیستم مورد بررسی به‌دنیای آشوب‌گونه‌ای است، که تحلیل وضعیت آتی در آن دشوار است. در این وضعیت نمودارهای مرتبط با پدیده‌هایی که دچار دوگانگی می‌شوند، نشان می‌دهد، که سیستم دارای رفتارهایی شده است، که بازشناسی آن با نیروهای تعریف شده داخلی (درونی) سیستم امکان‌پذیر نیست.

نگارنده این مقاله در چندین مقاله متفاوت برای نخستین‌بار در کشور تلاش کرده است، که با توجه به

از سال ۱۹۶۳م که ادوارد لورنتس پس از شش‌دهه اثبات نشانه‌های آشوب‌گونه، آشوب را پایه‌گذاری کرد، تاکنون تمام سیستم‌های شناخته شده حتی سیستم‌های آشوب‌گونه در ردیف سیستم‌های دینامیک غیرخطی طبقه‌بندی می‌شوند

شـباهت‌ها و تفاوت‌های موجود بین پدیده تبلور ساکاروز و پدیده‌های آشـوب‌گونه، به بررسی این موضوع پرداخته اسـت، که فرایند تبلور سـاکاروز دارای رفتارهای مشـابه سیسـتم‌های آشـوبناک اسـت. در مقاله بلور سـاکاروز و خودمانایی شباهت‌های رفتاری بلور بر مبنای سال‌ها تجربه تبلور نگارنده مورد بررسی قرار گرفته و از منظر تجربی اثبات شد. در مقاله فلوچارت تشکیل بلور نگارنده با تجمیع تمام تئوری‌هـای موجود در باب تشـکیل بلور به احتمال وجود نقاطی با نوعی رفتار دوگانه بلور پرداخت. در مقاله الگوریتم فازی بلور: پدیدارشناسـی تشکیل بلور سـاکاروز از منظر منطق فازی و نظریه آشـوب نگارنده ضمن تأکید دوباره بر احتمال وجود نقاط دوگانه‌ای به‌صورت بازگشـتی به اثبات این نکته نیز پرداخت، که در منطق فازی شیمیایی، فازهای گسسـته تنها در بسـترهای پیوسـته از فازهای شیمیایی غیرهمسـان می‌توانند وجود داشته باشند. مقاله حاضر در تعقیب مقاله بررسی نقطه دوگانگی در فرایند تبلور ساکاروز است. در این مقاله تلاش می‌شود، که با پذیرش دو تئوری اثبات شـده در وجود نوعی حالت دوگانه در تبلور ساکاروز به این سؤال پاسخ داده شود، که:

**آیا دوگانگی موجود در تبلور سـاکاروز ناشـی از نوعی خودساماندهی هوشمندانه است؟**

## ساکاروز

گـروه بزرگی از ترکیبات آلی قندها و پلی‌سـاکاریدها هسـتند. نام این ترکیبات از آنجا که تصور می‌شـد، دارای سـاختار آب و کربن باشـند، کربوهیدرات $[C_n(H_2O)_n]$ گذاشـته شد. امروزه مشخص شده است، که این ترکیبات در حقیقت پلی‌اول هستند. این ترکیبات از نظر ساختاری و کاربرد و تولید انرژی اهمیت زیادی دارند. برای مثال گلوکز به‌عنوان منبع تولید انرژی در سلول‌های عضلانی و مغز انجام وظیفه می‌کند. انتقال صفات وراثتی بدون وجود قندهایی مانند د-اُکسی ریبوز و ریبوز امکان‌پذیر نیست.

از دیـدگاه آلـی قندهـا بـه گروه‌هـای زیر تقسـیم می‌شوند:

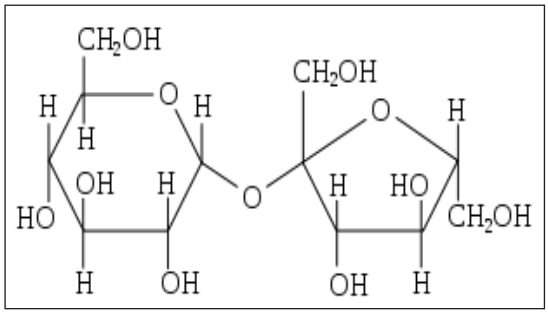
۱. مونوسـاکاریدها (تک‌قندی‌هـا): کـه قابل تفکیک به مولکول‌های ساده‌تر قندی نیسـتند. گلوکوز، فروکتوز، گالاکتوز، ریبوز، گلیسرآلدهید.

برخی مونوساکاریدها به‌جای گروه هیدروکسیل (-OH) در ساختارشان ممکن است، یک گروه آمین ($-NH_2$) داشته باشند. گلوکزآمین و ماتوزآمین.

۲. دی سـاکاریدها (دو قندی‌ها): از اتصال دو مولکول مونوسـاکارید از طریق پیوند اتری به‌دسـت می‌آید، که به آن پیونـد گلیکوزیدی می‌گویند. مانند لاکتوز، سـاکاروز، مالتوز، سلوبیوز

۳. اُلیگوساکاریدها (چندقندی‌ها): از طریق اتصال چند مولکول قند مونوسـاکارید از طریق پیوندهای گلیکوزیدی الیگوسـاکاریدها به‌دسـت می‌آیند. رافینوز یا آنتی‌ژن‌های تعیین‌کننده گروه‌های خونی

۴. پلی‌ساکاریدها (بسیارقندی‌ها): از اتصال تعداد زیادی مونوسـاکارید از طریق پیوند گلیکوزیدی پلی‌سـاکاریدها به‌دست می‌آیند. نشاسته، گلیکوژن، سلولز.




ساختار اتمی ساکاروز

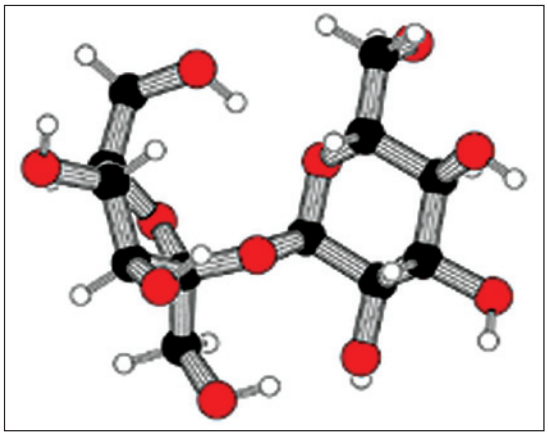
بلور شکر در حقیقت تشکیل شده از ساکاروز با درجه خلوص بسـیار بالا. به این ترتیـب اصلی‌ترین ماده موجود در شکر سـاکاروز ($C_{12}H_{22}O_{11}$) است. ساکاروز احتمالاً فراوان‌تریـن مـاده آلی خالص در جهان اسـت. بررسـی فرایندهای تبلور قندی، بدون بررسی خصوصیات ساکاروز ناکامل اسـت. هدف اصلی در صنعت قندوشکر، جداسازی سـاکاروز به‌صورت کریسـتال از شربت حاصل از نیشکر یا چغندرقند است.

در حـال حاضر در کشـور مـا ایران، شـکر مهم‌ترین محصولی است، که از نیشکر و چغندرقند استخراج می‌شود. قند معمولی که از نیشکر یا چغندرقند گرفته می‌شود، نام تجاری سـاکاروز است. سـاکاروز نقش اساسی را در تولید هزاران فراورده غذایی از گوشـت دودی‌شـده تا میوه‌های منجمدشده جهت تولید مربا بازی می‌کند. در سال ۲۰۱۱ میلادی ۱۶۸ میلیون تن شکر در جهان تولید شد.

ساکاروز دی‌ساکاریدی است، با نام علمی (یک دی‌گلوکو پیرانوزیـل بتادی‌فروکتوفورانوزید)اسـت.وزن ملکولی این مـاده 342.30gr/Mol اسـت.چگالی آن در حالـت جامد $1.587g/Cm^3$ اسـت. برخی از منابع ایـن عدد را مربوط به شـکر اسـترالیایی می‌دانند؛ ایشان این عدد را به‌صورت دقیق‌تر بـرای سـاکاروز خالـص $1.596g/Cm^3$ گزارش کرده‌اند. این عدد وابسـته به دما است. دانسیته محلول در ۲۰°c حدود ۱٫۱۰۸۱۷۵ است. بلور ساکاروز در ۱۸۶°c در

مقاله حاضر در تعقیب مقاله بررسی نقطه دوگانگی در فرایند تبلور ساکاروز است. در این مقاله تلاش می‌شود، که با پذیرش دو تئوری اثبات شده در وجود نوعی حالت دوگانه در تبلور ساکاروز به این سؤال پاسخ داده شود، که آیا دوگانگی موجود در تبلور ساکاروز ناشی از نوعی خودساماندهی هوشمندانه است؟

حالت جامد تجزیه می‌شـود. شکل بلور ساکاروز از ساختار مونوکلینیک پیروی می‌کرد.



ساختار فضایی ساکاروز

همانگونه که از نام سـاکاروز پیداست، این ماده مرکب از یک مولکول گلوکوز و یک مولکول فروکتوز تشکیل شده اسـت. درحال‌حاضر ساکاروز از سه منبع نیشکر، چغندر و ذرت تهیه می‌شود. به‌دست آوردن ساکاروز از ذرت یکی از روش‌های نوین است، که هنوز شکل عملیاتی جدی نیافته اسـت. تشخیص منشا سـاکاروز را می‌توان از طریق طیف مغناطیسی رزونانس هسته کربن ۱۳ تعیین کرد. براساس آزمایـش C– NMR اختلاف نسـبت کربـن ۱۳ به کربن ۱۲ (C13/C12) برای شـربت نیشکر ۱۱,۳ و برای شربت چغندر ۲۵,۶ است.

بلورهـای سـاکاروز تمایـل بـه کلوخه شـدن دارند. ناخالصی‌هـای موجـود در شـربت اولیه سـاکاروز در آب و شـرایطی که در طباخـی اتفاق می‌افتـد، به‌ویژه درجه فوق‌اشـباع محلول حین طباخی روی شـکل بلورهای آن اثر می‌گذارند. دانسـیته بلورهای شکر به حلال آنها قبل از بلوری شدن بستگی دارد.

این‌گونـه فرض می‌شـود، که در بلور سـاکاروز تمایل بـه پیوندهای هیدروژنی بین گروه‌های کربوکسـیل وجود دارد. پیونـدی که در هنگامه تشـکیل بلـور از مبدأ گروه هیدروکسـیل آب آغاز می‌شـود. با تبخیـر آب گروه‌های هیدورکسیل شش‌گانه هر مولکول ساکاروز تلاش می‌کنند، کـه جایگاه پیوند هیدروکسـیل آب را بگیرند. اما مسـئله مهم در اینجا است، که ما می‌دانیم در میان سایر ترکیبات دوقنـدی که حالت بلـوری ندارند و وزن مولکولی نزدیکی نیز به سـاکاروز دارند، دمای جوش آنها اختلاف فاحشی با دمای تجزیه ساکاروز وجود ندارد. این مسئله خود معمای جالب شیمیایی اسـت، که برای بررسی محققان می‌تواند جالب توجه باشد.

## تبلور آشوب‌گونه ساکاروز

بررسـی تحقیقات نگارنده نشـان می‌دهد، که تشکیل بلور سـاکاروز حداقل از یک منظـر از منطق فازی خاصی پیـروی می‌کند. در نقاط حلالیت اشـباع ۱ و حلالیت فوق اشباع ۱,۳ به‌نظر می‌رسد، که سیستم تشکیل بلور از نوعی منطق گسسته به منطق پیوسته فازی در حال تغییر است. اما مرز معینی بین دو منطق در مورد ترکیب ماده شیمیایی وجود ندارد. شاید حلالیت وجود فراوان ماده ساکاروز در این ناحیه در محلول باعث شـده باشـد، که ترکیب نوع منطق جدید شیمیایی ریاضی فازی را تجربه کند.

از سوی دیگر بر مبنای فلوچارت دانسته‌های ما درباره بلور سـاکاروز و همچنین مقاله حاضر می‌توان این احتمال را که بلور سـاکاروز علاوه بر رفتـار خودمانا دارای حداقل یک و حداکثر چهار نقطه دوگانگی در فرایند تشـکیل بلور اسـت. این مسئله باعث می‌شود، تا صرف‌نظر از احتمالات موجود در باره معادلات حالت سیسـتم که فرایند تبلور را تبدیل به سیسـتم با رفتارهای اسـتاتیک خطی می‌کند، فرایند تشـکیل بلور نوعی سیستم با رفتارهای آشوب‌گونه اولیه با رفتار دینامیک غیرخطی مفروض شود.

## خودساماندهی ساکاروز

اولین نکته درباره بلور ساکاروز این است، که شکل بلور ساکاروز تقریباً مشابه الگوی شکلی مولکول ساکاروز است. این نکته به این معنا اسـت، کـه این بلور رفتاری خودمانا دارد. حال مسـئله‌ای که در این مقاله مورد بررسـی قرار می‌گیرد، این اسـت، که آیا تشـکیل حالت خودمانای بلور ساکاروز ناشی از نوعی هوشمندی ناشی از خودساماندهی در سیستم است، یا خیر؟ نگارنده برای پاسخ به این سؤال به بررسـی رفتارشناسی بلور سـاکاروز در هنگامه تشکیل می‌پردازد.

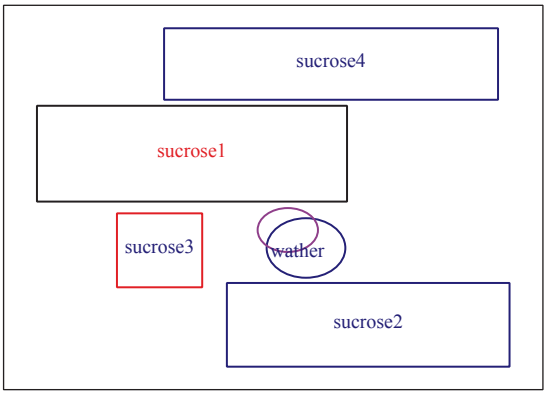
چینش مرتب بلور ساکاروز

در تشـکیل بلور سـاکاروز بلور از چهـار مرحله عبور می‌کنـد. در این چهار مرحله قبل از ورود به مرحله بعدی تمایل به واپاشی جوانه‌ها، خوشه‌ها و هسته‌ها دیده می‌شود. حتی پس از تشکیل بلور، نیز گاهی دیده می‌شود، که برخی

این مسئله باعث می‌شود، تا صرف‌نظر از احتمالات موجود در باره معادلات حالت سیستم که فرایند تبلور را تبدیل به سیستم با رفتارهای استاتیک خطی می‌کند، فرایند تشکیل بلور نوعی سیستم با رفتارهای آشوب‌گونه اولیه با رفتار دینامیک غیرخطی مفروض شود

از مولکول‌ها، خوشه‌ها، جوانه‌ها و هسته تمایل دارند، که به بلور چسبیده یا جدا شوند. این تبادلات ارتباطاتی به قدری ادامه می‌یابد، که در نهایت بلورهایی به اشکال چند وجهی یکسان به دست می‌آیند. بلورهای ساکاروز برای نزدیک شدن و به یکدیگر چسبیدن نیازمند انرژی هستند، که به‌وسیله گروه‌های کربوکسیل شش‌گانه‌ای که در اطراف ایشان موجود هستند تأمین می‌شود. این انرژی که به‌صورت میدان‌های مغناطیسی در اطراف شبکه دانه، خوشه و هسته فعال است، در تلاش است، تا به‌صورت دقیق مولکول‌های ساکاروز را جذب و در کنار یکدیگر جایگیری کند.

اینگونه به‌نظر می‌رسد، که همواره شکل چینش میدان‌های مغناطیسی به‌صورت مرتب نباشد و گاهی اوقات در هنگامه تشکیل بلورهای ساکاروز اتصال دو مولکول ساکاروز با یکدیگر از زاویه مناسب نباشد و همپوشانی پیوندها و میدان‌ها به شکل دقیق صورت نگیرد. برای مثال درحالی‌که انتظار می‌رود دو مولکول مانند دو آجر روی همدیگر نشسته و با هم تشکیل زاویه صفر درجه را بدهند، گاهی دیده می‌شود، که پیوندهای شش‌گانه به‌صورت مرتب با یکدیگر پیوند نداده و دو مولکول انتهایی دیواره شبکه نسبت به یکدیگر زاویه ۹۰ درجه یا بیشتر داشته باشند. یا در موارد دیگر یک یا چند ملکول آب یا سایر ناخالصی دیگر بین پیوندها به تله‌افتاده و موجب درهم‌ریختگی ساختار شبکه شوند.




شکلی از چینش نامرتب مولکول‌های ساکاروز در شبکه

نتیجه این وضعیت است، که شکل بلور از حالت انتظام خارج شده و به نوعی گرانیگاه میدان مغناطیسی بلور از درون شبکه به خارج از مرکز ثقل آن انتقال می‌یابد. در نتیجه بلور در این وضعیت و قبل از اینکه بتواند وارد مرحله بعدی شود، تلاش می‌کند تا با کمک میدان‌های مغناطیسی شبکه خود به آرمانی‌ترین حالت ممکن دست یابد. این مسئله با کمک دو حرکت حل می‌شود. در حرکت اول شبکه بلور شکسته شده و به دو یا چند بخش که دارای تعادل مغناطیسی هستند، تفکیک می‌شود. در حالت دوم که ویژه عبوراز شعاع بحرانی و هنگامی است، که هسته به بلور تبدیل شده است، در این صورت کل بلور درهم نمی‌شکند، بلکه به‌دلیل انسجام هسته درونی تنها یک جدایی مولکول‌های نامرتب از شبکه صورت می‌گیرد. این خودساماندهی بلور به کلی ناشی از میدان‌های مغناطیسی است و قدرت آن در اعمال به اجزای شبکه است. به این ترتیب به‌نظر می‌رسد، آنچه یک هوشمندی اولیه به‌نظر می‌رسد، ناشی از میدان‌های مغناطیسی حاصل از اتم‌های داخلی ساکاروز است. این میدان‌های مغناطیسی هستند، که باعث شکل‌گیری و خودساماندهی اولیه بلور می‌شوند. اما آیا می‌توان این پدیده را به ذات کلمه هوشمندی تعبیر کرد؟

پاسخ نگارنده به این پاسخ مثبت است. زیرا هوشمندی که نوعی قابلیت حل مسائل و رفع مشکلات تعبیر می‌شود، به خوبی جایگاه خود را در عملیات تبلور نشان می‌دهد. زمانی که در عملیات تبلور نوعی بی‌نظمی ناشی از محرک‌های محیطی به‌وجود می‌آید، سیستم به‌صورت خودساماندهی و بدون نیاز به کمک‌گیری از محیط‌های خارجی خود در جهت هدفی که آن را تعیین کرده است، حرکت کرده و در نهایت به پایدارترین حالت تعادلی فازی شیمیایی می‌رسد. برخی از محققان آشوب معتقدند، که در زمینه نگاشت‌های پوانکاره فعال هستند، معتقدند که چون معادلات سیستم‌های آشوب‌گونه دارای حافظه و خاطرات گذشته خود هستند (مشابه تراژکتوری تشکیل بلور ساکاروز) و هم به لحاظ دارا بودن خاصیت دوشاخگی قادر به خلق اطلاعات بنابراین دارای هوشمندی هستند.

## نتیجه‌گیری

نگاهی به فرایند تبلور ساکاروز نشان می‌دهد، که این فرایند طبق آنچه می‌توان آن را نوعی هوشمندی ناشی از رفتاری مغناطیسی دانست، صورت می‌گیرد. نکته جالب در مورد این پدیده این مسئله است، که میدان‌های مغناطیسی حاشیه بلور خود مهم‌ترین عاملی هستند، که باعث به‌وجود آمدن بلور ساکاروز به شکل مشابه با مولکول می‌شوند. به این ترتیب هر دو پدیده خودساماندهی که نگارنده آن را ناشی از نوعی هوشمندی ناشی از میدان‌های مغناطیسی حاشیه بلور دانسته و هم پدیده خودمانایی که باعث تغییر شکل نهایی بلور به‌صورت هسته یا خوشه اولیه است، همگی ناشی از وجود میدان مغناطیسی اولیه ناشی از اتم‌های داخلی ساکاروز به‌ویژه گروه‌های شش‌گانه کربوکسیل است.

زمانی که در عملیات تبلور نوعی بی‌نظمی ناشی از محرک‌های محیطی به‌وجود می‌آید، سیستم به‌صورت خودساماندهی و بدون نیاز به کمک‌گیری از محیط‌های خارجی خود در جهت هدفی که آن را تعیین کرده است، حرکت کرده و در نهایت به پایدارترین حالت تعادلی فازی شیمیایی می‌رسد

# داستان کنترل کیفیت
# QC Story

نقل از: Statistical Methods for Quality Improvement
ترجمه : مهندس کاوه مختاری

داستان کنترل کیفیت دستورالعملی برای حل کردن مسئله است. مسئله در زبان کنترل کیفیت به شرح ذیل تعریف می‌شود:

مسئله نتیجه نامطلوب یک کار است. حل مسئله این است که نتیجه ضعیف یک کار را تا سطح قابل‌قبولی بهتر کنیم. عوامل بروز مسائل به حقایق مورد بررسی قرار می‌گیرد و رابطه علت و معلول دقیقاً تجزیه و تحلیل می‌شود. از تصمیمات بی‌جهت که براساس تخیلات یا تئوری‌های رومیزی باشد اجتناب می‌شود، زیرا اقدام برای حل مسئله با چنین تصمیماتی منجر به راهنمایی اشتباه، تکرار شکست یا تأخیر در بهبود وضعیت می‌شود. این دستورالعمل یک نوع داستان یا درام در فعالیت‌های کنترل کیفیت است و به‌همین دلیل مردم آن را داستان کنترل کیفیت می‌خوانند. یک مسئله طی ۷ مرحله ذیل حل می‌شود:

۱. مسئله (Problem) : شناسایی مسئله
۲. مشاهده (Observation) : تشخیص ویژگی‌های مسئله
۳. تجزیه و تحلیل (Analysis): پیدا کردن علت‌های اصلی
۴. اقدام (Action): اقدام برای حذف علت‌ها
۵. بازبینی (Check): تأیید اقدام مؤثر
۶. استاندارد کردن (Standardization): حذف دائم علت‌ها
۷. نتیجه‌گیری (Conclusion): بازنگری فعالیت‌ها و برنامه‌ریزی برای کار آینده

اگر این هفت مرحله شفاف و به‌ترتیب به‌کار گرفته شود، بهبود فعالیت‌ها منطقاً با ثبات و به طور یکنواخت اندوخته می‌شوند. این دستورالعمل بعضی اوقات به‌نظر می‌رسد راه غیرمستقیمی برای حل مسئله باشد، اما در بلندمدت این روش کوتاه‌ترین و علاوه بر آن مطمئن‌ترین مسیر است. هرمرحله از داستان کنترل کیفیت به تفصیل شرح داده خواهد شد. هر مرحله چندین «فعالیت» را دربرمی‌گیرد و محتوای آنها در «یادداشت‌ها» شرح داده می‌شود.

## ۱. مسئله (Problem)

مسئله را به طور واضح تعریف کنید.

### فعالیت‌ها (Activities)

۱. نشان دهید مسئله‌ای که برخورد می‌شود خیلی مهم‌تر از دیگر مسائل موجود است.
۲. نشان دهید سابقه و پیشینه آن مسئله چیست و مسیر تاکنون چه بوده است.
۳. با لحن محکم فقط نتایج نامطلوب عملکرد ضعیف را بیان کنید. شرح دهید چه ضایعاتی در حال حاضر در عملکرد وجود دارد و به چه میزان آن عملکرد باید بهبود پیدا کند.
۴. موضوع و هدف را تعیین کنید و اگر لازم باشد حتی زیر موضوعات را مشخص کنید.
۵. شخصی را رسماً برای پذیرفتن مسئولیت منصوب کنید. وقتی‌که کاری به‌وسیله یک تیم اجرا می‌شود اعضا و فرمانده آن را نیز معرفی کنید.
۶. بودجه‌ای را برای بهبود وضعیت تخمین و ارائه کنید.
۷. برای بهبود وضعیت یک جدول زمانبندی ترسیم کنید.

### یادداشت‌ها (Notes)

۱. مسائل بی‌شماری، بزرگ و کوچک ما را احاطه کرده است، با نیروی انسانی، زمان و دارایی‌های محدود، ما باید برای انتخاب کردن مسائل اولویت تعیین کنیم تا آنجایی که امکان‌پذیر است از داده‌ها و اطلاعات برای شناسایی مسئله استفاده کنید. وقتی‌که یک مسئله را به‌عنوان یک موضوع از میان دیگر موضوعات انتخاب می‌کنید، شما باید از دلایل آن انتخاب مطمئن باشید.

۲. بعضی از مسائل براساس سابقه و پیشینه‌شان یا مسیری که تا حال طی کرده‌اند انتخاب می‌شوند. در این موارد شرایط باید به‌طور شفافی شناسایی شوند. همچنین تا آنجایی که امکان‌پذیر است از داده‌های زیادی باید استفاده شود. ارائه دلایل برای حل کردن مسئله خاصی هیچ ارتباط مستقیمی در حل کردن مسئله ندارد، اما در یک احساس

با لحن محکم فقط نتایج نامطلوب عملکرد ضعیف را بیان کنید. شرح دهید چه ضایعاتی در حال حاضر در عملکرد وجود دارد و به چه میزان آن عملکرد باید بهبود پیدا کند

غیرمستقیم مهم است. در مرحله‌ای که درجه اهمیت را شفاف می‌کند، ضروری است اگر درجه اهمیت فوق‌العاده بالا و به‌وسیله بسیاری از افراد به‌طور گسترده‌ای مفهوم باشد، به آن مسئله به‌طور جدی پرداخته شود. این موضوع به مسئله احتمال زیادی می‌دهد که حل شود. از طرف دیگر اگر برای افراد کاملاً مفهوم نباشد که چه مقدار مسئله مهم است، حتی مسئله‌ای که به‌سادگی حل می‌شود، وقتی‌که از افراد خواسته شود، مسئله حل کنند، تلاش و کوشش آن‌ها فقط با بی‌میلی خواهد بود یا آنها ممکن است کار را در نیمه‌راه ترک کنند. به این ترتیب هیچ بهبودی اتفاق نخواهد افتاد. برای اجتناب از این موضوع، از جداول و تصاویری که نتایج و شرح ضعیف عملکرد را نشان می‌دهند، استفاده کنید.

۳. آن یک خیزش بی‌اساس در منطق خواهد بود که سعی شود عوامل علت و معلولی را تعریف کرد و اقدام درمانی برای آن عوامل را فراهم کرد در حالی‌که هنوز در مرحله مسئله چیست باشیم. عوامل علت و معلولی در این مرحله تعیین نمی‌شوند، بلکه بعداً در مرحله تجزیه و تحلیل مشخص می‌شوند. فقط نتایج مسئله بیان می‌شود و این موضوع باید به‌طور صحیح بیان شود تا آن را کاملاً مشخص کند. بعد ضایعات در عملکرد در وضعیت موجود و مزایای اصلاحات مؤثر توصیف می‌شود. این مراحل باید به‌ترتیب اجرا شود تا شناخت مشترک توسط بسیاری از افراد تا آنجا که امکان‌پذیر است، کسب شود.

۴. نشان دادن مبانی که بر روی آنها ارزش هدف در موضوع مسئله گذاشته شده است مهم است. هدف‌های بیهوده با موفقیت انجام نمی‌شود. هدف متعالی می‌تواند کسر معیوب (صفر درصد) باشد، اما بسیاری از موارد ارزش‌های این‌چنینی نهایتاً اهداف آرمانی و ایده‌آل هستند، آن بسیار مشکل است که به چنین اهدافی رسید و حتی اگر آن اهداف تحقق یابد، در انجام دادن آن، دیگر مسائل ممکن است ظاهر شوند. باید یک هدف ارزشی معقول تعیین شود که در آن بازده اقتصادی و امکانات تکنیکی لحاظ شده بود. وقتی که یک موضوع انواع بسیاری از مسئله دربردارد، موضوع را برای برخورد مؤثر با مسئله به زیرمجموعه‌ای از موضوعات تقسیم کنید. در بعضی موارد که کل از قسمت‌های مشابه بسیاری تشکیل می‌شود، آن بهتر خواهد بود که یک قسمت به‌عنوان نمونه از کل برای تجزیه و تحلیل انتخاب شود و به‌عنوان مبنا برای تعمیم به‌کل استفاده شود. یک قسمت استخراج می‌شود و به‌عنوان موضوع اصلی به‌کار گرفته می‌شود و دیگر قسمت‌ها به‌عنوان زیر موضوعات استفاده می‌شود.

۵. مهلت برای رسیدن به حل یک مسئله را بیان کنید. معمولاً اگر ضروریات خوب فهمیده شده باشند، سؤال کی (When) مسئله باید حل شود نیز شفاف خواهد بود. مهم نیست چقدر میزان تخمین نسبت به نتیجه بزرگتر باشد، مسئله‌ای که فاقد برنامه زمانبندی تعریف شده واضح نباشد مسئله‌ای با حداقل سطح اولویت خواهد بود.

## ۲. مشاهده (Observation)

ویژگی‌های خاص مسئله را از جنبه‌های گسترده و متفاوت مورد بررسی قرار دهید.

### فعالیت‌ها (Activities)

۱. چهار ویژگی را بررسی کنید (زمان، مکان، نوع و نشانه) تا مشخصه‌های مسئله را کشف کنید.

۲. سپس از جنبه‌های متفاوت بسیاری مسئله را بررسی کنید تا تغییرات در نتایج را کشف کنید.

۳. به محل وقوع مسئله مراجعه کنید و اطلاعات ضروری را که به‌شکل داده‌ها نمی‌تواند نشان داده شود جمع‌آوری کنید.

### یادداشت‌ها (Notes)

مسئله را از جنبه‌های متفاوت بسیاری بررسی کرده و درک کامل کلیه مشخصه‌های آن را به‌دست آورید. در این مرحله انگشت روی علل مسئله پیش‌آمده نگذارید، فقط به مسئله به آن صورتی‌که هست نگاه کنید. در اولین نگاه، این شباهتی به مرحله مسئله قبلی دارد. افراد معمولاً تمایل دارند این دو مرحله را با هم به اشتباه بگیرند، اما اهداف آنها کاملاً با هم متفاوت هستند. هدف مرحله مسئله مشخص کردن اهمیت مسئله است، هدف مرحله مشاهده کشف عواملی است که باعث مسئله می‌شوند. بعضی اوقات اطلاعات یکسانی ممکن است در دو مرحله متفاوت استفاده شوند، اما برای اهداف متفاوتی به‌کار گرفته می‌شوند.

بازجویان خبره جنایی و کارآگاهان خصوصی همیشه از تکنیک‌های معمولی استفاده می‌کنند:

آنها به‌طور کامل تحقیقات محلی را قبل از اینکه به کار دیگری دست بزنند انجام می‌دهند. آنها سرنخ‌ها را از محلی به‌دست می‌آورند که تحقیقاتشان را برای شکار مقصر مستقر کرده‌اند و تدریجاً حلقه طناب را به‌دور گردن مظنون محکم می‌کنند. اگر بازجویی موقعیتی را که در آن جرم مرتکب شده است قبل از شروع تحقیق کاملاً ارزیابی نکند، او نه‌تنها موفق نخواهد شد که شخص واقعی را پیدا کند، بلکه ممکن است به دستگیری شخص کاملاً بی‌گناهی ختم شود. همین موضوع در حل کردن مسئله نیز صدق می‌کند.

۱. سرنخ و اطلاعی که به کمک آن مسئله حل می‌شود در خود مسئله قرار دارد. وقتی‌که یک مسئله از جنبه‌های متفاوت بسیاری مورد مشاهده قرار می‌گیرد، در نتیجه پدیده‌های

هدف مرحله مسئله مشخص کردن اهمیت مسئله است، هدف مرحله مشاهده کشف عواملی است که باعث مسئله می‌شوند. بعضی اوقات اطلاعات یکسانی ممکن است در دو مرحله متفاوت استفاده شوند، اما برای اهداف متفاوتی به‌کار گرفته می‌شوند

متفاوتی می‌تواند کشف شود. این ویژگی‌های خاص مسئله است و اطلاعاتی برای حل مسئله هستند. دلیل آن است که اگر در نتیجه انحرافی باشد در عوامل علت و معلولی نیز باید انحرافی وجود داشته باشد و به این ترتیب امکان دارد ارتباطی بین این دو نوع انحراف وجود داشته باشد. به‌کارگیری انحرافات در نتایج برای پیدا کردن انحرافات در عوامل علت و معلولی روش مؤثری برای مشخص کردن عوامل اصلی می‌باشد. بهترین زاویه برای نگاه کردن به یک مسئله مورد به مورد با هم متفاوت است. مهم نیست که مسئله چیست، اما حداقل چهار منظر مهم وجود دارند که از آنجا مسئله باید مورد بررسی قرار گیرد: **زمان، مکان، نوع و نشانه**.

در اینجا از مثالی برای بهبود کیفیت عیب جزیی یک کالای خاص استفاده می‌شود.

**الف) به ترتیب ذیل بررسی کنید:**

آیا هیچ تفاوتی در عیب جزیی محصول در شیفت‌های صبح، بعدازظهر و عصر وجود دارد؟

آیا هیچ تفاوتی در عیب جزیی محصول از دوشنبه تا شنبه وجود دارد؟

ما می‌توانیم از دوره‌های زمانی متفاوتی استفاده کنیم، مانند تفاوت از هفته به هفته، ماه به ماه یا در اثنای فصول، دوره‌ها یا سال‌های متفاوت.

**ب) سپس از نظر** مکان، عیب را در محصول بررسی و تحقق کنید. آیا تفاوتی در عیب‌جزیی بین قاب‌های بالا، پایین و قاب‌های کناری وجود دارد؟

آیا تفاوتی در عیب جزیی بین محل قرار گرفتن محصول در کوره (نزدیک به در، نزدیک به پنجره‌ها، نزدیک به دیوارها، در وسط کوره) وجود دارد؟

ما همچنین می‌توانیم سؤالات بیشتری از جنبه‌های مختلف داشته باشیم مانند جهت (شرق، غرب، شمال و جنوب) ارتفاع (بالا یا پایین). وقتی محصول خیلی بلند باشد، آیا عیب در قسمت جلو، وسط و یا آخر اتفاق می‌افتد؟ آیا عیب در قسمت صاف یا انحنای محصول که شکل پیچیده دارد، یا مسئله بستگی به مساحت محصول دارد که سطح A یا B و غیره دارد.

**ج) سپس بر اساس نوع بررسی کنید:**

**آیا هیچ تفاوتی** در عیب جزیی کالا در انواع مختلف که سازنده تولید می‌کند، وجود دارد؟

**آیا هیچ تفاوتی** در عیب جزیی محصولات از نوع مشابه در گذشته وجود داشته است؟ ما همچنین می‌توانیم از زوایای دیگری که مربوط به نوع می‌شود فکر کنیم، مانند مشخصات، کلاس، آیا کالا را مستمندان یا بچه‌ها استفاده می‌کنند، یا به‌وسیله مردان یا خانم‌ها و یا کالا برای استفاده داخلی است یا صادرات؟

د) بالاخره بررسی از نظر نشانه، برای مثال نشان و علامت در اقلام عیوب سوراخ‌های ریز را درنظر می‌گیریم. آیا وقتی سوراخ‌ها را مشاهده می‌کنید هیچ تفاوتی در شکل آنها وجود دارد (آیا آنها دایره‌ای، بیضوی، زاویه‌ای یا دیگر شکل‌ها هستند)؟ آیا در مسیری که سوراخ‌های چندتایی ظاهر می‌شوند هیچ تفاوتی وجود دارد (خطی، منحنی، پیوسته، ناپیوسته و غیره)؟

به‌علاوه اندازه‌های سوراخ‌ها چقدر هستند و تحت چه شرایطی؟ آیا آنها در سطوح مشخصی ظاهر می‌شوند (آیا آنها روی سطح قرار دارند یا در سطوح مشخصی)؟ ویژگی‌های سطوح احاله چه چیزهایی هستند (تغییرات در رنگ یا کیفیت یا ظاهر مواد خارجی).

۲. مهم نیست که مسئله چیست، تحقیقات از ۴ جنبه فوق حداقل باید صورت گیرد. در هرحال این بررسی‌ها تنها کافی نیست؛ مسئله باید از جنبه‌های متفاوتی براساس مشخصه‌های آن مورد بررسی قرار گیرد، هرقدر تغییرات وسیع‌تر باشد نتایج کشف شده بهتر خواهد بود.

۳. به‌طور کلی، حل کردن مسئله باید براساس آمار و داده‌ها باشد. اطلاعاتی که براساس داده‌ها نباشد، یعنی خاطرات و تصورات است و تنها می‌تواند به‌عنوان مرجع مورد استفاده قرار گیرد. اطلاعاتی که براساس داده‌ها نمی‌تواند کسب شود در هرحال بعضی اوقات نقش مهمی در حل کردن مسئله دارند. در صورت امکان آنهایی که در تحقیقات نقشی دارند باید در محل حضور داشته باشند، نه در یک اداره، بلکه حقیقتاً باید در محل وقوع باشند. در اینجا آنها می‌توانند اطلاعاتی را مشاهده و به‌دست آورند که مانند کاتالیزور در واکنش‌های شیمیایی، سرنخ‌های جدیدی را برای حل کردن مسئله در فرآیند فکر کردن فراهم کنند.

## ۳. تجزیه و تحلیل (Analysis): پیدا کنید علت‌های اصلی چه چیزهایی هستند؟

### فعالیت‌ها (Activities)

۱. مستقر کردن فرضیات (انتخاب کردن موارد مناسب اصلی به‌عنوان علت‌ها)

الف) دیاگرام علت و معلول (دیاگرامی که شامل تمامی عناصر است که به‌نظر می‌رسد با مسئله ارتباط دارند) را بنویسید به‌طوری‌که تمام اطلاعات مربوط به علل ممکن را جمع‌آوری کند.

ب) اطلاعاتی که در مرحله مشاهده به‌دست آمده به‌کار ببرید و عناصری که به‌طور مشخص ارتباط ندارند حذف کنید. دیاگرام علت و معلول را دوباره بکشید و عناصر باقیمانده را در آن بنویسید.

مهم نیست که مسئله چیست، تحقیقات از ۴ جنبه فوق حداقل باید صورت گیرد. در هرحال این بررسی‌ها تنها کافی نیست؛ مسئله باید از جنبه‌های متفاوتی براساس مشخصه‌های آن مورد بررسی قرار گیرد، هرقدر تغییرات وسیع‌تر باشد نتایج کشف شده بهتر خواهد بود

ج) در دیاگرام اخیر عناصری که به‌نظر می‌رسد بالاترین احتمال را برای علت عمده بودن دارند با علامت مشخص کنید.

۲. فرضیات را آزمایش کنید (علت اصلی را از موارد مناسب استخراج کنید).

الف) از عناصری که دارای بالاترین امکان علت بودن را دارند برنامه جدیدی ساخته تا اثر آن عناصر روی مسئله با به‌دست آوردن داده‌های جدید یا انجام دادن آزمایشات به‌دست آورید.

ب) تمام اطلاعات را یکپارچه کنید و تصمیم بگیرید کدامیک از علت‌های اصلی ممکن هستند.

ج) اگر امکان داشته باشد مسئله را تعمداً بازتولید کنید.

## یادداشت‌ها (Notes)

این مرحله به دو بخش تقسیم شده است اولین استقرار فرضیات و دومین اثبات آن فرضیات است. دلایل داشتن مراحل این است که در بخش کنترل کیفیت علت‌ها باید به‌طور علمی تعیین شوند. در بسیاری از موارد، علت‌های مسائل یا از طریق بحث در میان عواملی که با حل کردن مسئله ارتباط دارند تعیین می‌شود یا با تصمیم دلخواه یک شخص تعیین می‌شود. تصمیم‌گیری از این نوع معمولاً اشتباه است و بیشتر این اشتباهات وقتی که از مرحله اثبات فرضیات صرفنظر می‌شود اتفاق می‌افتد. وقتی که ما درباره علت‌ها (فرضیات) فکر می‌کنیم، دلایل بحث می‌شوند و داده‌ها تجزیه و تحلیل می‌گردند. در اثنای بحث و تجزیه و تحلیل، داده‌ها که صحت فرضیات مسئله را اثبات می‌کند احتمال دارد ابهاماتی به‌وجود بیاید، اما ساختن دو چیز متفاوت است و داده‌های یکسانی برای هر دو نمی‌تواند باعث استفاده فرضیات و اثبات آنها شود. جمع‌آوری داده‌ها برای آزمایش فرضیات باید به‌طور منطقی طراحی شود و فرضیات باید با روش‌های آماری مورد آزمایش قرار گیرد.

۱. برای برقرار کردن فرضیات، دیاگرام علت و معلول یک ابزار مفید است. تمام عناصر در دیاگرام علت‌های فرضی مسئله است. دیاگرام باید عناصری را برداشته باشد که در نهایت به‌عنوان دلایل اصلی شناسایی شوند.

الف) بیان کردن معلول در دیاگرام تا جایی که ممکن است باید عینی و واقعی باشد، زیرا اگر آن دلایل به‌صورت ذهنی بیان شود، تعداد عناصر در دیاگرام بسیار زیاد خواهند شد تجمعی از موارد متفاوت مجرد است، هر یک از آنها دارای موارد متعددی است که غیرضروری هستند؛ برای مثال:

اگر ما معلول را به‌عنوان یک علت بیان کنیم، علت‌ها در دیاگرام تجمعی از عوامل خواهند بود که عیب را موجب شده‌اند. اگر ما از معلول معیوب‌هایی بسازیم که شامل انواع عیب‌ها باشد، ضروری است انواع بسیاری از عیب‌ها را جمع‌آوری کنیم تا محتوی دیاگرام متنوع شود.

بنابراین هرچه بیشتر بیان ویژگی‌ها واقعی باشد همان‌قدر دیاگرام مؤثرتر است. ابتدا یک دیاگرام علت و معلول ترسیم کنید که دارای عناصر کافی باشد تا نظرات آنهایی که در حل مسئله درگیر هستند مورد توجه قرار گیرد.

ب) بررسی همه علت‌های ممکن مؤثر نخواهد بود، بنابراین در این لحظه، ما باید تعداد آنها را براساس داده‌ها کاهش دهیم. اطلاعات امتحان شده در مرحله مشاهده برای این‌کار خیلی مفید خواهد بود عناصری که با تغییرات نتایج ارتباطی ندارند، از جدول حذف می‌شوند. برای مثال فرض کنید که عیب جزیی در صبح بالاست و در بعدازظهر پائین است، اگر کارگران در زمان از روز یکسان باشند، آنرا از دیاگرام حذف می‌کنیم، زیرا آنها با نتیجه ارتباطی ندارند. اما اگر ماشین‌آلات که در طول صبح یا بعدازظهر استفاده می‌شوند متفاوت باشند در دیاگرام باقی می‌مانند زیرا آنها با نتیجه ارتباط دارند. اگر در مرحله مشاهده نتایج متفاوت پراکنده، آزمایش شده است، ما می‌توانیم بسیاری از علت‌های ممکن را از دیاگرام حذف کنیم. بعد از اینکه عناصری که نمی‌توانند علت باشند، به این ترتیب حذف شدند، ما دیاگرام علت و معلول دیگری با باقیمانده عناصر می‌سازیم. هرقدر این دیاگرام کوچک‌تر باشد (تعداد کمتر عناصر) بهتر است.

ج) تمام عناصر که در دیاگرام تجدیدنظر شده احتمال یکسان مؤثری در مسئله ندارند، عناصر باید براساس احتمال وقوع اطلاعاتی که در مرحله مشاهده به‌دست آمده و به ترتیبی که آزمایش شده‌اند رده‌بندی شوند. ما به این ترتیب نامزدهای اصلی را برای علت‌ها محدود کرده‌ایم و باید بخاطر بسپاریم که نامزدها هنوز فقط نامزدی علل اصلی مسئله را دارند، زیرا داده‌هایی که تاکنون استفاده شده‌اند، داده‌هایی هستند که برای استقرار فرضیات استفاده شده است و باید داده‌هایی که از طریق طراحی جدید به‌دست آمده‌اند تعیین کنند که آیا فرضیات درست است یا خیر؟

۲. آزمایش فرضیات باید براساس داده‌های به‌دست آمده از تحقیقات و آزمایش باشد. داده‌ها باید منطبق با برنامه دقیق طراحی شده جمع‌آوری شده باشد.

الف) آزمایش فرضیات بررسی می‌کند که آیا واقعاً ارتباطی بین علت‌های اصلی و نتایج وجود دارند، اگر وجود دارد، چه‌قدر این رابطه قوی است یعنی علت ممکن چه معلولی دارد. روش‌های متفاوتی برای بیان شدت چنین رابطه‌ای وجود دارد، یعنی ضریب همبستگی، تجزیه و تحلیل واریانس و دیاگرام پرتو برای علت‌ها، یا آنها را به‌سادگی در دیاگرام علت و معلول می‌توانند مشخص شوند. ما باید از تصمیم‌گیری بر روی علت‌های اصلی از طریق «رأی‌گیری» اجتناب کنیم،

**از عناصری که دارای بالاترین امکان علت بودن را دارند برنامه جدیدی ساخته تا اثر آن عناصر روی مسئله با به‌دست آوردن داده‌های جدید یا انجام دادن آزمایشات به‌دست آورید**

تعیین علت‌های اصلی با رأی‌گیری روش دموکراتیک است اما هیچ تضمینی برای صحت علمی آن نیست. موارد بسیاری وجود داشته که عنصری با اکثریت آراء انتخاب شده است و بعد از تحقیقات مشخص شده است که آن عنصر علت نبوده است. بعضی اوقات، عملیات اصلاحی بدون هیچ‌گونه تجزیه و تحلیل داده‌ها انجام می‌شود. همه عملیات که به‌نظر محتمل می‌رسد به‌اجرا گذاشته می‌شود. اگر نتایج خوب باشد، حل کردن مسئله تمام‌شده تلقی می‌گردد، ترتیب دقیقاً برعکس چیزی است که در اینجا از آن دفاع می‌شود، برای این‌که آنچه انجام می‌شود این است که علت در عمل بررسی شود. برای حل کردن مسئله، این دستورالعمل نیاز به مقدار زیادی سعی و خطا دارد. حتی اگر مسئله حل شود و حتی اگر ببینیم که عملیات اصلاحی در حل کردن مسئله مؤثر است، در بیشتر موارد ما نمی‌توانیم علت اصلی واقعی را پیدا کنیم، زیرا رابطه بین علت‌ها و عملیات اصلی براساس یک رابطه یک به یک با هم مطابقت ندارند.

ب) علت عمده این است که یک یا چند عنصر است که حداکثر تأثیر را روی نتیجه دارد. تعداد زیادی عناصر می‌توانند نتیجه را به چند طریق یا طرق دیگر متأثر نمایند، خواه بزرگ یا کوچک اما غیرمؤثر خواهد بود که اصلاحات را برای تمام عناصر بپذیریم. عملیات را باید برای عوامل علت و معلولی گرفته شود و نه برای آنهایی که اثرات کم دارند. به‌همین دلیل است که ما باید تمامی اطلاعات را بررسی و یکپارچه کرده و علت‌های بزرگتر را تعیین کنیم.

ج) با بازتولید جهانی معلول شواهد برای علت می‌تواند پیدا شود. درهرحال، چنین بازتولیدی باید به‌دقت به‌عهده گرفته شود. اگر ما یک واحد غیراستاندارد بعضی از محصولات را به‌کار می‌بریم، محصول معیوب ممکن است تولید شود اما این لزوماً به این معنی نیست که واحد غیراستاندارد علت عیب است. بعضی عوامل دیگر ممکن است علت عیب باشد. یک عیب که به‌صورت جهانی تولید می‌شود باید همان مشخصه را داشته باشد که محصول معیوب دارد، همان‌طور که در مرحله مشاهده مشخص شده است. اگرچه بازتولید جهانی یک روش مؤثر برای اثبات فرضیات است، مواردی وجود دارند که به‌دلایل انسانی، اجتماعی یا عملی (زمان، اقتصاد) قابل قبول نیست، در چنین مواردی ما باید در هنگام مراحل مشاهده یا تجزیه و تحلیل علت‌ها خیلی دقیق باشیم.

## ۴. کنش (Action): به حذف کردن علت‌های اصلی اقدام کنید

### فعالیت‌ها (Activities)

۱. باید بین اقداماتی که برای اصلاح پدیده‌ها (اصلاح فوری) و اقداماتی که برای حذف عوامل مؤثر (جلوگیری از تکرار) گرفته می‌شود وجه تمایز زیادی قائل شد.

۲. اطمینان حاصل کنیدکه اقدامات منجر به تولید مسائل دیگر (عوارض جانبی) نشود. اگر چنین باشد، اقدامات دیگری را انجام دهید یا اصلاحاتی را برای عوارض جانبی انجام دهید.

۳. تعداد زیادی پیشنهاد برای اقدام طراحی کنید، مزید و مضار هر یک از آنها را امتحان کنید و آنهایی که افراد درگیر در آن موافق باشند.

### یادداشت‌ها (Notes)

۱. دو نوع اقدام وجود دارد. یک اقدام برای برخورد کردن با پدیده‌ها (نتایج) است، در حالی‌که دیگری اقدام کردن برای جلوگیری از عواملی که باعث می‌شوند مسئله دوباره اتفاق بیتفد. اگر ما یک محصول معیوب تولید کنیم آن را تعمیر خواهیم کرد. حتی اگر ما در تعمیر آن موفق شویم، تعمیر از بروز عیب جلوگیری نخواهد کرد که دوباره تکرار نشود. ایده‌آل‌ترین روش حل مسئله این است که با پذیرفتن اصلاحاتی که علت بروز مسئله را حذف می‌کند از تکرار شدن آن جلوگیری شود. این دو نوع اقدام متفاوت نباید با هم اشتباه گرفته شود. همیشه روش‌هایی را بپذیرید که علت‌ها را حذف کند.

۲. این اقدامات معمولاً مسائل دیگری را باعث می‌شوند. آنها شبیه استفاده از درمان‌های پزشکی هستند که یک مرض را شفا می‌دهند اما عوارض جانبی دارند که به بیمار مرض دیگری می‌دهند. برای جلوگیری از عوارض جانبی، باید اقدامات کاملاً ارزیابی شود و تا جایی که امکان دارد از جنبه‌های گسترده‌ای مورد قضاوت قرار گیرد. همچنین آزمایشات مقدماتی روی آن روش‌ها انجام گیرد. اگر عوارض جانبی دارد اقدام دیگری یا یک اصلاح برای عوارض جانبی درنظر بگیرید.

۳. یک نکته مهم عملی در انتخاب نوع اقدام این است که آیا همکاری فعال همه افرادی که درگیر هستند می‌تواند تأمین شود یا خیر؟ اقدامی که به یک عامل علت و معلولی حمله می‌کند تغییرات متفاوتی را در روش کار مطرح می‌کند. اقدام باید طوری باشد که همه افراد با آن موافق باشند، اگر اقدامات متقابل ممکن بسیاری وجود داشته باشد، مزایا و مضار هر اقدامی از دیدگاه همه افرادی که درگیر هستند باید امتحان شود. در تصمیم نهایی، اگر چندین راه‌حل ممکن وجود داشته باشد شرایط اقتصادی و فنی را نیز باید برآورده کرد، بهتر است راه‌حلی را انتخاب کنیم که براساس دموکراسی باشد.

## ۵. بازبینی کردن (Check): اطمینان حاصل کنید که از دوباره اتفاق افتادن مسئله پیشگیری می‌شود

### فعالیت‌ها (Activities)

۱. در فرمت یکسانی (جدول، نمودار و نقشه) داده‌های

اگرچه بازتولید جهانی یک روش مؤثر برای اثبات فرضیات است، مواردی وجود دارند که به‌دلایل انسانی، اجتماعی یا عملی (زمان، اقتصاد) قابل قبول نیست، در چنین مواردی ما باید در هنگام مراحل مشاهده یا تجزیه و تحلیل علت‌ها خیلی دقیق باشیم

به‌دست آمده از مسئله را (نتایج نامطلوب در موضوع) هم قبل هم بعد از اقدام انجام گرفته را با هم مقایسه کنید.

۲. تأثیرات را به صورت‌های پولی تبدیل کنید و نتایج را با مقدار هدف مقایسه کنید.

۳. اگر اثرات دیگری مانند خوب یا بد دارد، آنها را لیست کنید.

**یادداشت‌ها (Notes)**

۱. در مرحله بازبینی ما سؤال می‌کنیم به چه میزان از تکرار اتفاق پیشگیری شده است؟ داده‌هایی که ما به‌کار می‌گیریم تا اثربخشی اقدام را بازبینی کنیم داده‌هایی هستند که قبل و بعد از اقدام انجام می‌شود تا تعیین کنیم تا چه میزان نتایج غیرمطلوب کاهش پیدا کرده است. فرمتی که در این مقایسه (جداول، نمودارها و نقشه‌ها) استفاده می‌شود باید هم قبل و هم بعد از اقدام یکسان باشد. برای نمونه اگر دیاگرام پرتو استفاده می‌شود تا وضعیت قبل از اقدام را نشان دهد، پس دیاگرام پرتو باید برای بازبینی آن اقدامات نیز استفاده شود.

۲. در خیلی موارد مهم است که نتایج اقدامات به‌صورت‌های مالی تبدیل شود برای مدیریت چندین چیز افشاء خواهد شد وقتی که ضایعات قبل و بعد از اقدام مقایسه شود.

۳. وقتی که نتایج اقدامات در حد قابل انتظار رضایتبخش نباشد، اطمینان حاصل کنید که تمام عملیات برنامه‌ریزی شده که انجام شده است دقیقاً براساس تصمیم بوده است. اگر نتایج نامطلوب بعد از اقدامات انجام شده بازتکرار می‌شود، حل کردن مسئله موفقیت‌آمیز نبوده است و ضروری است که به مرحله مشاهده برگردیم و دوباره شروع کنیم.

## ۶. استاندارد کردن (Standardiztion): علت مسئله را دائماً حذف کنید

**فعالیت‌ها (Activities)**

۱. پنج W و یک H: کی (Who)، کی (When)، کجا (Where)، چی (What)، چرا (Why) و چگونه (How) برای کار بهبود یافته باید به‌طور واضح و به‌عنوان یک استاندارد استفاده شود.

۲. آمادگی‌های لازم و ارتباطات در ارتباط با استانداردها باید به‌صورت صحیح اجراء شود.

۳. آموزش و کارآموزی باید اجرایی شود.

۴. سیستم مسئولیت باید مستقر باشد تا بازبینی کند که آیا به استانداردها توجه می‌شود.

**یادداشت‌ها (Notes)**

اقدامات اصلاحی باید استاندارد شود تا از تکرار اتفاق دائماً جلوگیری شود. دو دلیل اصلی برای استاندارد کردن وجود دارد. اول اینکه بدون استاندارد اقداماتی که برای حل مسئله گرفته می‌شود، بتدریج به روش‌هایی برمی‌گردد که منجر به تکرار مسئله می‌شود. دوم اینکه بدون استاندارد مشخص، مسئله احتمال دارد دوباره اتفاق بیفتد وقتی که افراد جدید (استخدام جدید، انتقالی‌ها و کارگران پاره‌وقت) در کار درگیر شوند. استاندارد کردن فقط با مستند کردن به‌سادگی موفق نخواهد شد، استانداردها باید بخشی از تفکر و عادت کارکنان بشود. آموزش و کارآموزی نیاز می‌باشد تا آنها مجهز به دانش و تکنیک شوند تا استانداردها را به‌کار گیرند.

۱. استاندارد کردن روش دیگری برای بیان پنج Ws و یک H برای دستورالعمل‌های کار است. فقط نشان دادن یک H. (چگونه) در بعضی موارد ممکن است استاندارد خوانده شود، در یک استاندارد ممکن است اگر چهار Ws (بدون Why) و یک H به‌کار گرفته شود رضایتبخش بداند. روش اجرایی یک کار می‌تواند بدون چرا (Why) به‌خوبی درک شود اما چرا (Why) برای شخصی که کاری را انجام می‌دهد ضروری است. علاوه بر استاندارد، روش‌های بسیار دیگری برای انجام دادن کار و گرفتن نتیجه وجود دارد. بنابراین بسیار احتمال دارد که کارگران روش‌های غیراستاندارد را به‌کار گیرند، اگر او نداند چرا باید روش استاندارد شده به‌کار گرفته شود، به این دلیل است که چرا استاندارد باید (Why) چرا را دربرداشته باشد. بعد از آنکه افراد (Why) چرا را فهمیدند، آنها استاندارد را از نزدیک مورد توجه قرار خواهند داد. داستان کنترل کیفیت یک ابزار خوب برای درک (Why) چرا می‌باشد.

بنابراین استانداردها از داستان کیفیت که آنها را تولید می‌کنند نمی‌توانند جدا شوند، وقتی که کارآموزی و آموزش به‌صورت استاندارد داده شود، داستان کنترل کیفیت مربوطه همچنین باید آموزش داده شود.

۲. فقدان آمادگی و ارتباطات درست یکی از دلایل اصلی برای درک نکردن معرفی استاندارد جدید می‌شوند. منظور کردن استاندارد جدید در کار، روش‌های کار را تغییر می‌دهد و نتایج با اشتباهات جزیی را به‌وجود می‌آورند و بعضی اوقات ایجاد مسئله می‌کنند، بخصوص در محیط کاری که سیستم تقسیم کار پذیرفته شده باشد، اگر در جایی کارها با روش جدید انجام می گیرد و در جایی دیگر روش قدیمی هنوز در جریان است.

۳. آموزش و کارآموزی کافی معمولاً برای به‌وجود آوردن شاخص‌های استاندارد ضروری هستند. اگر شرکت در اجرا این کارآموزی فراموشکارانه باشد، مهم نیست که خود استانداردها چه‌قدر خوب باشند، آنها به آن صورتی که باید باشند اجرا نخواهند شد و مسائل نمی‌توانند از اتفاق دوباره آن جلوگیری کنند.

۴. بعضی اوقات مسئله‌ای حل می‌شود صرفاً برای همان مسئله‌ای که دوباره ظاهر خواهد شد، علت اصلی این است

در خیلی موارد مهم است که نتایج اقدامات به‌صورت‌های مالی تبدیل شود برای مدیریت چندین چیز افشاء خواهد شد وقتی که ضایعات قبل و بعد از اقدام مقایسه شود

که اســتانداردها ابتدا موردتوجه قرار می‌گیرند، اما به‌مرور به عقب برمی‌گردند. یک سیستم مسئولیت باید استقرار یابد تا استانداردها به‌طور پایدار بازبینی و مورد توجه قرار گیرند که از دوباره اتفاق افتادن مسئله جلوگیری کنند.

## ۷. نتیجه‌گیــری (Conclusion): روش حل کردن مسئله را مرور کنید و برای آینده برنامه ریزی کنید

### فعالیت‌ها (Activities)

۱. مسائل باقیمانده را جمع‌آوری کنید.

۲. برنامه‌ریزی کنید چه چیزی قرار اســت انجام شود تا آن مسائل را حل کنید.

۳. دربــاره آنچــه در فعالیت‌هــای اصلاحی خــوب و بد پیشرفته‌اند فکر کنید.

### یادداشت‌ها (Notes)

۱. یک مســئله تقریباً هرگز به‌طور کامل حل نمی‌شود و شــرایط ایده‌آل تقریباً هرگز وجود ندارد. شایسته نیست که حد کمال **هدف‌گذاری شــود و یا به فعالیت‌های تکراری، روی موضوعات تکراری و برای مدت طولانی** ادامه دهید. وقتی که محدوده زمانی مشــخص شــد، تعیین کردن حد و مرز برای فعالیت‌ها مهم اســت. حتی اگر هدف محقق نمی‌شــود، باید لیســتی تهیه شــود که تا کجا فعالیت‌ها پیشرفت داشته‌اند و چه چیزهایی هنوز حصول نشده است.

۲. برنامه‌هایــی را بــرای آنچه که در آینده برای مســائل باقیمانده باید انجام دهید، طراحی کنید.

مســائل مهــم در آن برنامه‌ها باید ادامــه پیدا کند مانند موضوعاتی در داستان کنترل کیفیت بعدی.

۳. در نهایت مقداری فکر کردن عکس‌العملی باید به خود فعالیت‌های حل کردن مســئله داده شود. این اقدام در ارتقاء کیفیت فعالیت‌های بعدی کمک خواهد کرد. همیشه تفاوتی بیــن فعالیت‌های واقعی انجام شــده و آن که به‌لحاظ نظری درک و انجام شــده است وجود دارد، چنین شکاف‌هایی باید یک به یک پر شــود. این بررســی باید انجام شــود حتی اگر مســئله با موفقیت حل شده باشد. اما این تمرین مغزی باید باتوجه خاصی انجام شود اگر مهلت تمام شده است و مسئله حل نشــده است. به مســائل حل نشده بعداً در مرحله بعدی داستان کنترل کیفیت پرداخته شود.

## ۸. خاتمه

### حقایق

علت‌های کلی بروز مشکلات در کارخانه‌ها از دانش غلط و عملیات نادرســت برمی‌خیزد، فهمیــدن اینکه چه چیزی غلط و چه چیزی نادرســت است، ما باید فرآیند حقیقت‌یابی را، راه‌اندازی کنیم.

«حقایق» یک بیان تکراری و کلیشه‌ای است.

هرکــس می‌پنــدارد او می‌دانــد، امــا هیچ‌کــس واقعــاً نمی‌داند.

هرکس می‌تواند داســتان مردان کور و لمس کردن فیل را بــه خاطر بیاورد، کــه هرکدام توصیف مختلفی از آنچه که فیل اســت گزارش می‌کردند. یکی خرطوم را لمس می‌کرد و از آن ســخن می گفت، دیگری دُم را لمس می‌کرد و فیل را به آن صورت توصیف می‌کرد. هرکدامشان اعتقاد داشتند که تجربه‌شان درست است.

مردم اغلب از طرف دیگران داستان‌هایی می‌گویند گویی آنکه تجربه‌های خودشان را تعریف می‌کنند.

بحث و گفت‌وگو به‌تنهایی مشکلات را حل نمی‌کند.

کلمات همیشه نمی‌تواند حقایق را توصیف کند.

آنچه ســفید اســت ممکن اســت معلوم شــود که سیاه است.

بحث‌ها آرام نمی‌گیرند، اگر آن سفید است یا سیاه.

اجازه دهید حقایق خودشان صحبت کنند.

بــا رفتار متواضعانه، با دقت چیزها را یک به یک بازبینی کنید.

با هر سرعتی با آنچه ما برخورد می‌کنیم یک چیز مشکل است.

آن شاخص‌های بی‌شماری دارد.

ما باید آگاه باشیم که دانش و تجربه ما محدود و همیشه ناقص اســت. به‌رسمیت شــناختن این موضوع باعث می‌شود که حقایق ظاهر شوند.

شــخصی که در کاری برای مدت طولانی مشــغول بوده است، ما او را با تجربه می‌خوانیم. یک شخص با تجربه مقدار زیادی دانش درباره آن کار دارد.

دانش درست و دانش نادرست وجود دارد.

مسئله آن اســت که او نمی‌داند کدامیک درست است و کدامیک اشتباه است.

کارشناس واقعی شخص باتجربه‌ای است که همیشه دانش خود را با حقایق ارائه می‌کند، متأسفانه همه اشخاص باتجربه لزوماً کارشناس‌های واقعی نیستند.

آنها می‌توانند اسباب زحمت شوند که خرافات دارند.

ما باید با پشتکار کار کنیم تا دانش واقعی را پیدا کنیم.

آن درست شبیه بالا رفتن از یک جاده کوهستانی است، شــما باید در هر زمان یک‌قدم بــالا بروید. بعد از اینکه برای مدتی بالا رفتن را ادامه دادید، شما ناگهان تشخیص خواهید داد چه‌قدر بالاتر از نقطه شروع هستید.

همیشه تفاوتی بین فعالیت‌های واقعی انجام شده و آن که به‌لحاظ نظری درک و انجام شده است وجود دارد، چنین شکاف‌هایی باید یک به یک پر شود. این بررسی باید انجام شود حتی اگر مسئله با موفقیت حل شده باشد

# آنزیم پولولاناز

ترجمه : سمیه اخوان
نقل از: Food Standards Australia Newzeland (FSANZ)

پولولاناز یکی از آنزیم‌های مهم در فراوری نشاسته است. این آنزیم در صنعت شربت غلیظ گلوکوز و مالتوز در مقیاس وسیعی مصرف می‌شود. این آنزیم در شکستن نشاسته به گلوکز و یا مالتوز بسیار قوی عمل می‌کند.

در آوریل ۲۰۱۰ شرکت Novozymes درخواست صدور مجوز برای مصرف آنزیم پولولاناز تولید شده از Bacillus Subtilis که شامل ژن پولولاناز جدا شده از Bacillus Acido pullulyticus است برای مصرف در صنعت نشاسته و الکل را به مؤسسه استاندارد غذای استرالیا - نیوزلند ارائه کرد. در دسامبر ۲۰۱۰ این درخواست توسط مؤسسه استاندارد فوق‌الذکر مورد قبول واقع شد و طبق شماره EC3.2.1.04 مجوز مصرف آن داده شد. همچنین این ماده دارای مجوز مصرف GRN:205, GRAS در ایالات متحده آمریکا می‌باشد، و نیز مجوز مصرف این آنزیم در کشورهای دانمارک و برزیل و چین صادر شده است.

پولولاناز را اصطلاحاً آنزیم Debranching نشاسته نیز نامیده‌اند. سه نوع اتصال توسط این آنزیم‌ها (آنزیم پولولاناز EC3.2.1.41 و آنزیم ایزوپولولاناز EC3.2.1.57 و آنزیم نئوپولولاناز EC.3.2.1.35) شکسته (گسسته) می‌شود و باید اضافه کرد که پولولاناز Type1 تنها پیوند α-1/6-glycosidic را هیدرولیز می‌کند و پولولاناز Type2 به‌طور خاص به پیوند α-1/4-glycosidic و همچنین پیوند α-1/6-glycosidic در الیگوساکاریدها و آمیلوپکتین حمله می‌کند و محصول هیدرولیز Type1، پانوز (Panose) و محصول هیدرولیز Type2، ایزوپانوز (Iso Panose) و محصول هیدرولیز Type3، Maltose، Panose و Malto triose است.

طبق تحقیقات صورت گرفته توسط دکتر Zofia Olempska با استفاده از فرآیند اصلاح ژنتیک و تغییرات صورت گرفته بر روی B.Deramificans و باسیلوس Licheniformis استخراج آنزیم پولولاناز از این دو باکتری بهبود می‌یابد.

فاکتورهای مؤثر بر فعالیت آنزیم پولولاناز عبارتند از: دما - زمان - pH

دما: هر ۱۰ سانتی‌گراد افزایش دما باعث افزایش فعالیت آنزیم ۲ تا ۳ مرتبه می‌شود. فعالیت بهینه آنزیم در محدوده دمای ۵۵ تا ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد است. بیشترین فعالیت میکروارگانیسم ترموفیلیک در محدوده دمای ۵۵ تا ۸۰ درجه سانتی‌گراد نشان داده شده است. برخی از انواع Hyper thermophilic در دمای ۸۰ تا ۱۱۵ درجه سانتی‌گراد بیشترین فعالیت را نشان می‌دهند. بیشترین فعالیت در آنزیم جداسازی شده در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده می‌شود و در بالاتر از این دما فعالیت آنزیم به‌سرعت کاهش می‌یابد.

زمان: زمان یکی از فاکتورهای بسیار مهم و تأثیرگذار بر روی فعالیت آنزیم پولولاناز است که زمان وارون‌سازی (برگردانی) سوبسترا را کاهش می‌دهد. Shelf Life آنزیم پولولاناز در باسیلوس سرئوس در ph=6 برابر با ۲ ساعت در ۵۰ درجه سانتی‌گراد است.

pH: PH یکی از فاکتورهای بسیار مؤثر در فعالیت آنزیم پولولاناز می‌باشد. pH مناسب برای رشد و تولید آنزیم به‌وسیله G.Thermoleovorans برابر با pH=7 است. فعالیت و پایداری پولولاناز به‌صورت کلی در دامنه وسیع (pH = ۲ تا ۱۰) است، اما فعالیت آنزیم پولولاناز به‌صورت بهینه (pH = ۵/۵ تا ۶/۵) در باسیلوس سرئوس نشان داده شده است و در بالاتر از ۷ فعالیت پولولاناز به‌صورت گسترده‌ای کاهش می‌یابد. بیشترین فعالیت در pH=6.5 مشاهده شده است، اگرچه باسیلوس سرئوس در (pH = ۵/۵ - ۸) رشد می‌کند و ۷۰ درصد فعالیت را نشان می‌دهد. در زمینه تأثیرات pH بر فعالیت آنزیم تحقیقات در سال‌های ۲۰۰۶ و ۱۹۹۵ نشان می‌دهد که فعالیت بهینه در pH=6 است.

زمان یکی از فاکتورهای بسیار مهم و تأثیرگذار بر روی فعالیت آنزیم پولولاناز است که زمان وارون‌سازی (برگردانی) سوبسترا را کاهش می‌دهد. Shelf Life آنزیم پولولاناز در باسیلوس سرئوس در ph=6 برابر با ۲ ساعت در ۵۰ درجه سانتی‌گراد است