

مجله صنایع قند ایران

کشاورزی، صنعتی، اقتصادی
چغندر قند و نیشکر

صاحب امتیاز

دفتر مشاوره و خدمات فنی و بازرگانی صنایع قند ایران

ناشر

سندیکی کارخانه های قند و شکر ایران

مدیر مسئول

مهندس رضا اخوان حیدری

هیئت تحریریه

مهندس اکبر سجادی، مهندس کاظم کاظمی

دکتر میر منوچهر سیادت

دکتر رضا شیخ الاسلامی

مهندس محمد باقر پورسید

دکتر ایرج علیمرادی

مهندس علی افشار

مهندس رضا اخوان حیدری (عضو موظف)

ویراستار

مهندس محمد باقر پورسید

امور اجرایی

نرگس کریمی

مرداد شهریور ۱۳۸۵

شماره ۱۷۸

میدان دکتر فاطمی - خیابان شهید گمنام - شماره ۲۳

تلفن: ۸۸۹۶۴۲۶۰ - ۸۸۹۶۹۹۰۳ - ۸۸۹۶۵۷۱۵

نمبر: ۰۲۱-۸۸۹۶۹۰۵۵

چاپ مظاهری

- ۲ تعیین میزان شاخ و برگ و سر چغندر از طریق تصویربرداری
- ۱۰ خلاصه گزارش بهره برداری ۲۰۰۵ چغندر کارخانجات قند هلندی (Suiker Unie und CSM Suiker)
- ۱۲ تعیین ذرات معلق پروتئینی (فلوک) بعنوان شناساگر خطر ذرات معلق در شکر سفید چغندر قند به روش فرابنفش
- ۱۷ ویسکوزیته (گران روی) به عنوان یک پارامتر سنجش و کنترل
- ۲۷ خلاصه گزارش بهره برداری ۲۰۰۵ کارخانجات لهستانی و توابع آن
- ۲۹ خلاصه گزارش بهره برداری ۲۰۰۵ کارخانجات شمال آلمان
- ۳۱ گسترش تکنولوژی خودکار در صنعت قند

- کلیه کارشناسان و صاحب نظران می توانند مقالات خود را در مجله صنایع قند به چاپ برسانند.
- حق ویرایش، حذف و اصلاح مطالب برای مجله محفوظ است.
- مقالات ارسالی به هیچ وجه مسترد نخواهد شد.
- مطالب مطرح شده در مقالات بیانگر نظرات نویسندگان و مترجمین آنها است.

تعیین میزان شاخ و برگ و سر چغندر قند از طریق تصویرپردازی

نقل از: سوکرایندوستری ۲۰۰۶/۱ مترجم: فریبرز عظیمی

دم‌برگ‌ها نیز معیار بااهمیتی محسوب می‌شود. این دم‌برگ‌ها وظیفه حفظ آوندهای چغندر قند از آلاینده‌ها را دارند و در واقع آب را پاک و تصفیه می‌نمایند و حاوی مقدار معتدله‌ای عناصر ماس‌ساز نیز می‌باشند. بنابراین آنها نیز همچون مواد تشکیل‌دهنده سر چغندر قند بخشی از زوائد را تشکیل می‌دهند، لیکن لازم نیست که مقدار آنها را بطور جداگانه تعیین نمود. در اکثر سال‌های جداسازی سر چغندر، قطع کردن شاخ و برگ‌ها بطور دستی توسط کارگران فصلی صورت می‌گیرد. کار حالتی سخت و یکنواخت دارد و با توجه به تأثیر مالی‌ای که برای تولیدکنندگان شکر و چغندر کاران دارد، مستلزم دقت و تمرکز زیادی می‌باشد. علاوه بر این، این کار یک حالت آسیب‌رسانی و اتلاف مواد اولیه را نیز دربر دارد که هیچ ضابطه‌ای برای تعیین آن و یا امکان استاندارد نمودن روشی به لحاظ کاربرد ابزار وجود ندارد. لذا این کاری است که پیشنهاد اتوماتیک نمودن آن فی‌الواقع مفید و سودمند می‌باشد.

غالب آزمایش‌های انجام گرفته در این زمینه بیشتر جنبه بکارگیری ابزارهای پردازش تصویر را داشته است تا صرفاً خودکار نمودن قطع سر. در این رابطه می‌توان به کارهایی که توسط زاما (Zama) صورت گرفته، اشاره نمود (Zama, 1999).

دستگاه‌های بکار گرفته شده همگی دارای یک وجه مشترک می‌باشند و آن تصویربرداری از نمونه‌های شسته شده قبل از سر زدن توسط کارگران در سالن سرزنی می‌باشد. این امر بدین خاطر صورت می‌گیرد که بین برآورد میزان زوائد با آنچه که بصورت دستی توسط کارگران انجام می‌شود، بتوان مقایسه‌ای بعمل آورد. دستگاه‌های مختلف را می‌توان از لحاظ روش کار به دو دسته تقسیم کرد: دسته اول، آنهایی که میزان برآوردشان مبتنی بر شکل ظاهری چغندر قند می‌باشد و دسته دوم، آنهایی که برآورد را براساس رنگ نمونه‌ها انجام می‌دهند. در مورد برآورد براساس شکل ظاهری، راه‌حل ارائه شده توسط دانیسکو (Danisco) مبتنی بر تقسیم‌بندی تصاویر رنگی به تصاویر ساده تفکیک‌پذیر می‌باشد که خطوط تیره رنگ آنها بعنوان معیارهای هندسی کمک می‌کند تا بتوان درصد سر چغندر را برآورد نمود (مقاله فرایند دال (Frydendal) و یورگنسن (Jorgensen)، منتشره در سال ۱۹۹۶. برای این که بتوان این کار را بصورت کاملاً اتوماتیک انجام داد، در این روش لازم است که ابزاری وجود داشته باشد تا چغندر را از یکدیگر جدا سازد. روش کار CGB در تصویربرداری از سر چغندر بگونه دیگری صورت می‌گیرد، به عبارت دیگر تصویربرداری سه بعدی از چغندر قند می‌باشد که با استفاده از استریواسکوپ (Stereoscope) یا دوربین سه بعدی صورت می‌گیرد- مقاله فرانسوی لابترایه (La Betteravier Francais) سال ۲۰۰۳- تجزیه و تحلیل نمونه‌های رنگی نیز روش فنی دیگری برای تعیین میزان سر چغندر از طریق پردازش

در صنعت قند اتحادیه اروپایی، توجه به کیفیت مواد اولیه از اهمیت بسزایی برخوردار است، تا با کاهش هزینه‌های تولید بتوانند اصلاحات مدلول توافقنامه‌های شکر را مورد اجرا گذارند. بدین منظور روش نوینی در تصویربرداری ابداع گردیده است. این روش امکان تعیین معیارهایی کیفیتی، همچون درصد میزان سر و شاخ و برگ در چغندر قند را فراهم می‌سازد. ابزار مزبور شامل یک دوربین عکاسی رنگی می‌باشد که در فاصله نزدیکی نصب و با نور ثابتی کار می‌کند. دوربین به یک رایانه متصل است که همزمان تصاویر گرفته شده را مورد پردازش قرار می‌دهد. بمنظور جامعیت و قابلیت گسترش و تعمیم به تمامی مقادیر و معیارهای متغیر از نمونه‌های مختلف چغندری که در کارخانه قند وجود دارد، الگوریتم ارائه شده در این رابطه مبتنی بر یک تابع خطی PLS (ریزترین مربع‌های تشکیل‌دهنده تصویر) است که در واقع بر پایه مختصات تصاویر رنگی قرار دارد. لذا رابطه بین برآوردهای تصویری با فرانسوی از معیارهای عملی، علی‌رغم متغیرهایی که در تعیین سر چغندر بطور دستی وجود دارد، بالاترین حدی که می‌توان انتظار داشت، می‌باشد. بنابراین در بیان خصوصیات مطلوب این روش تصویرپردازی می‌توان از جمله به این فاکتورها اشاره نمود: گرفتن تصویر از توده‌های انبوه‌تر، چرخاندن و ارائه تصاویر از زوایای مختلف چغندر قند و نمونه‌های تکی. بعلاوه با بکارگیری همین الگوریتم تعیین میزان شاخ و برگ چغندر امکان‌پذیر است. در واقع این کار با پیچیدگی کمتری صورت می‌گیرد و نتایج مطلوب‌تری هم بدست می‌دهد.

۱- مقدمه

مدت مدیدی است که تعیین کیفیت چغندر قند مورد توجه صنعت قند اتحادیه اروپایی قرار دارد. این امر به دو علت صورت می‌گیرد: (۱) هزینه بالای مواد اولیه که تقریباً ۶۰٪ قیمت فروش شکر را تشکیل می‌دهد، (۲) لزوم هدایت بخش کشاورزی به جانب روش‌هایی که تضمینی بر سودآوری و کارائی عمومی سیستم باشند. بدین منظور از هر محموله چغندر قندی که وارد کارخانه می‌گردد، نمونه‌برداری می‌شود تا با تجزیه آن میزان زوائد و شکر قابل استحصال معین گردد. این زوائد شامل آن بخش از نمونه می‌باشند که در فرایند تولید و ارزش افزوده نقشی ندارند و بطور کلی عبارتند از: خاک، سنگ، شاخ و برگ چغندر و هرگونه مواد خارجی دیگر. هر کشور تولیدکننده چغندر قند، تعریف و برداشت خاص خود را از شاخ و برگ و یا به عبارتی سر چغندر و نحوه قطع سر دارد، لیکن، بطور کلی، سر به آن قسمت از چغندر قند اطلاق می‌شود که شاخ و برگ چغندر را شامل می‌گردد. در ارزیابی کیفیت چغندر قند معلوم ساختن میزان شاخه‌های کوچک و

عدد ۸ رقمی یا ۸ بیتی و یا به عبارت دیگر رنگی ۲۴ بیتی تشکیل می‌گردد. بنابراین هر جزء RGB بیتی می‌تواند ۲۵۶ حالت داشته باشد. به عنوان مثال بیان سه عدد مثلاً (۲۵۰، ۱۶۵، صفر) یعنی قرمز = ۲۵۰، سبز = ۱۶۵ و آبی = صفر، به معنای یک پیکسل نارنجی است. اکثر دوربین‌های عکاسی رنگی در طیف رنگ‌ها بطور خودکار و یا قابل تنظیم رنگ جبرانی را برای حفظ تعادل نسبت به رنگ سفید ایجاد می‌نمایند، لیکن در مورد مسائل علمی این جبران رنگ نسبت به سفید باید میزانش ثابت باشد و میزان روشنایی توسط خود تصویر ایجاد شود. به این ترتیب از نور و روشنایی محیط اطراف اجتناب می‌شود. برای آنالیز تصویر از یک تسمه نقاله سوراخ‌دار کوچک که زمینه آبی رنگی را در تصویر ایجاد می‌نماید، استفاده می‌شود. این رنگ آبی بدین جهت انتخاب شده است که به سادگی بتوان چغندرها را در زمینه تصویر تشخیص داد.

بر روی نقاله آبی رنگی که چغندرها را حمل می‌نماید، یک فضای بسته ایجاد می‌شود. در این فضای یک یا چندین دوربین قرار دارند و سیستم روشنایی با استفاده از لامپ‌های فلورسنت لوله‌ای تأمین می‌گردد. این لامپ‌ها بدین جهت انتخاب شده‌اند که طیف کامل قابل رویتی از نور را ایجاد می‌نمایند و تأمین انرژی الکتریکی مورد نیاز آنها نیابستی مانعی برای سرعت شاتر یا باز و بسته شدن دیافراگم دوربین‌ها باشد. وضعیت تنظیمی لامپ‌های فلورسنت ترجیحاً بایستی به گونه‌ای باشد که بطور غیرمستقیم و در تمامی جهات، نور را منتشر سازند، بصورتی که از انعکاس مستقیم بر روی دوربین‌ها اجتناب شود (شکل شماره ۱). نوع لامپ‌های فلورسنت بکار گرفته شده عبارتست از: لامپ‌های فیلیپس TLD 18W/965.



شکل ۱: نور غیرمستقیم با استفاده از لامپ‌های فلورسنت لوله ای

| جدول ۱: انواع دوربین‌های بکارگرفته شده در این تحقیق | | |
|---|----------------|-----------------|
| کارگاه | نوع دوربین | پیکسل‌های تصویر |
| IRS (Bergen-op-Zoom) | JAI CV- M70 | ۴۸۰×۶۴۰ |
| Suiker Unie (Dinteloord) | JAI CV- M70 | ۴۸۰×۶۴۰ |
| SNFS(Vielleneuve d'Asq) | JAI CV - M7*CL | ۷۰۰×۱۰۰۰ |
| RT (Longchamps) | JAI CV - M7*CL | ۷۰۰×۱۰۰۰ |

تصویر می‌باشد. چندین سال است که IRS به اتفاق شـــرکت Cruse Leppelmann Kognitionstechnik GmbH (CLK) در کارگاه‌های برگن اوب سوم (Bergen-op-Zoom) و دینتلورد (Dinteloord) اقدام به آزمایش‌هایی برای تعیین معیارها و ضوابطی در این زمینه نموده است (مقاله Huijbregts, ۲۰۰۱). در حال حاضر هیچ یک از روش‌های فوق‌الذکر هنوز موفق به تعیین میزان مبالغ پرداختی بابت محمولات دریافتی چغندرقند نشده‌اند. آنها همچنان در حال آزمایش دستگاه‌ها هستند.

چغندرقند محصولی فصلی می‌باشد و لذا آزمایش ابزارها و دستگاه‌های سنجش، محدود به چند ماه در سال می‌شود. مشکلات و تنگناهای عمده دیگر برای سنجش خودکار عبارتند از:

- نمونه‌های برداشته شده توسط میله آزمایشی موسوم به روپـــرو (Rupro probe) شدیداً آسیب می‌بینند و فقط چند تایی از چغندرها بطور کامل هستند، مابقی تکه‌هایی هستند که تفاوت شکلی زیادی با هم دارند.
- شکل و رنگ چغندرها می‌توانند به میزان زیادی تفاوت داشته باشند که بستگی به تفاوت گونه‌ای و شرایط کشت دارد.
- بیماری‌های گیاهی، شرایط سیلو کردن و شستشو بر رنگ نمونه‌ها تأثیر دارند.

- تجربه نشان داده است که تعیین میزان سر چغندر بصورت دستی ضابطه یکسانی ندارد و غالباً بطور متفاوت عمل می‌شود. تنظیم و کالیبره ساختن دستگاهی بصورت خودکار، امر مشکلی است.

متغیر فوق‌الذکر اقتضا می‌کند که پارامتر آمار هم در محاسبه دخالت داده شود. علاوه بر این، روش سنجش انتخابی ایجاد می‌نماید که روشی با چند متغیر برای داده‌های آنالیز و تجزیه باشد. به عبارت دیگر، بهترین راه‌حل انتخابی تجزیه و تحلیل تصاویر با استفاده از گرماسنج است، به انضمام مراجعه به ارقام آماری برای استخراج و استنتاج اطلاعات مربوطه. درواقع این کار مستلزم این است که نمودارهای ستونی مربوطه تهیه شوند و تنظیم با چندین متغیر انجام گیرد.

مشکل دیگری که بنظر می‌رسد غیرقابل اجتناب باشد، این است که چون تنظیم صورت گرفته نمی‌تواند برای چندین سال متمادی معتبر باشد، کنترل و تنظیم مجدد دستگاه، هراز چند گاه ضروری است. این امر بایستی بطور کاملاً معقول و شفاف انجام گیرد. درحقیقت استفاده از الگوریتمی که نیازی به نظارت و کنترل ندارد، هرگونه بحثی درباره روش کالیبره کردن و تنظیم دستگاه را، منتفی می‌سازد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- ابزار تصویربرداری

اساس دستگاه ساخته شده برای اندازه‌گیری چغندرهاى قند را یک دوربین عکاسی رنگی تشکیل می‌دهد که تصویر بسیار واضحی از شیئی مورد نظر را نشان می‌دهد. هر تصویر رنگی دیجیتالی از نقاط بسیار ریزی که پیکسل (Pixel) نامیده می‌شوند، تشکیل می‌شود. هر پیکسل از سه جزء RGB (حرف اول کلمات قرمز، سبز، آبی) تشکیل گردیده که نشان دهنده رنگ مربوطه می‌باشد. هر RGB معادل یک بیت است، بنابراین هر RGB از سه

اصول محاسبه براساس تجزیه و تحلیل و استنتاج مختصات تصاویر گرفته شده به صورت بردارهای یک نمودار ستونی یا هیستوگرام (Histogram) و ایجاد یک مدل خطی با کوچک‌ترین مربع‌های تشکیل دهنده تصویر یا PLS است. در واقع این مدل PLS با سرزنی چغندر بطور دستی مربوط می‌باشد. اگر پارامترهای مندل خطی درست انتخاب شوند، نتایج سرزنی دستی را می‌توان براساس مدل PLS بر روی تصویر محاسبه نمود و بالتبجه دیگر نیازی به سرزنی دستی نیست و می‌توان از آن اجتناب نمود. نخستین حالت در محاسبه الگوریتم مبتنی بر تهیه نمودار ستونی یا هیستوگرام برای رنگ‌های نشان داده شده در تصاویر با استفاده از یک جدول ساده مقایسه‌ای (LUT) درمورد تمامی تصاویر گرفته شده برای پردازش می‌باشد. هیستوگرام مذکور آنگاه به عنوان یک متغیر برای تنظیم مدل خطی PLS مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این رابطه برای برآورد مدل‌ها از فرمول ذیل استفاده می‌شود:

$$w_{TT} = \sum_{k=1}^e a_k \cdot x_k + c \quad (2)$$

که در آن:

w_{TT} میزان سرچغندر بصورت %

a ضریب یا نسبت مشتق استاندارد دو متغیر نسبت به هم برای رنگ فرضی K

X درجه هیستوگرام، یعنی تعداد پیکسل‌های قابل تشخیص در یک تصویر که متعلق به آن رنگ باشند.

K رنگ

e مجموع تعداد رنگ‌های قابل محاسبه در مدل‌ها که معمول بین ۲۰۰ الی ۳۰۰ است.

c عدد ثابت

جدول مقایسه (LUT) بگونه‌ای انتخاب می‌شود که شامل حداکثر رنگ‌های ممکنه تصاویر گردد. به عبارت دیگر انواع رنگ‌های ثبت شده را به فضای رنگ‌های RGB تعمیم و گسترش دهد. برای این منظور، این کار از طریق تعداد معینی از تصاویر و انتخاب فقط آن دسته از رنگ‌ها که در طیف رنگ‌ها دارای طول موج معینی (City Block distance) می‌باشند، صورت می‌پذیرد.

$$d_{ij} = |R_i - R_j| + |G_i - G_j| + |B_i - B_j| \quad (3)$$

که در آن

d فاصله بین رنگ‌های i و j

R جزء رنگ قرمز ۲۴ بیتی

G جزء رنگ سبز ۲۴ بیتی

B جزء رنگ آبی ۲۴ بیتی، می‌باشند.

این نوع الگوریتم و محاسبه برای آن دسته از تحلیل‌هایی که منحصرأ براساس رنگ شیئی مورد نظر صورت گیرند، به‌خوبی جواب می‌دهد، به

تصاویر توسط یک دوربین رنگی CCD گرفته می‌شود که به یک کارت گرافیک در درون کامپیوتر متصل است و برای ذخیره‌سازی تصاویر از آن استفاده می‌شود و در صورت لزوم می‌توان بطور همزمان یا به اصطلاح آن‌لاین (on-line) محاسبات مربوط به برآوردها را توسط آن انجام داد. اندازه تصاویر ایجاد شده توسط دوربین‌هایی که برای این کار مورد استفاده قرار می‌گیرند، در جدول شماره ۱ نشان داده شده است. برآوردهای بعمل آمده در مورد دستگاه‌های نصب شده در برگن اوپ سوم (Bergen-op-Zoom) و دینتلورد (Dinteloord) براساس تصاویر ضبط شده در دوره بهره‌برداری ۲۰۰۴ توسط سیستم CLK، صورت پذیرفت.

۲-۲- ابزار چرخاندن

در سال ۲۰۰۳ قسمت تحویل چغندر قند در کارخانه لانگ شامپ به دستگاه تصویربرداری کاملاً ویژه‌ای مجهز گردید. این دستگاه امکان تصویربرداری از نمونه‌ها در حالت‌های مختلفی از چرخیدن را فراهم می‌ساخت، به گونه‌ای که هر جانب از نمونه‌ها در معرض دید دوربین قرار می‌گرفت. سه چکش بادی به نقاله چغندر ضربه می‌زدند تا چغندر چرخش نمایند. فاصله زمانی گرفتن تصویر با زمان چرخش تغییر می‌نمود، بطوری که از هر نمونه هشت تصویر گرفته می‌شد.

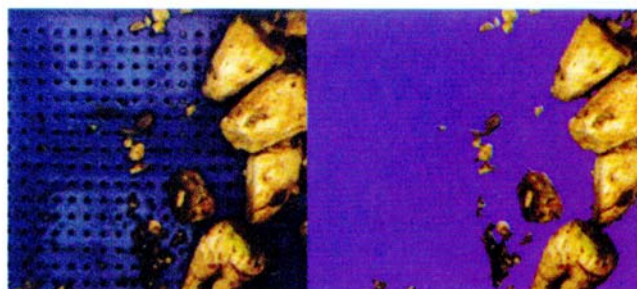
۲-۳- پردازش اولیه تصاویر

در حالت‌های خاص، رنگ آبی تسمه نقاله‌ای که چغندر را بر روی آن حرکت می‌نمایند ممکن است بمرور زمان بعلت گردوخاک و لکه‌ها بسیار تیره شود. بمنظور اجتناب از تغییر رنگ که بر کیفیت نتیجه‌گیری تأثیر می‌گذارد، یک پردازش اولیه صورت می‌گیرد تا به این ترتیب فقط پیکسل‌های نمونه‌ها ضبط شوند. روش و تکنیک بکار گرفته شده موجب ایجاد حساسیت و نوردهی به تصاویر به گونه‌ای می‌گردد که براساس آن:

$$\frac{B}{R+G} \geq T \quad (1)$$

R, G, B شدت اجزاء قرمز و سبز و آبی یک پیکسل و T حساسیت تصویر برای تشخیص رنگ آبی نقاله نمونه‌هاست (شکل شماره ۲).

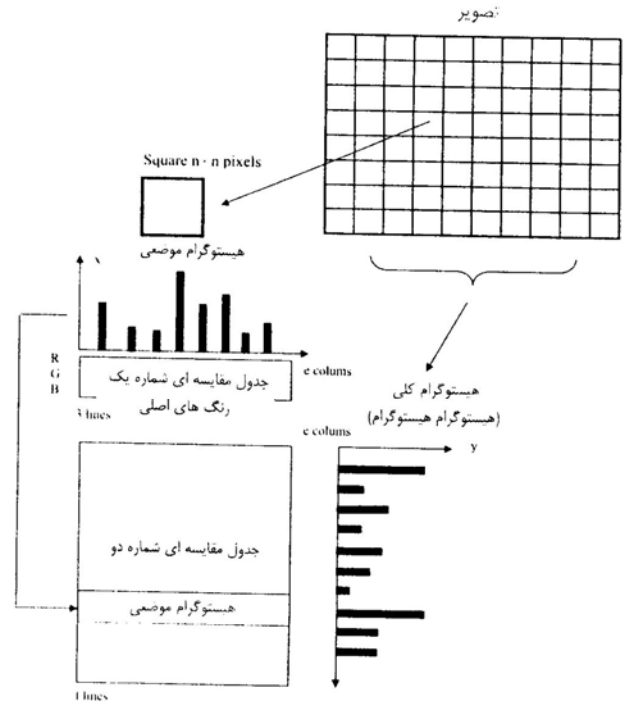
به این ترتیب با نصب فیلتری که پیکسل‌های دریافتی از مرکز تصویر را معادل ۴ پیکسل محیط پیرامونی می‌سازد، سوراخ‌های تسمه نقاله دیده نمی‌شوند.



شکل ۲: حساسیت تصویر پس از حذف پیکسل‌های آبی تسمه نقاله

۲-۴- روش و الگوریتم محاسبه

عنوان مثال در تعیین مقدار دم برگ‌ها. اما مع‌هذا بافت و ماهیت شیئی را مشخص نمی‌سازد، یعنی تعیین نمی‌کند که رنگ مزبور مربوط به چیست: درواقع سر چغندر دارای یک رنگ معین نیست، بلکه بیشتر به منشاء و موطن کشت گیاه بستگی دارد. بدین لحاظ الگوریتم ثانویه‌ای در نظر گرفته شده است تا این مسأله را حل کند (شکل شماره ۳).



شکل ۳: نقشه نشان دهنده نحوه تهیه هیستوگرام (نمودار ستونی) برطبق اصول هیستوگرام

در ابتدا تصویر به تعداد معینی پنجره‌های مربعی شکل در ابعاد $n \times n$ تقسیم می‌گردد. در هر پنجره هیستوگرام موضعی براساس جدول مقایسه‌ای که از قبل تعیین گردیده (LUT_1) محاسبه می‌گردد. تعداد متغیرها (e) در این جدول نیز بین ۲۰۰ الی ۳۰۰ می‌باشند. این هیستوگرام موضعی مبین نحوه توزیع رنگ در نقطه مورد نظر در تصویر است و مانند اجزای رنگ R,G,B رنگ ۲۴ بیتی تصویر، به تعیین تعداد پنجره‌هایی که معادل توزیع رنگ مشابه می‌باشند، کمک می‌کند. برای انجام این کار هیستوگرام ثانویه‌ای بایستی تهیه شود که مبتنی بر جدول مقایسه‌ای دیگر (LUT_2) که شامل e ستون و f معرف رنگ‌های مختلفی می‌باشند که اساس محاسبه کلی هیستوگرام را تشکیل می‌دهند. تعداد متغیرهای f جدول مقایسه‌ای شماره ۲ بایستی لااقل ۵۰۰ باشد تا بتواند نتیجه خوبی از تصاویر پردازش شده ارائه دهد. به این ترتیب مدل خطی براساس تهیه هیستوگرام‌ها تنظیم می‌گردد.

$$w_{TT} = \sum_{k=1}^f a_k \cdot y_k + c \quad (۴)$$

که در آن:

WTT درصد سر چغندر

a ضریب نسبت مشتق استاندارد دو متغیر به یکدیگر، برای رنگ مورد نظر (مربع پنجره)

y مقدار هیستوگرام کلی

f مجموع رنگ‌های تصویر، که معمولاً معادل ۵۰۰ است.

c عدد ثابت می‌باشد.

الگوریتمی که امکان تعیین جدول مقایسه‌ای LUT_2 را فراهم می‌کند در عین حال حداکثر فاصله رنگ‌ها را در محاسبه تفاوت‌های بین رنگ‌های هیستوگرام موضعی را نیز تعیین می‌نماید.

$$d_{ij} = \sum_{k=1}^e |x_{ik} - x_{jk}| \quad (۵)$$

d فاصله بین هیستوگرام موضعی i و j

x مقدار هیستوگرام موضعی

e تعداد رنگ‌های جدول مقایسه‌ای LUT_1 ، که معمولاً بین ۲۰۰ الی ۳۰۰ است.

۲-۵. تعیین حد میانگین با کمک کوچکترین مربع‌های تشکیل دهنده تصویر (PLS)

نرم‌افزار مورد استفاده برای تهیه مدل خطی PLS، نسخه Unscrambler 8.05 ارائه شده توسط Camo ASA Volgate 8 N-0158، اسلو، نروژ است. ابتدا یک پردازش مقدماتی انجام می‌گیرد. مبنای محاسبه جذر (ریشه دوم) هیستوگرام‌ها است. این تغییر شکل داده‌ها اغلب برای محاسبه و یا تعیین نسبت‌ها که تابعی از تکرار احتمالات (توزیع پواسون Poisson Distribution) برای رسیدن به باقی‌مانده‌های یکسان است، بکار برده می‌شود.

بعد از آن که نخستین مدل خطی PLS با تمامی متغیرها تهیه گردید، از روش مارتن (Martens) برای کاهش تعداد این متغیرها، در تنظیم مدل نهایی استفاده می‌شود (روش مارتن، ۱۹۹۹). در این راستا، دو روش وجود دارد که هر دو از استاندارد قابل قبولی برخوردارند:

- مقایسه مدل‌ها با یکدیگر و یافتن معیار متقابل، در مورد مجموعه‌های کوچکی از تصاویری که از نمونه‌های مشابهی گرفته شده‌اند.

- در نظر گرفتن معیارهای مستقلی برای داده‌های اطلاعاتی، مشروط به اینکه بقدر کافی نمونه در اختیار قرار داشته باشد.

۲-۶. آمار

برای ارزیابی و مقایسه عملکرد مدل، از مربع خطای تنظیم (RMSEC) و مربع خطای معیارهای متقابل (RMSECV) جذر می‌گیریم و برای معیارهای مستقل، از مربع خطای برآورد جذر می‌گیریم (RMSEP).

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{I} \sum_{i=1}^I (y_i - \hat{y}_i)^2} \quad (۶)$$

که در آن RMSE به طور یکسان بر RMSEC و RMSECV و RMSEP دلالت دارند. \hat{y}_i مقدار برآورد شده نمونه i و y_i مقدار اندازه‌گیری شده و i تعداد نمونه‌ها می‌باشند. مشتق مقدار قابل قبول از برآورد آماری نمونه‌ها هم از فرمول زیر بدست می‌آید:

$$R_m^2 = \frac{\omega p}{2} \{ \eta_B + \eta^* \} = \frac{\omega p}{2} \left\{ (\eta^{*2} + \eta^{B2})^{\frac{1}{2}} + \eta^* \right\} = \frac{\omega p}{2} \eta_{nom} \quad (9)$$

که در آن η_{nom} ویسکوزیته نامی، طبق عبارت زیر است:

$$\eta_{nom} = \left\{ (\eta^{*2} + \eta^{B2})^{\frac{1}{2}} + \eta^* \right\} \quad (10)$$

نتایج اقتباسی از مدل خطی PLS و همچنین ارزیابی‌ای که از مقایسه مقادیری که از مشاهده عینی و برآوردهای PLS حاصل گردید بر روی یک دستگاه محور مختصات درج می‌شوند. در این دستگاه، تمامی مقادیر حاصله در یک حالت ایده‌آل بر روی خط مستقیمی با زاویه ۴۵ درجه قرار می‌گیرند. مشتق این خط نشان دهنده قابلیت تغییر است.

۳- نتیجه‌گیری و بحث

۳-۱- ارزیابی میزان دقت

همانطور که در مقدمه اشاره گردید، مشکل عمده‌ای که در این قضیه وجود دارد، مسائلی می‌باشند که در مورد وجود یک حالت ثابت و یکنواخت برای رفرانس‌های دستی در تعیین درصد سر چغندر مشاهده می‌شود. برای این که از نتایج این تحقیق بتوان بنحو شایسته‌ای استفاده نمود، لازمست این سوال مطرح شود که چه نسبت تجانس یا ضریب تقارنی از یک دستگاه تصویربرداری ایده‌آل مورد انتظار است، تا به این ترتیب میزان استاندارد خطا در قطع سر چغندر بطور دستی معین شود و لذا این میزان حد عملکردی سیستم خودکار به لحاظ شرایط کارکرد آن می‌باشد. معادله ذیل (دانلی Dagnelie, ۱۹۸۴) نشان دهنده رابطه بین ضریب تجانس واقعی و ضریب مقادیر رویت شده می‌باشد، که معرف خطای اندازه‌گیری است:

$$X' = X + X'' \quad (9)$$

$$\rho = \frac{\rho'}{\sqrt{\left(1 - \frac{\sigma_{X''}^2}{\sigma_X^2}\right) \cdot \left(1 - \frac{\sigma_{Y''}^2}{\sigma_Y^2}\right)}} \quad (10)$$

که در آن:

| | |
|------------|--------------------------------|
| P | ضریب تجانس واقعی |
| P' | ضریب تجانس رویت شده |
| X, Y | متغیرهای بنیادی |
| X', Y' | متغیرهای رویت شده |
| X'', Y'' | خطاهای اندازه‌گیری شده |
| σ^2 | مربع مشتق استاندارد، می‌باشند. |

تمامی درصد سر چغندری که در این تحقیقات ذکر گردیده‌اند، بصورت درصدی از کل و توده چغندرها قبل از سرزنی می‌باشند، که مطابق با روش‌های مرسوم در چندین کشور اروپایی انتخاب شده‌اند. مقادیر ذیل در فصل بهره‌برداری ۲۰۰۱ در کارخانه تیرلومون واقع در تینن از ۱۶۰۰۰ محموله چغندر با دو بار نمونه‌برداری بدست آمده است:

سر چغندر $\sigma_{X'}^2 = ۳/۶۹\%$

سر چغندر $\sigma_{X''}^2 = ۱/۳\%$

و با فرض‌های مربوط به دستگاه ایده‌آل:

سر چغندر $\sigma_{Y'}^2 = ۰\%$

$p=1$

نتیجه ضریب تجانس رویت شده (p) معادل ۰/۸ می‌باشد یعنی: $(r^2=0.64)$.

که به این ترتیب می‌توان مشکلات کار کردن با چنین رفرانس‌هایی را ملاحظه نمود. در واقع مشکل دارای دو منشاء می‌باشد:

- سرشکن نمودن درصد سر چغندر در نمونه‌های انتخابی معمولی کارخانه برحسب ارقام میانگین صورت می‌گیرد. لذا چنانچه مقادیر بزرگ به آنها اضافه نشوند، مدل تهیه شده ایجاد مشکل می‌نماید.

- در رفرانس‌های قطع دستی سر چغندر میزان متغیرها نسبت به سرشکن نمودن درصد سر چغندر بسیار بزرگ هستند.

برای حل این دو مساله، از مجموعه نمونه‌های «انتخابی» استفاده می‌شود. این نمونه‌ها بگونه‌ای انتخاب می‌گردند که تمامی حالات مختلف سر چغندر به نسبت‌های معین را شامل گردد. سرزنی چغندر هم زیر نظر متخصصین صورت می‌گیرد، تا از حضور نمونه‌های مشکوک و نامناسب در عمل تنظیم دستگاه اجتناب شود.

۳-۲- بررسی روش نمونه‌برداری

مشکل عمده در انجام برآورد برای یک توده چغندر قند، مربوط به آن بخش از نمونه‌ها می‌باشد که در معرض تصویربرداری قرار نمی‌گیرند. کارگر در انجام این کار با مشکلی مواجه نیست، زیرا این امکان را دارد که نمونه را در دست بگیرد و تمامی قسمت‌های آن را مورد بازدید قرار دهد.

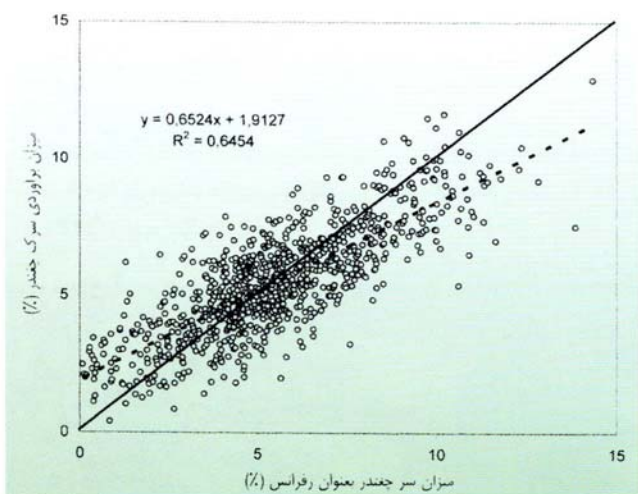
بدین منظور، یک دستگاه چرخان خودکار در قسمت سرزنی کارخانه لانگ‌شامپ Longchamps (Raffinerie Tirlémontoise) در سال ۲۰۰۳ برای حل این مساله نصب گردید. هر نمونه‌ای که برای تجزیه انتخاب می‌گردید چرخانیده و ۸ بار از آن عکس گرفته می‌شد. از این طریق امکان مقایسه شباهت‌ها و تجانس‌های بدست آمده با تعداد تصاویر مختلفی که از همان نمونه چغندر قند گرفته شده، وجود دارد.

بهرحال، این سوال هم مهم است که آیا ساده‌تر و بهتر نیست که تعداد نمونه‌های چغندر قند را افزایش دهیم و تعداد بیشتری را مورد تجزیه و آزمایش قرار دهیم، بدون اینکه آنها را بچرخانیم. دستگاه‌ها و تجهیزات موجود این امکان را نمی‌دهد که تعداد نمونه‌های چغندر قند را افزایش دهیم، لیکن با جمع‌آوری و تهیه تصاویر گرفته شده از نمونه‌ها از همان سیلو، این امکان وجود دارد که دیاگرام با نمونه‌های تصویری بیشتری تنظیم گردد.

مکانیکی چغندرها و مشکلات دیگر مربوطه (پخش شدن، نویز و صدا، لرزش) این راه حل را تأیید نمی نماید. بدین لحاظ در اکثر کارخانجات قند در حال حاضر نمونه برداری از هر محموله بیش از ۱۰۰ کیلو وزن دارد. بنابراین کافی است که دستگاه را در مقابل نمونه های انتخابی قرار دهیم.

۳-۳ نتایج IRS در سال ۲۰۰۴

در دوره بهره برداری ۲۰۰۴، آزمایش های بعمل آمده در هلند، در تصویربرداری، این امکان را فراهم ساخت که یک پایگاه داده های اطلاعاتی وسیع برای نمونه های انتخابی و تحت نظارت، ایجاد گردد (۹۱۴)، و این کار در هر دو کارخانه برکن اوپ سوم (Bergen-op-Zoom) و دینتلورد (Dinteloord) انجام شد. نمونه ها از مزارع آزمایشی ویژه ای که برای این کار در نظر گرفته شده بودند، آورده می شدند، بگونه ای که چغندر تولیدی آنها بصورت چغندرهایی با سر کوچک، متوسط و بزرگ بودند. این امر بدین خاطر بود که منشاء و سر چغندرها جدای از یکدیگر باشند، و به این ترتیب بتواند شامل تمامی طی گسترده درصدهای مختلف سر چغندر گردد، به همان صورتی که ممکن است در زمان دریافت محموله های چغندر قند با آن مواجه شد.

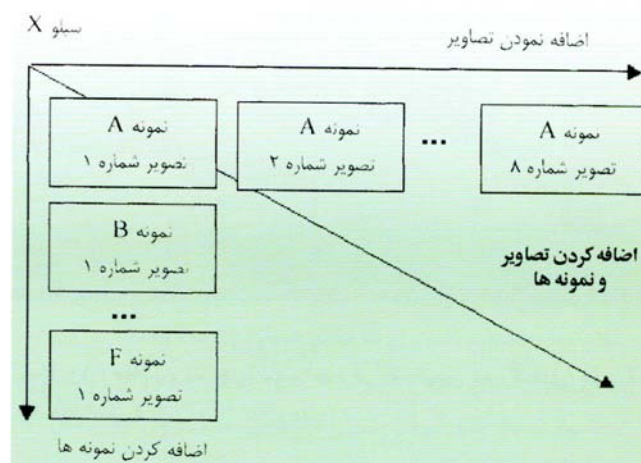


شکل ۶: مقایسه بین نتایج حاصله از نمونه های انتخابی

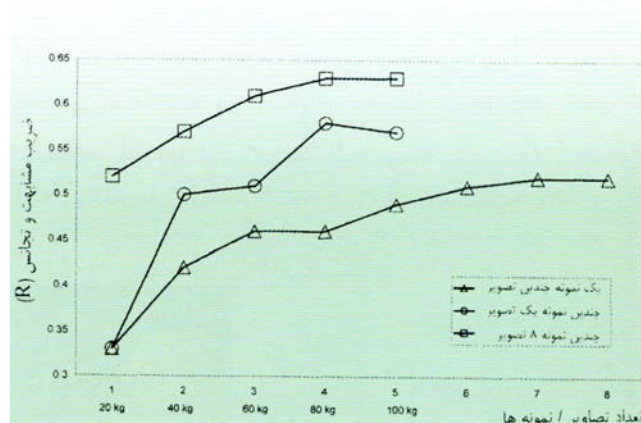
| جدول ۲: نتایج حاصله از نمونه های انتخابی نظارتی در هلند | | | |
|---|-------|-------|-------|
| تعداد نمونه ها | ۹۱۴ | ۶۰۹ | ۳۰۵ |
| تعداد اجزاء رنگ اصلی | ۷ | ۶ | ۶ |
| شیب نمودار خطی | ۰/۶۵۲ | ۰/۶۸۴ | ۱/۶۳۹ |
| ارقام جزء | ۱/۹۱۳ | ۱/۷۴۱ | ۱/۹۵۰ |
| r^2 | ۰/۶۴۵ | ۰/۶۸۳ | ۰/۵۸۲ |
| RMSE(C/P)* | ۱/۴۳۶ | ۱/۳۵۳ | ۱/۵۷۳ |
| SE(C/P)* | ۱/۴۳۶ | ۱/۳۵۴ | ۱/۵۷۵ |
| مشتق | -- | -- | ۰/۰۳۵ |

* واحد: درصد سر چغندر

آنگاه، درجه مشابهت و متجانس بودن متغیرها، حاصله از افزایش تصاویر گرفته شده از یک نمونه که چندین بار چرخانیده شده، با درجه مشابهت و تجانس بدست آمده از افزایش تعداد تصاویر از دیگر نمونه هایی که چرخانیده نشده اند از همان سیلو را مقایسه می نمایم (شکل شماره ۴).



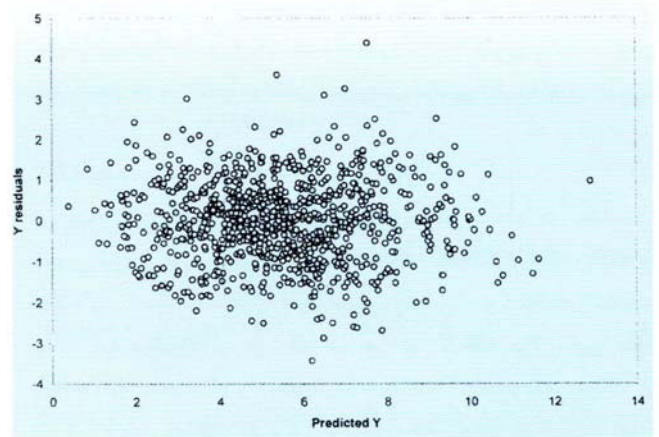
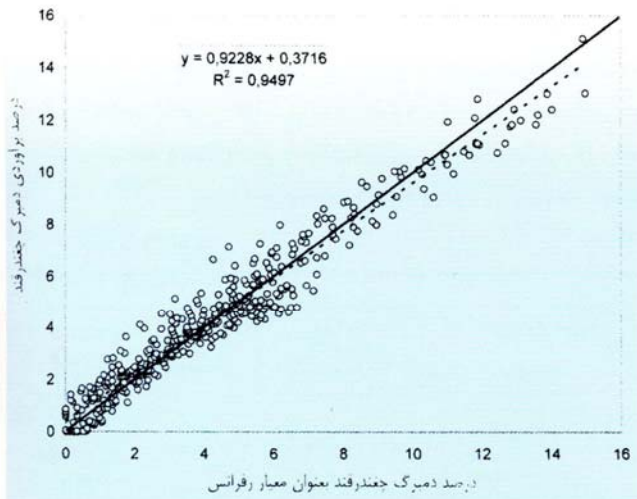
شکل ۴: اصول مقایسه بین افزایش تعداد تصاویر در مقابل توده های انبوه تر نمونه ها



شکل ۵: مشابهت و تجانس بدست آمده از ۳۰۹ سیلو واقع در کارخانه لانگ شامپ، مقایسه افزایش تعداد تصاویر با نمونه های بیشتر.

با توجه به لزوم آزمایش سیلوهایی که بقدر کافی نمونه از آنها انتخاب شده است، همانطور که پیشتر هم اشاره گردید، امکان نظارت بر انتخاب آنها وجود ندارد. این امر در واقع توجیهی برای پایین بودن ضریب مشابهت و تجانس است، لیکن هیچ چیز به آنچه که از مقایسه استنباط می گردد، نمی افزاید.

همانطور که می توان مشاهده نمود (شکل شماره ۵)، ضریب مشابهت و تجانس با افزایش تعداد نمونه ها سریع تر از افزایش تعداد تصاویر زیاد می شود. برآورد بعمل آمده از سه نمونه برداری (۶۰ کیلوپی) معادل برآورد بدست آمده از چرخش یک نمونه برای ۸ بار می باشد، که وزن آن (۲۰ کیلو) بوده است. تلفیق این دو روش (یعنی ۸ بار تصویربرداری از نمونه های بیشتر) ضریب بهتری بدست می دهد، لیکن مشکل و پیچیدگی چرخاندن

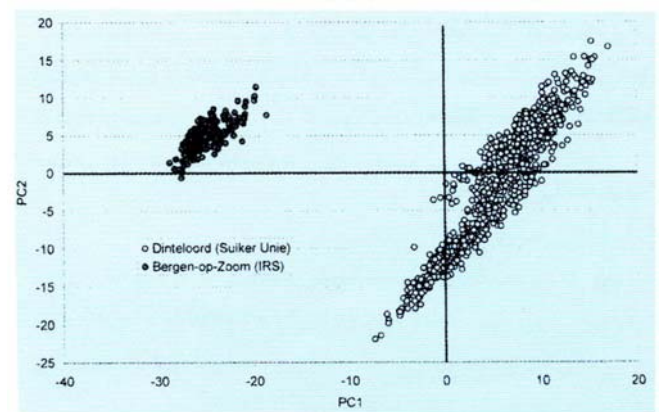


شکل ۷: نتایج Y در مقابل مقادیر برآورد شده

شکل ۱۰: مقایسه نتایج بدست آمده در تشخیص دمبرگ‌های چغندرقد (۴ جزء اصلی)

جالب است، زیرا بوضوح نشان می‌دهد که دستگاه‌های تصویربرداری و پردازش در دیتته لورد (Dinteloord) و IRS تصاویر یکسان و مشابهی را بدست نمی‌دهند و در واقع اولین جزء مدل به تشخیص منشاء دو تصویر چغندرقد کمک می‌نماید.

شکل شماره ۹ معرف ضریب مشابهت و تجانس در یک تصویر است. همانطور که ملاحظه می‌شود ضریب مثبت (یعنی قرمز) در تصویر سر چغندرقد دیده می‌شود، اما در سایه بین چغندرها نیز رویت می‌گردد. احتمالاً دلیل آن اختلال رنگ بین این دو قسمت است. این موضوع موید این مطلب است که در معرض قرار دادن چغندرها بصورت تکی، برآورد



شکل ۸: جدول مختصات برای نمایش دو جزء رنگ اصلی اولیه (PC1) و (PC2) در تجزیه رنگ‌های اصلی

شکل ۱۱: نشان دادن نسبت مشابهت و تجانس در تعیین دمبرگ‌های چغندرقد



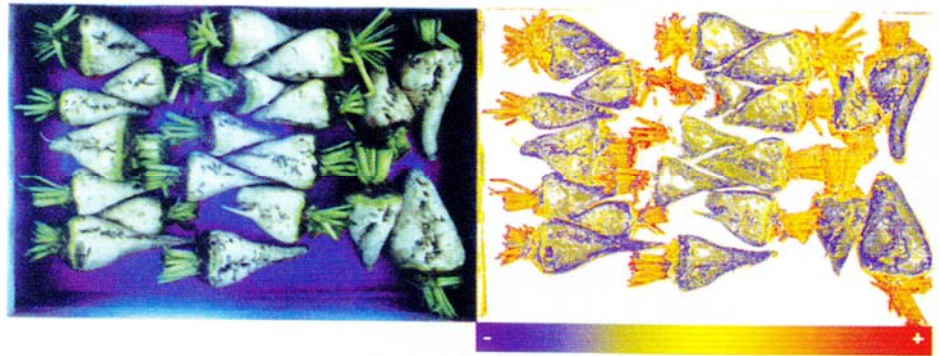
بهتری می‌دهد.

۳-۴- تشخیص میزان دمبرگ‌ها

از آنجایی که دمبرگ‌ها در تعیین سر چغندر هدف جداگانه‌ای محسوب نمی‌شوند، در کارگاه سرزنی رفرانسی از این لحاظ وجود ندارد. بدین جهت آزمایشگاه SNFS واقع در ویلانو دوآسک (Villeneuve de Asq) دستگاهی مخصوص این امر بکار گرفته شد. نمونه‌های مورد نظر بگونه‌ای برداشت شدند که به مقدار قابل ملاحظه‌ای دمبرگ در سر آنها باقی بماند،

شکل شماره ۶ و جدول شماره ۲ نشان دهنده نتایج بدست آمده از تز نمونه‌ها با روش تهیه نمودارهای ستونی بدون استفاده از روش چرخش نمونه‌ها است.

می‌توان ملاحظه نمود که نویسندگان این مقاله، همانطور که قبلاً اشاره گردید، بهترین حالت عملکردی ممکن را ایجاد نموده‌اند. شکل شماره ۷ نشان می‌دهد که پخش آثار Y برای هر مقدار سر چغندرقد به شکل یکنواخت است. این امر بدین مفهوم است که کیفیت برآورد صورت گرفته برای تمامی سر چغندرها یکسان است. بررسی مختصات (شکل شماره ۸)



شکل ۱۱: نشان دادن نسبت مشابهت و تجانس در تعیین دمبرگ های چغندر قند

۴- نتیجه گیری نهایی

امکان جایگزین کردن تعیین میزان سر چغندر از حالت قطع دستی به یک سیستم تصویربرداری رنگی که براساس تنظیم مدل خطی PLS کار می کند، وجود دارد. مشابهت عملکرد قطع دستی سر چغندر و برآورد آن توسط سیستم تصویری در بهترین حالتی که از چنین سیستمی می توان انتظار داشت انجام می گیرد. بکارگیری توده های انبوه تری از نمونه ها، ارائه نمونه بصورت تکی و تصویربرداری از جهت های مختلف چغندرهای قند، می تواند موجب بهبود نتیجه های حاصله شود. تعیین میزان سرشاخه ها و دمبرگ ها با همین روش و تکنیک از پیچیدگی کمتری برخوردار است و نشان می دهد که مشابهت و تجانس بیشتری در قطع دستی و سیستم خودکار تصویربرداری آن، وجود دارد.

سپس دمبرگ های چغندرهای مذکور به اندازه های متفاوتی قطع گردید، تا بتوان در محاسبات تصویری به مقادیر متفاوتی دست یافت. چون اصول تعیین میزان دمبرگ تا حدود زیادی مبتنی بر رنگ می باشد، محاسبه توسط یک نمودار ستونی از طریق یک جدول مقایسه ای LUT کافی خواهد بود (شکل شماره ۱۰). وجود یک ضریب مشابهت و تجانس قابل قبول (شکل شماره ۱۱)، در واقع حاکی از آن است که دستگاه میزان دمبرگ ها را تشخیص داده است. این طریق نتیجه گیری می تواند برای تعیین معیارهای مدل مورد استفاده واقع شود، تا به این ترتیب از بکارگیری متغیرهای نامتناسب که درحقیقت نقش مهمی در تعیین میزان چغندر دارد، اجتناب شود.

تکنیک اتوماسیون در کارخانه کومرا ترکیه

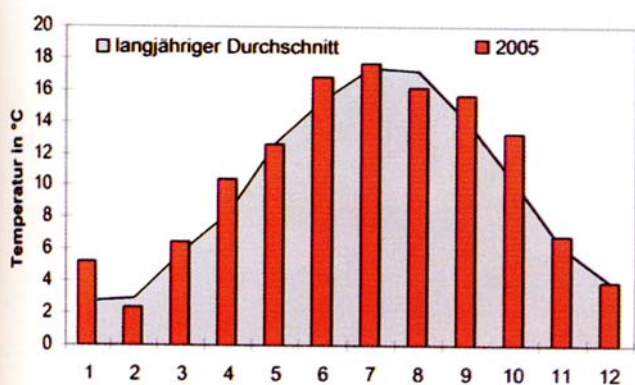
سوابق ، نقشه کشی ، و اجرا یک پروژه ساخت

نقل از : سوکرایندوستری ۲۰۰۶/۶ ص ۴۳۱

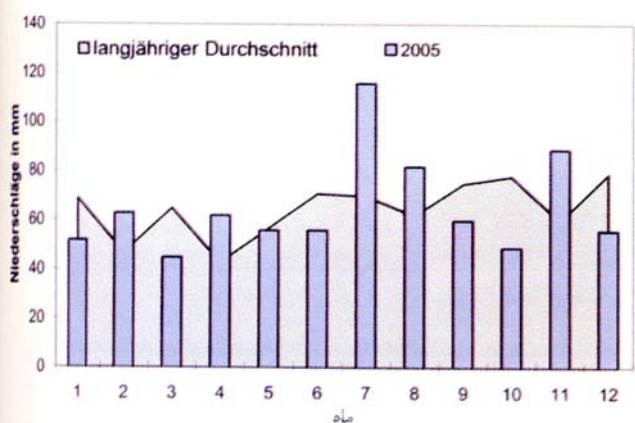
برای نوسازی در کارخانه قندی که در اواخر ۲۰۰۴ بنام کارخانه کومرا در ترکیه شروع بکار کرده بود موسسه زیمنس با همکاری خریدار اقدام به طراحی یک پروژه اتوماسیون جدیدی بنام Profibus برای شبکه برقی اصلی آماده کرده است. زیمنس تحویل دهنده کلیه دستگاههای محرکه و کنترل کننده کارخانه جدید بوده است و تعهد نموده که اکنون علاوه بر آنچه قبلاً داده بود شبکه کامل محرکه در دستگاهها که شامل از تجزیه pH تا فرمان دهنده فرکانس ها است را تأمین نماید. اساس کار برطبق PCS 7 میباشد. زیمنس تحویل یک دستگاه کامل توربوژنراتور برای تولید انرژی لازم برای این کار را عهده دار گردید. ساخت و نصب تکنیک اتوماسیون در مجله سوکرایندوستری سال ۲۰۰۵ (صفحات ۱۸۸-۱۸۳) (این مقاله بطور کامل ترجمه و در شماره ۱۷۲ مجله صنایع قند ایران چاپ گردید). آورده شده است. یک اقدام مهم برای صرفه جویی در هزینه اتوماسیون اساسی قرار دادن اجزاء سیستم Profibus در سرتاسر شبکه میباشد تکنیک هدایت کارخانه کلاً براساس سیستماتیک خودکار PCS 7 میباشد. در عین حال از کلیه سیستمهای فرعی که میتوان صرفنظر کرد پرهیز شده است. می توان در کونیا و کومرا سیستم خودکار مدیریت (MIS) نصب نمود که در آن سیستم ارقام اطلاعاتی آزمایشگاهی ذخیره شده است. در این حالت سیستم عمومیت یافته کلیه گزارشات دو کارخانه در گزارش اصلی ارائه می شود.

خلاصه گزارش بهره‌برداری ۲۰۰۵ چغندر کارخانجات قند هلندی (Suiker Unie und CSM Suiker)

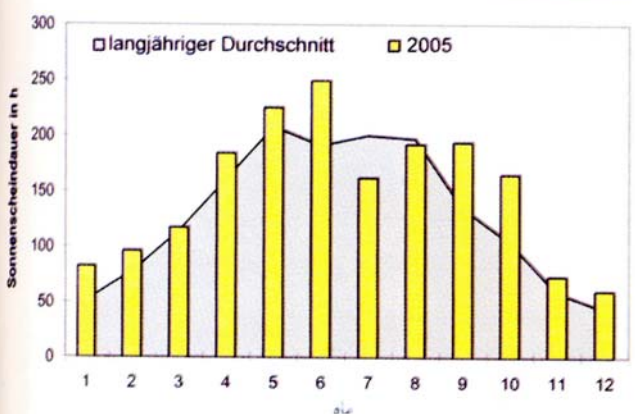
نقل از: سوکرایندوستری ۲۰۰۶/۵ مترجم: مهندس اکبر سجادی



شکل ۱: نوسانات درجه حرارت



شکل ۲: نوسانات رطوبت بر حسب میلی متر



شکل ۳: متوسط ساعات آفتابی در سال ۲۰۰۵

مقدمه

در این گزارش سال زراعی ۲۰۰۵، جریان بهره‌برداری‌ها، طرح‌های سرمایه‌گذاری و پیشرفت‌های صنعت قند هلند مطرح می‌شود. در سال ۲۰۰۵ در هلند دو کارخانه قند با ظرفیت بالا تعطیل گردید. یعنی کارخانه قند پردا متعلق به CSM با ظرفیت روزانه ۱۰۸۰۰ تن و کارخانه Puttersboek با ظرفیت روزانه ۱۴۵۰۰ تن متعلق به کمپانی Suiker Unie. بدین ترتیب در شمال کشور اکنون سه کارخانه گرونینگن با ظرفیت ۱۵۰۰۰ تن در روز متعلق به Suiker Unie، کارخانه Vierverlaten با ظرفیت ۱۸۰۰۰ تن در روز متعلق به CSM و کارخانه Dinteloord با ظرفیت ۱۹۰۰۰ تن در روز متعلق به Suiker Unie باقی مانده‌اند که عهده‌دار برداشت و مصرف چغندر که در سال ۲۰۰۵ مقدار ۶ میلیون تن بوده، باشند و آن را بطور اقتصادی با حداقل هزینه به مصرف برسانند.

وظیفه اجتماعی تعطیلی کارخانجات

در ماه آوریل سال ۲۰۰۵ در مجله سوکرایندوستری اعلام شده بود که براساس تعطیلی دو کارخانه مورد بحث ۴۶ نفر از ۱۳۵ نفر کارکنان کارخانه Puttershoek در سنین ۵۵ سالگی به بازنشستگی قبل از موعد رسیدند. بقیه ۹۰ نفر در کارخانجات دیگر با کارگران مشابه جانشین گردیدند. در کارخانه پردا ۱۴ نفر از این کارگران بازنشسته قبل از موعد شدند چون از نظر جغرافیایی امکان تجمع همه در یک کارخانه ممکن نبود.

شرایط زراعی

در هلند سطح کشت چغندر، ۹۳ هزار هکتار بوده که در مقایسه با سال قبل کمی کاهش داشت، متوسط زمان کشت در مقایسه با سال ۲۰۰۴ (چند روزی با تأخیر) مناسب کشت بود. درجه حرارت در بهار و همچنین تابستان مانند متوسط سال‌های قبل (شکل یک) و مقادیر بارندگی در ماه‌های ژوئیه و اوت بالاتر از متوسط (شکل ۲) سالیانه و در ماه ژوئیه مقدار بارندگی به ۱۲۰ میلی‌متر بالاتر از متوسط سالیان گذشته (۷۰ میلی‌متر رسید). در اواسط اوت تولید قند چغندر در حدود ده تن در هکتار بنظر می‌رسید که این رقم برای کشور هلند غیرعادی بود. در ماه سپتامبر - اکتبر بارندگی‌ها کم شد و تابش آفتاب بیش از متوسط سال‌های گذشته گردید (شکل ۳). مجموع ساعات تابش آفتاب در سال ۲۰۰۵ تا ۱۷۸۹ ساعت بیش از رقم مشابه متوسط سال‌های گذشته بود (۱۵۲۴ ساعت) این شرایط بسیار مساعد جوی به یک محصول شاخص از نظر میزان بازدهی قندی (عیار ۱۶/۸) رقم تاریخی ۱۱ تن قند در هکتار (جدول یک) منتهی گردید. این رقم با روند

افزایشی قند در هکتار هلند تطبیق می‌نمود. بنابر دلایل مذکور در فوق، یعنی شرایط جوی مساعد در پاییز، خاک چسبیده به چغندر هم پایین‌تر از سنوات گذشته بود و کیفیت چغندر به همین نسبت علی‌الخصوص میزان ساکاروز بسیار خوب بود.

| ۲۰۰۵ | ۲۰۰۴ | ۲۰۰۳ | ۲۰۰۲ | ۲۰۰۱ | |
|--------|--------|---------|---------|---------|-----------------------|
| ۹۳,۰۰۰ | ۹۷,۱۰۰ | ۱۰۱,۸۸۹ | ۱۰۶,۲۵۵ | ۱۰۶,۸۲۶ | سطح کشت (هکتار) |
| ۶۶/۱ | ۶۶/۶ | ۶۳/۰ | ۶۰/۰ | ۵۶/۶ | تن چغندر قند در هکتار |
| ۱۱/۱ | ۱۰/۸ | ۱۰/۸ | ۹/۶ | ۹/۱ | قند در هکتار |
| ۱۶/۸ | ۱۶/۳ | ۱۷/۱ | ۱۶/۱ | ۱۶/۰ | عیار (%) |
| ۱۳/۹ | ۱۵/۶ | ۱۳/۳ | ۱۶/۵ | ۱۸/۹ | سر و ریشه (%) |
| ۹۰/۹ | ۹۰/۰ | ۹۰/۲ | ۸۹/۹ | ۹۰/۱ | استحصال (%) |

| کارخانه | شروع بهره برداری | طول دوره بهره برداری (روز) | پایان بهره برداری | تن چغندر مصرفی | میزان چغندر مصرفی در روز | شکر تولیدی (تن) |
|------------------|------------------|----------------------------|-------------------|----------------|--------------------------|-----------------|
| CSM Vierverlaten | ۱۵,۰۹,۲۰۰۵ | ۹۹ | ۲۳,۱۲,۲۰۰۵ | ۱۸۰,۳۰,۰۰۰* | ۱۸,۲۰۰ | ۳۰۳,۰۰۰ |
| SU Dinteloord | ۰۸,۰۹,۲۰۰۵ | ۱۱۱ | ۲۸,۱۲,۲۰۰۵ | ۲,۱۴۱,۰۰۰ | ۱۹,۲۰۰ | ۳۴۳,۵۰۰ |
| SU Groningen | ۱۲,۰۹,۲۰۰۵ | ۱۰۷ | ۲۸,۱۲,۲۰۰۵ | ۱,۶۴۹,۰۰۰ | ۱۵,۴۰۰ | ۲۵۷,۸۰۰ |

× بدون ۴۵۰ هزارتن چغندر ارسال شده به خارج از کشور

دینتلورد در این دوره بهره‌برداری چغندر بیولوژیکی تولید نکردید. در کارخانه Vierverlaten در نیمه دوم بهره‌برداری در کوره آهک آنتراسیت، به جای کک، مصرف شد و همانند سال ۲۰۰۴ در پرده این آزمایش موفقیت‌آمیز بود. برای تحویل ۲۲۰ هزار تن چغندر جنوب که در سال‌های گذشته در Puttershoek مصرف می‌شد ناگزیر یک دستگاه چرتقیل ثابت برای تخلیه چغندر از کشتی نصب گردید (شکل ۴) هر سه کارخانه هلندی توانستند ظرفیت چغندر خود را نسبتاً بالا ببرند و بزرگترین مصرف چغندر کارخانه در دینتلورد ۱۹۲۰۰ تن در روز بود و ایام بهره‌برداری در این کارخانه ۳۷ روز در گرونینگن ۹۹ روز و در کارخانه Vierverlaten به رقم جدید بالایی رسید با این وجود بهره‌برداری CSM قبل از کریسمس و Suiker Unie قبل از ژانویه خاتمه یافت. □

جریان بهره برداری سال ۲۰۰۵
با تعطیل کارخانه قند پرده برای CSM فقط یک کارخانه قند Vierverlaten که در ۳۰۰ کیلومتری بیشتر مناطق جنوبی Zeeland و Limburg قرار داشت، مانده بود. از نظر هزینه‌های اقتصادی و حمل در سال ۲۰۰۵، حدود ۴۵۰ هزار تن چغندر نوع C که ۲۰ درصد کل چغندر CSM بود به کشورهای خارجی (بلژیک) بطور امانی واگذار شد و بطور کارمزدی مصرف گردید. ۳۵۰ هزار تن چغندر در کارخانه Moerbeke بلژیک و ۱۰۰ هزار تن چغندر تمیز خاک‌گیری شده به کارخانه قند Appeldorn و Jülich حمل شد و مصرف گردید. نتیجه آزمایش‌های عیارسنجی بین کارخانجات مذکور نتایج هماهنگی را نشان داد. با این ترتیب مشکلی بوجود نیامد و طرفین ذینفع نیز خسارتی ندیدند. در کارخانه

کمبود ۲/۲۲۵ میلیون تن مصرف جهانی شکر نسبت به تولید

نقل از: سوکروربن ۲۰۰۶/۳ ص ۱۳۵

میزان مصرف جهانی شکر نسبت به کل تولید سال ۲۰۰۶/۰۶ در حدود ۲/۲۲۵ میلیون تن بالا رفته است. این مطلب از منبع بین‌المللی سازمان بین‌المللی شکر مقیم لندن (ISO) در ماه فوریه بعنوان آخرین گزارش نقل می‌شود. در آخرین گزارش چهار ماهه این رقم به ۱/۰۱۵ میلیون تن رسیده بود. در ژانویه، سازمان ISO مقدار کسری را ۲/۰-۱/۵ میلیون تن برآورد کرده بود. بیلان‌های تجاری شکر اکنون خیلی با هم تفاوت دارند برای سومین بار در این فصل اختلافی بزرگ که نتیجه پایین آمدن تفاوت‌های موجودی‌های انبارها نسبت به مصرف است دیده می‌شود. احتمالاً موجودی‌های جهان نسبت به مصرف در سال ۲۰۰۵/۰۶ به رقم ۵۸/۲۷ میلیون تن سقوط می‌کند. تجدیدنظر بیلان شکر جهانی بوسیله موسسه ISO نشان می‌دهد که برای اولین بار در سال ۱۹۹۹/۲۰۰۰ شکری که در اختیار تجارت و یا دادوستد قرار می‌گیرد از نظر مقدار سقوط کرده است و شاید احتمالاً بعداً سقوط بیشتری خواهد داشت همانطور که در فصل زراعی موجود با آن مواجه شده‌ایم. در آخرین ماه‌های سال نرخ‌های بورس نیویورک (Nybot) در ظرف ۲۵ سال بالا رفته است و قیمت شکر سفید، این ماده خوراکی و غذایی با اختلالات نامعلومی مواجه شده است. ترقی نرخ جهانی سوخت با نوسانات نرخ‌های ارزی و برخوردهای سیاسی پیوسته در تعیین نرخ و بازار بین‌المللی آثار تعیین‌کننده دارند.

تعیین ذرات معلق پروتئینی (فلوک) بعنوان شناساگر خطر ذرات معلق در شکر سفید چغندر قند به روش فرابنفش

نقل از: سوکرایندوستری ۲۰۰۶/۲ مترجم: دکتر رضا شیخ الاسلامی

چکیده

بعد از آنکه ثابت شد که پروتئین جزء مهمی از فلوک شکر سفید چغندر قند است، روشی سریع و ساده برای اندازه‌گیری مقدار پروتئین فلوک ابداع گردید. این روش براساس اندازه‌گیری قدرت جذب شکر قبل و بعد از صاف کردن با فیلتر جذبی ممبرانی مخصوص در ۲۳۰ و ۲۶۰ نانومتر و همچنین مقدار پروتئین در فلوک بجا مانده استوار است. این روش در مقابل نمونه‌های آب که حاوی مقادیر مختلف فلوک (تهیه شده از شکر سفید) بودند کنترل و میزان (کالیبره) گردید. آزمایش‌های بازیافتی نشان دادند که این روش در دامنه اندازه‌گیری ۱/۵ تا ۱۶ میلی‌گرم در کیلوگرم محلول شکر با ۲۵٪ ماده خشک نتایج رضایت‌بخشی ارائه می‌دهد. مرز نتایج قابل اطمینان (دامنه اطمینان ۹۵٪) در حد ۱/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم پروتئین می‌باشد که این رقم در شکر رافیناد اعلا پیدا شده است.

این روش با موفقیت، وجود فلوک در شکر سفید را ثابت می‌کند و همزمان مقدار پروتئین فلوک را نیز نشان می‌دهد. سایر پارامترهای کیفیت نمی‌توانند تفاوتی بین شکر بدون فلوک و با فلوک را تشخیص دهند. لذا این روش یک روش سریع با امکانات ساده است که برای کنترل شکر سفید و استفاده در نوشابه‌های گازدار تجاری معمول و مناسب می‌باشد. مقدار پروتئین شکر بیش از ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم محلول شکر با ماده خشک ۲۵٪ حدی است که بیش از آن توان ریسک یا خطر فلوک شدن که بوسیله تست فلوک بصری باید تأیید گردد، وجود دارد.

۱- مقدمه

تست‌های مختلف فلوک برای تعیین کیفیت ظاهری شکر مصرفی تجاری در نوشابه‌های اسیدی شفاف و صنعتی مورد استفاده می‌باشند. این روش‌ها بین ۲۴ ساعت تا ۱۰ روز بطول می‌انجامد. این تأخیر، در دست داشتن روشی سریع را برای کنترل مناسب بودن شکر سفید که در کارخانه در حال تولید است و باید به مصارف آشامیدنی‌های اسیدی صنعتی برسد، ایجاد می‌کند.

برای ابداع یک چنین روشی در مرحله اول نیاز به داشتن کلید ترکیبات فلوک در شکر سفید چغندری بود. در گذشته زاپونین را عامل تشکیل فلوک در شکر چغندر قند می‌دانستند. اخیراً کلارک و همکاران پیدا کردند که میزان زاپونین در شکر سفید معمولی چغندر کمتر از آن است که بتواند سبب تولید فلوک شود. بجای آن محققین تصور می‌کنند که مکانیسم

جذبی الکتریکی بین مولکول‌های حاوی کربوکسیلیک اسید با بار منفی مثل زاپونین (نوعی که دارای اسید کلوکورونیک است) و اولئانولیک اسید و یا دیواره سلول پلی ساخاریدها و یک گروه آمینو اسیدها با بار مثبت (پروتئین، پپتید و غیره) باعث تولید فلوک می‌شوند. دلیل انتخاب این روش آن بود که شکر عاری از فلوک باید بوسیله ایجاد فلوک با اضافه کردن اولئانولیک اسید و پروتئین فلوک‌دار گردد.

هدف این بررسی در مرحله اول تأیید پروتئین بعنوان یک جزء معنی‌دار ترکیبات فلوک در شکر سفید چغندر و بعد از آن نمایش پتانسیل روش‌های آنالیز و بالاخره توسعه و ارزیابی روش منتخب و اندازه‌گیری مقدار پروتئین فلوک در شکر سفید چغندر قند بوده است.

۲- روش‌ها و مواد

۲-۱- تعیین مقدار پروتئین در شکر

چهار روش برای تعیین مقدار پروتئین در شکر سفید مورد آزمایش قرار گرفت.

روش کیدال (Kjeldahl): روش کیدال (کجدال) روش رسمی برای تعیین پروتئین خام است. در این روش پروتئین و سایر مواد آلی در بالون میکروکیدال با سولفوریک اسید غلیظ در حضور کاتالیزگر هضم می‌شوند. نیتروژن موجود تبدیل به سولفات آمونیم شده و آمونیم سولفات از طریق تیتراسیون تعیین می‌شود. نیتروژن سپس با استفاده از رابطه ($W_N \times 6.25$) تبدیل به پروتئین می‌شود.

روش بیورت (BIURET): واکنشگر بیورت از طریق حل کردن ۸/۴ گرم سدیم هیدروکسید در ۳۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر و اضافه کردن ۲/۵ گرم تارتارات مضاعف سدیم و پتاسیم به آن تهیه می‌شود. ۱/۲ گرم سولفات مس (پنج آبه) را در ۲۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر حل کرده و ضمن مخلوط کردن به محلول تارتارات مضاعف سدیم و پتاسیم اضافه می‌کنند. این واکنشگرهای ترکیبی را به اندازه حجم خودشان بوسیله ایزوپروپانول (با خلوص واکنشگری) رقیق می‌کنند و ۱۰ میلی‌لیتر از واکنشگر بیورت را به ده گرم نمونه اضافه کرده و با استفاده از مخلوط‌کن (Vortex mixer) آنها را تا رفع کدری مخلوط می‌کنند. جذب در ۵۵۰ نانومتر در مقابل محلول شفافی که شامل همه اجزاء ترکیبات پروتئین نمونه بود، اندازه‌گیری شد. ارقام خوانده شده همانند قبل جدول‌بندی شدند و با مقادیر پروتئین برآورد شده (PPM) و آلومین شیبه سرم گام (۲۰۰۰-۲۰۰۰۰) میلی‌گرم در کیلوگرم) منحنی استاندارد رسم گردید. این فرایند بهمان طریق بدون استفاده از ۲ میلی‌لیتر محلول‌های استاندارد تکرار گردید.

روش لاوری (LOWRY): واکنشگر A حاوی ۲٪ کربنات سدیم در ۰/۱ مول در لیتر سدیم هیدروکسید بود. واکنشگر B حاوی ۰/۵٪ سولفات (پنج آبه) در یک درصد سدیم تارتارات بود. واکنشگر C محلول مس‌دار قلیایی که بوسیله مخلوط کردن ۵۰ میلی‌لیتر واکنشگر A با یک میلی‌لیتر واکنشگر B تهیه شده بود. واکنشگر D که فنل سیوکالتوفولین بود، بوسیله فاکتورهای ۲، صفر و ۰/۶ میلی‌لیتر نمونه مورد آزمایش رقیق گردید و به لوله‌های آزمایشگاهی ۱۰ میلی‌لیتری انتقال یافت و ۳ میلی‌لیتر از واکنشگر C به آن اضافه شد و لوله‌های آزمایشگاهی با استفاده از مخلوط‌کن

| جدول ۱: آنالیز آمینواسیدهای نمونه‌های فلوک استحصال شده از شکر سفید چغندر قند | | | | | |
|--|------|------|------|------|---------------|
| مقدار (گرم در صد گرم نمونه) | | | | | آمینواسیدها |
| E | D | C | B | A | |
| ۱/۷ | ۱/۰ | ۱/۰ | ۱/۷ | ۱/۳ | ایزولوسین |
| ۲/۶ | ۱/۸ | ۱/۵ | ۲/۶ | ۲/۰ | لوسین |
| ۱/۰ | ۰/۸ | ۱/۱ | ۱/۷ | ۱/۲ | لیسین |
| ۱/۳ | ۰/۴ | ۰/۳ | ۰/۵ | ۰/۴ | میتوئین |
| ۲/۳ | ۰/۹ | ۱/۱ | ۱/۷ | ۱/۴ | فل آلانین |
| ۲/۳ | ۰/۹ | ۰/۴ | ۰/۳ | ۰/۳ | تیروزین |
| ۱/۰ | ۱/۲ | ۱/۰ | ۱/۷ | ۱/۴ | تراونین |
| ۲/۶ | ۱/۷ | ۱/۴ | ۲/۷ | ۲/۱ | والین |
| ۰/۲ | ۰/۴ | ۰/۷ | ۰/۹ | ۰/۶ | آرژنین |
| ۱/۱ | ۰/۷ | ۰/۵ | ۱/۰ | ۰/۷ | هیستیدین |
| ۲/۰ | ۱/۱ | ۱/۱ | ۱/۷ | ۱/۴ | آلانین |
| ۳/۶ | ۱/۸ | ۱/۸ | ۳/۰ | ۲/۳ | اسید اسپارتیک |
| ۵/۰ | ۱/۷ | ۲/۱ | ۳/۴ | ۲/۸ | اسید گلوتامیک |
| ۱/۷ | ۱/۵ | ۱/۱ | ۱/۹ | ۱/۵ | گلیسین |
| | ۱/۸ | ۱/۳ | ۲/۱ | ۱/۹ | پروлін |
| ۰/۹ | ۰/۹ | ۰/۹ | ۱/۵ | ۱/۳ | سرین |
| | ۰/۰۵ | ۰/۰۴ | ۰/۰۸ | ۰/۰۷ | اورنیتین |
| ۲۹/۳ | ۱۸/۶ | ۱۷/۳ | ۲۸/۵ | ۲۲/۷ | مجموع |

پس‌مانده‌های اسیدی و آب گریز و مقداری قلیائی هم وجود دارد. نتایج نشان می‌دهند که در شکر سفید پروتئین جزء معنی‌داری در فلوک اسیدی است. احتمالاً پروتئین بخشی از ملانوییدها هستند که در واکنش مایلارد تولید رنگ می‌کنند، بو و پیچیدگی شیمیایی ماده را شکل می‌دهند. آنالیز کیدال در نمونه‌های A و B مقدار پروتئین را (W_{N.6/25}) ۲۵٪ و ۳۰/۶٪ نشان داد.

۳-۲. روش‌های اندازه‌گیری مقدار پروتئین در شکر

چهار روش برای اندازه‌گیری مقدار پروتئین در شکر مورد ارزیابی قرار گرفت. برای اینکه مقدار پروتئین بعنوان پایه مقایسه با روش کیدال بعنوان روش مرجع قابل مقایسه باشد، سه نوع نمونه از شکرهای رافیناد، سفید معمولی و B انتخاب شد. توجه کنید که روش رنگ گرفتن پیوندهای پروتئین مورد توجه بود ولی بعلاوه امکان خواص سرطانی پیگیری نشد.

نتایج همراه با آنالیز رنگ شکر در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج بصورت گرافیکی در شکل یک دیده می‌شود. روش بیورت بالاترین مقدار پروتئین را می‌دهد و کمترین دقت را دارد. روش لوری تمایل ناپایداری در مقایسه با روش کیدال نشان داد. روش فرابنفش کمترین مقدار پروتئین را نشان می‌دهد و حساسیت زیادی به تغییر در جهت کمتر شدن مقدار پروتئین دارد. ارجحیت روش فرابنفش نسبت به کیدال سرعت و سادگی آن است. ارجحیت دیگر آن عدم از هم پاشیدگی واکنشگرها و نمونه‌ها در خلال آزمایش است.

۳-۳. تنظیم کردن آنالیز فرابنفش

برای تنظیم کردن روش فرابنفش قرائت در مقابل نمونه آب گازدار (spiked) با مقادیر مختلف فلوک (نمونه E) شامل آمینواسیدهای معین با غلظت ۲۹/۳٪ انجام گرفت. نتایج این آزمایش‌ها در جدول ۳ دیده می‌شود. پروتئین فلوک با استفاده از فرمول کال و برن لور محاسبه گردید که نسبت

(ورتکس) خوب مخلوط شده و برای مدت ده دقیقه در دمای آزمایشگاه قرار گرفتند. ۰/۳۰ میلی‌لیتر از واکنشگر D به سرعت اضافه شد و در یک تا دو ثانیه مخلوط شد، بعد از ۳۰ دقیقه نمونه در اسپکتروفوتومتر قرائت شد. قرائت در ۵۰۰ و ۷۵۰ نانومتر با استفاده از نمونه‌های همه اجزاء بجز پروتئین انجام گرفت. منحنی استاندارد با استفاده از آلبومین سرم گاو (۷۰۰-۷۰ پی‌پی‌ام) طبق فرایند بالا و مصرف ۲۱ میلی‌لیتر واکنشگر C و ۲/۱ میلی‌لیتر واکنشگر D انجام پذیرفت.

اسپکتروفوتومتری فرابنفش: تست یا آنالیز پروتئین از طریق اندازه‌گیری جذب محلول شکر با بریکس ۲۵٪ در ۲۳۰ و ۲۶۰ نانومتر با استفاده از فرمول کال و برن لور (Kalb and Bernlohr) انجام می‌شود.

$$w'_{\text{protein}} = 183 A_{230} - 75.8 * A_{260} \text{ [mg/L]}$$

$$w' = \text{غلظت مواد}$$

$$A = \text{مقدار جذب ABSORPTION VALUE}$$

برای اندازه‌گیری مقدار پروتئین فلوک روشی ابداع شده است که در آن جذب قبل و بعد از صاف کردن بوسیله فیلتر مخصوص ممبرانی اندازه‌گیری و مقدار پروتئین فلوک از اختلاف جذب محاسبه می‌گردد. ۲۵ گرم شکر توزین و با ۱۰۰ گرم آب یون زدوده مخلوط گردید. حدود ۵ میلی‌لیتر بوسیله سرنگ به داخل ممبران Q15 قابل استفاده مجدد تزریق و از حدود یک میلی‌لیتر محلول صاف شده در داخل سلول کوارتز برای اندازه‌گیری استفاده شد. جذب نمونه‌های صاف شده و صاف نشده در ۲۳۰ و ۲۶۰ میلی‌لیتر در مقابل آب اندازه‌گیری و مقدار پروتئین کم شده در اثر فیلتراسیون با استفاده از فرمول‌های زیر که بر مبنای فلوک پروتئینی تنظیم شده‌اند محاسبه گردید.

$$w'_{\text{Floc protein}} = 0.656 + 209.5 * A_{230} - 245.4 * A_{260}$$

$w'_{\text{Floc protein}}$: پروتئین در نمونه صاف شده و صاف نشده برحسب میلی‌گرم در کیلوگرم

w: جرم میلی‌گرم به کیلوگرم

A: مقدار جذب

توجه: فیلتر بعد از هر ۲۵ نمونه شکر باید احیاء شود.

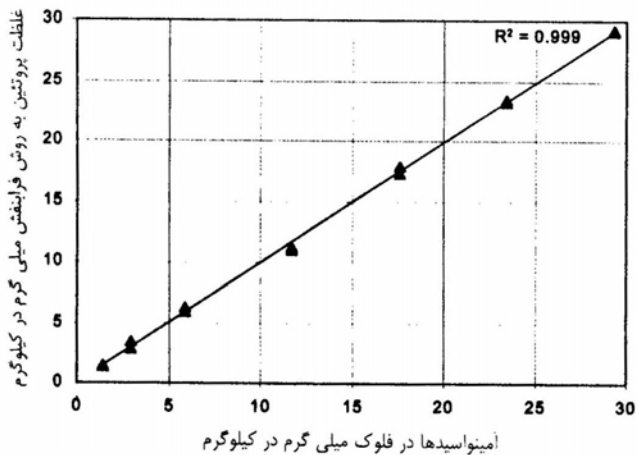
۳-۲. تعیین مقدار آمینواسید

آمینواسیدها بعد از هیدرولیز اسیدی بوسیله HPLC تعیین می‌شود.

۳- نتایج و بحث

۳-۱. مقدار پروتئین فلوک

چهار نمونه فلوک (نمونه A تا D) از شکرهای سفید مختلف بوسیله دیالیز جدا و پس از تنظیم pH آنها روی ۳ بوسیله سانتریفوژ کردن جدا شدند. این چهار شکر از دو کارخانه مختلف کشورهای اروپای شمالی در جریان بهره‌برداری‌های مختلف برداشته شد. نمونه پنجم فلوک (نمونه E) از شکر B و با استفاده از جاذب آنیونی قوی تهیه گردید. آنالیز نمونه‌های بعد از هیدرولیز اسیدی نشان داد که آنها دارای آمینواسیدها با مقادیر مختلف و معنی‌دار می‌باشند (جدول ۱).



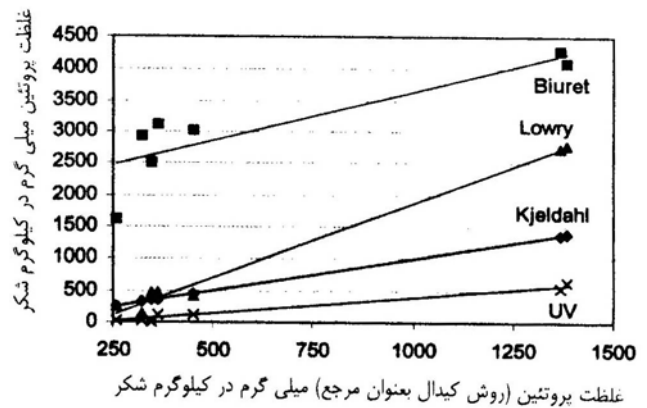
شکل ۲: رابطه کالیبره شده برای اندازه گیری پروتئین فلوک

شکر، با اضافه کردن شکر رافیناد با کیفیت بالا و مقادیر مختلف فلوک با ۱۴/۸٪ پروتئین کیدال، چقدر خوب اندازه گیری می کند، بررسی شد. نتایج اسپکتروفتومتر و مقدار پروتئین فلوک با استفاده از فرمول کالیبره شده محاسبه گردید و در جدول ۴ نشان داده شده است.

نتایج آزمایش را می توان در جدول ۵ مشاهده کرد. مقدار پروتئین موجود (X) و پروتئین بازیافت شده (Y) در فلوک نمونه های شکر و اختلاف مطلق |d| از آزمایش های دوتائی نشان داده شده است. مقدار محاسبه شده (Y-hat) از پایین ترین مربع خط رگرسیون به صورتی که در جدول ۶ شرح داده شده است، بدست می آید (جدول ۶).

$$\hat{Y} = 0.2158 + 1.0461 * X$$

از این فرمول برای محاسبه اختلاف بین مقدار پروتئین فلوک تعیین شده و رقم پیش بینی شده استفاده شده Y-hat - Y. مقدار پروتئین فلوک موجود در



شکل ۱: مقایسه روشهای تعیین پروتئین در شکر

جدول ۲: مقایسه روش های آنالیز پروتئین

| نمونه | پروتئین میلی گرم بر کیلوگرم شکر | | | | |
|---------|---------------------------------|-------|-------|---------|-----|
| | کیدال | بیورت | لاوری | فرابنفش | رنگ |
| ۱ | ۳۴۵ | ۲۵۱۳ | ۴۵۹ | ۶ | ۷ |
| ۲ | ۲۵۷ | ۱۶۰۹ | ۲۵۱ | ۳۰ | ۹ |
| ۳ | ۳۲۱ | ۲۹۳۶ | ۱۴۹ | ۳۱ | ۲۳ |
| ۴ | ۴۵۲ | ۳۰۱۲ | ۴۳۳ | ۱۱۸ | ۲۰ |
| ۵ | ۳۶۲ | ۳۱۲۳ | ۴۷۴ | ۱۲۴ | ۲۰ |
| ۶ | ۱۳۶۷ | ۴۲۸۱ | ۲۷۵۰ | ۵۵۰ | ۷۶ |
| ۷ | ۱۳۸۴ | ۴۱۰۳ | ۲۷۸۳ | ۶۳۱ | ۹۳ |
| میانگین | ۸۰۹ | ۵۰۹۹ | ۱۷۵۷ | ۳۵۸ | ۳۵ |

به گاز (spiked) آمینواسید تمایلی نشان می دهد. یک فرمول جدید و مخصوص برای پروتئین فلوک طبق رابطه زیر بدست آمده است:

$$W_F = 0.656 + 209.5 A_{230} - 254.4 * A_{260}$$

منحنی کالیبره در شکل ۲ دیده می شود.

۳-۴ تست بازیافت

این سوال که روش پروتئین فلوک فرابنفش مقدار پروتئین فلوک را در

جدول ۳: مقایسه پروتئین فرابنفش و تعداد فلوک باقی مانده اسپایک شده

| آزمایش | فلوک اسپایک شده میلی گرم بر کیلوگرم | آمینواسیدها میلی گرم بر کیلوگرم | جذب | | پروتئین فلوک فرابنفش | |
|--------|--|------------------------------------|-------------|-------------|--|--|
| | | | ۲۳۰ نانومتر | ۲۶۰ نانومتر | فرمول کالیبره شده میلی گرم بر کیلوگرم | فرمول کالب و برن لور میلی گرم بر لیتر |
| ۱ | ۱۰۰ | ۲۹ | ۰/۷۲۶ | ۰/۵۰۳ | ۲۹ | ۹۵ |
| ۲ | ۱۰۰ | ۲۹ | ۰/۷۲۵ | ۰/۵۰۳ | ۲۹ | ۹۵ |
| ۳ | ۸۰ | ۲۳ | ۰/۵۸۷ | ۰/۴۰۸ | ۲۴ | ۷۶ |
| ۴ | ۸۰ | ۲۳ | ۰/۵۷۴ | ۰/۳۹۸ | ۲۳ | ۷۵ |
| ۵ | ۶۰ | ۱۸ | ۰/۴۴۱ | ۰/۳۰۶ | ۱۸ | ۵۸ |
| ۶ | ۶۰ | ۱۸ | ۰/۴۴۵ | ۰/۳۱۲ | ۱۷ | ۵۸ |
| ۷ | ۴۰ | ۱۲ | ۰/۳۴۴ | ۰/۱۶۶ | ۱۱ | ۳۲ |
| ۸ | ۴۰ | ۱۲ | ۰/۲۵۳ | ۰/۱۷۳ | ۱۱ | ۳۳ |
| ۹ | ۲۰ | ۶ | ۰/۱۱۷ | ۰/۰۷۷ | ۶ | ۱۶ |
| ۱۰ | ۱۰ | ۶ | ۰/۰۹۴ | ۰/۰۵۹ | ۶ | ۱۳ |
| ۱۱ | ۱۰ | ۳ | ۰/۰۳۴ | ۰/۰۲۰ | ۳ | ۵ |
| ۱۲ | ۱۰ | ۳ | ۰/۰۵۱ | ۰/۰۳۲ | ۳ | ۷ |
| ۱۳ | ۵ | ۱ | ۰/۰۰۸ | ۰/۰۰۴ | ۱ | ۱ |
| ۱۴ | ۵ | ۱ | ۰/۰۱۰ | ۰/۰۰۵ | ۲ | ۱ |

جدول ۴: بازیافت پروتئین فلوک با استفاده از فرمول کالیبره شده

| پروتئین فلوک در شکر | جذب اسپکتروفتومتر | | | | پروتئین فلوک اضافه شده | |
|---------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|---------------------|
| | صاف شده ۲۶۰ نانومتر | صاف شده ۲۳۰ نانومتر | مستقیم ۲۶۰ نانومتر | مستقیم ۲۳۰ نانومتر | میلی گرم بر کیلوگرم | میلی گرم بر کیلوگرم |
| -۰/۲ | ۰/۰۲۰ | ۰/۰۲۰ | ۰/۰۴۹ | -۰/۵۳ | ۰ | ۰ |
| -۰/۱ | ۰/۰۱۷ | ۰/۰۱۵ | ۰/۰۴۸ | -۰/۵۱ | ۰ | ۰ |
| ۱/۲ | ۰/۰۲۹ | ۰/۰۲۶ | ۰/۰۴۸ | -۰/۵۴ | ۰ | ۰ |
| ۰/۳ | ۰/۰۲۱ | ۰/۰۲۱ | ۰/۰۴۸ | -۰/۵۴ | ۰ | ۰ |
| ۰/۸ | ۰/۰۱۹ | ۰/۰۲۰ | ۰/۰۵۰ | -۰/۶۰ | ۰/۷ | ۵ |
| ۱/۲ | ۰/۰۲۱ | ۰/۰۱۸ | ۰/۰۵۱ | -۰/۶۳ | ۰/۷ | ۵ |
| ۱/۶ | ۰/۰۱۹ | ۰/۰۱۸ | ۰/۰۵۱ | -۰/۶۳ | ۱/۵ | ۱۰ |
| ۲/۲ | ۰/۰۲۲ | ۰/۰۲۴ | ۰/۰۵۹ | -۰/۷۸ | ۱/۵ | ۱۰ |
| ۴/۶ | ۰/۰۲۲ | ۰/۰۲۱ | ۰/۰۶۹ | -۰/۹۸ | ۳/۰ | ۲۰ |
| ۴/۰ | ۰/۰۲۳ | ۰/۰۲۳ | ۰/۰۶۹ | -۰/۹۶ | ۳/۰ | ۲۰ |
| ۶/۳ | ۰/۰۲۰ | ۰/۰۲۱ | ۰/۰۹۰ | -۱/۳۳ | ۵/۹ | ۴۰ |
| ۶/۳ | ۰/۰۲۳ | ۰/۰۲۶ | ۰/۰۹۳ | -۱/۳۸ | ۵/۹ | ۴۰ |
| ۹/۱ | ۰/۰۱۷ | ۰/۰۱۶ | ۰/۱۱۹ | -۱/۷۹ | ۸/۹ | ۶۰ |
| ۹/۵ | ۰/۰۲۳ | ۰/۰۲۳ | ۰/۱۳۱ | -۱/۹۵ | ۸/۹ | ۶۰ |
| ۹/۵ | ۰/۰۲۰ | ۰/۰۲۰ | ۰/۱۱۷ | -۱/۷۹ | ۸/۹ | ۶۰ |
| ۹/۵ | ۰/۰۲۱ | ۰/۰۲۲ | ۰/۱۲۵ | -۱/۸۹ | ۸/۹ | ۶۰ |
| ۱۲/۹ | ۰/۰۲۲ | ۰/۰۲۳ | ۰/۱۶۴ | -۲/۵۱ | ۱۱/۸ | ۸۰ |
| ۱۲/۹ | ۰/۰۱۸ | ۰/۰۱۸ | ۰/۱۵۵ | -۲/۴۰ | ۱۱/۸ | ۸۰ |
| ۱۳/۰ | ۰/۰۲۲ | ۰/۰۲۲ | ۰/۱۵۷ | -۲/۴۲ | ۱۱/۸ | ۸۰ |
| ۱۴/۱ | ۰/۰۲۱ | ۰/۰۲۲ | ۰/۱۵۸ | -۲/۵۰ | ۱۱/۸ | ۸۰ |
| ۱۵/۷ | ۰/۰۲۰ | ۰/۰۲۱ | ۰/۲۰۰ | -۳/۰۷ | ۱۴/۸ | ۱۰۰ |
| ۱۶/۲ | ۰/۰۲۰ | ۰/۰۲۰ | ۰/۱۹۹ | -۳/۰۷ | ۱۴/۸ | ۱۰۰ |
| ۱۶/۲ | ۰/۰۱۹ | ۰/۰۱۹ | ۰/۱۹۸ | -۳/۰۶ | ۱۴/۸ | ۱۰۰ |
| ۱۶/۱ | ۰/۰۱۸ | ۰/۰۱۸ | ۰/۲۰۱ | -۳/۰۹ | ۱۴/۸ | ۱۰۰ |

جدول ۵: بازیافت پروتئین فلوک اسپایک شده به شکر رافیناد

| اختلاف | محاسبه شده | تست دوتایی پروتئین فلوک | پیدا شده | موجود | اضافه شده | فلوک اضافه شده | آزمایش بازیافت |
|---------------|-------------|----------------------------|----------|-------|---------------------|---------------------|----------------|
| $Y-\check{Y}$ | \check{Y} | اختلاف d | Y | X | میلی گرم بر کیلوگرم | میلی گرم بر کیلوگرم | شکر رافیناد |
| -۰/۵ | ۱/۳ | | ۰/۸ | ۱/۰ | ۰/۷ | ۵ | ۱ |
| ۰/۸ | ۱/۳ | -۱/۳ | ۲/۱ | ۱/۰ | ۰/۷ | ۵ | ۲ |
| -۰/۵ | ۲/۱ | | ۱/۶ | ۱/۸ | ۱/۵ | ۱۰ | ۳ |
| ۰/۲ | ۲/۱ | -۰/۷ | ۲/۲ | ۱/۸ | ۱/۵ | ۱۰ | ۴ |
| ۱/۰ | ۳/۶ | | ۴/۶ | ۳/۳ | ۳/۰ | ۲۰ | ۵ |
| ۰/۴ | ۳/۶ | ۰/۶ | ۴/۰ | ۳/۳ | ۳/۰ | ۲۰ | ۶ |
| -۰/۴ | ۶/۷ | | ۶/۳ | ۶/۲ | ۵/۹ | ۴۰ | ۷ |
| -۰/۴ | ۶/۷ | ۰/۰ | ۶/۳ | ۶/۲ | ۵/۹ | ۴۰ | ۸ |
| -۰/۷ | ۹/۸ | | ۹/۱< | ۹/۲ | ۸/۹ | ۶۰ | ۹ |
| -۰/۳ | ۹/۸ | -۰/۴ | ۹/۵ | ۹/۲ | ۸/۹ | ۶۰ | ۱۰ |
| -۰/۳ | ۹/۸ | | ۹/۵ | ۹/۲ | ۸/۹ | ۶۰ | ۱۱ |
| -۰/۴ | ۹/۸ | ۰/۰ | ۹/۵ | ۹/۲ | ۸/۹ | ۶۰ | ۱۲ |
| ۰/۰ | ۱۲/۹ | | ۱۲/۹ | ۱۲/۱ | ۱۱/۸ | ۸۰ | ۱۳ |
| ۰/۰ | ۱۲/۹ | ۰/۰ | ۱۲/۹ | ۱۲/۱ | ۱۱/۸ | ۸۰ | ۱۴ |
| ۰/۰ | ۱۲/۹ | | ۱۳/۰ | ۱۲/۱ | ۱۱/۸ | ۸۰ | ۱۵ |
| ۱/۲ | ۱۲/۹ | -۱/۲ | ۱۴/۱ | ۱۲/۱ | ۱۱/۸ | ۸۰ | ۱۶ |
| -۰/۳ | ۱۶/۰ | | ۱۵/۷ | ۱۵/۱ | ۱۴/۸ | ۱۰۰ | ۱۷ |
| ۰/۲ | ۱۶/۰ | -۰/۵ | ۱۶/۲ | ۱۵/۱ | ۱۴/۸ | ۱۰۰ | ۱۸ |
| ۰/۲ | ۱۶/۰ | | ۱۶/۲ | ۱۵/۱ | ۱۴/۸ | ۱۰۰ | ۱۹ |
| ۰/۰ | ۱۶/۰ | ۰/۱ | ۱۶/۱ | ۱۵/۱ | ۱۴/۸ | ۱۰۰ | ۲۰ |

| جدول ۶: محاسبه رگرسیون کوچکترین مجزورات برای بازیافت پروتئین فلوک | | |
|---|---------------------|----------------------|
| n=20 | | |
| $\Sigma X=170.39$ | | $\Sigma Y=182.56$ |
| $\Sigma X^2=1947.70$ | $\Sigma XY=2074.19$ | $\Sigma Y^2=2214.19$ |
| $X=\Sigma X/n=8.52$ | | $Y=\Sigma Y/n=9.13$ |
| $\Sigma_{xx}=\Sigma X^2-(\Sigma X)^2/n=496.02$ | | |
| $\Sigma_{yy}=\Sigma Y^2-(\Sigma Y)^2/n=547.83$ | | |
| $\Sigma_{xy}=\Sigma XY-(\Sigma X\Sigma Y)/n=518.86$ | | |
| $b_1=\Sigma_{xy}/\Sigma_{xx}=1.0460$ | | |
| $b_0=Y-b_1X=0.2158$ | | |
| $\Sigma DD=\Sigma_{yy}-b_1\Sigma_{xy}=5.07$ | | |
| $S^2_{yx}=\Sigma DD/(n-2)=0.298;$ | | $S_{yx}=0.546$ |
| $\Sigma d^2=4.26$ | | |
| $\Sigma dd=\Sigma d^2/2=2.13$ | | |

مجزورات $8/45 = (13/52 - 5/0.7)$ است و نسبت $4/23$ و 0.28 برابر $F_{0.95}(2/18) = 3/55$ هم‌خوانی دارد. بنابراین فرضیه صفر که $\beta_1 = 1$ و $\beta_0 = 0$ باید پذیرفته شود و او باید تمایل خط مستقیم به یک طرف را نشان دهد. مقدار واقعی پروتئین فلوک در حد پیش‌بینی ۱، ۵، ۸ و ۱۶ میلی‌گرم در کیلوگرم را می‌توان با استفاده از رابطه رگرسیونی زیر محاسبه کرد:

$$X' = (Y' - b_0) / b_1$$

$$t = 2/10.1 \text{ و } n' = 1$$

با حدود اطمینان ۹۵٪ (CL)

سه محدوده اطمینان در جدول ۸ نشان داده شده است. چنین می‌توان نتیجه‌گیری کرد که روش پروتئین فرابنش برای اندازه‌گیری پروتئین فلوک در محلول شکر با ۲۵٪ ماده خشک در دامنه مفید ۱/۵ تا ۱۶ میلی‌گرم در کیلوگرم رضایت‌بخش است.

| جدول ۷: تحلیل واریانس برای بازیافت پروتئین فلوک | | | | | |
|---|------------|---------------|-----------------|--------|-------------------------|
| منبع تغییرات | درجه آزادی | مجموع مجزورات | میانگین مجزورات | نسبت F | بحرانی $F_{0.95}(8/10)$ |
| خط رگرسیون ($b_1 \Sigma xy$) | ۱ | ۵۴۲/۷۶ | - | - | - |
| انحراف از ($\Sigma dd - DD$) | ۸ | ۲/۹۴ | ۰/۳۷ | ۱/۷۲ | ۳/۰۷ |
| تکرار (Σdd) | ۱۰ | ۲/۱۳ | ۰/۲۱ | - | - |
| مجموع (Σyy) | ۱۹ | ۵۴۷/۸۳ | - | - | - |

رضایت‌بخش است. حد اندازه‌گیری قابل اطمینان پروتئین فلوک برابر ۱/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم است و این حدی است که در شکر رافیناد با کیفیت عالی پیدا شده است.

۳-۵. تست فلوک

تست فلوک اثرگذار روی نوشابه‌های اسیدی و تجارتي و آنالیز پروتئین فلوک روی دو نوع شکر، شکر سفید معمولی و شکر رافیناد با نتایج وجود فلوک در شکر سفید در جدول ۹ مقایسه شدند. مقدار مثبت فلوک در شکر سفید (نمونه ۳) تقریباً دو برابر مقدار پروتئین فلوک در مقایسه با شکر سفید معمولی (نمونه‌های یک و دو) بود. سایر پارامترهای معمولی

| جدول ۸: دامنه اطمینان | | | |
|-----------------------|----------|-------|------|
| دامنه | $\pm CL$ | X' | Y' |
| ۰/۰۵-۲/۴۱ | ۱/۱۸ | ۱/۲۳ | ۱/۵ |
| ۶/۳۲-۸/۵۷ | ۱/۱۲ | ۷/۴۴ | ۸/۰ |
| ۱۳/۹۲-۱۶/۲۶ | ۱/۱۷ | ۱۵/۰۹ | ۱۶/۰ |

جدول ۹: تجزیه پروتئین فلوک و نتایج تست فلوک

| نمونه شکر | صاف نشده | | صاف شده | | پروتئین فلوک ۲۵٪ ماده خشک | تست فلوک |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------------------------|----------|
| | ۲۳۰ نانومتر | ۲۶۰ نانومتر | ۲۳۰ نانومتر | ۲۶۰ نانومتر | | |
| ۱ | ۰/۲۸۰ | ۰/۲۱۴ | ۰/۱۴۲ | ۰/۱۱۸ | ۵ | منفی |
| ۲ | ۰/۲۰۲ | ۰/۱۴۹ | ۰/۰۷۰ | ۰/۰۷۰ | ۸ | منفی |
| ۳ | ۰/۲۶۶ | ۰/۱۷۷ | ۰/۰۸۷ | ۰/۰۸۲ | ۱۴ | مثبت |
| ۴ | ۰/۱۰۴ | ۰/۰۷۲ | ۰/۰۴۲ | ۰/۰۳۳ | ۳ | منفی |
| ۵ | ۰/۰۸۷ | ۰/۰۷۳ | ۰/۰۴۵ | ۰/۰۴۲ | ۱ | منفی |

کیفیت مثل رنگ، خاکستر و مواد غیرمحلول قادر به تشخیص تفاوت این سه نوع شکر نیستند. هر دو شکر رافیناد بطور معنی‌داری دارای پروتئین فلوک کمتری بودند.

۴- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

روش فرابنش ابداع شده برای آنالیز پروتئین یک روش سریع و ساده با هدف اندازه‌گیری مقدار پروتئین فلوک در شکر سفید است. این روش با موفقیت، وجود فلوک در شکر سفید را تا دو برابر غلظت پروتئین فلوک شناسایی می‌کند و این در حالی است که سایر پارامترهای کیفیت قادر به انجام این کار نمی‌باشند. وجود پروتئین فلوک بیش از ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم محلول با ماده خشک ۲۵٪ حد بالایی است که می‌توان از روی آن قضاوت کرد که ریسک پتانسیل فلوک وجود دارد یا خیر. □

هر کدام از آزمایش‌های بازیافت X ، مبین مجموع مقادیر پروتئین فلوک spiked شده به اضافه پروتئین موجود در فلوک و در شکر رافیناد می‌باشد. آنالیز واریانس در جدول ۷ نشان داده شده است. ارزش F نسبی $1/72$ و کمتر از ارزش بحرانی $3/07$ در دامنه اطمینان ۹۵٪ است. بنابراین، فرضیه صفر که رگرسیون واقعی خطی است پذیرفتنی است. شیب مشاهده شده b_1 در $1/0460$ بزرگتر از یک است و ضریب ثابت b_0 در $0/2158$ صفر نیست. تست معنی‌دار بودن خطا در دامنه اطمینان ۹۵٪ فرضیه مشترک را که در آن $\beta_1 = 1$ و $\beta_0 = 0$ است، رد می‌کند. انحراف مجموع مجزورات از همبستگی خواهد بود:

$$\Sigma(Y - \check{Y}) = \Sigma y^2 + \Sigma x^2 - 2\Sigma xy = 13.52$$

مجموع مجزورات انحراف‌ها از کوچکترین مجزورات خط ΣDD مساوی $5/07$ است. بنابراین دو درجه آزادی انحراف از فرض صفر با مجموع

ویسکوزیته (گران روی) به عنوان یک پارامتر سنجش و کنترل

نقل از : کتاب سمینارهای مادرید ۲۰۰۳ مترجم: مهندس محمدباقر پورسید

۱- مقدمه

هدف اصلی عملیات در قسمت شکرریزی (تهیه پخت ۲ و ۳)، حصول اطمینان از تولید محصول با کیفیت خوب با کمترین مصرف انرژی است. بهره بالای تولید شکر همراه با استخراج قند هر چه بیشتر از پس آب مادر در طول مراحل کریستالیزاسیون، به دستیابی به این هدف کمک می کند. در نتیجه، کنترل فرایند اهمیت اساسی دارد. پارامترهای کنترل تصمیم ساز در طول مراحل کریستالیزاسیون عبارتند از درجه فوق اشباعی پس آب مادر و درصد دانه شکر کریستالی موجود در پخت. جستجوی عوامل فیزیکی ای که برای ارائه این پارامترها مناسباند به روش های اندازه گیری متعددی منجر شده است. معهدا تا به امروز، هیچ نوع وسیله اندازه گیری توانمندی برای دستیابی به این هر دو پارامتر، مشخصاً تعیین نشده است.

تحقیقات قبلی (شلی فیک، اوست میر، ۱۹۷۵) خاطر نشان می سازد که خواص رئولوژیکی پس آب مادر و پخت می توانند شرایط خاص مناسب تری برای فرایند، در مقایسه با سایر پارامترها، ایجاد نمایند. در این متن، مشخص شده است که در خلال کریستالیزاسیون دستی، از ویسکوزیته برای تعیین نقطه تشکیل دانه کریستال (آزمایش چسبندگی بین دو انگشت) و کنترل حوشش و سفت کردن پخت (رفتار حباب بخار) استفاده می شود.

یک مسئله اساسی برای وسایل اندازه گیری و کنترل رئولوژیکی، همواره گستره بی نهایت بزرگ ویسکوزیته، از پس آب ورودی به آپارات پخت تا پخت کاملاً سفت شده و آماده تخلیه (حاوی حجم کریستالی بسیار زیاد) است. ویسکوزیته سنج تیپ *Marimex viscoscope torsional in line*، تمام این گستره را با صحت زیاد به سوی تولید محصولات کم کوسیان (پخت های C و D و...) دربر می گیرد. آزمایش هایی انجام شده اند تا کیفیت سیگنال را در سرتاسر گستره ویسکوزیته مورد انتظار ارزیابی نمایند.

پارامترهای فیزیکی "ویسکوزیته دوغاب" و "کل ماده خشک" با توجه به توان کنترل فوق اشباعی بعد از تشکیل دانه در دوغاب در حدود مناسب تکنولوژیکی، مقایسه می شوند. می توان نشان داد که ویسکوزیته برای تحقق این مقتضیات مناسب تر است. ضمناً ویسکوزیته برای مشخص کردن خاتمه فرایند کریستالیزاسیون یک پارامتر بهینه است.

موارد کاربردی برای ویسکوسکوپ در صنعت قند، شامل کنترل کریستالیزاسیون تبخیری ناپیوسته و پیوسته، مقدار ماده خشک موجود در شربت غلیظ (W_{DS})، ایستگاه های حل کردن شکر (تولید کلس) یا مشروط سازی (تحقق شرایط مناسب) برای ملاس (پس آب) تولیدی است.

۲- مقتضیات کنترل و رئولوژیکی فرایند کریستالیزاسیون

(تبلور)

۱-۲- مقتضیات ویژه فرایند

هدف هر مرحله کریستالیزاسیون در کارخانه قند، دستیابی به بهره زیاد یکنواخت و کریستال های *Conglomerate* (توده همجوش و به هم فشرده) و بی رنگ با MA مناسب است. با توجه به کیفیت محصول و میزان نیاز به انرژی، این موضوع از لحاظ تولید محصولات سفید، اهمیت خاصی پیدا می کند. فوق اشباعی Y_s پس آب مادر و میزان کریستال موجود در پخت W_{cr} متغیرهای مرجع اصلی در طی کریستالیزاسیون (تبلور) تبخیری ساکاروز می باشند.

در طول تغلیظ، ماده خشک یا فوق اشباعی را باید دقیقاً اندازه گرفت. بالاترین صحت در نقطه تشکیل دانه برای شکر سفید و شکر تصفیه شده با $\pm 0.15 / Dy_s$ مورد نیاز است. (اوست میر، فرانکن فلد، ۱۹۸۵). این، متناظر است با فاصله $\% 0.25 \pm DW_{DS}$ یا $Dh = \pm 75 \text{ mPa.s}$. به علت ناهمگنی های اجتناب ناپذیر در داخل آپارات های پخت، پی گیری برای صحت بالاتر اقدام مناسبی نیست.

بخصوص در طی فاز اول رشد کریستال پس از تشکیل دانه به کمک دوغاب حاوی پودر قند فوق اشباعی باید در منطقه *metastable* (فراپایدار) حفظ شود تا از انحلال کریستال های کوچک در نواحی زیر اشباع (در محل ورود خوراک به آپارات، سطوح لوله های کالاندریا)، تشکیل هسته های کریستالی ثانوی در مناطق فوق اشباعی شدید و آگلومراسیون (همچسبی) آنها پیشگیری شود (اوست میر، فرانکن فلد، ۱۹۸۵).

با افزایش حجم کریستالی موجود یا به هنگامی که از روش تشکیل دانه های کریستالی به کمک ماگما استفاده می شود، از لحاظ انحلال و تشکیل هسته ثانوی به دلیل اندازه و ابعاد کریستال ها و سطح کلی کریستال ها، کمتر حالت بحرانی بروز می کند. هر چه به طرف خاتمه فرایند نزدیک شویم، به دلیل سرعت نسبتاً پایین جریان بین کریستالی و تشکیل کریستال نرم در نواحی فوق اشباعی شدید (خنک)، تنها به کمک همزدن کافی می توان از آگلومراسیون (همچسبی) در سطح پخت پیشگیری کرد. خاتمه فرایند پخت به خودی خود به کمک ملاحظه و مشاهده میزان قوام پخت (محتوای کریستالی پخت) مشخص می گردد. در نتیجه، می توان موارد نیاز به کنترل را به صورت فشرده زیر ارائه کرد (کراون ویتز و همکاران، سال ۱۹۹۱):

- ایجاد سیگنال صحیح و تکرارپذیر در نقطه تشکیل دانه کریستالی
- کنترل فوق اشباعی در طی فاز اول رشد کریستال (تشکیل دانه کریستال با استفاده از دوغاب، حاوی پودر قند)

- کنترل قابل اطمینان محتوای کریستال پخت در جریان جوشش پخت
- ظهور سیگنال یا علامت آشکار در نقطه خاتمه فرایند با محتوای کریستالی تکرارپذیر

در کارخانه‌های قند امروزی این کارها عمدتاً با استفاده از سیگنال‌های میکروویو (microwave) یا اندازه‌گیری چگالی به روش رادیومتری همراه با تعیین انرژی مصرف برای همزن آپارات پخت صورت می‌گیرد.

۲-۱-۱- ویسکوزیته و ماده خشک محلول‌های کاروز

ویسکوزیته محلول‌های ساکاروز تابعی از غلظت، دما و کوسیان است. محلول‌های ساکاروز تکنیکی، عموماً ویسکوزیته‌های پایین‌تری، در مقایسه با محلول‌های خالص با W_{DS} یکسان، نشان می‌دهند. چون ویسکوزیته پارامتر مهمی در عملیات تبخیر و تبلور محسوب می‌شود، اندازه‌گیری و فرمولبندی همبستگی‌ها، عناوین موضوعی نشریه‌های متعددی را به خود اختصاص داده‌اند (برایتونگ ۱۹۵۶، پیدوکس ۱۹۶۱، شنایدر و همکاران ۱۹۶۳ و ایکومسا ۱۹۹۴). همه نویسندگان، ویسکوزیته دینامیکی را مدنظر قرار می‌دهند.

مع‌هذا، معادله جنوتل (۱۹۷۸) ظاهراً تنها معادله مفید در این زمینه بود، زیرا تنها به یک اندازه‌گیری نیاز دارد و کوسیان در مد نظر قرار می‌گیرد. اگر چه تأثیر آن بر ویسکوزیته و فوق اشباعی به دما در بخش جالب پیرامون نقطه تشکیل دانه، مشابه و یکسان است، تعدیل دما، در محلول‌های غلیظ ساکاروز، خروج ماده خشک موجود و/ یا بروز حالت فوق اشباعی را ممکن می‌سازد.

نمودار دما و غلظت در ایستگاه اوپراسیون و قسمت شکرریزی به ویسکوزیته‌های محلول بین 0.3 mPa.s (شربت رقیق خروجی از بدنه ۱ اوپراسیون) و 1000 mPa.s (پس‌آب یا ملاس 40°C منجر می‌شود. برای محصولاتی که W_{DS} آنها کمتر از ۵۰ درصد (در 90°C) است، نباید کاربرد این نوع اندازه‌گیری در مدنظر قرار گیرد. این حد با توجه به صحت (کروی) مورد استفاده برای کنترل کریستالیزاسیون (-70°C)، تقریباً $W_{DS} = 60\%$ است.

۲-۱-۲- ویسکوزیته سوسپانسیون‌ها (دوغاب‌ها)

ویسکوزیته سوسپانسیون (دوغاب) با افزایش حجم فاز پاشیده موجود J به تدریج زیاد می‌شود. در آن اوضاع و احوال، واژه « ویسکوزیته نسبی » ترجیح داده می‌شود - ویسکوزیته سوسپانسیون نسبت به ویسکوزیته فاز مایع. روابط، اغلب تجربی هستند و/ یا مبتنی بر معادله نظری به دست آمده توسط آینشتاین (۱۹۰۶) می‌باشند که در مورد سوسپانسیون‌های شدیداً رقیق ($\phi \leq 0.1$) شامل فاز پیوسته و ذرات ایده‌آل، اعتبار دارد:

$$\frac{\eta_{ML}}{\eta_{Mass}} = 1 + 2.5\phi \quad (1)$$

مقادیر بالاتر برای ϕ مستلزم روابط اصلاح شده است. Bruhns (۱۹۹۵) در کار تحقیقاتی خود نتایج تعدادی از نویسندگان مختلف را که تفاوت‌های

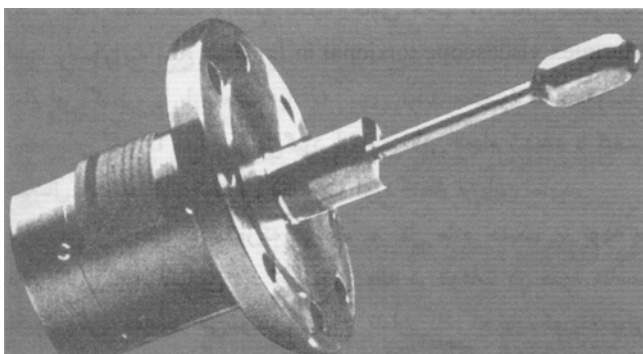
نسبتاً زیادی نشان می‌دهند خلاصه کرده و اظهار عقیده می‌کند که این نتایج، شدیداً به ترکیب نمونه، وسیله اندازه‌گیری و شرایط مربوطه وابسته‌اند. او از یک معادله تجربی کمک گرفت که نتایج حاصل از یک وسیله شبیه‌سازی شده با جریان پخت در لوله‌های گرم‌کننده کالاندریا را منعکس می‌کرد:

$$\frac{\eta_{Mass}}{\eta_{ML}} = 1 + 2.5\phi \quad (2)$$

نمی‌توان امیدوار بود که رفتار جریانی سوسپانسیون‌های پیچیده با توصیف از روی این معادله اعتبار عمومی پیدا کند. در عوض، این معادله برای هدایت آزمایش‌های خاص و تعبیر و تفسیر آنها با توجه به هدف کاربردی مورد نظر، سودمند است.

۲-۲- ویسکوزیته سنج نوسانگر پیچشی (ویسکوسکوپ)

شرکت Marimex گستره‌ای از ویسکوزیته‌سنج‌های آزمایشگاهی و in-line (در خط تولید) را می‌سازد که عضو اصلی آنها یک کره نوسانگر است. عضو حس‌کننده آن، یک کره فولادی ضدزنگ غوطه‌ور در ملامت نمونه مورد آزمایش است. ویسکوزیته محلول نمونه با اندازه‌گیری قدرت الکتریکی مورد نیاز برای حفظ ارتعاش‌های پیچشی کره در دامنه ثابت، تعیین می‌شود. حسگر (سنسور)های ویسکوزیته، غیر از نوع کره، نیز در دسترس می‌باشند، زیرا گستره ویسکوزیته مورد انتظار، شکل و اندازه عضو حس‌کننده را تعیین می‌کند، در حالی که، اصول عملیاتی اساسی دستگاه اصلاً تغییر نمی‌کند. گستره اندازه‌گیری برای هر سیستم جداگانه، دست‌کم چهل برابر ویسکوزیته است. این سنسور مجهز به یک ردیاب (پروپ) دمایی PT۱۰۰ است. مقادیر اندازه‌گیری شده را می‌توان نمایش داد و برای جبران (تعدیل) به کار برد. شکل ۱ سنسور (حسگر) ویسکوسکوپ VA-300M ($1-10000 \text{ mPa.s/g/cm}^3$) با توسعه نافع را نشان می‌دهد.



شکل ۱ : ویسکوزیته سنج in-line تیپ VA-300M مجهز به ویسکوسکوپ Marimex

یک آمپلی‌فایر با بهره متغیر، محرک یک کوئل مغناطیسی است که آن به نوبه خود، یک میله صلیبی را به ارتعاش وامی‌دارد (شکل ۲). محور محرک، بین میله صلیبی و سنسور، جوشکاری شده و بدین ترتیب، موجب می‌شود که عضو پیچشی کروی با یکی از فرکانس‌های رزونانسی (تشدید) طبیعی

یک میکرون در بالای گستره عریض اتلاف ویسکوز حفظ شود. سیگنال خروجی از تیرانس دیوسر که متناسب با حاصلضرب ویسکوزیته و چگالی است یکسو و فیلتر می‌شود و سیگنال DC مجذور می‌گردد تا یک خروجی متغیر خطی برآثر ویسکوزیته فراهم گردد.

برای کاربرد در صنعت قند، سیگنال ویسکوزیته به تنهایی کافی نیست. بنابراین واحد ارزیابی به روشی برنامه‌ریزی می‌شود که خروجی، ماده خشک موجود را علاوه بر ویسکوزیته و دما دربر گیرد. کوسیان نیز معمولاً وارد می‌شود.

۲-۱-۲- تعیین اندیس ویسکوالاستیکی به کمک ویسکوسکوپ رفتار ویسکوالاستیکی یک ماده را می‌توان با استفاده از ضریب ویسکوزیته دینامیکی کمپلکس، η^* ، که به صورت زیر تعریف می‌شود، بیان کرد:

$$\eta^* = \dot{\eta} - i \cdot \eta'' \quad (3)$$

که در آن بزرگی ویسکوزیته دینامیکی کمپلکس، η_B ، از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$[\eta^*] = \eta_B = (\dot{\eta}^2 + \eta''^2)^{1/2} \quad (4)$$

از اندازه‌گیری به طرف اطلاعات ویسکوالاستیکی

همان‌طور که توصیف شد، ترانس دیوسر به شیوه نوسان پیشی عمل می‌کند. حرکت سطح سنسور (حسگر) موجب انتشار امواج برشی در داخل نمونه می‌شود (شکل ۳).

دامنه حرکت سنسور به قدر کافی کوچک است و ابعاد سنسور به گونه‌ای هستند که می‌توان امواج برشی را امواج برشی هموار بدون دخالت خطا در نظر گرفت (Braid، سال ۱۹۹۷). در مورد اندازه‌گیری هندسی اعمال شده، امیدانس مکانیکی

$$Z_m^* = R_m + i \cdot X_m \quad (5)$$

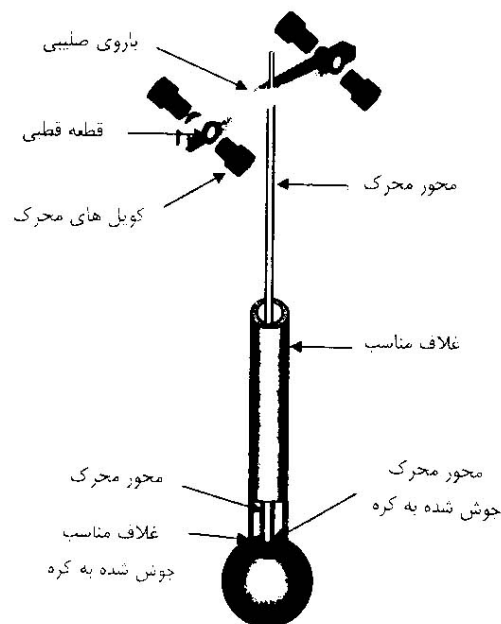
که به علت وجود نمونه بر سطح سنسور اعمال می‌شود، از طریق رابطه زیر به ضریب ویسکوزیته دینامیکی کمپلکس ارتباط پیدا می‌کند.

$$Z^* = \sqrt{i \omega \rho \eta^*} \quad (6)$$

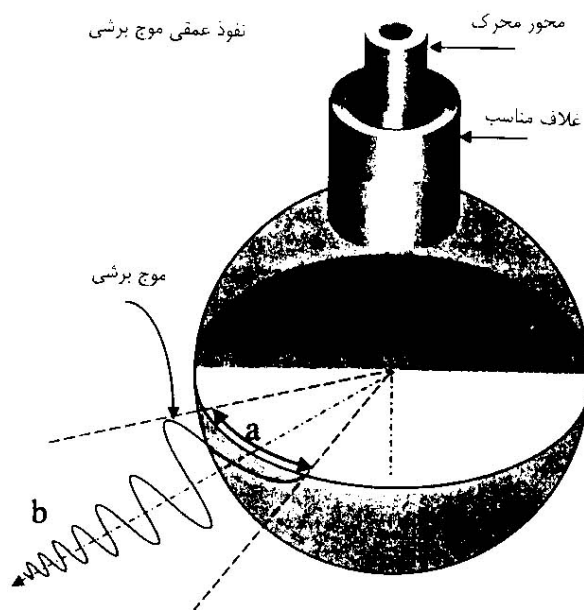
می‌توان نشان داد که بخش‌های واقعی و تصوری ضریب ویسکوزیته کمپلکس (به ترتیب، $\dot{\eta}$ و η'') به اجزای سازنده واقعی و تصوری امیدانس مکانیکی (R و X ، به ترتیب) از طریق روابط زیر، ارتباط دارند:

$$\dot{\eta}' = \frac{2R_m X_m}{\rho \omega} \quad (7)$$

$$\eta'' = \frac{R_m^2 - X_m^2}{\rho \omega} \quad (8)$$



شکل ۲: ویسکوزیته سنج کروی نوسانگر مجهز به ویسکوسکوپ اصول کار



شکل ۳: نفوذ عمقی موج برشی ویسکوسکوپ دامنه a مساوی یک میکرومتر

خود نوسان کند. دامنه این نوسان‌ها به صورت یک ولتاژ AC از طریق زوج دوم کوپل‌ها به وسیله یک مدار مونیتورکننده دامنه حس می‌شود. ولتاژ، یکسویه می‌شود و به یک ولتاژ DC هم‌ارز تبدیل می‌گردد که این ولتاژ اخیر از نوسان کره در هوا به دست می‌آید. سیگنال خطای حاصل برای کنترل بهره تقویت‌کننده به کار می‌رود تا دامنه نوسان مکانیکی دقیقاً در

جزء واقعی امپدانس مکانیکی در عبارات شامل η و $\dot{\eta}$ وجود دارد. قدرت الکتریکی متوسط (P) که برای حفظ ثابت دامه ضروری است، مستقیماً متناسب است با R_m . می‌توان نشان داد که حاصلضرب ویسکوزیته در چگالی، $P\eta_B$ ، متناسب است با مجذور R_m . علاوه بر این، می‌توان نشان داد که:

$$R_m^2 = \frac{\omega\rho}{2} \{ \eta_B + \eta^* \} = \frac{\omega\rho}{2} \left\{ (\eta'^2 + \eta''^2)^{\frac{1}{2}} + \eta^* \right\} = \frac{\omega\rho}{2} \eta_{nom} \quad (9)$$

که در آن η_{nom} ویسکوزیته نامی، طبق عبارت زیر است:

$$\eta_{nom} = \left\{ (\eta'^2 + \eta''^2)^{\frac{1}{2}} + \eta^* \right\} \quad (10)$$

بدین ترتیب، اندازه‌گیری ویسکوزیته نامی با ویسکوسکوپ به هر دو نمونه ویسکوزوالاستیکی حساس است. هر گاه معادلات تجربی برای محاسبه ماده خشک از سیگنال ویسکوزیته ویسکوسکوپ به کار رود باید تحقیق شود که جزء الاستیکی محلول‌های ساکاروزی غلیظ، نتایج را دگرگون نمی‌کند.

۳- نتایج آزمایشگاهی

آزمایش‌های لابرatory و آزمایش‌های انجام شده در آپارات‌های پخت ناپیوسته (پخت شکر سفید و پخت شکر خام) به طرز اداره شدند که کیفیت، قصد و تصمیم و تکرارپذیری سیگنال ویسکوزیته را تعیین نمایند. سنسور کروی با درجه‌بندی مشخص، برای امکان اندازه‌گیری ویسکوزیته‌های تا $200000 \text{ mpa.s/g/cm}^2$ به کار رفت. درجه‌بندی (کالیبراسیون) استاندارد برای سنسور کروی $100000 \text{ mpa.s/g/cm}^2$ - $1000000 \text{ mpa.s/g/cm}^2$ است، ولی در این مورد، قصد و نیت، حصول اطمینان برای بهره‌گیری کامل از کریستالیزاسیون تبخیری شکر سفید/شکر رافینه است که بزرگترین گستره ویسکوزیته را نشان می‌دهد (تقریباً 75000 mpa.s - 500000 mpa.s و بالاتر).

۳-۱- محلول‌های خالص و تکنیکی (فنی) ساکاروز

یک سری اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی در مورد محلول‌های ساکاروز خالص و شربت غلیظ کارخانه‌های قند مختلف آلمان مورد بررسی قرار گرفت. ماده خشک موجود (رفراکتومتری)، دما و کوسیان محلول‌ها ثبت شدند تا ویسکوزیته دینامیکی (جنوتل، ۱۹۷۸) و چگالی را بتوان محاسبه کرد. در شکل ۴ نمودار سیگنال ویسکوسکوپ تعدیل شده چگالی در مقابل ویسکوزیته محاسبه شده رسم شده است.

ضریب همبستگی نقاط اندازه‌گیری شده بسیار خوب است ($R^2 = 0.999$) و مقادیر، صحیح و تکرارپذیرند. این واقعیت که اندازه‌گیری‌ها یک انحراف کوچک مثبت از ویسکوزیته دینامیکی نشان می‌دهند، مشکلی ایجاد نمی‌کند، زیرا ویسکوسکوپ اجازه تصحیح مقادیر اندازه‌گیری شده را به وسیله «ضریب» و «تعدیل» می‌دهد، طبق معمول برای این نوع وسایل. اگر جزء الاستیکی محلول ساکاروز دلیلی برای ویسکوزیته بالا می‌بود، انحراف ناخطی حاصل می‌شد.

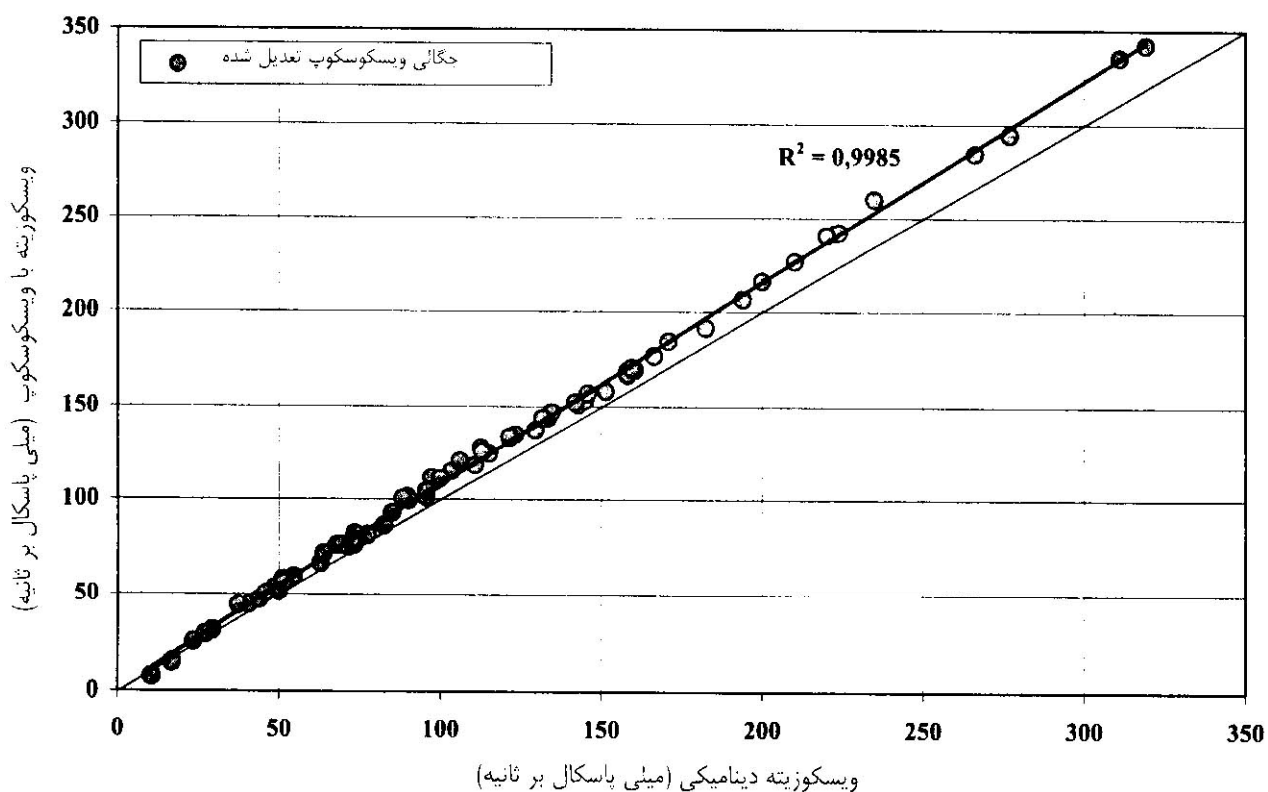
انحراف‌های اندازه‌گیری ماده خشک به وسیله ویسکوسکوپ از داده‌های اندازه‌گیری شده با رفاکتومتر، در شکل ۵ به صورت تابعی از ویسکوزیته ارائه شده‌اند. گستره ویسکوزیته نمایش دهنده نقطه تشکیل دانه برای پخت‌های شکر سفید (batch) نشان داده شده است. انحراف‌های اندازه‌گیری در داخل بازه (فاصله) مورد نیاز قرار دارند. تغییر فزاینده مقادیر به طرف ویسکوزیته‌های پایین‌تر را می‌توان به گستره ویسکوزیته درجه‌بندی شده بالا در ابزار دقیق نسبت داد.

۳-۲- کیفیت سیگنال در مدت کریستالیزاسیون شکر تصفیه شده (رافینه) کریستالیزاسیون تبخیری batch های شکر رافینه با تشکیل دانه به وسیله دوغاب حاوی پودر قند امتحان شد، زیرا آن، پرچالش‌ترین کار کنترل را با توجه به گستره ویسکوزیته و صحت مورد نیاز معرفی می‌کند. تشکیل دانه، تشکیل کریستال و جوشش پخت به وسیله سیگنال دستگاه چگالی سنج رادیومتری کنترل شد. سیگنال ویسکوزیته نیز، موزی با آن اندازه‌گیری شد. شکل ۶ نمودار این پارامترها را نشان می‌دهد. نقطه تشکیل دانه، خاتمه جوشش و تبخیر و نقطه پایانی فرایند کاملاً مشخص و تعریف شده هستند. سیگنال ویسکوزیته می‌تواند کل فرایند را تکرار کند. آثار منفی مانند لغزندگی دیواره، که می‌توان آن را با استفاده از وسایل رئولوژیکی چرخشی مشاهده کرد، به‌خاطر مشخصه یا خصلت اندازه‌گیری، پدید نمی‌آیند.

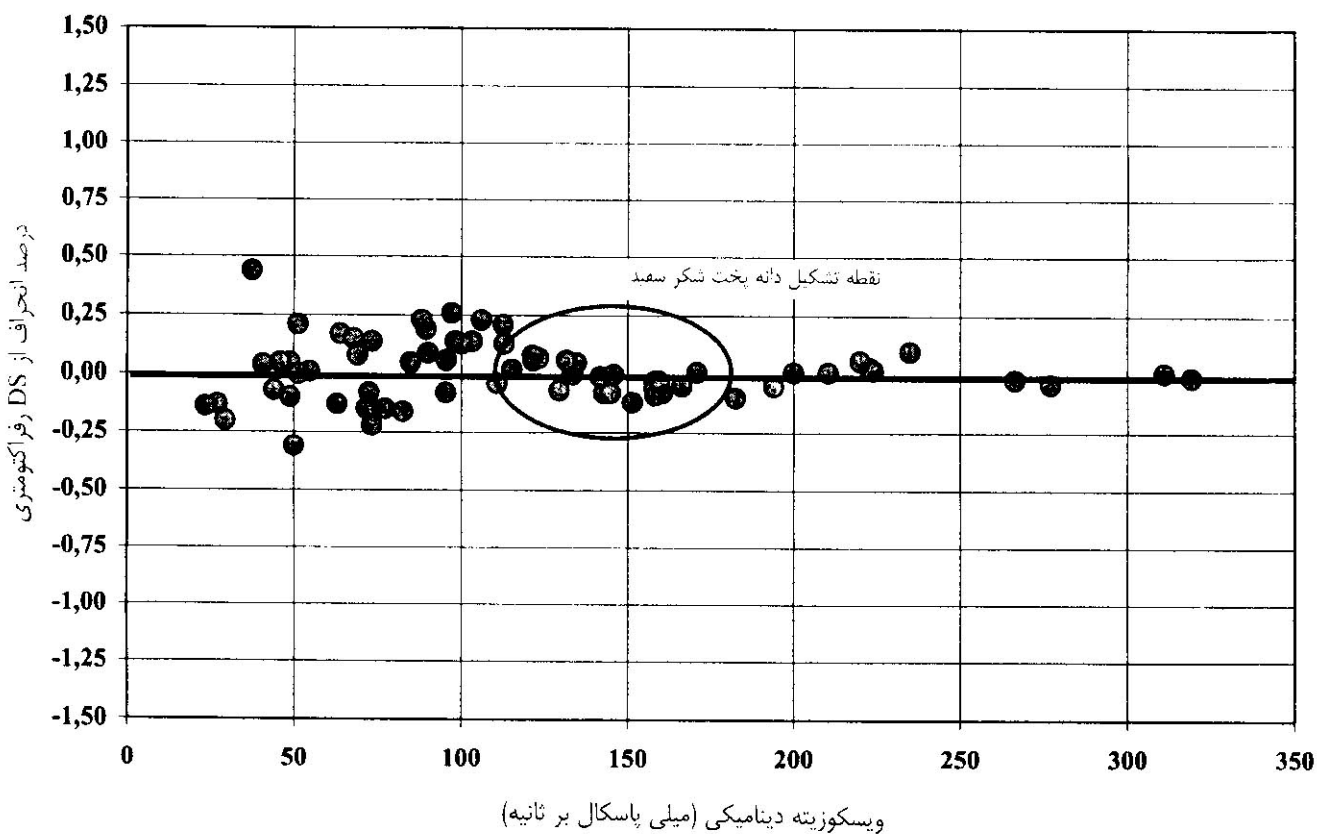
نتایج داده‌ها برای تغلیظ و نقطه تشکیل دانه در مورد تعدادی از batch ها در شکل ۷ ارائه شده‌اند. مقادیر ماده خشک اندازه‌گیری شده به وسیله ویسکوسکوپ از سیگنال ویسکوزیته تعدیل شده به وسیله چگالی طبق روش جنوتل (۱۹۷۸) محاسبه شدند. تصحیح‌های بیشتری (ضریب، تعدیل) تاکنون اعمال شده است. در قیاس با نتایج آزمایشگاهی، مقادیر، همبستگی بسیار خوبی نشان می‌دهند.

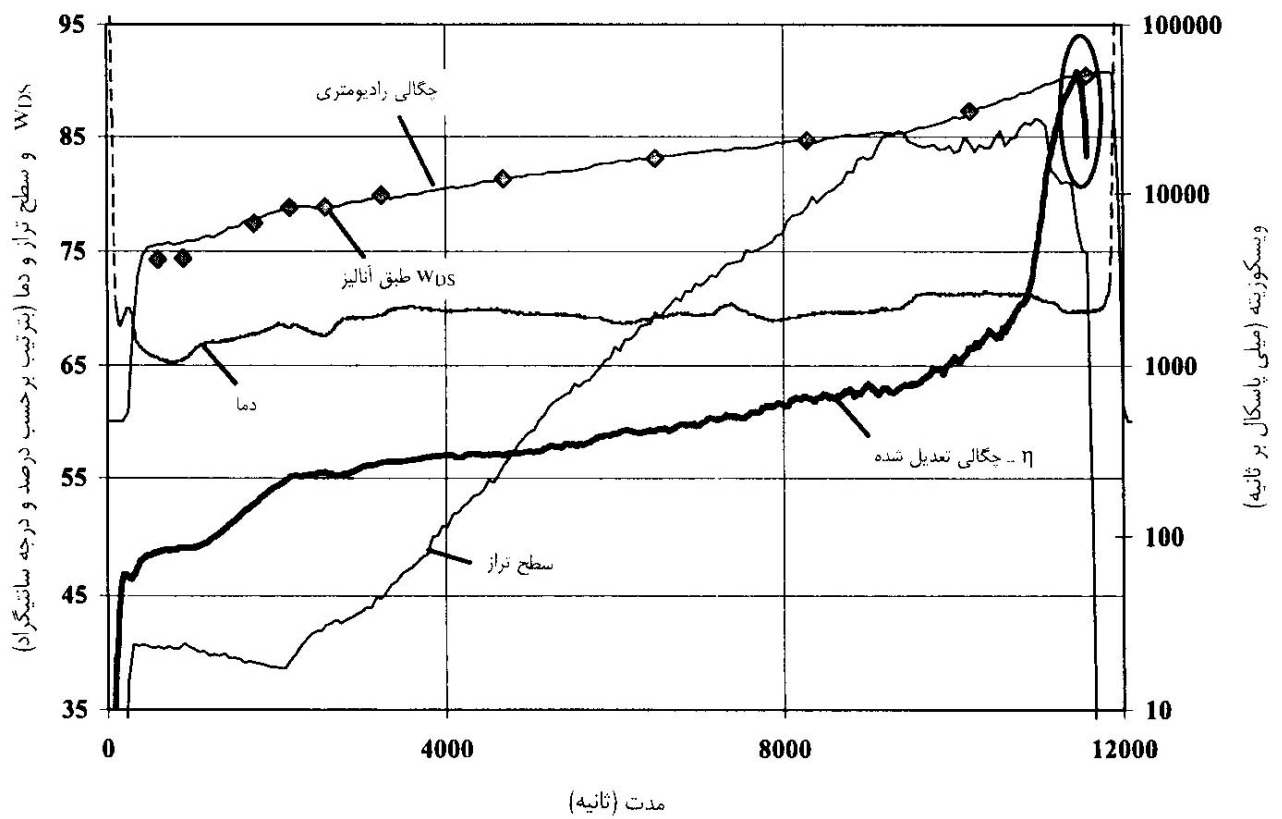
هنگامی که ماگمای تشکیل دانه افزوده می‌شود یا بعد از مرحله اول رشد کریستال به وسیله دوغاب حاوی پودر قند، فرایند با «جوشش و تبخیر» پخت ادامه پیدا می‌کند، چون، رفتار رئولوژیکی ملاً تغییر می‌کند، ویسکوسکوپ، ماده خشک را از روی سیگنال ویسکوزیته با استفاده از یک رابطه تجربی، محاسبه می‌کند. برای شکر سفید، این رابطه تا حد ماده خشک ۸۷-۸۸ درصد متغیر است.

مقایسه سیگنال چگالی رادیومتری و W_{DS} محاسبه شده از ویسکوزیته در سه batch که با فشار بخارهای مختلف کار می‌کنند در شکل ۸ ارائه شده است. batch ها یا پیمان‌هایی که در آنها تبلور، سریع‌تر انجام می‌شود (بخار آب پرفشارتر) یا کندتر صورت می‌گیرد (بخار آب کم‌فشارتر)، وضعیت‌های غیرعادی مشخص شده با شماره‌های ۱ و ۲ را پدید می‌آورند. دلیل انحراف از رفتار مورد انتظار W_{DS} محاسبه شده از روی ویسکوزیته، در شکل ۹ برای مورد ۱ و در شکل ۱۰ برای مورد ۲ توضیح داده شده است. در این هر دو مورد، رفتار منحنی‌های اندازه‌گیری شده شبیه‌سازی و با رفتار «ایده‌آل» مقایسه می‌شود. مقادیر متناظر برای فوق اشباعی و درصد کریستال موجود در جدول ۲ (مورد ۱) و جدول ۳ (مورد ۲) نمایش

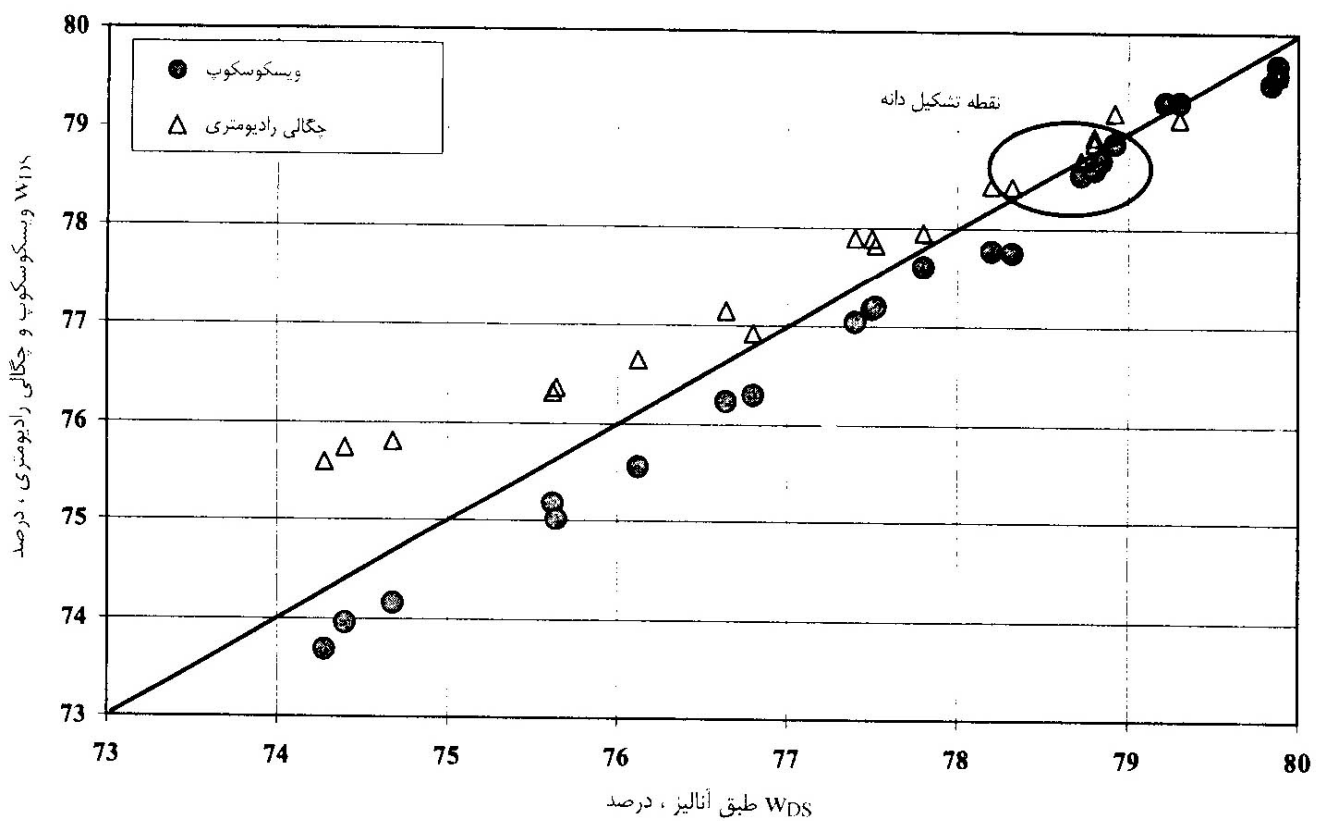


شکل ۴: نتایج حاصل از آزمایشگاه برای محلولهای ساکاروز خالص و تکنیکی ($90\% < q \leq 100\%$: $40\% < w_{DS} \leq 80\%$) ویسکوزیته طبق ویسکوسکوپ سیگنالی (چگالی تعدیل شده) در مقابل ویسکوزیته دینامیکی محاسبه شده

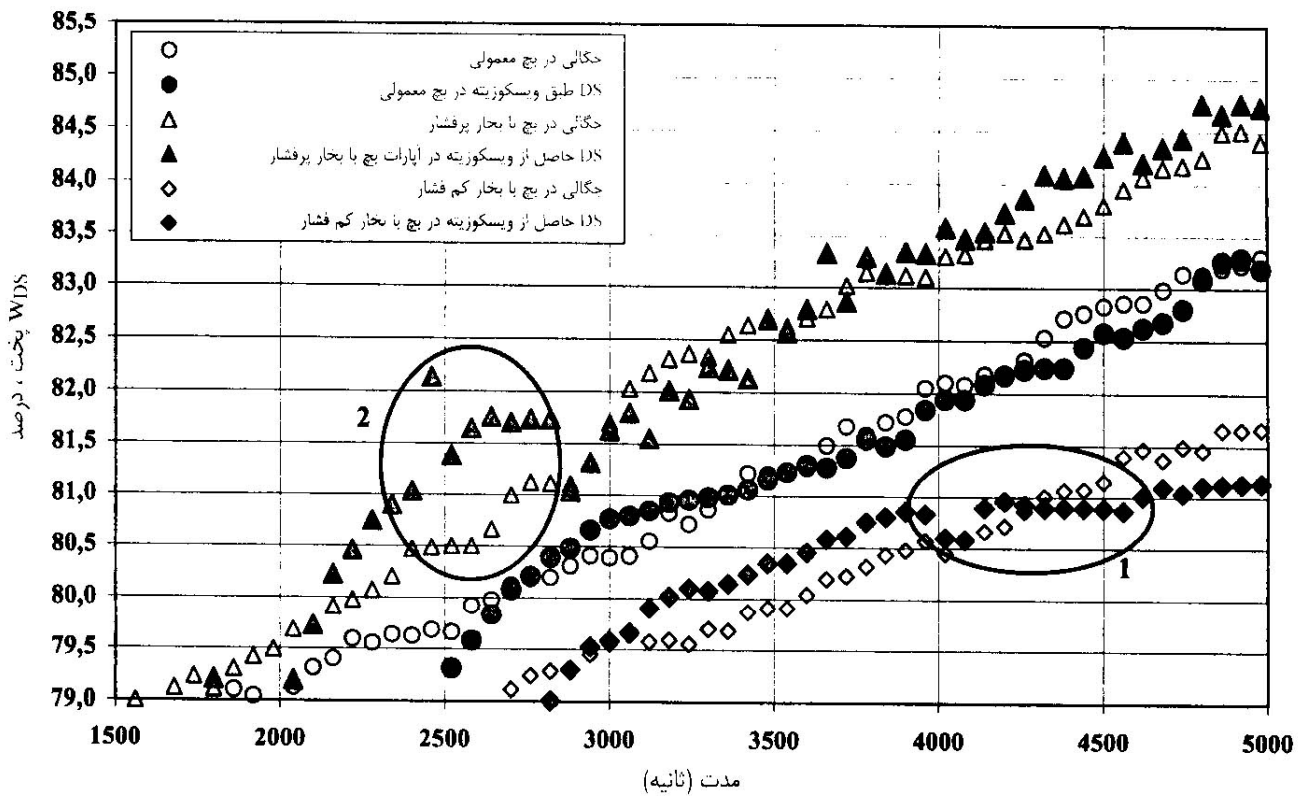




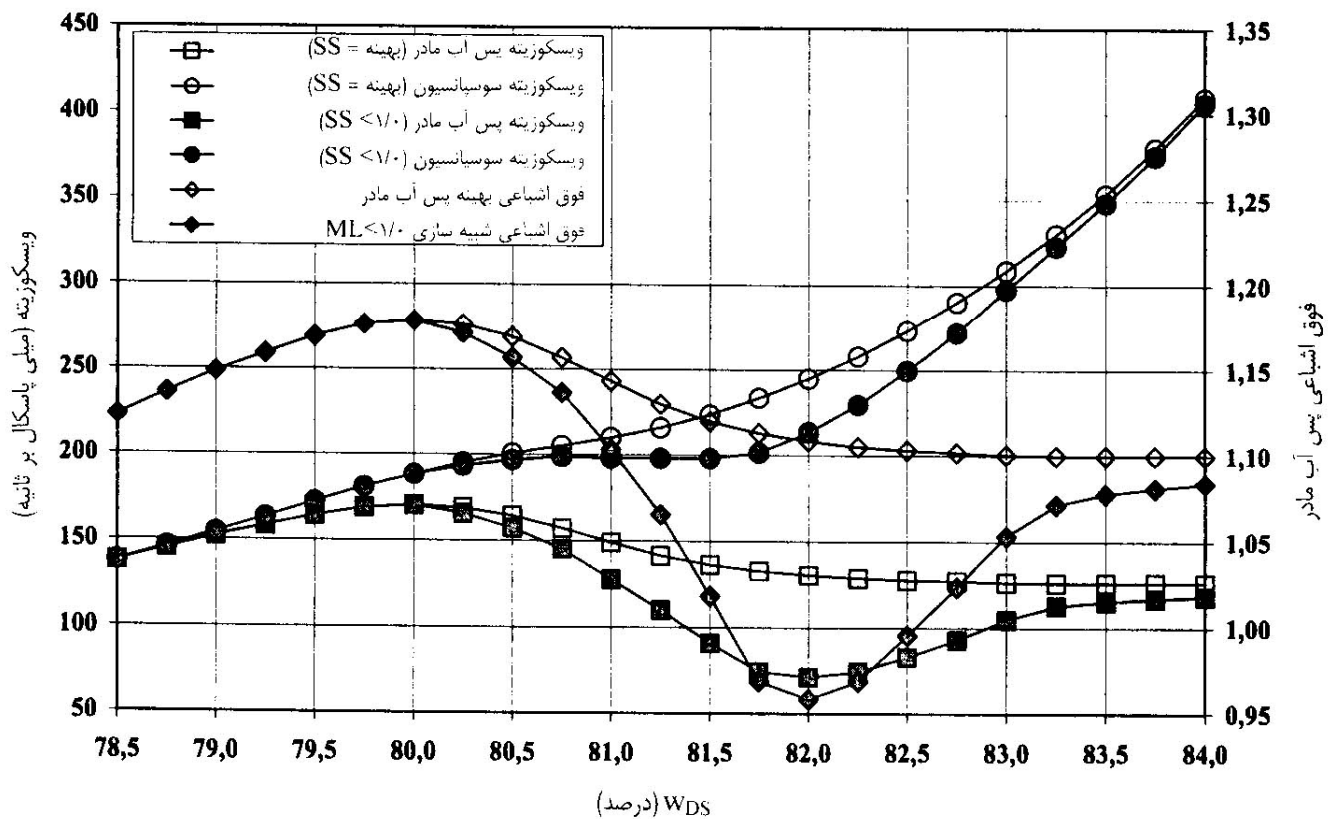
شکل ۶: سطح تراز، ویسکوزیته (ویسکوسکوپ - چگالی تعدیل شده)، WDS (رادیومتری و آنالیزی) و دما در فرایند کریستالیزاسیون ناپیوسته شکر رافینده



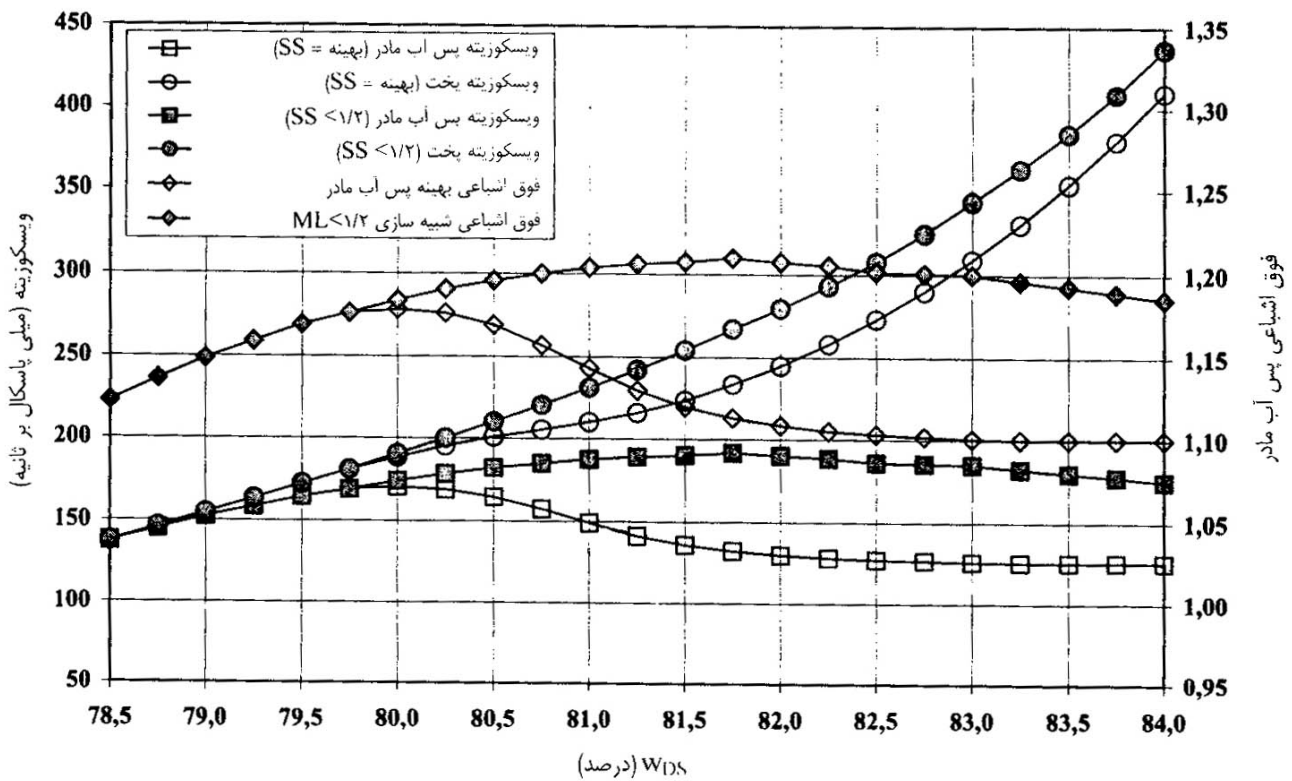
شکل ۷: تغلیظ و نقطه تشکیل دانه - WDS ویسکوسکوپ و WDS رادیومتری در مقابل WDS آنالیزی



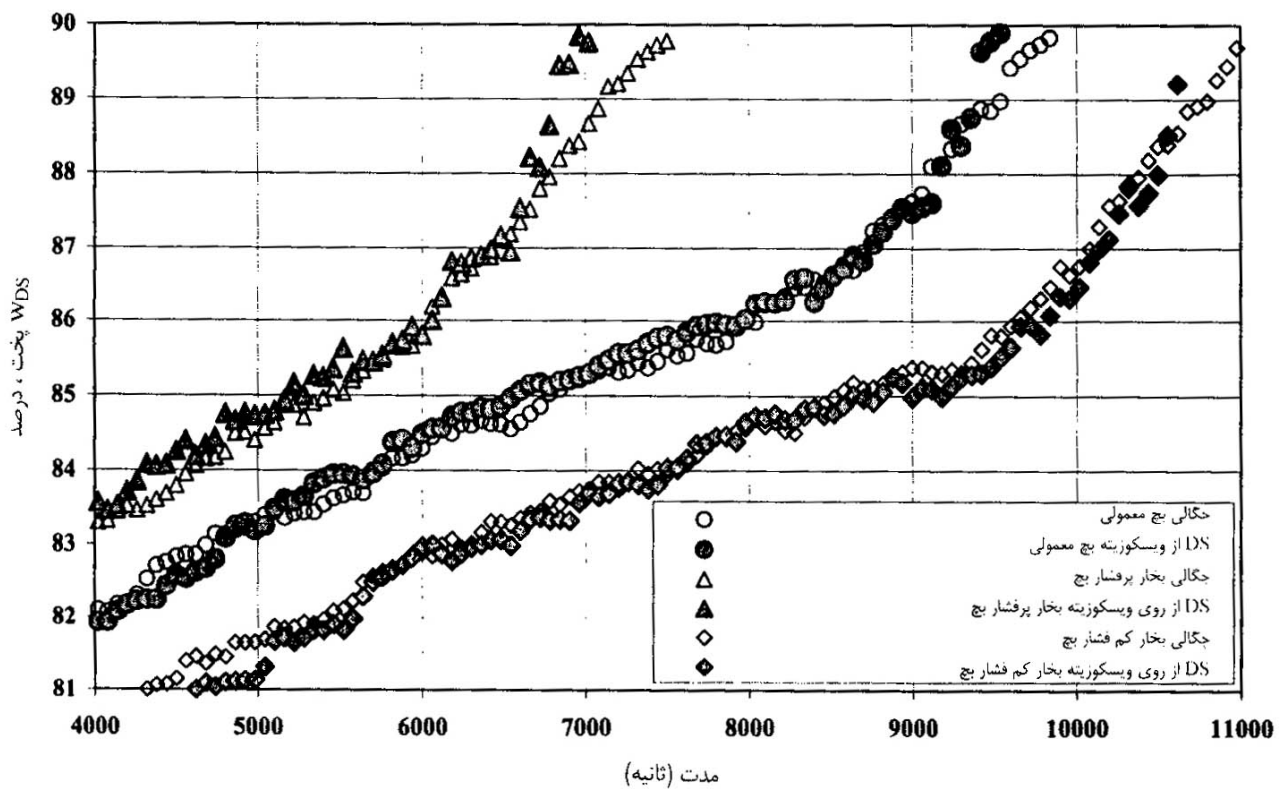
شکل ۸: چگالی رادیومتری و ماده خشک محاسبه شده از ویسکوزیته در طول جوشش فاز ۱ پخت شکر رافینه در آپارات بیج (دانه های دوغابی) نمودارها مربوط به سه فشار بخار متفاوت می باشند



شکل ۹: نمودار ویسکوزیته و y_s با افزایش ماده خشک کل و فوق اشباعی متفاوت پس آب مادر (بهینه و بسیار پایین) بعد از نقطه تشکیل دانه در $(v = 70^\circ C) W_{DS} = 78/5\%$



شکل ۱۰: نمودار ویسکوزیته و γ_s با افزایش ماده خشک کل موجود و فوق اشباعی پس آب مادر (بهینه و بسیار بالا) بعد از نقطه تشکیل دانه در $(u = 70^\circ C) w_{DS} = 78/5\%$



شکل ۱۱: چگالی (دانسیته) رادیومتری و ماده خشک محاسبه شده از روی ویسکوزیته در خلال جوشش یخت شکر تصفیه شده (رافینه) بصورت یخ نمودار مربوط است به سه فشار بخار متفاوت (w_{DS} انتهایی جوشش یخت ۸۵ درصد)

| جدول ۳: W_{CR} و Y_s : مورد ۲ | | | | مورد ۱: W_{CR} و Y_s : جدول ۲: | | | | مورد نظر W_{CR} و Y_s : جدول ۱: | | | |
|-----------------------------------|-------|-------------|-------------|------------------------------------|-------|-------------|-------------|-------------------------------------|-------|-------------|-------------|
| W_{CR} | Y_s | W_{DS} ML | W_{DS} MA | W_{CR} | Y_s | W_{DS} ML | W_{DS} MA | W_{CR} | Y_s | W_{DS} ML | W_{DS} MA |
| ۰/۶ | ۱/۱۵ | ۷۸/۹ | ۷۹ | ۰/۶ | ۱/۱۵ | ۷۸/۹ | ۷۹ | ۰/۶ | ۱/۱۵ | ۷۸/۹ | ۷۹ |
| ۳/۰ | ۱/۱۸ | ۷۹/۴ | ۸۰ | ۳/۴ | ۱/۱۸ | ۷۹/۳ | ۸۰ | ۳/۴ | ۱/۱۸ | ۷۹/۳ | ۸۰ |
| ۶/۶ | ۱/۲۰ | ۷۹/۷ | ۸۱ | ۱۲/۸ | ۱/۱۰ | ۷۸/۲ | ۸۱ | ۱۰/۴ | ۱/۱۴ | ۷۸/۸ | ۸۱ |
| ۱۱/۳ | ۱/۲۱ | ۷۹/۷ | ۸۲ | ۲۵/۹ | ۰/۹۶ | ۷۵/۷ | ۸۲ | ۱۷/۱ | ۱/۱۱ | ۷۸/۳ | ۸۲ |
| ۱۶/۷ | ۱/۲۰ | ۷۹/۶ | ۸۳ | ۲۴/۸ | ۱/۰۵ | ۷۷/۴ | ۸۳ | ۲۲/۲ | ۱/۱۰ | ۷۸/۲ | ۸۳ |

قدرت الکتریکی مصرفی همزن به عنوان معیار ویسکوزیته تقریبی، به جای آن، استفاده می‌شود. افزایش مقدار کریستال و ویسکوزیته دینامیکی (در $70^{\circ}C$) به پیروی از افزایش ماده خشک کل در جدول ۴ آمده است. تنها ویسکوزیته، امکان کنترل مقدار کریستال موجود در پخت را به صورت مطمئن و تکرارپذیر فراهم می‌سازد. مزیت سیگنال ویسکوزیته گذشته از تفکیک بالاتر، عدم وابستگی سطح تراز نهایی در آپارات پخت است.

| جدول ۴: حساسیت W_{DS} و ویسکوزیته نسبت به افزایش W_{CR} | | |
|---|----------|-------------|
| η_{dyn} | W_{CR} | W_{DS} MA |
| ۲,۶۲۰ | ۴۵/۱ | ۸۸/۰۰ |
| ۳,۱۳۱ | ۴۶/۲ | ۸۸/۲۵ |
| ۳,۷۸۳ | ۴۷/۴ | ۸۸/۵۰ |
| ۴,۶۲۷ | ۴۸/۵ | ۸۸/۷۵ |
| ۵,۷۳۷ | ۴۹/۷ | ۸۹/۰۰ |
| ۷,۲۲۱ | ۵۰/۸ | ۸۹/۲۵ |
| ۹,۳۳۹ | ۵۲/۱ | ۸۹/۵۰ |
| ۱۲,۲۵۷ | ۵۳/۲ | ۸۹/۷۵ |
| ۱۶,۴۳۹ | ۵۴/۴ | ۹۰/۰۰ |
| ۲۲,۵۸۹ | ۵۵/۶ | ۹۰/۲۵ |
| ۳۱,۸۹۵ | ۵۶/۸ | ۹۰/۵۰ |
| ۴۶,۴۳۹ | ۵۸/۰ | ۹۰/۷۵ |
| ۷۰,۰۰۹ | ۵۹/۲ | ۹۱/۰۰ |

۳-۳. محصولات خام دارای کوسیان‌های بالا و پایین اندازه‌گیری‌ها در آپارات‌های پخت شکر خام با کوسیان بالا، گستره پایین‌تری از ویسکوزیته را نشان داده‌اند، لذا امکان درجه‌بندی (کالیبراسیون) ابزار دقیق، حتی با صحت بیشتر، به سوی نقطه تشکیل دانه فراهم می‌شود.

در خلال پخت شکر خام با کوسیان پایین، ویسکوزیته، پارامتر مهمی برای فرآورش است. ویسکوزیته را می‌توان برای کنترل خوراک دادن در مرحله نهایی کریستالیزاسیون تبخیری به کار برد. در W_{DS} ثابت، ویسکوزیته پخت شکر خام با کوسیان پایین، به علت تغییر ترکیبات مواد خام، شدیداً تغییر می‌کند. این وضعیت، ممکن است بر عملیات بعدی، شامل کریستالیزاسیون در رفریژران‌ها و عملیات سانتریفوژ کردن تأثیر منفی اعمال کند. پس از انجام آزمایش‌های مثبت در خلال بهره‌برداری سال ۲۰۰۲، اولین سنسور ویسکوسکوپ برای کنترل خوراک دادن به آخرین حجره آپارات پخت batch افقی در یک کارخانه قند هلندی در سال ۲۰۰۳ وارد عملیات خواهد

داده شده‌اند، در حالی که جدول ۱ نمودار مورد نظر یا بهینه را در مورد فوق اشباعی به نمایش می‌گذارد.

هم ماده خشک و هم ویسکوزیته پخت خواص مایع و فاز پاشیده (disperse) را تنها به صورت یک سیگنال یکپارچه منعکس می‌سازند. جداول نشان می‌دهند که برای ماده خشک یکسان در پخت‌ها، ممکن است تفاوت‌های معنی‌داری، با توجه به پارامتر بحرانی «فوق اشباعی»، پدید آیند.

از طرف دیگر، ویسکوزیته یکپارچه «سوسپانسیون پارامتری» وابستگی به خلصت یا مشخصه ماده خشک را نشان می‌دهد - ماده خشک مایع، بر سیگنال ویسکوزیته به صورت متفاوت با ماده خشک پاشیده، تأثیر می‌گذارد. بدین ترتیب، چکیده هر دو، ارزش اطلاعاتی بالاتری، در مقایسه با ماده خشک کل به تنهایی، دربر دارد.

در مورد ۱، تعادل بین ایجاد و کاهش فوق اشباعی به وسیله تبخیر و تبلور، به ترتیب، به طرف تبلور جابه‌جا می‌شود. همان‌طور که در شکل ۹ دیده می‌شود، این وضعیت می‌تواند به زیر اشباع شدن پس‌آب مادر و پی‌آمد مربوطه از لحاظ جمعیت دانه‌های کریستال در آپارات پخت منجر شود. هرگاه سیگنال چگالی، به جای استفاده از ماده خشک، از ویسکوزیته به دست آید، از نمودار برنامه‌ریزی شده چگالی می‌توان نتایج بهتری به دست آورد.

در مورد ۲، تعادل بین ایجاد و کاهش فوق اشباعی به طرف تبخیر، جابه‌جا می‌شود. با افزایش فشار بخار، آب بیشتری تبخیر می‌شود، ولی رشد کریستال، به علت سطح کریستالی کلی کوچک و مسیرهای نفوذ یا پخش نسبتاً طولانی، محدود می‌گردد. فوق اشباعی رفتار، مؤثر نیست، در حالی که W_{DS} محاسبه شده از ویسکوزیته به عنوان یک پارامتر کنترل مانع آن می‌شود.

فاز جوشش اصلی پخت در این فرایند، بعد از افزودن ماگما برای تشکیل دانه، یا به هنگامی که کریستال‌های دوغاب به اندازه کافی رشد کردند، به طرز یکسان به وسیله هر دو پارامتر یکپارچه تکرار می‌گردد (شکل ۱۱). انحراف‌های اندازه‌گیری ویسکوزیته و دانسیته در محدوده ناهمگنی‌های استاتیکی حاکم در آپارات قابل چشم پوشی هستند.

در طول سفت کردن پخت، ویسکوزیته پخت به طرز نمایی افزایش می‌یابد تا اینکه حالت کریستال نهایی (خاتمه فرایند پخت) فرا برسد (شکل ۶). مقدار کریستال موجود باید تا حد ممکن زیاد باشد تا اینکه بهره بسیار بالایی که ویسکوزیته پخت آن را محدود می‌کند حاصل گردد. چون ماده خشک کل به کنترل نقطه پایانی فرایند به قدر کافی حساس نیست، از

نمادها و علائم اختصاری

| | |
|---|-----------------|
| شناساگر کمپلکس | i |
| میلی - مکانیکی | m |
| ضریب دانه بندی حداقل | MA |
| پخت | Mass |
| اسمی (نامی) | nom |
| بهینه | opt |
| توان الکتریکی | P |
| پاسکال | Pa |
| کوسیان | q |
| جزء واقعی امپدانس | R |
| ثابته | S |
| فوق اشباعی | SS |
| مقدار کریستال موجود | W _{CR} |
| مقدار ماده خشک | W _{DS} |
| جزء تصویری امپدانس | X |
| فوق اشباعی | y _s |
| امپدانس | Z |
| دلته | Δ |
| ویسکوزیته | η |
| ویسکوزیته کمپلکس | η* |
| ویسکوزیته مؤثر یا پراکنده (جزء واقعی) | η' |
| ویسکوزیته کور یا ذخیره شده (جزء تصویری) | η'' |
| چگالی جزء حجمی فاز پاشیده | φ |
| چگالی | ρ |
| فرکانس زاویه‌ای | η |

شد. خریداران ملاس، گاهی اوقات مشخصه‌های ویسکوزیته را خواستار می‌شوند، که این مشخصه‌ها تنها با مشروط‌سازی (تحقیق شرایط مناسب) ملاس امکان‌پذیر است. در محدوده صحت دست یافتنی به خاطر ماهیت محصول، این را می‌توان به کمک سیگنال ویسکوزیته کنترل کرد.

خلاصه مطالب

ویسکوزیته‌سنج in-line نوسانگر پیچشی، مجهز به ویسکوسکوپ Marimex، وسیله سنجش خوبی با عملکرد بسیار بالا برای صنعت قند است. این دستگاه در آزمایشگاه و در فرایند تکنیکی مورد آزمون قرار گرفت. سنسور این دستگاه قادر است گستره کاملی از ویسکوزیته را در کریستالیزاسیون شکر سفید به صورت batch با صحت کافی، اندازه بگیرد. فرایندهای تبلور با کوسیان‌های پایین‌تر، به علت بازه ویسکوزیته کوچکتر، از دقت کمتری برخوردارند.

با اندازه‌گیری ویسکوزیته دقیق به وسیله سنسور و برنامه‌ریزی مناسب واحد ارزیابی، ارقام صحیحی در مورد ماده خشک و فوق اشباعی محلول‌های غلیظ خالص و تکنیکی ساکاروز به دست می‌آیند. این وضعیت، امکان کنترل نقطه تشکیل دانه در کریستالیزاسیون batch را به صورت دقیق و تکرارپذیر فراهم می‌کند. کاربردهای مشابه عبارت‌اند از تعیین ماده خشک در شربت غلیظ، ایستگاه حل‌کن شکر (تهیه کلرس) و پس‌آب.

ویسکوزیته سوسپانسیون به طرز نامی با افزایش مواد معلق پاشیده در سوسپانسیون افزایش می‌یابد. رابطه بین ماده خشک کل و ویسکوزیته را می‌توان به روش تجربی تعیین کرد. هر دو سیگنال ظاهراً برای کنترل جوشش پخت مناسب‌اند.

نتایج حاصل از آزمون‌های مختلف در آپارات پخت batch شکر رافینه که در آنها به کمک دوغاب حاوی پودر قند، کریستال، تشکیل شده بود با هم مقایسه شدند. در طول جوشش فاز ۱، انحراف‌هایی بین ماده خشک رادیومتری و ماده خشک محاسبه شده از ویسکوزیته ایجاد گردید. بنابراین، پارامترهای فیزیکی «ویسکوزیته سوسپانسیون» و «ماده خشک کل»، با توجه به قابلیت آنها برای کنترل فوق اشباعی بعد از تشکیل دانه به کمک دوغاب حاوی پودر قند در حدود مناسب تکنولوژیکی مقایسه می‌شوند. می‌توان نشان داد که ویسکوزیته برای تأمین این نیازها مناسب‌تر است.

جوشش پخت با تشکیل دانه به وسیله ماگما یا بعد از فاز ۱ با تشکیل دانه به کمک دوغاب حاوی پودر قند، به اندازه ماده خشک کل یا ویسکوزیته، حساس و به‌طور یکسان قابل کنترل نیست. سیگنال ویسکوزیته برای سیگنال‌دهی خاتمه فرایند پخت در شرایط مقدار کریستال تکرارپذیر، بهینه نیست.

کاربردهای بیشتر، عبارت‌اند از کنترل خوراک‌دهی در پخت شکر خام در حجره آخری آپارات‌های پخت شکر مداوم (continuous) و مشروط‌سازی ملاس (تحقق شرایط مناسب در ملاس) □

چغندر کاری در سرتاسر جهان اقتصادی است

نقل از: سوکرورین ۲۰۰۶/۳ ص ۱۸۵

۱- هر هکتار زمین زیر کشت چغندر ده تن شکر سفید را در ۶ ماه تولید می‌کند.

۲- در چغندر کاری برای هر گرم شکر سفید یک لیتر آب لازم دارد.

۳- مصرف سرانه جهانی شکر اکنون ۲۰ کیلوگرم است. در آلمان و فرانسه، ۳۵ کیلوگرم، در ژاپن و هند ۱۷ کیلوگرم و در چین ۸/۵ کیلوگرم می‌باشند.

اهم دلایل اقتصادی بودن صنایع قند اروپایی، تولید اتانول از چغندر و ملاس است و صاحبان قند به گفته وسو عقیده دارند که شکر چون فولاد دستخوش بحران موقت است.

آهن ۵-۶ سال پیش در بازار بین‌المللی دستخوش بحران بوده و اکنون چین بیش از ۳۰ درصد فولاد جهانی را مصرف می‌کند. نرخ فولاد در سال ۲۰۰۶ دو برابر نرخ سال ۲۰۰۴ است. چغندر قند نه تنها برای تولید شکر مفید است بلکه شواهد نشان می‌دهد که در تولید سوخت و تولید انرژی تجدیدشدنی نیز مورد مصرف است.

به گفته آقای RAINER در Magdeburger آلمان چغندر کاری همیشه اقتصادی است.

خلاصه گزارش بهره‌برداری ۲۰۰۵ کارخانجات لهستانی و توابع آن

نقل از: سوکر ایندوستری ۲۰۰۶/۵ مترجم: مهندس اکبر سجادی

سازمان کارخانه‌های قند در لهستان

لهستان جزء بزرگترین اتحادیه تولیدکننده قند و شکر در مرکز اروپای میانه می‌باشد که با ۴۰ میلیون نفر مصرف‌کننده و یک رقم سرانه ۴۰ کیلوگرمی از بزرگترین بازارهای اتحادیه اروپا بشمار می‌آید. بازار اروپا از نظر محل جغرافیایی و از نظر تغییرات سیاسی ۱۹۸۴ جالب‌ترین بازار برای سرمایه‌گذاران و موسسات آلمانی است. در سال ۲۰۰۵ در لهستان ۴۰ کارخانه قند کار می‌کردند (در سال ۱۹۸۹ این تعداد ۷۶ و در سال ۲۰۰۱، این تعداد ۷۱ کارخانه بود) که KSC Polski Cukier S.A ، Pfeifer und Langen Polska ، SÜDZUCKER POLSKA S.A ، Nordzucker Polska S.A ، BSO از آن جمله بودند و نورد سوکر پولسکا از بزرگترین این کارخانه‌ها بشمار می‌آید.

در مورد بزرگترین قسمت بازار لهستان باید Polski Cukier را به حساب آورد. در آخرین سال‌ها یک تغییرات سازمانی کارخانجات قند لهستان اجرا شد که هنوز Polski Cukier در درجه اول قرار گرفت. در لهستان بتدریج از تعداد کارخانجات کاسته می‌شود که به بالا رفتن ظرفیت کارخانه‌های دیگر می‌انجامد.

هنگام بهره‌برداری سال ۲۰۰۵ در ۲۷ کارخانه از ۴۰ کارخانه قند لهستان مصرف روزانه چغندر بین ۲۰۰۰ تن در روز و ۴ هزار تن در روز بود که فقط دو کارخانه ۲ هزار تن وجود داشت. کارخانجات نورد سوکر، Opalencia و Werken Chelmza و ظرفیت ۶ هزار تن در روز داشتند.

خشکی بشمار می‌آید، که بر اقتصاد کشاورزی لهستان تأثیر بزرگی داشته و از بسیاری از جهات یک سال استثنائی در تاریخ صنعت قند این کشور بوده است (شکل ۱).

- متوسط برداشت تن در هکتار چغندر در سال ۲۰۰۵ معادل ۴۴/۴ تن بوده است (کارخانه Chelmza با ۴۰/۶ تن در هکتار و کارخانه Opalencia با ۵۲/۰ تن در هکتار).

- عیار چغندر قند ۱۹ درصد که ناشی از خشک‌سالی و سطح بالای آن بود. - متوسط مصرف روزانه کارخانه‌های قند از ۳ هزار تن در روز به ۳۷۵۰ تن در روز بالا رفت.

- میزان انرژی مصرفی کوره بخار (برحسب چغندر) پایین آمد ولی در سال‌های اخیر بر اثر بالا رفتن عیار افزایش داشت و در سال ۲۰۰۵ بعلت عیار چغندر بالا، این رقم، زیاد است. کارخانه‌ای با بهترین رقم انرژی ۲۵۷ کیلووات ساعت به ازای هر تن چغندر بود.

- سنگ آهک مصرفی و آنتراسیت با مساعی کارخانجات قند به یک رقم مصرفی ۳/۶ درصد وزن چغندر رسید، بدیهی است که این رقم موجب رضایت NZ Polska نبود زیرا در این کارخانه به میزان ۲/۵۵٪ مصرف سنگ آهک بیشتر از رقم مصرفی کل لهستان یعنی ۲/۳۹ درصد نسبت به چغندر بود.

در بهره‌برداری ۲۰۰۵ لهستان ۱۱،۹۰۴،۰۹۶ تن چغندر مصرف شد و ۲،۰۶۸،۲۶۱ تن شکر تولید گردید (شکل ۲ و ۳). در ضمن این تولید

| ۲۰۰۵ | ۲۰۰۴ | ۲۰۰۳ |
|---|-------|-------|
| برداشت (تن در هکتار) | | |
| ۴۴/۴ | ۴۲/۵ | ۴۱/۰ |
| لهستان | | |
| ۴۶/۳ | ۴۳/۵ | ۴۲/۹ |
| نورد سوکر پولسکا | | |
| عیار (%) | | |
| ۱۹/۰۴ | ۱۷/۷۷ | ۱۸/۰۰ |
| لهستان | | |
| ۱۸/۶۶ | ۱۷/۱۴ | ۱۷/۴۴ |
| نورد سوکر پولسکا | | |
| متوسط روزانه مصرف چغندر | | |
| ۳۷۵۸ | ۳۷۶۰ | ۳۱۸۴ |
| لهستان | | |
| ۵۸۱۱ | ۵۵۹۰ | ۵۲۵۵ |
| نورد سوکر پولسکا | | |
| انرژی مصرفی کوره بخار بر حسب تن چغندر مصرفی | | |
| ۳۲۴ | ۳۰۶ | ۳۲۱ |
| لهستان | | |
| ۲۷۵ | ۲۷۳ | ۳۱۰ |
| نورد سوکر پولسکا | | |
| درصد سنگ آهک مصرفی بر حسب تن چغندر مصرفی | | |
| ۳/۵۷ | ۴/۱۴ | ۴/۲۹ |
| لهستان | | |
| ۲/۵۵ | ۳/۰۴ | ۲/۹۰ |
| نورد سوکر پولسکا | | |

| تعداد کارخانه | سهم تولید (%) | |
|---------------|---------------|---------------------------|
| ۱۸ | ۳۹ | KSC Polski Cukier S.A. |
| ۱۱ | ۲۵ | Südzucker Polska S.A |
| ۵ | ۱۶ | Pfeifer und Langen Polska |
| ۴ | ۱۱ | British Sugar Overseas |
| ۲ | ۹ | Nordzucker Polska S.A |

شرایط کشت و تولید و مصرف

درجه حرارت‌های هوا در سال ۲۰۰۵ بالاتر از متوسط سال‌های قبل بود- در ماه‌های آوریل تا اکتبر درجه حرارت بطور متوسط ۰/۸۶ درجه سانتی‌گراد بالاتر از سال‌های قبل بود- در ماه ژوئیه و سپتامبر دو درجه بالاتر بود ضمناً در همین زمان ارقام بارندگی تا ماه می (۸۴/۶) در مقابل ۵۲/۹ میلی‌متر) پایین‌تر از میانگین سنوات قبل قرار داشت. مجموع بارندگی‌ها از آوریل تا اکتبر ۳۳۰ میلی‌متر و رقم متوسط سال‌های گذشته ۴۰۵ میلی‌متر بود لذا سال ۲۰۰۵ در مقایسه با سال‌های گذشته سال

می‌نماید که دوره بهره‌برداری از ۴۹ روز به ۷۹ روز رسیده است. کوتاهترین دوره ۵۰ روز و بلندترین دوره ۱۱۰ روز (در کارخانه Chelmza ۸۴ روز و در Opalenica ۹۶) روز بوده است.

جایگزینی آنتراسیت به جای کک در کوره آهک

در بهره‌برداری سال ۲۰۰۵ در دو کارخانه متعلق به NZ POLSKA آزمایشات موفقیت‌آمیزی برای جایگزینی آنتراسیت با کک برای تولید آهک و گاز بعمل آمده است، اختلاط کک با آنتراسیت لازم نبود بلکه صد درصد آنتراسیت مصرف شد. با روش و سیستم تنظیمی ارقام مطلوبی از نظر گاز و آهک مطلوب بدست آمد، که آن ارقام عیناً همان ارقام مرسوم در کوره ککی می‌باشد. در کارخانه Chelmza کوره آهک در تمامی دوره بهره‌برداری ۸۴ روزه با آنتراسیت کار کرد و در کارخانه Opalenica این آزمایش فقط در ۹ روز آخر بهره‌برداری انجام گرفت. در کارخانه Chelmza دو کوره آهک کار می‌کنند که یکی در تمام دوره بهره‌برداری آنتراسیت و دیگری کک مصرف کرد و تفاوت‌های حاصله ثبت شد.

سرمایه‌گذاری‌ها

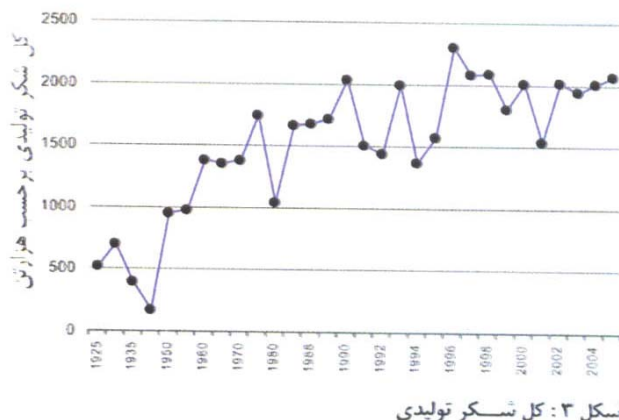
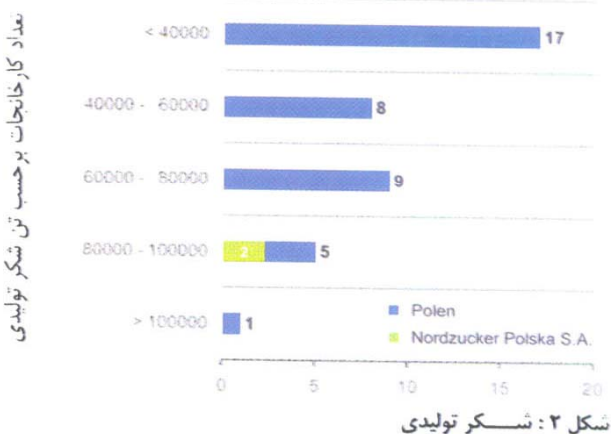
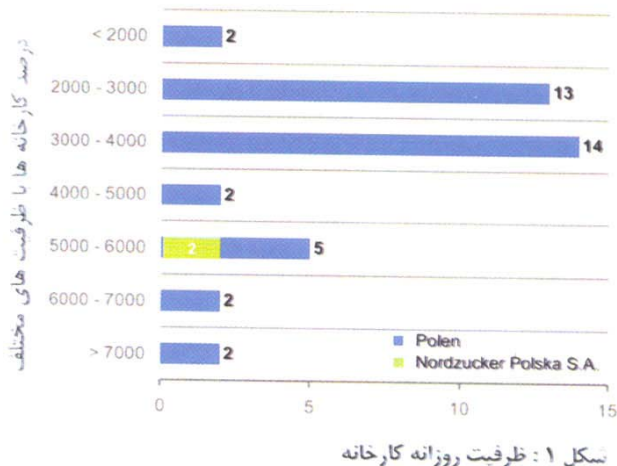
بزرگترین رقم سرمایه‌گذاری در کارخانجات قند لهستان در سال ۲۰۰۵ به منظور بالا بردن ظرفیت چغندر روزانه برای جبران تعطیل کارخانجات بوده است. تمرکز سرمایه‌گذاری در اصلاح و بهینه‌سازی قسمت شکرریزی شامل تغییر صندوقه بخار بخارهای اواپراسیون و دستگاه طبخ عمودی (VKM) و رفریژرانت‌های عمودی و تغییر سانتریفوژها و امثالهم بوده است. سرمایه‌گذاری در قسمت شکر خام شامل نصب دستگاه پرداخت بهای چغندر برحسب عیار و مواد ناخالصی و ماده خشک هر محموله تنظیم شده است. بعلاوه در انبار شکر و بسته‌بندی، اصلاحاتی انجام شد و برای بسته‌بندی شکر، سرمایه‌گذاری معمول گردید.

بهره‌برداری سال ۲۰۰۵ بزرگترین پیشرفت‌های صنایع قند لهستان را نشان می‌دهد. بدین توضیح که هر چه نتایج ارقام تکنولوژی قند لهستان سال به سال بهتر می‌شود این کارخانجات اقتصادی‌تر و کارآمدتر می‌گردند. □

عربستان سعودی و مصر شرکتی تأسیس نمودند

نقل از: سوکراندوستری ۲۰۰۶/۴ ص ۲۸۱

برطبق گزارش روزنامه الحیات، شیخ عماد الموحیدیب، مدیر شرکت شکر سعودی یونایتد بیان کرد که تعدادی از سرمایه‌گذاران سعودی - مصری شرکتی بنام یونایتد شکر مصر با سرمایه ۵۵ میلیون دلار آمریکا تشکیل داده اند که تمام سرمایه آن پرداخت گردیده است. الموحیدیب اضافه کرد که این شرکت جدید ۶۰۰،۰۰۰ تن شکر سفید بعلاوه ۱۵۰،۰۰۰ تن قند مایع تولید خواهد داشت. این کمپانی جدید انتظار دارد کارخانه در سه ماهه چهارم سال آینده شروع بکار نماید.



فقط یک کارخانه بیشتر از صد هزار تن و شش کارخانه و در بین آنها دو کارخانه NZ Polska بیش از ۸۰ هزار تن و ۱۷ کارخانه کمتر از ۴۰ هزار تن محصول داشتند. چغندر مصرفی روزانه و سهمیه قانونی تعیین

خلاصه گزارش بهره‌برداری سال ۲۰۰۵ کارخانجات شمال آلمان

نقل از: سوکرایندوستری ۲۰۰۶/۵ مترجم: مهندس اکبر سجادی

همان سیستمی است که در کارخانه قند آنکلام در دانمارک در سال‌های گذشته ۱۰۰٪ مورد تجربه قرار گرفته بود. شکل شماره ۲ نشان می‌دهد که چه مقدار از حمل چغندر بوسیله پیمانکار، چه مقدار بوسیله چغندرکار و چه مقدار پس از تمیز شدن و خاک‌گیری به کارخانجات ارسال شده است. بر اثر بارندگی‌های معمول منطقه، ماشین‌های برداشت ناگزیر شدند چغندرها را قبل از حمل و تحویل به کارخانه تمیز نمایند و به همین علت متوسط خاک همراه چغندر به ۴/۹ درصد رسیده بود.



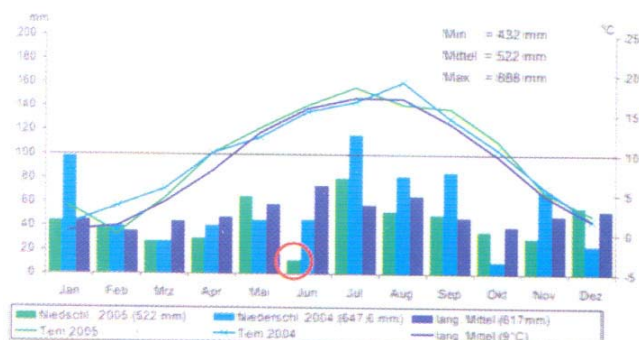
شکل ۲: چغندر وارده و چغندر پاک شده

| جدول یک: ارقام تکنولوژی معرف بهره‌برداری | | | |
|--|---------|---------|---|
| دانیسکو- آنکلام | نوردسوک | شمال | |
| ۷۴۹۷۶۶ | ۸۴۱۱۷۶۴ | ۹۱۶۱۵۳۰ | چغندرمصرفی - تن |
| ۹۱۳۱۲۵ | ۱۱۳۴۱۹۵ | ۹۶۷۱۰۲۰ | |
| ۶۸/۰ | ۹۲/۷ | ۹۰/۷ | دوره بهره‌برداری - روز |
| ۸۸/۰ | ۹۷/۱ | ۹۶/۲ | |
| ۱۱۰۲۶ | ۱۱۳۸۴ | ۱۱۳۴۴ | متوسط مصرف روزانه در هر کارخانه - تن در روز |
| ۱۰۷۱۷ | ۱۱۲۴۲ | ۱۱۱۹۱ | |
| ۱۶۶ | ۱۹۰ | ۱۸۸ | انرژی مصرفی کوره بخار - کیلووات ساعت بر تن چغندر مصرفی |
| ۱۷۹ | ۱۹۴ | ۱۹۲ | |
| - | ۴۶/۵ | ۴۶/۵ | انرژی مصرفی تفاله خشک‌کن - کیلووات ساعت بر تن چغندر مصرفی |
| - | ۴۸/۱ | ۴۸/۱ | |
| ۲۹/۳ | ۳۰/۱ | ۳۰ | ماده خشک تفاله پرس شده - درصد |
| ۲۸/۱ | ۲۹/۹ | ۲۹/۱ | |
| ۱۸/۱ | ۲۷/۴ | ۲۶/۶ | برق مصرفی خالص - کیلووات ساعت بر تن چغندر |
| ۱۸/۳ | ۲۷/۶ | ۲۶/۷ | |

در این مقاله درباره شرایط کشت چغندر، جریان برداشت و حمل، میزان برداشت در هکتار، عیار چغندره‌های تحویلی - راندمان قندی، مدت بهره‌برداری، انرژی لازم - بیمه کارگران، مصرف زغال آنتراسیت بجای کک در کوره آهک، سرمایه‌گذاری دستگاه‌های پرس تفاله، سیستم تحویل‌داری چغندر بطور خشک، دکانتور، شکر خشک‌کن استوانه‌ای و حوادث بحث شده است. این گزارش در دهم مارس در مرکز اتحادیه متخصصین صنعت قند مطرح و در اختیار همکاران قرار داده شده است.

شرایط کشت چغندر در شمال آلمان در سال ۲۰۰۵

در اواخر زمستان هنوز قسمتی از زمین‌ها با آب اشباع بود، میزان بارندگی زمستانی پایین‌تر از رقم متوسط آن قرار داشت، کشت چغندر کم و بیش شروع شد و در اواخر ماه مارس بین یکم تا دهم آوریل در اراضی مناسب به انجام رسید. تداوم شرایط مساعد جوی بعدی (شکل یک) موجب تداوم رشد چغندر گردید، معذالک در ۲۲ آوریل در مناطق شمالی سرما و یخبندان شبانه بروز کرد که دما تا ۱۲- درجه رسید و موجب حذف ۴۵۰۰ هکتار و مستلزم یک دوباره‌کاری گردید که با شرایط بعدی حداقل راندمان بدست داد. در سطوح دیگر چغندرکاری رشد خوب تداوم داشت و قطعات اولیه در آوریل تا اوایل ژوئن کلاً سبز و چتر بزرگ برگ سطح مزرعه را پوشانده بود. بعلت رطوبت بالای زمین تأثیر علف‌کش‌ها بطور کل خوب و مثبت تلقی می‌شود. پس از یک گرمای خشک در ماه ژوئیه باران همراه با آفتاب ماه اوت دیده شد. در ماه سپتامبر - اکتبر هوا بیش از معمول، آفتابی و همراه با حداقل بارندگی بود که مجموعاً موجب رشد در ماه‌های پاییز یعنی تشکیل ساکاروز و عیار و بالاخره شرایط مساعد برداشت چغندر گردید.



شکل ۱: درجه حرارت و رطوبت در سال ۲۰۰۵

جریان حمل

در شمال آلمان بهره‌برداری‌ها بین ۱۶ الی ۲۵ سپتامبر شروع شد. سیستم حمل مدرن در سال ۲۰۰۵ تا ۹۳ درصد دقیقاً به مورد اجرا گذارده شد و این

جایگزینی آنتراسیت به جای کک در کوره آهک (کارخانجات نورد سوکر)

نقل از: سوکر ایندوستری ۲۰۰۶/۵ ص ۳۱۳

در کارخانجاتی که به جای کک از آنتراسیت با ۵۴ درصد وزنی بیشتر مصرف کرده‌اند، مشکلاتی از قبیل بالا رفتن درجه حرارت آهک پخته بروز نکرد- درجه حرارت گاز خروجی ۲۰-۳۰ درجه کلوبن بالا رفت- میزان انرژی مصرفی ۰/۵۵ کیلووات ساعت بر کیلوگرم سنگ آهک گردید.

جایگزینی آنتراسیت به جای کک در سوخت کوره آهک (کارخانه‌های قند دانمارک- فنلاند- سوئد)

در بهره‌برداری سال ۲۰۰۴ در Örtofta، از آنتراسیت بعنوان سوخت کوره آهک استفاده شد و نتایج کار رضایت‌بخش بود. بهمین علت برای سال ۲۰۰۵ تصمیم گرفته شد این آزمایش به کارخانه‌های دانمارکی بیشتری تسری داده شود. کارخانه قند Assens، Anklam، Örtofta و Köpungebro برای این کار انتخاب شدند و برای آنها آنتراسیت با مشخصات زیر خریداری گردید:

- دانه‌های آنتراسیت ۶۰-۴۰ میلیمتر (عیناً مانند دانه‌های کک)

- قدرت حرارتی ۳۰/۵۲ مگاژول بر کیلوگرم

- مواد فرار ۸/۸۱ درصد

متأسفانه کیفیت آنتراسیت تحویلی با مشخصات مورد نظر تطبیق نداشت و ناگزیر به سرنده کردن آن در کارخانه Örtofta شدند و دانه‌های با اندازه کمتر از ۳۰ میلیمتر جدا گردید. سرنده کردن نشان داد که ۱۲ درصد آنتراسیت تحویلی دارای قطر کمتر از ۳۰ میلیمتر می‌باشد. طبق مشخصات مصرف بیش از ۴/۷ درصد دانه‌های کوچکتر از ۳۰ میلیمتر مجاز نبود. آزمایش‌های هر یک از کارخانجات به فاصله یک هفته شروع شد به این ترتیب که با شروع آزمایش در هر کارخانه از تجربیات کارخانه قبلی استفاده شد و قرار شد طبق برنامه بعداً با مصرف صددرصد کک، کار شروع شود و پس از دو هفته با اختلاط ۵۲ درصد آنتراسیت با کک آزمایش گردد و طبق برنامه به صددرصد آنتراسیت برسد. در هر حال بنا به مشکلاتی که با بالا رفتن درجه حرارت کارخانه Örtofta بروز کرد سایر کارخانجات اختلاط را به ۲۵ درصد آنتراسیت تغییر دادند و نتایج آزمایش‌ها به شرح زیر می‌باشد:

کارخانه Örtofta

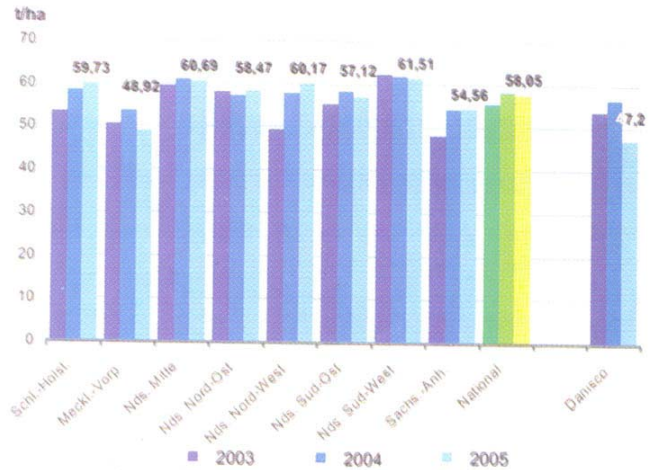
در بهره‌برداری ۲۰۰۴ با صددرصد آنتراسیت به همان صورتی که گفته شد بدون هیچگونه مشکلی کار کرد ولی در سال ۲۰۰۵ اینطور نبود، با مصرف ۵۰ درصد آنتراسیت و ۵۰ درصد کک امکان تنظیم کار کوره آهک فراهم شد و درجه حرارت گاز کوره به ۳۰۰ درجه سانتیگراد و درجه حرارت آهک پخته به ۱۵۰-۱۳۰ درجه رسید. در اول کار بعلت بالا رفتن درجه حرارت شاید کلوخه‌های آهک پخته و به هم چسبیده پیدا شده باشند.

کارخانه Köpungebro

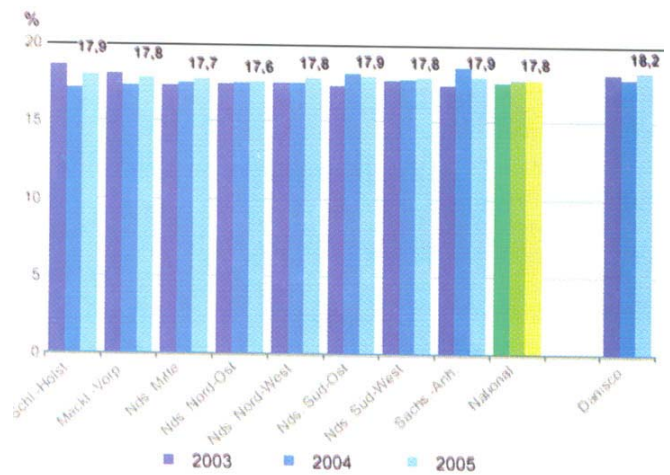
بعلت سیستم کابل‌کشی نقاله آهک پخته، درجه حرارت نمی‌توانست بالاتر از ۶۵ درجه باشد از آنجا که با مصرف ۵۰ درصد آنتراسیت این کار میسر نبود ناگزیر اختلاط آنتراسیت با ۲۵ درصد انجام شد.

کارخانه‌های Assens- Nakskou- Anklam

در تمام دوره بهره‌برداری با مصرف صددرصد آنتراسیت مشکلی نداشتند ولی بطور کلی ۱۰ درصد سنگ نپخته در آهک تولیدی وجود داشت و میزان گاز CO₂ تولیدی همانند رقم گاز کوره آهک کک‌سوز بود.



شکل ۳: برداشت در مناطق مختلف



شکل ۴: عیار در مناطق مختلف

راندمان وزن چغندر برداشت شده و عیار

متوسط وزن چغندر برداشتی از هر هکتار (تن در هکتار) ۵۸/۱ که از نظر رقم برابر سال قبل بود ولی در پاره‌ای از مناطق این رقم کمتر از سال قبل (شکل ۳ و ۴) بوده است. عیار چغندر در هر یک از مناطق کشت، شکل دیگری نشان داد (شکل ۴). در کارخانه قند آنکلام این رقم ۱۸/۲ درصد بود.

ارقام بهره‌برداری

مقادیر چغندره‌های مصرفی و متوسط دوره کارکرد کارخانه‌ها در مقایسه با عملکرد سال گذشته به سادگی یک افزایش مصرف روزانه را در مقایسه با ارقام سال گذشته نشان می‌دهد. طبق این ارقام کارکرد کارخانجات شمال ۹۲ روز و کارخانه دانیسکو و آنکلام ۶۸ روز بوده است. عیارهای بالای چغندر قند موجب شدند که با کاهش شربت برابر در دو کارخانه در مقایسه با سال گذشته کوسیان شربت خام تقریباً برابر بدست آمد. □

گسترش تکنولوژی خودکار در صنعت قند

نقل از: سوکرایندوستری ۲۰۰۵/۶ مترجم: فریبرز عظیمی

تاریخی استفاده از اتوماسیون را ارتقاء داده و آن را بهتر نموده‌اند عبارتند از:

- اهرم‌ها و طناب‌های کششی
- دستگاه‌های چرخ دنده‌های مستقیم و دنده ماردون
- بالابرها زنجیری و تلسکوپی
- چرخ‌های بادامک‌دار و دیسک‌های بادامک‌دار
- کارت‌ها و نوارهای پانچ شده که عموماً ژاکارد نامیده می‌شوند
- لامپ‌ها و والوهای تقویت‌کننده الکترونی و ترانزیستورها

بعلت اهمیت اختراعات صورت گرفته در علوم طبیعی، ساخت دستگاه‌ها و ماشین‌های خودکار تأثیر شگرفی در توسعه صنعتی داشته است. اختراعات و ابتکارات بسیار برجسته و مشهور عبارتند از:

- ۱۴۳۹- دستگاه چاپ و حروف قابل جابجائی
- ۱۶۲۳- ماشین حساب مکانیکی (دستی)
- ۱۷۸۵- چرخ طیار
- ۱۸۰۵- کنترل کارت پانچی
- ۱۸۶۶- موتور الکتریکی
- ۱۸۸۶- ماشین‌های کارت پانچ شده یا ژاکارد
- ۱۹۰۶- لامپ تقویت‌کننده
- ۱۹۱۳- سیستم تسمه نقاله‌ای
- ۱۹۴۱- ماشین حساب
- ۱۹۴۸- ترانزیستور
- ۱۹۵۷- سفر فضائی و نیروگاه‌های اتمی
- ۱۹۶۳- سیستم‌های خودکار اونیورسال (قابل استفاده در همه دستگاه‌ها)
- ۱۹۷۰- نخستین ماشین حساب الکترونیکی جیبی
- ۱۹۷۸- نخستین سیستم‌های کنترل فرایند تکامل یافته
- ۱۹۹۶- سیستم‌های کنترل فرایند نسل دوم

ساختار هرمی شکل سیستم‌های اطلاعاتی نوین در شکل شماره ۱ نشان داده شده است.

این مقاله به مقایسه ارتباط بین نسل حاضر و نسل آینده سیستم‌های کنترل فرایند تولید می‌پردازد، تا نسبت به تشکیلات پیچیده اجزاء و قطعات کنترل فنی فرایند، شناخت بهتری پیدا شود. در طی چند سال اخیر گسترش سریعی در بخش فناوری خودکار روی داده است. در گذشته فقط معدودی شرکت عرضه‌کننده بزرگ وجود داشتند که سیستم‌های کنترل فرایند (PCS) را بطور کامل، یعنی سخت‌افزار و نرم‌افزار مختص آن را ارائه می‌نمودند. اما امروزه می‌توان بطور فزاینده‌ای، مجموعه‌های نرم‌افزاری را بجای قطعات سخت‌افزاری، بکار برد. اکنون دیگر کامپیوترهای شخصی (PCs) از آنچنان کارآئی‌ای برخوردارند و آنقدر بدون اشتباه کار می‌کنند که می‌توان آنها را در تمام سطوح تکنولوژی خودکار مورد استفاده قرار داد. دیتا و فیلد باس‌های^(۱) سازندگان مختلف در سیستم ارتباطات و انتقال دیتا (داده‌های اطلاعاتی) مختص یک شرکت، قابل استفاده می‌باشند. در آینده نزدیکی، اکثر پروتکل‌های^(۲) ارتباطی (پروتکل‌های انتقال داده‌ها) بصورتی استاندارد در دسترس خواهند بود. سیستم کنترل فرایند تولید در آینده بایستی برنامه‌های اجرایی را نشان دهد، یعنی ابزار و وسایلی بایستی در نظر گرفته شوند که به کاربر اجازه دهد شناخت بهتری از فرایند تولید و جریان کار کارخانه داشته و قادر باشد تصمیمات درستی اتخاذ نماید. سیستم کنترل فرایند تولید در آینده بایستی قابل اتصال به سیستم گسترده اطلاعات شرکت باشد. سیستم اتصال بصورت افقی که تا اکنون مورد استفاده قرار داشته، در عین حال امکان اتصال عمودی را نیز فراهم ساخته است. بدین ترتیب هم قابلیت‌های تولیدی و هم میزان کارآئی و بهره‌وری یک شرکت بازرگانی، تمام و کمال افزایش می‌یابد. علاوه بر این، کاربر خودش می‌تواند از میان عرضه‌کنندگان اجزاء و قطعات مختلف، مطلوب‌ترین سیستم کنترل فرایند را فراهم و به یکدیگر متصل سازد. در واقع، وابستگی به عرضه‌کنندگان به مقدار زیادی کاهش پیدا می‌نماید.

۱- مقدمه

ساده کردن و حداکثر بهره‌برداری از فرایند تولید همواره از اهداف اصلی بوده‌اند. بمنظور تحقق این اهداف، تکنولوژی خودکار یک ابزار بسیار مهم و اجتناب‌ناپذیر است. بهبود کیفیت محصول نیز یک هدف مرتبط با همین امر می‌باشد. اهداف خودکار کردن دستگاه‌ها و ماشین‌آلات کارخانه عبارتند از: افزایش توانمندی‌های تولید، بهره‌وری اقتصادی، رها ساختن کارکنان از کارهای دستی و کارهای بدنی یکنواخت، ایمنی شغل، ارتقاء فرهنگ کار، بهبود کیفیت محصول، رعایت مسائل زیست‌محیطی، کاهش کادر کارکنان و در عین حال شایستگی و قابلیت‌های بالاتر کارکنان فنی.

۱-۱- تاریخچه رشد و گسترش تکنولوژی خودکار

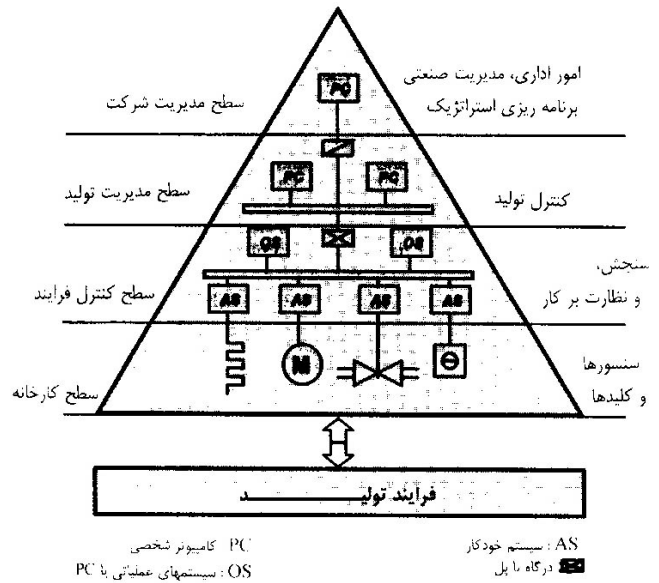
فناوری خودکار یا اتوماسیون از ریشه کلمه یونانی «اتومات» که به معنی «خودران» می‌باشد، گرفته شده است. ابزارهای فنی که در طی ادوار

۲- ساختار و سازمان هرمی شکل تکنولوژی خودکار

بخش‌های زیر شرح کلی از ابزارهای میدانی مختلف آنالوگ و دیجیتال، سیستم‌های ورودی و خروجی داده‌های اطلاعاتی و تکنولوژی‌های دیجیتالی انتقال داده‌ها (باس) است.

۱-۲- فناوری ابزارهای میدانی

تا به امروز، ستون فقرات ابزارهای میدانی در سطح کارخانه، از واحدهای سیگنال ۴ الی ۲۰ میلی‌آمپری تشکیل گردیده است. در سال‌های اخیر تغییراتی در سیستم‌های دیجیتالی و سیستم‌های ویژه انتقال داده‌ها روی داده و عملکرد ابزارهای میدانی به گونه‌ای انفجاری افزایش یافته است. سنسورها یا حسگرها داده‌های اطلاعاتی درباره محصول و کیفیت فرایند را تهیه می‌نمایند. راه‌اندازها فرایند و جریان مواد را تحت کنترل دارند.



شکل ۱: طرز کار و ساختار یک سیستم اطلاعاتی نوین

کوپله یا باس، ارتباط با سیستم کنترل فرایند را برقرار می‌سازد. در آینده یک سنسور (ترانس میتر میدانی) که دارای یک PID (کنترل کننده دامنه فرکانس‌های مختلف) است برای کنترل بیشتر اضافه می‌گردد. کنترل کننده PID ارتباط بین سیستم کنترل فرایند و کابل‌های جریانات میدانی را کنترل و تنظیم می‌کند. جریان داده‌های خروجی از سنسور و وضعیت سیگنال‌های برگشتی از طریق کابل‌های اتصال میدانی (باس) از سنسور به راه‌انداز انتقال می‌یابد (بعنوان مثال به والوهای کنترل یا به میدل فرکانس). تغییر مقادیر تنظیمی و یا اصلاح تنظیمات کنترل کننده PID به کمک سیستم کنترل فرایند صورت می‌گیرد. تأمین نیروی مورد نیاز برای کارکرد دستگاه‌ها و ابزارهای میدانی در آینده تقریباً بطور انحصاری از طریق فیلدباس‌ها (کابل‌های اتصال میدانی) انجام خواهد گرفت. به این ترتیب، هزینه‌های نصب در محوطه کارخانه برای کنترل تجهیزات به حداقل ممکن خواهد رسید. ارتباط با سیستم فیلدباس با یک چیپ الکترونیکی در آینده امکان‌پذیر خواهد بود. یک نگاه اجمالی به نحوه و طرز عملکرد انواع مختلف ترانس میترهای میدانی در شکل شماره ۲ نشان داده شده است.

۲-۲. سیستم‌های ورودی/خروجی (I/O)

شکل و عملکرد سیستم‌های ورودی/خروجی (I/O) در گذشته کاملاً مربوط به سیستم‌های کنترل بود. راه‌حل‌های مستقل از سازندگان و کاملاً آزاد روزه‌روز اهمیت و ارزش بیشتری پیدا می‌کند که موجبات روند سریع پیشرفت در زمینه جهان I/O صنعتی را فراهم ساخته است. در حال حاضر سیستم‌های متعددی از چندین تولیدکننده برای پردازش داده‌های ورودی/خروجی در بازار وجود دارند. این سیستم‌ها را می‌توان بصورت زیر طبقه‌بندی کرد.

– **PLC (کنترلر عددی قابل برنامه‌ریزی)** سیستم‌های I/O سازندگان گوناگونی از کنترلرهای عددی قابل برنامه‌ریزی بعنوان تکنیک‌های پیشرفت سیستم موجود به بازار عرضه می‌شوند. آنها در خدمت گسترش متمرکز یا غیرمتمرکز سیستم‌های جدید فعلی می‌باشند.

– **سیستم‌های I/O برای PCS** در این سیستم کنترل داده‌ها بصورت متمرکز پرورش نمی‌یابند بلکه ساختاری غیرمتمرکز دارند. این راه‌حل، عمدتاً توسط سازندگان سیستم‌های PCS صورت گرفته که در آنها حجم داده‌های I/O چه بشکل مستقیم و چه غیرمستقیم به گره‌های [node] «محل تلاقی فیلدباس‌های» غیرمتمرکز ارسال می‌گردد.

– **سیستم‌های I/O برای PC** یا دیگر سیستم‌های کنترلی (بعنوان مثال PLC) که عموماً از طریق کابل‌های میدانی فیلدباس استاندارد به یکدیگر متصل می‌باشند، عمدتاً توسط عرضه کنندگان گروه سوم ارائه می‌شوند. برخی از این سازندگان بیش از یک نوع فیلدباس تولید ویا عرضه مینمایند. می‌توان انتظار داشت که ارتباط بین فرایند کنترل و حجم داده‌های I/O منحصرأ از طریق تکنولوژی بکار گرفته شده در فیلدباس‌ها انجام گیرد. این تغییر در تکنولوژی با افزایش سرعت سیگنال‌های برگشتی و سرعت انتقال داده‌ها، تسریع خواهد شد. سازندگان مجبور هستند که سیستم‌های I/O متنوعی را تولید نمایند، ضمن اینکه قیمت تمام شده آنها به لحاظ عملکردی نیز یک فشار متداول بر تکنولوژی آنها می‌باشد. در مورد گره‌های (node)، I/O دیجیتالی ساده قابلیت جایگزینی محصولات

سیستم‌های جدید سنسور/کلید تمام دیجیتالی، علاوه بر وضعیت، ایراد و خطای احتمالی، منبع و عامل خطا، نحوه تعمیر و زیر بار نگهداشتن دستگاه در آینده و بسیاری اطلاعات مفید دیگر را ارائه می‌دهند. تجهیزات میدانی را می‌توان به سه نوع ابزار تقسیم نمود، که از لحاظ سیگنال‌های خروجی هم تفاوت دارند.

۱-۲-۱ ترانس میتر یا انتقال‌دهنده‌های فیلد دیجیتالی با یک سیگنال آنالوگ

میکروپروسور (ریزپردازنده) دیجیتالی که قطعات تجهیزات را با یک ترانسفورماتور جریان مستقیم/متناوب پشتیبانی می‌کند دارای سیگنال‌های خروجی استاندارد ۴ الی ۲۰ میلی‌آمپر است. این سیگنال‌ها با جریان تولیدی توسط یک ترانس (TSU) به سیستم کنترل فرایند انتقال می‌یابد. در صورت لزوم می‌توان ورق‌های پوششی و حفاظ واحد ترانسفورماتور را ضدانفجاری نمود.

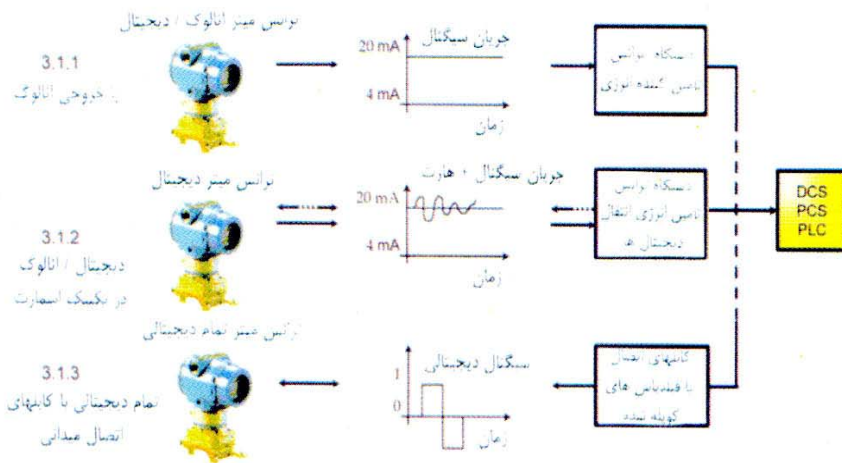
۲-۱-۲ ترانس میتر دیجیتالی میدانی براساس تکنولوژی SMART

سیگنال‌های ۴ الی ۲۰ میلی‌آمپری در سیستم اسمارت (SMART) با سیگنال‌های متغیر دیگری بارگذاری می‌شوند (بعبارت دیگر با استفاده از روش تغییر فرکانس). بعنوان مثال از این فرکانس‌ها برای تنظیم پارامترها و تشخیص عیب استفاده می‌شود، اما سیگنال‌های متغیر با فرکانس‌های ۲۲۰۰ و ۱۱۰۰ هرتز انتقال داده می‌شوند، که بستگی به این دارد که اطلاعات ورودی باشند یا خروجی. این سیگنال‌ها از و یا به یک کامپیوتر شخصی PC و یا نوب‌بوک (قابل حمل) از طریق یک "HART" (ترانس قابل تنظیم انتقال داده‌ها به مسافت‌های دور) که واحد ترانس پشتیبانی انتقال داده‌ها (DTSU) می‌باشد، انتقال داده می‌شوند.

۳-۱-۲ ترانس میتر میدانی تمام دیجیتالی

این دستگاه فقط بصورت دیجیتالی بعد از تغییر پارامترهای اندازه‌گیری شده آنالوگ یا دیجیتال کار می‌کند. کابل‌ها و تجهیزات انتقال داده‌ها بصورت

کارخانجات مختلف موجب نهایت قیمت ارزان ممکنه در بازار، خواهد شد. در این زمینه مشارکت‌های مهم و استراتژیکی بین سازندگان مختلف سیستم‌های کنترل الکترونیکی و سازندگان بلوک‌های ترمینال، صورت گرفته است. در جدیدترین نمونه‌ها سیستم‌های بلوک ترمینال با تعداد کانال‌های کم مورد پسند می‌باشند و سازندگان مختلفی در پی توسعه و بهینه‌سازی سیستم‌های فعلی می‌باشند. یک چشم‌انداز اجمالی به پیشرفت‌های حاصله در زمینه تکنولوژی سخت‌افزارهای میدانی در شکل ۳ نشان داده شده است.



شکل ۲: نحوه کارکرد دستگاهها و ابزار میدانی

۳-۲- تکنولوژی‌های کابل‌های فیلدباس

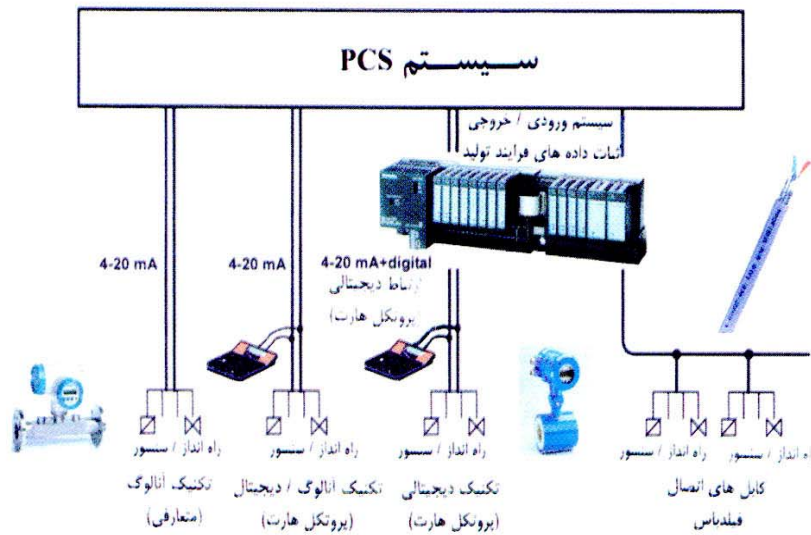
امروزه جدیدترین و مدرن‌ترین سیستم‌های اتوماسیون بستگی به این دارند که در سیستم انتقال داده‌ها از چه فرایندی در فیلدباس استفاده می‌کنند. در واقع سیستم‌های فیلدباس محور اصلی و ستون فقرات برقراری ارتباط در صنعت آینده خواهند بود. اطلاعات بیشتر در زمینه فیلدباس‌ها را می‌توان از سایت‌های اینترنتی: <http://www.profibus.com> و <http://www.fieldbus.org> بدست آورد.

زمینه‌های کاربری فیلدباس‌ها عبارتند از:

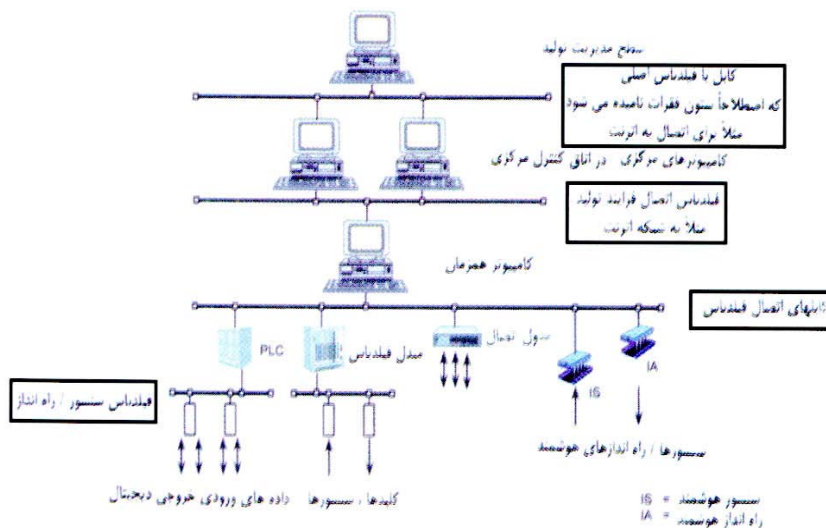
— کابل اصلی یا کابل ستون فقرات یا کابلی که کامپیوترهای خدمت‌رسان که کنترل تمامی بخش‌های کارخانه را برعهده دارند به یکدیگر متصل و مرتبط می‌سازد. این باس عموماً بنام LAN استاندارد (شبکه محلی) (شبکه محلی) شناخته می‌شود که آن را اترنت صنعتی (Industrial Ethernet) هم می‌گویند.

— کابل یا باس کنترل فرایند تولید که ارتباط بین کامپیوتر خدمت‌رسان یا کامپیوترهای هم‌زمان را برقرار می‌سازد. این باس نیز بنام LAN استاندارد یا اترنت صنعتی شناخته می‌شود.

— کابل‌های میدانی یا فیلدباس که ارتباط بین کامپیوترهای هم‌زمان و کنترل‌کننده‌های میدانی هوشمند مانند PLCها و دیگر تجهیزات را برقرار می‌سازد. و همچنین دارای مدول‌های اتصالی می‌باشند.

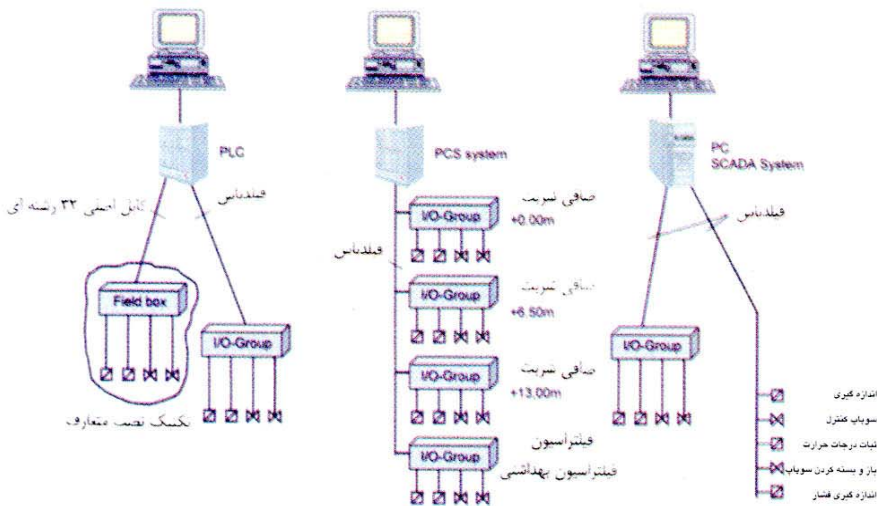


شکل ۳: تکنولوژی سخت افزار میدانی

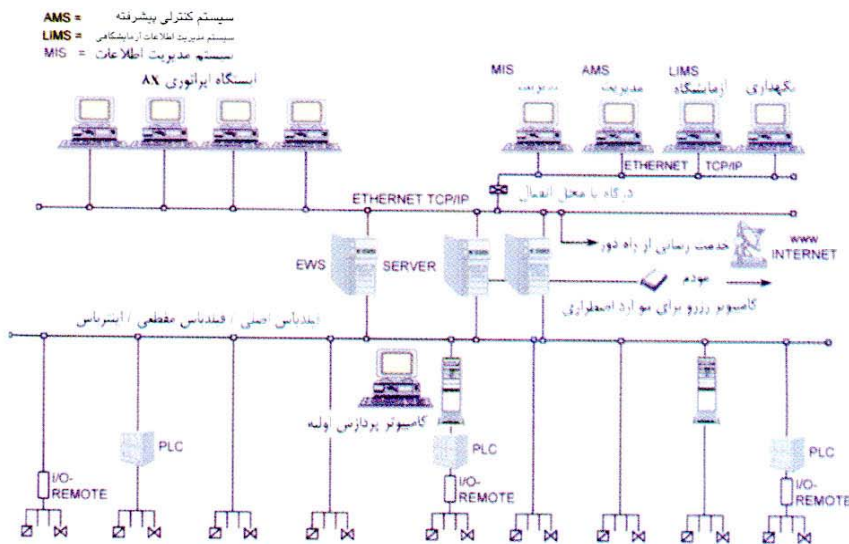


شکل ۴: وضعیت فیلدباس

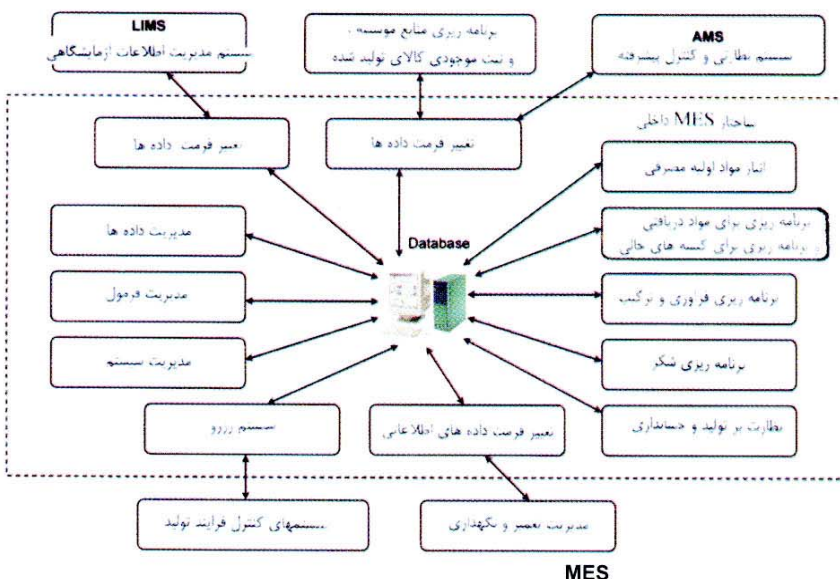
که مستقیماً به سیگنال‌های فرایند تولید و راه‌اندازها و سنسورهای هوشمند متصل می‌باشند. یک نگاه اجمالی به نحوه کار و وضعیت فیلدباس‌ها در شکل شماره ۴ نشان داده شده است.



شکل ۵: سیستم‌های ورودی و خروجی از راه دور در کاربری‌های مختلف



شکل ۶: طرح کلی اتوماسیون مدرن



سیستم‌های استاندارد فیلدباس عبارتند از: پروفی باس (PROFIBUS) یا فیلدباس مقطعی که در یک بخش بکار می‌رود، فیلدباس اصلی (FIELDBUS---FOUNDATION)، اینترباس‌ها (INTERBUS-S)، کن (CAN)، و همچنین اینترنت صنعتی (INDUSTRIAL ETHERNET). می‌توان این انتظار را داشت که مطمئناً در آینده فیلدباس‌های مختلف چه بصورت ترکیبی و یا موازی مورد استفاده قرار خواهند گرفت:

– فیلدباس‌های ساده سنسور/راه‌اندازها
– فیلدباس‌های استاندارد مثل فیلدباس‌های مقطعی، فیلدباس اصلی و غیره، که به احتمال زیاد با حفاظ‌های ایمنی مختلف در برابر انفجار مجهز و تکمیل خواهند گردید.
– فیلدباس برای اجرای بموقع وظایف مهم و حیاتی (مثل اینترباس‌ها و غیره).
یک نگاه اجمالی به سیستم‌های I/O از راه دور که زمینه‌های کاربری مختلفی دارد، در شکل شماره ۵ نشان داده شده است.

۲-۴- PLC بعنوان سخت‌افزار یا نرم‌افزار PLC

امروزه در موارد بسیاری، بجای کنترل‌های سخت‌افزاری ساده که با تکنولوژی‌های رله‌ای نصب می‌شدند، از کنترل‌های PLC استفاده می‌شود. جایگزینی ایستگاه مرکزی کنترل فرایند تولید با یک PLC مرکزی را فقط می‌توان بعنوان قدمی میانی (نه قدم نهایی) در این عرصه تلقی نمود. این PLC‌های مرکزی قدرتمند که بسادگی هم قابلیت کاربردی داشتند در عین حال نقص یا ضرری هم دربر داشتند و آن این بود که معمولاً هیچ منبعی برای ذخیره‌سازی عملیات صورت گرفته در آنها وجود نداشت و فقط بعدها با افزودن قطعات دیگر، نشان دادن نحوه عملکرد، امکان‌پذیر گردید.

سیستم‌های کنترل که نظارت و کنترل امور و مسائل مهم را برعهده دارند، از طریق PLC های کوچک نزدیک به جریان تولید بکار گرفته شده‌اند. این مسأله که آیا این PLC با PC تعویض می‌شود، چندان موضوع پراهمیتی نیست. در واقع بایستی با یک سیستم با طراحی کاملاً جدید تعویض گردد. در این سیستم از زبان نرم‌افزاری یکسانی می‌توان برای تمام موارد استفاده نمود، و با سخت‌افزارهای PLC پیشرفته‌ای مثل کارت‌هایی که در داخل دستگاه نصب می‌گردند و یا اینکه نرم‌افزار PLC در این کامپیوترهای شخصی یا PC با پردازشگرهای چندکاره که هدایت عملیات را برعهده داشته و کنترل می‌کنند، کار می‌کند.

۳- بکارگیری کامپیوتر شخصی صنعتی برای کنترل فرایند تولید

ویندوز NT/2000/XP بعنوان یک سیستم عملیاتی استاندارد، پذیرفته شده، امروزه، فواید متعددی را به لحاظ راه‌حل‌ها و مجموعه‌های نرم‌افزاری تکنولوژی خودکار برای کاربران و سازندگان، ارائه می‌کند. با توجه به سقوط قیمت‌ها و افزایش سرعت و توان کامپیوترها بکارگیری چندین کامپیوتر PC بعنوان راه‌حلی برای مسأله تکنولوژی خودکار، شدیداً رو به گسترش است. در دسترس بودن پردازشگرهای چندمنظوره یا مالتی پروسورها به کاربر این امکان را می‌دهد که بتواند تا چهار دستگاه پردازش مرکزی (CPU) را بکار گیرد، و می‌تواند تا سه نرم‌افزار PLC را بر روی آنها نصب و اطلاعات مورد نیاز خود را بطور مستقل پردازش کند. کامپیوترهای PC بعنوان ابزاری با جنبه‌های اقتصادی برای تنظیم و برنامه‌ریزی در عرصه مهندسی عمل می‌کنند. در این راستا PC های نوع "NEMA 4, IP 65" روزبه‌روز اهمیت بیشتری می‌یابند. این سیستم‌ها ویژه استفاده در محیط‌های صنعتی پرمشغله و سنگین و برای نصب در سطح کارخانه خارج از اتاق کنترل، طراحی شده‌اند. PC همراه با باس (کابل‌های انتقال داده‌ها) بعنوان بخشی از مجموعه کامپیوترهای PCS نه تنها بصورت کنترل‌کننده‌ای نزدیک به فرایند تولید بکار برده می‌شود، بلکه بطور فزاینده‌ای برای نگهداری و تغییر نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. نگاهی اجمالی به یک طرح مدرن تکنولوژی خودکار، در شکل شماره ۶ نشان داده شده است.

۴- نحوه عملکرد و نظارت نرم‌افزار سیستم‌های کنترل فرایند تولید (PCS)

بسیاری از کاربرهای PCS تاکنون مستقیماً زبان نرم‌افزاری خاص خود را در برنامه‌نویسی مورد استفاده قرار می‌دهند. امروزه اسکادا (سیستم‌های کنترل نظارتی و تهیه داده‌های اطلاعاتی) مورد استقبال عمومی قرار گرفته‌اند. این سیستم‌ها مدول‌های نرم‌افزاری از پیش ساخته شده‌ای می‌باشند که به آسانی برای اندازه‌گیری‌ها و احاله امور کنترل دستگاه‌ها بکار برده می‌شوند. پایین بودن قیمت بحث اصلی برای استفاده از این نرم‌افزارهای استاندارد می‌باشد. در PCS های قدیمی‌تر تا ۷۰٪ هزینه‌ها صرف نگهداری و پشتیبانی و بهینه‌سازی می‌شد. این هزینه‌ها را می‌توان با بکارگیری نرم‌افزار استاندارد به میزان بسیار زیادی کاهش داد. مجموعه

اسکادا امکانات عملیاتی گسترده‌ای را برای ابزارهای نمایشی و عملکرد کامپیوتر فراهم ساخته است.

۴-۱ الزامات فنی برای یک سیستم کنترل فرایند تولید

اطلاعات مربوط به فرایند تولید در تمامی سطوح مدیریت و عملکرد برای نهایت بهره‌وری و حداکثر تولید، ضروری است. دسترسی به داده‌های اطلاعاتی، ذخیره‌سازی داده‌ها و بررسی و ارزیابی داده‌ها توسط یک سیستم اطلاعات و تهیه داده‌ها صورت می‌گیرد. تکنولوژی تشخیص عیب و رفع خطا برای سطح میدانی تأمین گردیده و می‌توان آن را به سیستم‌های ناظر بر نگهداری دستگاه‌ها، متصل ساخت. می‌توان تصور کرد که در آینده سیستم‌های کنترل فرایند تولید که براساس PC کار می‌کنند، به همراه ابزارهای هوشمند و چندمنظوره میدانی بیش از ۸۰٪ کارهای خودکار را برعهده بگیرند و انجام دهند.

الزامات سیستم‌های کنترل فرایند در آینده عبارتند از:

- هزینه‌های نصب، راه‌اندازی و نگهداری اندک.
- قابلیت اعتماد به سیستم PCS.
- بهبود کیفیت محصول.
- ارائه دانش و اطلاعات بجای داده‌های اطلاعاتی محض.
- ارائه و نمایش ساده و استاندارد شده به کاربر.
- متناسب بودن و در دسترس بودن ابزار و تجهیزات سیستم خودکار.
- روند بهبود و بهینه‌سازی تکنولوژی در جهت کیفیت:
- PC و کنترلرهای هوشمند میدانی.
- تسریع در ارائه دستاوردهای جدید و نوین در زمینه‌هایی همچون ویندوز NT/2000/XP.
- بکارگیری استانداردهای ارتباطی در تکنولوژی میدانی همچون پروتکل هارت، تکنولوژی FDT/DTM و تکنولوژی فیلدباس‌ها.
- بکارگیری استانداردهای ارتباطی سرویس‌های وب برای اینترنت و اینترنت، همچون DDE/ODBC/COM/DCOM/OLE/OPC/XML.
- بکارگیری فرایندهای ارتقاء یافته همچون هوش مصنوعی، شبکه‌های عصبی و سیستم‌های تخصصی.
- یک ساختار درونی MES (سیستم اجرایی ساخت و تولید) در شکل شماره ۷ نشان داده شده است.

یک مثال از سازگاری بکارگیری پردازش داده‌های فرایند تولید با یک سیستم خودکار (اتوماسیون) برای حداکثر بهره‌وری در تولید، بکارگیری سیستم نظارتی و کنترل پیشرفته (AMS) است. در یک کارخانه مدرن، تا بیش از ۱۰۰۰۰ اندازه‌گیری صورت می‌گیرد و از این داده‌ها برای کنترل و ارتقاء فرایند تولید استفاده می‌شود. بمنظور اجتناب از «خودکار شدن بیش از حد» لازم است که میزان این اندازه‌گیری‌ها تا حدی که واقعاً ضروری هست انجام شود و سیستم بر پایه آن ایجاد شود که به این ترتیب می‌توان تمامی جریان تولید و پارامترهای تکنیکی فرایند تولید را فقط با اتکاء به تعدادی محدود اما بسیار قابل اطمینان از اندازه‌گیری‌های بعمل آمده، نشان داد. سیستم نظارت و کنترل پیشرفته، داده‌های اطلاعاتی را از PCS و آزمایشگاه دریافت و آنها را پردازش می‌کند و تمامی فرایند تولید از شربت‌گیری تا اوبراسیون و کریستالیزاسیون را بوضوح نشان می‌دهد. برای

انجام این کار فقط به ۱۰۰ اندازه‌گیری نیاز است، و این امکان را می‌دهد که تمامی دیگر پارامترها با دقت زیاد تحت نظارت و کنترل باشند.

۵- خلاصه نتیجه‌گیری

مشخصه جدیدترین نسل سیستم‌های کنترل فرایند تولید (PCS) استاندارد بودن و ساده بودن در ارتباط با ترانس‌میترها می‌باشد. استاندارد بودن و مقرون به صرفه بودن سخت‌افزار و نرم‌افزار بکار گرفته شده، موجب تکنولوژی خودکار برتر گردیده است. ابزارها و تجهیزات هوشمند میدانی نقش مهمی را ایفاء می‌کنند و قبلاً هم در سطح میدانی بکار برده می‌شدند. در آینده از سیستم‌های فیلدباس استاندارد می‌توان برای تأمین انرژی مورد نیاز ابزارها و تجهیزات میدانی استفاده کرد. سیستم‌های فیلدباس استاندارد ستون فقرات تکنولوژی اتوماسیون را تشکیل می‌دهند، زیرا بعنوان یک کانال انتقال داده‌ها و اطلاعات عمل می‌نمایند، و در ضمن انواعی از آنها که دارای حفاظ ضدانفجاری هستند نیز در دسترس می‌باشند. بخاطر انجام این وظایف، سیستم‌های کنترل فرایند تولید به ناچار مرتب در حال تغییر و تکامل می‌باشند. جریان داده‌ها بصورتی دوطرفه و یا کوتاه‌ترین راه ممکن بین سنسور/راه‌اندازهای هوشمند میدانی برقرار و سپس به سیستم پردازش داده‌ها متصل می‌باشد. PC و PLC مشارکاً وظیفه پردازش داده‌ها را انجام می‌دهند. نرم‌افزار PLC بخاطر ارتقای ظرفیت PCS اهمیت و اولویت زیادی را کسب نموده است. از اواسط دهه ۱۹۹۰، IPRO تکنولوژی خودکار مذکور را بعنوان پایه و اساس بسیاری از پروژه‌ها و جزئیات مهندسی مورد استفاده قرار داده است. در سال ۱۹۹۴ کارخانه قند جدیدالتاسیس کلاین وانس لین (Klein Wanzleben) متعلق به شرکت نوردسوکر (Nordzucker AG) آلمان با بکارگیری تکنولوژی فیلدباس H1/L2 زیمنس و سیستم‌های I/O راه دور طراحی شد که در قسمت میانی شکل شماره ۵ نشان داده شده است. با استفاده از تکنولوژی فیلدباس کار نصب میدانی و راه‌اندازی به میزان قابل ملاحظه‌ای کاهش یافته است. در سال ۲۰۰۴ بخش اعظم و اصلی مهندسی برق و طراحی خودکار کارخانه جدیدالاحداث کومرا (Cumra) متعلق به شرکت کونیا شکر فابریکازی (Konya Seker Fabrilasi A.S.) واقع در ترکیه توسط IPRO انجام گرفت (به شکل شماره ۶ مراجعه فرمائید).

نرم‌افزار HMI و اسکادا (SCADA) موجبات بهره‌وری بیشتری را در عملکرد و تطبیق ساده‌تر با سخت‌افزارهای مختلف فراهم ساخته است. امروزه گزینه‌های بیشتری در انتخاب نرم‌افزارها و سخت‌افزارها در دسترس قرار دارد، و امکان استقلال بیشتری نسبت به عرضه‌کنندگان بزرگ سیستم‌های تکنولوژی خودکار فراهم شده است. برای انتخاب صحیح و درست قطعات و ابزار یک سیستم کنترل فرایند کارآمد، انداختن نگاهی دقیق به بازار، از واجبات است. □

اختصارات و اصطلاحات فنی

| | |
|----------|--|
| AMS | سیستم نظارت و کنترل پیشرفته |
| AS-i bus | تغییر فرمت داده‌ها بین سنسور/ راه‌انداز، فیلدباس صنعتی |
| CAN bus | کنترل شبکه‌ای منطقه، باس خودکار/صنعتی |

| | |
|--------------------|--|
| COM | مدل نمایش قطعه در صفحه مانیتور |
| کنترلر | تنظیم‌کننده |
| CPU | دستگاه پردازشگر مرکزی |
| ترانسفورمر D/A | ترانسفورمر دیجیتالی/آنالوگی یا مبدل آنالوگ به دیجیتالی و بالعکس |
| DCOM | مدل نمایشی قطعه بصورت توزیعی |
| DCS | سیستم کنترلی توزیعی |
| DDE | تبادل داده‌های نیرومند |
| DIN | موسسه استاندارد آلمان |
| DTM | کنترل ابزاری، ابزار برای دستگاه‌های میدانی |
| DTSU | دستگاه ترانسفورمر دیجیتالی |
| ERP | برنامه‌ریزی منابع پیشرفته |
| Ethernet | شبکه استاندارد برای محیط‌های کار و صنعت |
| EWS | کارگاه مهندسی |
| EX-protection | ضدانفجاری |
| FDT | قطعه ابزارمیدانی، مدیریت ابزار برای دستگاه‌های میدانی |
| PROFIBUS | فیلدباس صنعتی، فیلدباس پردازشگر |
| Fuzzy logic | منطق فازی (ژولا) |
| Granularity | ساختار صفحه نمایش ایجاد شده |
| HART | ترانس قابل تنظیم برای انتقال راه دور داده‌ها |
| HMI | صفحه نمایشگر |
| Inerbus | فیلدباس سنسور/راه‌انداز سریع‌الانتقال |
| Internet | شبکه جهانی ارتباط و اطلاع‌رسانی |
| Intranet | شبکه ارتباطات و اطلاعات داخلی کارخانه |
| IEC | انجمن الکترونیک بین‌المللی |
| I/O system | سیستم ورودی/خروجی |
| IP 65 | کلاس‌های حمایت بین‌المللی |
| LAN | شبکه محلی |
| LIMS | سیستم مدیریت اطلاعات آزمایشگاه |
| Loop | دیگرام مدار برای مدار کنترل |
| Migration | انتقال |
| MES | ساخت سیستم اجرایی |
| MIS | سیستم مدیریت اطلاعات |
| Modem | مبدل سیگنال، قطعه ای برای تبدیل داده‌ها از فرم سیگنال‌های دیجیتالی کامپیوتری به سیگنال‌های آنالوگ که بر روی خطوط تلفن قابل انتقال باشد |
| Motherboard | برد الکترونیکی اصلی در یک کامپیوتر شخصی |
| NEMA 4 | انجمن ملی سازندگان لوازم الکتریکی نوع ۴: درجه حفاظت برای استفاده خانگی یا فضای باز (کارکنان و تجهیزات) |
| NetDDE | شبکه پویای تبادل داده |
| ODBC | پایگاه داده با اتصال آزاد |
| OLE | دارای شی اتصال |
| OPC | OLE برای فرایند کنترل |
| PC | کامپیوتر شخصی (خانگی) |
| PCS | سیستم کنترل فرایند یا DCS |
| PID,regulator | کنترلر انتگرالی (تجمیعی) و دیفرانسیلی (تفکیکی) تناسبی |
| PLC | کنترلر منطقی قابل برنامه‌ریزی |
| Remote I/O | کنترلر راه دور سیستم ورودی/خروجی |
| SCADA systems | سیستم کنترل سرپرستی و فرآوری داده‌ها |
| SMART | خودنشانگری، تکنولوژی تحلیل گری و گزارش‌گیری |
| TCP/IP | پروتکل کنترل تبادل/پروتکل اینترنت |
| TSU | واحد تغذیه مبدل |
| Windows NT/2000/XP | سیستم عامل‌های شرکت مایکروسافت |
| XML | زبان نشانه‌ای صفحه گسترده |