

به نام خدا

فلوچارت تشکیل بلور

مهدی یاراحمدی

دانشجوی دکتری تخصصی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

آرمان کریمی آرپناهی

دانشجوی کارشناسی مهندسی تکنولوژی نرم افزار دانشگاه آزاد اسلامی واحد

ما، شهر

نوشین طالب زاده

دانشجوی کارشناسی مهندسی تکنولوژی نرم افزار دانشگاه غیرانتفاعی کارون

، اهواز

چکیده:

بلور ساکاروز به عنوان عمومی ترین بلور موجود در جهان پس از نمک خوراکی یکی از مهمترین موجودات غیرزنده در جهان است. یکی از پیچیدگی های موجود درباره بلور ساکاروز ابهام در چگونگی تشکیل بلور است. نگارندگان در این مقاله تلاش کرده اند، تا با انجام یک تحقیق میان رشته ای با استفاده از مفاهیم الگوریتم و فلوچارت به شکل بندی دانسته های موجود درباره بلور ساکاروز بپردازند. تفاوت موجود کار نگارندگان این مقاله با کارهای پیشین، داشتن نگرش دینامیک غیرخطی (برخلاف رفتارشناسی استاتیک خطی) به سیستم تشکیل بلور است، که در تحقیقات محققان غالباً به دلیل پیچیدگی های رفتاری بسیار موجود توجه قرار نمی گیرد.

کلیدواژه:

ساکاروز، فلوچارت، بلور، هسته، نظریه آشوب، خودمانایی.

مقدمه:

نیشکر یکی از قدیمی ترین گیاهان مورد استفاده توسط انسان در عهد باستان بوده است. این گیاه از تیره سورگوم، از ۸۰۰۰ ق.م. بومی منطقه گینه نو بوده است. نیشکر از این سرزمین از طی دو مسیر به سوی غرب و شرق مهاجرت کرد. بر طبق نظریه یاراحمدی - اکبریان - خیاط زاده این گیاه در حوالی سال ۴۰۰۰ ق.م. به وسیله تجارت منطقه به منطقه به هندوستان و در قرون وسطی از طریق مهاجرت انسان های اولیه ساکن قاره اقیانوسیه به غرب و جنوب منتقل شده است. [□] در حوالی سال ۱۵۰۰ ق.م. در هندوستان اولین دانه های شکر به دست آمد. به این ترتیب انسان برای اولین بار موفق شد، تا چند فرایند پیچیده مهندسی را با سادگی و با کمک دو عنصر آب و آتش انجام داده و مهمترین و شناخته شده ترین بلور طبیعت را استخراج کند. بلور سازمان یافته ترین وجود غیرزنده است. این موجود به ظاهر ساده از منظر تشکیل دارای ویژگی های منحصر به فرد و غیر قابل پیش بینی است. به گونه ای که علی رغم پیشرفت های فراوان علمی در قرن بیستم و بیست و یکم هنوز چگونگی دقیق تشکیل

□. یاراحمدی مهدی / اکبریان آزاده / خیاط زاده ثمره، کتبیبه نی: معرفی نظریه مهاجرت نیشکر یاراحمدی - اکبریان - خیاط زاده، مجله تخصصی نیشکر،

بلور و دلایل رفتاری گوناگون آن در حد حدسیات اولی باقی مانده است و دانشمندان موفق به توضیح دلیل تشکیل بلور پی نبرده اند .

این گونه به نظر می رسد ، که مهمترین عامل در ناتوانی توصیف وضعیت آتی بلور ، یا به اصلاح معادله حالت بلور به دلیل وجود متغیرهای فراوان غیرقابل پیش بینی می باشد . تنها راه برای پیش بینی های لاتزم برای توصیف این وضعیت ، ارائه عملی فرضیه هایی که در آن بسیاری از متغیرهای مستقل و وابسته با تاثیرات کمتر حذف گردند . این فرض را می توان نوعی ایزولگی دانست ، که در محیط های صنعتی مانند کارخانه ها به وسیله تجهیزات کارخانه اعمال می گردند . بر طبق این فرضیات به دلیل کاهش عوامل گوناگون موثر به چند حالت محدود به ویژه غلظت ، دما و فشار و همچنین استفاده از تجهیزات ابزار دقیق با کمترین خطای ممکن بشر توانسته است ، به ویژگی های دلخواه خود در تشکیل بلور دست یابد . اما هنوز در توصیف دقیق الگوی تشکیل بلور ناتوان مانده است .

نگارنده اول این مقاله در دو مقاله به ذکر شباهت های رفتاری بلور شکر در سیستم پویای غیرخطی لیکور پرداخته است . بر طبق این تحقیقات بلور شکر حداقل دارای دو رفتار غیرخطی خودمانایی و دوگانگی می باشد . این رفتارها به دلیل پیچیدگی بسیار زیاد قابل فرمول بندی به وسیله علم ریاضی امروز نیستند . در حال حاضر ریاض دانان تنها به توصیف علی وقایع و مرتب کردن زنجیره حوادث می پردازند . تا شاید در آینده بتوانند به وسیله روش های ابداعی تازه وقایع غیرخطی را توصیف کنند .

به توجه به توصیفات فوق نگارنده در این مقاله تلاش می کند ، تا ضمن بررسی مجدد و همه جانبه نظریات پیشین و تطبیق یافته تئوری های مطرح شده ، یک الگوی ابتدایی را برای تشکیل بلور ساکاروز ارائه دهد . تفاوت این الگوریتم با طرح های پیشین در پذیرش تاثیرات نظریه آشوب در تشکیل بلور است ، که توسط محققان قبلی صورت نگرفته است . همچنین این مقاله را می توان اولین تلاش در جهت ایجاد یک شبیه ساز رایانه ای رفتاری برای توصیف سیستم ابرپیچیده بلور در سطح جهان دانست .

سئوالی که در این مقاله نگارنده قصد پاسخ گویی به آن را دارد ، این است ، که ،

- تشکیل بلور بر اساس چه فلوچارتی قابل توصیف است ؟
- فرضیه ای که در پاسخ به این سئوال مطرح است ، این است ، که :
- بلور ساکاروز دارای رفتار پویای (دینامیک) غیرخطی است .
- در هنگام تبلور غلظت از منطقه فوق اشباع به زیر اشباع تغییر نمی کند .

ساکاروز:

اصلی ترین ماده موجود در شکر ساکاروز ($C_{12}H_{22}O_{11}$) است. ساکاروز احتمالاً فراوان ترین ماده آلی خالص در جهان است. [□]

بررسی فرایندهای تبلور قندی، بدون بررسی خصوصیات ساکاروز ناکامل است. هدف اصلی در صنعت قند و شکر، جداسازی ساکاروز به صورت کریستال از شربت حاصل از نیشکر می باشد. در حال حاضر در کشور ما ایران، شکر مهمترین محصولی است، که از نیشکر استخراج می شود. قند معمولی که از نیشکر یا چغندر قند گرفته می شود، نوع تجاری ساکاروز است.

ساکاروز دی ساکاریدی است، که از یک مولکول گلوکوز و یک مولکول فروکتوز تشکیل شده است. این ماده نوعی قند غیر احیا کننده بوده و دارای کربن های نامتقارن است، از این رو قادر است، صفحه نور پولاریز را به سمت راست منحرف کند و چرخش مخصوص ساکاروز $66.529^{\circ}+$ است. [□] ساکاروز در آمونیاک، دی متیل فرمالید، دی متیل سولفوکسید و همچنین در آمین های نوع دوم مانند مورفولین، پیریدین، پیرولیدون، دی اتیل آمین محلول می باشد. با افزایش غلظت و کاهش محلول ساکاروز، ویسکوزیته آن افزایش می یابد. چنانچه 26 گرم ساکاروز را در آب مقطر حل نموده و آن را به حجم 100 سی سی برسانیم، پولاریمتر عدد 100 را نشان می دهد. [□] ساکاروز به خوبی در آب حل می شود و با افزایش دما حلالیت آن به صورت خطی افزایش می یابد. نقطه ذوب ساکاروز $186^{\circ}C$ و چگالی آن 1.58 است. [□]

زنبور عسل با کمک آنزیمی به نام اینورتاز که به عنوان کاتالیزور عمل می کند، باعث هیدرولیز ساکاروز به گلوکز و فروکتوز می شود. [□] این اتفاق درست مشابه عملی است که در صنعت قند رخ می دهد. این واکنش در صنعت قند مطلوب نیست.

بلور ساکاروز:

بلور ساکاروز بلوری هشت وجهی دارای حالت استاندارد مکعبی است، که در نتیجه علمیات تبلور شکر تولید می شود. بلور شکر سفید دارای اندازه یکنواخت تری نسبت به شکر زرد می باشد. بلور شکر از منظر فازی در فاز جامد قرار دارد. این بلور معمولاً در

□. مک موری، ۱۳۷۹: ۵۴۱

□. کناری، ۱۳۸۱: ۴

□. کناری، ۱۳۸۱: ۵

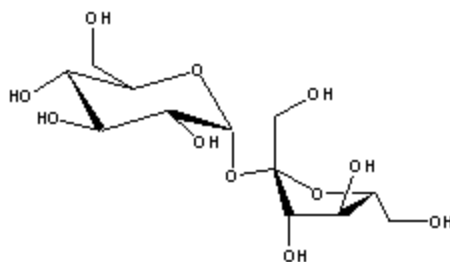
□. مصباحی، ۱۳۸۲: ۱۹

□. مک موری، ۱۳۷۹: ۵۴۱

مایعی با ویسکوسیته بالا به نام لیکور (برای شکر سفید) یا سیروپ (برای شکر زرد) تولید می شود. تشکیل بلور شکر سفید به دلیل خلوص بالای فاز جامد در مایع دارای پیچیدگی های خاص خود می باشد.

از منظر تاریخی تولید شکر از نیشکر یکی از روش هایی بود، که بعدها منجر به رسیدن به حالت فوق اشباع در حلالیت منجر شد. اگر این روش قرن ها پیش به صورت اتفاقی کشف نمی شد، معمای چگونگی رسیدن به حالت فوق اشباع برای سالیان متمادی ذهن مهندسان شیمی را مشغول می داشت.

تبلور کامل ترین فرایند در میان فرایندهای جداسازی می باشد. مهمترین دستاورد فرایند تبلور تشکیل ساختاری بلور است. بلور سازمان یافته ترین موجود پس از انسان در چرخه طبیعت است. اهمیت تبلور در میان فرایندهای مهندسی به علت درجه بسیار بالای خلوص آن است.



ساختار فضایی ساکاروز

فرایند تبلور از گذشته بسیار دور برای انسان شناخته شده بود. برای اولین بار انسان ها در هندوستان به صورت شاید تصادفی شکر زرد را از نیشکر در هزاره دوم پیش از میلاد تولید کردند. در حوالی سال ۵۰۰ میلادی در ایران شکر سفید از تکرار پروسه تولید شکر زرد بر روی شکر زرد تولید گردید. در میان این فرایندها فرایند تبلور نقش تعیین کننده داشت. اما با اینکه فرایند تبلور برای قرن ها برای بشر شناخته شده است، اما مکانیسم تبلور برای انسان ها شناخته نشده بود. حتی امروزه به دلیل پیچیدگی های ناشی از مواد گوناگون و تاثیرات آن در محلول های حاوی بلور این نکته که دانه ها یا اتم های یک ماده مانند ساکاروز چگونه تبدیل به بلورهای منتظم و مرتب می شوند، برای محققان هنوز به راستی مشخص نشده است. دانشمندان برای چگونگی روند تولید دانه های بلور به ویژه در ساکاروز چهار فرایند متوالی را تعریف می کنند. این چهار فرایند هر یک دارای ویژگی ها و شرایط خاص و منحصر به فردی است، که باعث رشد بلور از یک اتم تا حد یک بلور کامل می گردد. این چهار مرحله عبارتند از:

۲. خوشه

۳. هسته

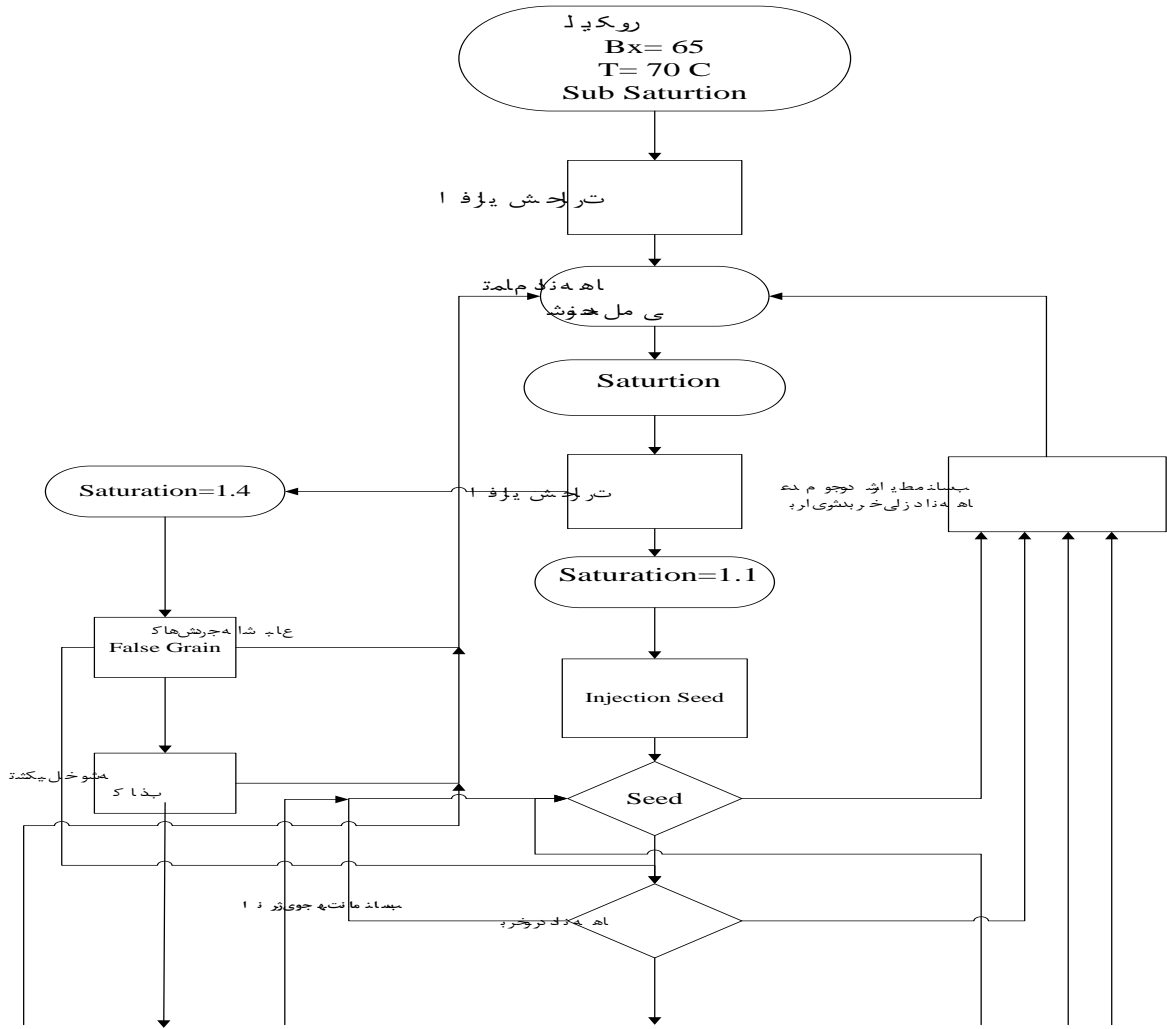
۴. بلور

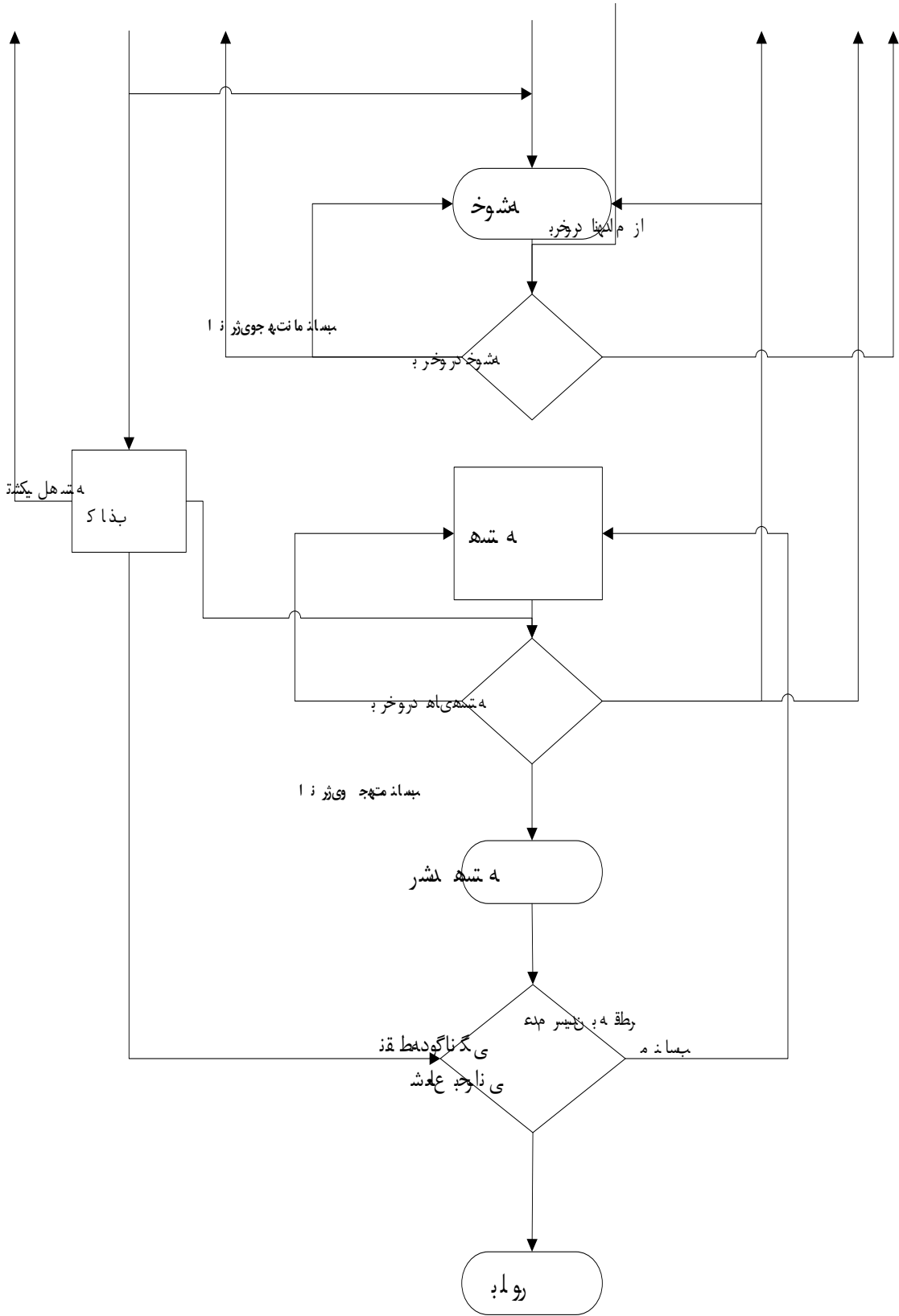
در مرحله اول دانه شامل مولکول ساکاروز است ، که در هنگام حرکت در محلول با مولکول های دیگر تماس پیدا کرده و ایشان را جذب می کند . در اولین مرحله از ترکیب چندین مولکول خوشه شکل می گیرد . از یکنواختی حاصل از دانه های بلور این گونه برآورد می شود ، که احتمالا ، خوشه هایی که ترکیب مولکول های ساکاروز در آن به گونه ای متعارف به یکدیگر متصل نباشند ، پس از مدت اندکی تجزیه فیزیکی شده و دوباره به مرحله قبلی بازمی گردند .

همین قانون نیز در مورد تبدیل خوشه به هسته نیز احساس می شود . زیرا هسته نهایی تبدیل شده به بلور ، از اشکال ثابتی پیروی می کنند . این اشکال هر چند در نگاه اول کمی متفاوت هستند ، اما علاوه بر اندازه ، دارای شکل کلی یکسان مکعب مستطیلی می باشند . هسته نیز از همین داستان پیروی می کند . تنها تفاوت موجود در هسته عبور از نقطه ای مشخص به عنوان شعاع بحرانی است ، که در آن هسته با عبور از اندازه معین به صورت بلور در می آید . بدیهی است ، که اگر هسته رشد کافی نداشته باشد و نتواند به شعاع بحرانی برسد ، هسته از هم پاشیده می شود . به این ترتیب شعاع بحرانی مرز ابتدایی تشکیل بلور است . اندازه شعاع بحرانی با انرژی بلور رابطه مستقیمی دارد . از آنجا که این انرژی در وجود خود بلور نمی تواند باشد (چرا؟) ، زیرا در صورت داخلی بودن انرژی بلور همه هسته ها باید تبدیل به بلور می شدند . پس به این ترتیب منشای انرژی لازم برای رسیدن اندازه بلور باید از جایی خارج از بلور به آن وارد شود و یا حداقل تاثیرات مهمی از نیروهای موجود در شربت داشته باشد .

آخرین مرحله بلور است . در این مرحله بلور تنها در حالتی از بین می رود ، که فاز مایع دچار کاهش غلظت تا حالت زیراشباع گردد . در این حالت به دلیل اختلاف پتانسیل غلظتی شدید و تحت تاثیر قانون فیک بلور تجزیه مکانیکی می شود .

فلوچارت تشکیل بلور:





نتیجه گیری:

بررسی فلوچارت تشکیل بلور نشان می دهد ، که ساکاروز در دینامیک سیال بلور به صورت جالبی تلاش می کند ، تا با استفاده از پدیده انتقال جرم به تشکیل بلور بپردازد . یکی از مهم ترین مواردی که در ساکاروز به صورت خاص دیده می شود ، تمایل این ماده به خودساماندهی بلور از طریق فروپاشی و بازسازی مجدد در هر مرحله است . هر چند دقت محاسبه این فروپاشی و سامان دهی های مجدد بسیار اندک است و به دشواری می توان آن را حتی به صورت درصدی نمایش داد ، اما در فلوچارت ترسیمی بلور این مسئله قابل نمایش است .

فلوچارت بلور پس از تعریف رفتاری بلور در قالب مقاله الگوریتم بلور یکی از گام های روبه جلو در شناخت بهتر فرایند تشکیل بلور ساکاروز است ، که ضمن بررسی داشته های قبلی بر روی مجموعه از دیاگرام به ما امکان بررسی درصد احتمالی رفتارهای بلور را در شرایط متفاوت می دهد . همچنین فلوچارت بلور به ما در این مقاله به کمک می کند ، تا خودمانایی بررسی شده در مقالات گذشته را بار دیگر از طریق فرمان های الگوریتمی بازیابی کرده و در محاسبات بعدی از آن کمک گیریم .

منابع:

۱. اسماعیل زاده کناری رضا (دکتر) ، تکنولوژی قند ، نشر علوم کشاورزی ، چاپ اول ، گرگان ، ۱۳۸۱ .
۲. مصباحی غلامرضا (دکتر) ، اصول صنایع تولید شکر ، انتشارات نشر علوم کشاورزی ، چاپ اول ، تهران ، ۱۳۸۲ .
۳. مک موری جان ، شیمی آلی ، ترجمه دکتر مهدی بکاولی و دکترمجید هروی ، نشر بنفشه ، چاپ دوم ، مشهد ، ۱۳۷۹ .
۴. یاراحمدی مهدی / اکبریان آزاده / خیاط زاده ثمره ، کتیبه نی : معرفی نظریه مهاجرت نیشکر یاراحمدی - اکبریان - خیاط زاده ، مجله تخصصی نیشکر، شماره ۳ ، اهواز ، آبان و آذر ۱۳۸۹ ..
۵. یاراحمدی مهدی ، خودمانایی بلور ساکاروز ، اولین همایش ریاضیات کاربردی و علوم رایانه ایران ، فیروزآباد فارس ، ۱۳۹۰ .

نگارندگان:

○ نام: مهدی یاراحمدی

- تحصیلات: دانشجوی دکتری تخصصی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، کارشناسی ارشد دانشگاه شهید چمران اهواز، دانش آموخته کارشناسی مهندسی شیمی صنایع گاز، دانشگاه آزاد اسلامی واحد امیدیه
- کارشناس ارشد نوبتکار تبلور تصفیه شکر شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی واحد کشت و صنعت حکیم فارابی
- آدرس: اهواز / کیانپارس / صندوق پستی: ۶۰۵ - ۶۱۵۵۵
- شماره تماس: ۰۹۱۶ ۶۰۰ ۲۶۸۸
- پست الکترونیکی: Anubis3125@yahoo.com

○ نام: نوشین طالب زاده

- تحصیلات: دانشجوی کارشناسی کامپیوتر گرایش نرم افزار موسسه آموزش عالی غیرانتفاعی کارون، فارق التحصیل در رشته گردانی کامپیوتر نرم افزار جهاد دانشگاهی اهواز
- شماره تماس: ۰۹۳۷۸۰۲۵۹۶۸
- پست الکترونیکی: nooshin.talebzadeh@gmail.com

○ آرمان کریمی آرپناهی

- تحصیلات: دانشجوی کارشناسی کامپیوتر گرایش تکنولوژی نرم افزار دانشگاه آزاد اسلامی واحد ماهشهر، فارق التحصیل در رشته گردانی کامپیوتر نرم افزار جهاد دانشگاهی اهواز

- شماره تماس: ۰۹۱۶۶۰۷۸۵۵۰
- پست الکترونیکی: Arman.setar@gmail.com