



دانشگاه فردوسی مشهد

دانشکده کشاورزی

گروه علوم و صنایع غذایی

پایان نامه کارشناسی ارشد

تولید و بهینه یابی شرایط تولید شکر فوری

هادی مهدویان مهر

تیر ۸۹



پایان نامه کارشناسی ارشد

## تولید و بهینه یابی شرایط تولید شکر فوری

هادی مهدویان مهر

استاد راهنما

دکتر محمد الهی

استادان مشاور

دکتر محمد علی رضوی

دکتر حسین عرفائی

تیر ۸۹

## تعهد نامه

عنوان پایان نامه: تولید و بهینه یابی شرایط تولید شکر فوری

اینجانب هادی مهدویان مهر دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی علوم و صنایع غذایی

دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد تحت راهنمایی دکتر محمد الهی متعهد می شوم:

- نتایج ارائه شده در این پایان نامه حاصل مطالعات علمی و عملی اینجانب بوده، مسئولیت صحت و اصالت مطالب مندرج را به طور کامل بر عهده می گیرم.
- در خصوص استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد نظر استناد شده است.
- مطالب مندرج در این پایان نامه را اینجانب یا فرد دیگری به منظور اخذ هیچ نوع مدرک یا امتیازی تاکنون به هیچ مرجعی تسلیم نکرده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر به دانشگاه فردوسی مشهد تعلق دارد. مقالات مستخرج از پایان نامه، ذیل نام دانشگاه فردوسی مشهد (Ferdowsi University of Mashhad) به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تاثیر گذار بوده اند در مقالات مستخرج از رساله رعایت خواهد شد.
- در خصوص استفاده از موجودات زنده یا بافتهای آنها برای انجام پایان نامه، کلیه ضوابط و اصول اخلاقی مربوطه رعایت شده است.

تاریخ ۱۹/۴/۱۷

نام و امضاء دانشجو

## مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، برنامه های رایانه ای، نرم افزارها و تجهیزات ساخته شده) به دانشگاه فردوسی مشهد تعلق دارد و بدون اخذ اجازه کتبی از دانشگاه قابل واگذاری به شخص ثالث نیست.
- استفاده از اطلاعات و نتایج این پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نیست.



دانشگاه فردوسی مشهد

دانشکده کشاورزی

گروه علوم و صنایع غذایی

تصویب نامه

این پایان نامه با عنوان « تولید و بهینه یابی شرایط تولید شکر فوری » توسط آقای هادی مهدویان مهر در تاریخ ۸۹/۴/۲۷ با نمره ۱۹/۴ و درجه ارزشیابی عالی در حضور هیات داوران با موفقیت دفاع شد.

نمره و درجه ارزشیابی ۱۹/۴ درم عالی تاریخ دفاع ۸۹/۴/۲۷

هیات داوران:

ردیف	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	سمت در هیات	امضاء
۱	دکتر محمد الهی	استادیار	استاد راهنما	
۲	دکتر سید محمد علی رضوی	دانشیار	استاد مشاور	
۳	دکتر حسین عرفانی	دانشیار	استاد مشاور	
۴	دکتر خلیل بهزاد	استادیار	استاد مدعو	
۵	دکتر محمد جواد وریدی	استادیار	استاد مدعو	
۶	دکتر مسعود یاورمنش	استادیار	نماینده تحصیلات تکمیلی	

## تقدیر و تشکر

در آغاز از زحمات پدر و مادر گرامی ام و کلیه کسانی که در دوران تحصیل همواره مشوق و پشتیبان اینجانب بوده اند کمال تشکر را دارم.

نگارنده بر خود لازم می‌داند که از زحمات بی‌دریغ، تلاش‌های بی‌وقفه و راهنمایی‌های ارزشمند استاد گرامی جناب آقای دکتر محمد الهی در راستای انجام این پایان نامه تشکر و قدر دانی نماید.

هم چنین از زحمات اساتید مشاور محترم، دکتر سید محمد علی رضوی، دکتر حسین عرفائی و اساتید مدعو، دکتر محمد جواد وریدی و دکتر خلیل بهزاد و دانشجویان صمیمی و مهربان گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه فردوسی و به خصوص استاد ارجمند دکتر حداد خداپرست که با راهنمایی‌های خود راهگشای اینجانب بوده اند کمال تشکر و سپاسگزاری را دارم.

از طرح تحقیقات اساسی و مطالعات کاربردی وزارت صنایع و معادن نیز برای تامین منابع مالی این پایان نامه کمال تشکر و سپاسگزاری را دارم.

به پاس تعبیر عظیم و انسانی شان از کلمه ایثار و از خودگذشتگان  
به پاس عاطفه سرشار و گرمای امیدبخش وجودشان که در این سردترین روزگار بهترین پشتیبان است  
به پاس قلب‌های بزرگشان که فریاد رس است و سرگردانی و ترس در پناهشان به شجاعت می‌گراید  
و به پاس محبت‌های بی‌دریغشان که هرگز فروکش نمی‌کند

این مجموعه را به پدر و مادر عزیزم تقدیم می‌کنم

## چکیده

در این پایان نامه امکان تولید شکر فوری در آگلومراتور بستر سیال غیر مداوم مورد بررسی قرار گرفت. اثر شرایط تولید شامل دمای هوای ورودی (۹۰-۶۰ درجه سانتیگراد)، میزان دبی پاشش آب (۳-۱ میلی لیتر بر دقیقه) و زمان پاشش (۱۰-۱ دقیقه) بر ویژگیهای شکر فوری حاصل شامل دانسیته های توده، ضربه ای و ذره ای، جریان پذیری، تخلخل، قطر متوسط ذرات و بازده فرآیند مورد بررسی قرار گرفت و به روش سطح پاسخ (RSM) بهینه یابی انجام گرفت. نتایج نشان داد که مدل چند جمله ای درجه دوم به خوبی قادر به توصیف تغییرات پارامترها بوده و بطور معنی داری رابطه بین متغیرهای مستقل و پاسخ ها را بیان می کند. اثر خطی دبی پاشش آب و زمان پاشش بر روی تمام ویژگیهای شکر فوری معنی دار بود، اما دمای هوای ورودی تنها بر روی بازده و قطر متوسط ذرات اثر خطی معنی دار داشت. با افزایش زمان آگلومریزاسیون در میزان متوسط دبی پاشش، تخلخل و اندازه آگلومره ها افزایش ولی دانسیته توده ای، ضربه ای، زمان جریان و راندمان کاهش یافت. بر طبق نتایج بدست آمده، تاثیر دبی آب و زمان پاشش نسبت به دمای هوای ورودی بر روی ویژگیهای شکر فوری چشمگیرتر بود. تاثیر اندک دمای هوای ورودی بدلیل محدودیت شرایط دمای استفاده شده در این تحقیق بود. شرایط بهینه تولید توسط طرح مرکب مرکزی، دمای ۷۴/۴ درجه سانتیگراد، دبی ۲/۸۵ میلی لیتر بر دقیقه و زمان پاشش ۱۰ دقیقه بود. در شرایط بهینه دانسیته ذره ای، توده ای، ضربه ای، تخلخل، متوسط قطر ذرات، زمان جریان پذیری و بازده شکر فوری به ترتیب  $1557, 470, 590, 62/1\%, 324/6$  میکرون،  $6/4$  ثانیه،  $78/96\%$  بودند. همچنین زمان لازم برای حل شدن شکر فوری نسبت به انواع اندازه های شکر کریستاله و پودر شکر کمتر بود.

**کلمات کلیدی:** جریان پذیری، روش سطح پاسخ، زمان حل شدن، قطر متوسط

## فهرست مطالب

۱	۱-مقدمه
۵	۲-بررسی منابع
۵	۱-۲-مقدمه
۹	۲-۲-ویژگیهای لازم در محصولات فوری و امکان کنترل آنها
۹	۱-۲-۲-قابلیت خیس شوندگی
۹	۲-۲-۲-قابلیت غرق شدن و فرورفتن
۱۰	۳-۲-۲-پخش شوندگی و حلالیت
۱۱	۴-۲-۲-تعیین ویژگیهای فوری
۱۲	۳-۲-فرآیندهای ساخت فرآورده های فوری
۱۴	۱-۳-۲-آگلومریزاسیون
۱۴	۲-۳-۲-آگلومریزاسیون توسط خیسانیدن
۲۰	۳-۳-۲-آگلومریزاسیون توسط خشک کردن
۲۴	۴-۳-۲-آگلومریزاسیون پرسی
۲۸	۵-۳-۲-فرآیندهای غیر آگلومریزاسیونی
۳۰	۴-۲-مکانیسمهای آگلومریزاسیون
۳۳	۱-۴-۲-مکانیسم آگلومریزاسیون در بستر سیال
۳۷	۵-۲-مروری بر مطالعات انجام شده
۴۳	۳- مواد و روشها

۴۳ ..... مواد ۱-۳

۴۳ ..... دستگاهها ۲-۳

۴۶ ..... روش تولید شکر فوری ۳-۳

۴۶ ..... نحوه انجام عمل آکلو مریزاسیون ۴-۳

۴۷ ..... تعیین ویژگیهای شکر فوری ۵-۳

۴۷ ..... اندازه گیری رطوبت ۱-۵-۳

۴۸ ..... اندازه گیری رنگ ۲-۵-۳

۴۹ ..... اندازه گیری خاکستر ۳-۵-۳

۵۰ ..... توزیع اندازه و متوسط قطر ذرات ۴-۵-۳

۵۳ ..... دانسیته توده ۵-۵-۳

۵۳ ..... دانسیته ضربه ای ۶-۵-۳

۵۴ ..... دانسیته ذره ای ۷-۵-۳

۵۵ ..... تخلخل ۸-۵-۳

۵۵ ..... زمان حل شدن ۹-۵-۳

۵۶ ..... جریان پذیری ۱۰-۵-۳

۵۷ ..... بازده فرآیند ۱۱-۵-۳

۵۷ ..... روش آماری ۶-۳

۶۱

۴- نتایج و بحث

۶۲ ..... اثر متغیرها بر ویژگیهای شکر فوری ۱-۴



۶۲ ..... ۱-۱-۴- دانسیته ذره

۶۵ ..... ۲-۱-۴- دانسیته توده و ضربه ای

۶۹ ..... ۳-۱-۴- تخلخل ذرات

۷۲ ..... ۴-۱-۴- متوسط قطر ذرات

۷۴ ..... ۵-۱-۴- جریان پذیری ذرات آگلومره

۷۷ ..... ۶-۱-۴- بازده فرآیند آگلومریزاسیون

۸۰ ..... ۲-۴- مقایسه سرعت حلالیت شکر فوری با انواع سائزهای شکر

۸۴ ..... ۳-۴- بهینه یابی شرایط تولید شکر فوری

۸۵ ..... ۵- نتیجه گیری و پیشنهادها

۸۹ ..... ۶- منابع

۹۳ ..... پیوست ۱. اسامی لاتین اشخاص و معادل فارسی آنها

## فهرست اشکال

- شکل ۱-۲-۱- مراحل حل شدن پودر شیر و حل شدن آگلومره ها ..... ۸
- شکل ۲-۲-۲- مراحل آگلومریزاسیون توسط خیساندن ..... ۱۵
- شکل ۳-۲-۳- فرآیندهای ساخت فرآورده های فوری توسط خیساندن ..... ۱۷
- شکل ۴-۲-۴- رفتار خیس شدن آگلومره های حاصل از بستر سیال و غلطکی ..... ۱۹
- شکل ۵-۲-۵- فرآیندهای ساخت فرآورده های فوری توسط خشک کردن ..... ۲۱
- شکل ۶-۲-۶- خشک کن های پاششی مورد استفاده در تولید فرآورده های فوری ..... ۲۳
- شکل ۷-۲-۷- آگلومریزاسیون پرسی Ring-roll ..... ۲۵
- شکل ۸-۲-۸- مکانیسم آگلومریزاسیون پرسی ..... ۲۶
- شکل ۹-۲-۹- تجهیزات مورد استفاده در آگلومریزاسیون فشار بالا ..... ۲۷
- شکل ۱۰-۲-۱۰- تجهیزات مورد استفاده در فشارهای کم (a) و فشارهای متوسط ..... ۲۷
- شکل ۱۱-۲-۱۱- مکانیسم آگلومریزاسیون توسط خیساندن ..... ۳۱
- شکل ۱۲-۲-۱۲- مراحل آگلومریزاسیون در بستر سیال ..... ۳۴
- شکل ۱۳-۲-۱۳- رشد ذرات توسط مکانیسم پوشش دهی ..... ۳۷
- شکل ۱-۳-۱- دستگاه گرانولاتور بستر سیال غیر مداوم glatt ..... ۴۴
- شکل ۲-۳-۲- نحوه انجام عمل آگلومریزاسیون در آگلومراتور بستر سیال غیر مداوم ..... ۴۵
- شکل ۳-۳-۳- کمپرسور هوای فشرده ..... ۴۵
- شکل ۴-۳-۴- دستگاه آسیاب ..... ۴۶
- شکل ۵-۳-۵- شیکر الک Retsch ..... ۵۱
- شکل ۶-۳-۶- دستگاه اندازه گیری دانسیته ضربه ای PWEK ..... ۵۴
- شکل ۷-۳-۷- دستگاه اندازه گیری جریان پذیری PWEK ..... ۵۶
- شکل ۱-۴-۱- اثر همزمان دمای هوای ورودی و دبی آب بر دانسیته ذره ..... ۶۴
- شکل ۲-۴-۲- اثر همزمان دمای هوای ورودی و زمان پاشش بر دانسیته ذره ..... ۶۴

- شکل ۳-۴- اثر همزمان دبی و زمان پاشش بر دانسیته ذره ..... ۶۵
- شکل ۴-۴- اثر همزمان دمای هوای ورودی و دبی آب بر دانسیته توده ..... ۶۶
- شکل ۵-۴- اثر همزمان دمای هوای ورودی و زمان پاشش بر دانسیته توده ..... ۶۷
- شکل ۶-۴- اثر همزمان دبی و زمان پاشش بر دانسیته توده ..... ۶۷
- شکل ۷-۴- اثر همزمان دمای هوای ورودی و دبی آب بر دانسیته ضربه ای ..... ۶۸
- شکل ۸-۴- اثر همزمان دمای هوای ورودی و زمان پاشش بر دانسیته ضربه ای ..... ۶۸
- شکل ۹-۴- شکل همزمان دبی آب و زمان پاشش بر دانسیته ضربه ای ..... ۶۹
- شکل ۱۰-۴- اثر همزمان دمای هوای ورودی و دبی پاشش بر تخلخل ..... ۷۰
- شکل ۱۱-۴- اثر همزمان دمای هوای ورودی و زمان پاشش بر تخلخل ..... ۷۱
- شکل ۱۲-۴- اثر همزمان دبی و زمان پاشش بر تخلخل ..... ۷۱
- شکل ۱۳-۴- اثر همزمان دمای هوای ورودی و دبی پاشش بر متوسط قطر ذرات ..... ۷۳
- شکل ۱۴-۴- اثر همزمان دمای هوای ورودی و زمان پاشش بر متوسط قطر ذرات ..... ۷۳
- شکل ۱۵-۴- اثر همزمان دبی و زمان پاشش بر متوسط قطر ذرات ..... ۷۴
- شکل ۱۶-۴- اثر همزمان دمای هوای ورودی و دبی پاشش بر زمان جریان ذرات ..... ۷۶
- شکل ۱۷-۴- اثر همزمان دمای هوای ورودی و زمان پاشش بر زمان جریان ذرات ..... ۷۶
- شکل ۱۸-۴- اثر همزمان دبی و زمان پاشش بر زمان جریان ذرات ..... ۷۷
- شکل ۱۹-۴- اثر همزمان دمای هوای ورودی و دبی آب بر بازده ..... ۷۸
- شکل ۲۰-۴- اثر همزمان دمای هوای ورودی و زمان پاشش بر بازده ..... ۷۹
- شکل ۲۱-۴- اثر همزمان دبی و زمان پاشش بر بازده ..... ۷۹
- شکل ۲۲-۴- مقایسه زمان حلالیت شکر فوری با سایزهای مختلف شکر کریستاله ..... ۸۱
- شکل ۲۳-۴- مقایسه زمان حل شدن شکر فوری با سایزهای مختلف شکر آسیاب شده ..... ۸۱

## فهرست جداول

۱۶	جدول ۱-۲- مراحل اصلی در آگلومریزاسیون توسط خیساندن
۳۰	جدول ۲-۲- مکانیسمهای آگلومریزاسیون
۵۲	جدول ۱-۳- مش های بکار رفته و اندازه منافذ آنها
۵۹	جدول ۲-۳- مقادیر پارامترهای مورد آزمون با اعداد واقعی و کد آنها
۸۲	جدول ۱-۴- نتایج آنالیز واریانس متغیرها بر روی ویژگیهای شکر فوری
۸۴	جدول ۲-۴- محدوده شرایط بهینه یابی تولید شکر فوری

# فصل اول

## ۱- مقدمه

امروزه شکر یکی از مهمترین ترکیبات غذایی در جیره روزانه افراد مطرح است و در تامین انرژی مورد نیاز بدن نقش مهمی را ایفا می نماید. با وجود قدرت شیرین کننده های مصنوعی مانند ساخارین، سیکلامات و آسپارتام و مواد مشابه که رقیب و جایگزینی برای شکر محسوب می گردند، هنوز شکر جایگاه اول را در میان شیرین کننده های مصرفی انسان دارد و قدرت شیرین کنندگی ساکارز به عنوان استاندارد مقایسه ای برای شیرینی سایرین شناخته می شود. گر چه زیانهای برای مصرف شکر در تغذیه انسان مطرح گردیده، اما گمان نمی رود مصرف متعادل این شیرین کننده طبیعی زیانی در حد شیرین کننده های مصنوعی بر سلامتی انسان

داشته باشد. شکر غالباً از دو گیاه چغندر قند و نیشکر بدست می آید که سابقه تولید آن از نیشکر در ایران بسیار طولانی است (مصباحی ۱۳۸۲). عملکرد اصلی شکر، ایجاد طعم شیرین و انرژی زایی است، اما علاوه بر اینها دارای ویژگیهای عملکردی دیگری از جمله تشدید کننده یا پوشاننده طعم، نگهدارنده، بافت دهنده و کاهش دهنده نقطه انجماد و ... نیز می باشد. کاربرد شکر در صنعت غذا بسیار گسترده است و از کاربردهای آن می توان به استفاده در محصولات قنادی، بستنی، مرباها، نوشیدنی ها و تخمیر اشاره نمود. بیشترین مصرف شکر مربوط به قاره آسیا می باشد، ایران نیز جزو کشورهای وارد کننده شکر محسوب می شود. بر اساس آمار و ارقام نه چندان رسمی، میزان نیاز کشور به قند و شکر در سال ۱۳۸۸ رقمی در حدود ۱/۸ تا ۲ میلیون تن برآورد گردیده است که در حال حاضر و با توجه به ظرفیت تولید ایران در دو بخش چغندری و نیشکری روی هم ۱/۶ میلیون تن تولید داخلی داریم (بانک اطلاعاتی جامع قند و شکر ایران ۱۳۸۸). در ایران شکر فقط به یک صورت آن هم بصورت کریستالی و با پراکندگی اندازه زیاد کریستال ها به فروش می رسد، در حالی در کشورهای اروپایی، شکر به صورت محصولات مختلف با نامهای شکر کاستر<sup>۱</sup>، شکر گرانوله<sup>۲</sup>، شکر آیسینگ<sup>۳</sup>، شکر نیب<sup>۴</sup> و شکر کریستاله با اندازه های مختلف بفروش می رسد. گرچه شکر حلالیت بسیار مناسبی در آب دارد ولی با این وجود با کاهش دما سرعت حلالیت شکر کاهش می یابد. این مشکل در هنگام تهیه نوشیدنی های سرد مشهود است. برای غلبه بر این مشکل راه حلهایی وجود دارد، یکی از این راهها کاهش اندازه ذرات کریستال و به حالت آمورف در آوردن است. از معایب این روش می توان به عدم جریان پذیری مناسب، تولید گرد و غبار در هنگام انتقال و فرآوری، حساسیت به رطوبت محیط، کلوخه ای شدن سریع و سخت شدن در اثر نگهداری اشاره نمود. روش دیگر آگلوومریزاسیون شکر است که علاوه بر نداشتن معایب فوق، محصول دارای سرعت حلالیت بالایی هم می باشد.

---

1 -Caster sugar

2 - Granulated sugar

3 - Icing sugar

4 - Nib sugar

محصولی که طبق این روش تولید می گردد به نام شکر فوری<sup>۱</sup> معروف است. مهمترین ویژگی این محصول سرعت حلالیت بالای آن، حتی در آب سرد می باشد. این ویژگی سبب کاربرد گسترده آن در پودرهای مخلوط فوری مورد استفاده در نوشیدنی های سرد گردیده است. تکنولوژی تولید این محصول بصورت انحصاری در اختیار شرکت های خارجی از جمله دانیسکو<sup>۲</sup> می باشد. با توجه به کاربردهای فراوان این محصول، هنوز هیچ واحد تولیدی داخل کشور در این زمینه اقدامی انجام نداده است. شکر فوری علاوه بر سرعت حلالیت بالا، جریان پذیری مناسبی هم دارد. علاوه بر این مزایا قابلیت فشرده سازی بصورت مستقیم<sup>۳</sup> داشته و می تواند بعنوان حاملی برای طعم ها به عنوان مثال طعم کاکائو نیز استفاده گردد. شکر فوری در ماشینهای اتومات فروش<sup>۴</sup>، نوشیدنی های ورزشی و نیروزا، در تولید قرص ها و همچنین مخلوط های خشک<sup>۵</sup> نیز استفاده می گردد. خصوصیات اصلی پودرهای آگلومره مانند اندازه، دانسیته، تخلخل، حلالیت و قابلیت جاری شدن به نوع فرآیند آگلومریزاسیون و شرایط آن وابسته است. بنابراین بهینه یابی شرایط تولید با توجه به خصوصیات مورد نظر از اهمیت زیادی برخوردار می باشد. با وجود اینکه مکانیسمهای فیزیکی در تمامی فرآیندهای آگلومریزاسیون مشابه است ولی متغیرهای فرآیند و تاثیرشان بر فرآیند آگلومریزاسیون می تواند بسیار متفاوت باشد (کرایپر ۱۹۹۹). بر اساس بررسی مطالعات انجام شده و آزمایشات اولیه موقعیت نازل، ارتفاع نازل، دبی هوای گرم ورودی، فشار پاشش، شکل هندسی محفظه، نوع فیلتر خروجی، زاویه پاشش مایع توسط نازل، میزان پودر اولیه ورودی و اندازه ذرات پودر اولیه در شرایط بهینه ثابت منظور گردیدند. در نهایت تاثیر تغییر پارامترهای درجه حرارت هوای ورودی، زمان پاشش و دبی مایع پاشش شونده بر روی خصوصیات شامل اندازه، دانسیته، جریان پذیری، تخلخل

---

1 - Instant sugar

2 - Danisco

3- Directly compressible

4 - Vending machine

5 - Dry mixtures

و راندمان بررسی گردید. همچنین با بررسی مطالعات انجام شده مشخص گردید که اگر چه مطالعات مشابهی در مورد سایر پودرها انجام شده ولی در بیشتر آنها تاثیر پارامترها بصورت جدا از هم آنالیز شده و تاثیرات متقابل آنها لحاظ نگردیده است. بنابراین امید است در این پایان نامه علاوه بر بهینه یابی شرایط فرآیند شکر فوری این تاثیرات نیز مشخص گردند تا بتوان ویژگیهای محصول آگلومره را قبل از تولید پیش بینی نمود.



# فصل دوم

## ۲- بررسی منابع

### ۲-۱- مقدمه

تاریخچه مشخصی در مورد تولید محصولات فوری<sup>۱</sup> وجود ندارد. در برخی منابع پودر نوشیدنی شکلاتی<sup>۲</sup> به دلیل استفاده در نوشیدنی های سرد بعنوان یکی از اولین محصولات فوری که توسط آگلومریزاسیون<sup>۳</sup> تولید می شود، گزارش شده است (پینتاترو ۱۹۷۲). تعاریف بسیاری در مورد فرآیند آگلومریزاسیون ارائه شده است، اما شاید یک تعریف مختصر و کامل آگلومریزاسیون اینگونه باشد " آگلومریزاسیون فرآیندی است که به موجب آن چندین ذره بصورت تصادفی به هم اتصال یافته و در نتیجه ساختار باز و متخلخل با اندازه ای بزرگتر نسبت به ذرات اولیه

---

1- Instant product

2 - Chocolate drink powder

3 - Agglomeration

ایجاد می نمایند. این ساختار باز و متخلخل با اندازه بزرگتر باعث بهبود خصوصیات مانند جریان پذیری<sup>۱</sup>، قابلیت خیس شوندگی<sup>۲</sup> و پخش شوندگی<sup>۳</sup> در مایعات می گردند. همچنین طبق تعریف گیدلو، آگلومریزاسیون شامل خوشه ای شدن (توده ای شدن) ذرات ریز جدا از هم می باشد که این توده ای شدن توسط ایجاد حالت چسبناک در سطح ذرات ایجاد می شود. با بهم چسبیدن این ذرات شبکه متخلخلی ایجاد می گردد که نفوذ و جذب مایعات در آن سریع تر انجام شده و نهایتاً سبب تولید محصولی با پخش و حل شوندگی سریع می گردد (گیدلو و میلی ۱۹۶۱).

فرآورده های غذایی به شکل پودر، قبل از مصرف عمدتاً در آب یا محلولهای آبی حل و یا پخش می گردند. به علت کشش سطحی بالای ذرات ریز، آب نمی تواند ذرات ریز را کاملاً خیس کند. به منظور بهبود قابلیت خیس شوندگی و افزایش سرعت پخش و حل شدن محصولات پودری، اغلب آنها را فوری می نمایند. بدین منظور آنها را در معرض فرآیندهای ویژه ای قرار می دهند. این فرآیندها به نامهای آگلومریزاسیون، رسوب دهی<sup>۴</sup>، انکپسولاسیون<sup>۵</sup>، فشرده سازی<sup>۶</sup>، گرانولاسیون<sup>۷</sup>، صفحه ای کردن<sup>۸</sup>، قالبی کردن<sup>۹</sup> و قرص سازی<sup>۱۰</sup> معروفند. منظور از منظور از فوری یا فوری نشده در اینجا پودرهای آگلومره شده مانند قهوه فوری، شیر خشک و نوشیدنی شکلاتی

---

1- Flow ability

2 - Wettability

3- Dispersibility

4- Sintering

5- Encapsulation

6 - Compaction

7 - Granulation

8- Pelletizing

9 - Briquetting

10 -Tableting

است که قابلیت پخش و حل شدن سریعی در آب، شیر و سایر مایعات را دارا هستند (شوبرت ۱۹۹۳). همچنین بر طبق تعریف جدید، فرآورده های غذایی فوری محصولاتی با ویژگی سهولت در مصرف هستند که نیاز به آماده سازی اندکی جهت بازسازی یا پخت قبل از مصرف دارند (لاوال و شیتو ۲۰۰۷). با وجود اینکه منظور ما از فوری سازی بیشتر مطابقت با تعریف اول دارد، ولی ویژگی سهولت در مصرف را هم بدنبال دارد. سایر ویژگیهای محصولات پودری از جمله قابلیت جاری شدن، رنگ و شکل ظاهری در طی این فرآیندها بهبود یافته، همچنین دانسیته توده و تشکیل گرد و غبار نیز کاهش می یابد. بنابراین فوری سازی سبب بهبود کیفیت فرآورده نیز می گردد. علاوه بر مزایای فوق بدلیل اینکه در اغلب این فرآیندها تنها ساختار فیزیکی پودر تغییر می یابد، لذا ویژگیهای ذرات جدا از هم پودر اولیه حفظ گردیده و فرآیند فوری سازی هیچگونه تاثیر سوئی بر ویژگی های حسی و کیفیت تغذیه ای فرآورده ندارد (مستر واستولز ۱۹۷۳). علاوه بر محصولات غذایی، سایر مواد پودری مانند داروها، رنگها و کودها نیز به منظور بهبود کیفیت فوری می شوند. با توجه به اینکه اصول ساخت فرآورده های فوری بستگی به نوع مواد فرآیند شده دارد، بنابراین کاربرد عمده روشهای بحث شده در اینجا محدود به مواد غذایی می شود. فرآیند فوری سازی در صنایع غذایی سبب تولید محصولی با ویژگی سهولت در مصرف می گردد، که در اغلب موارد با افزایش سرعت پخش شوندگی و حلالیت در آب همراه است.

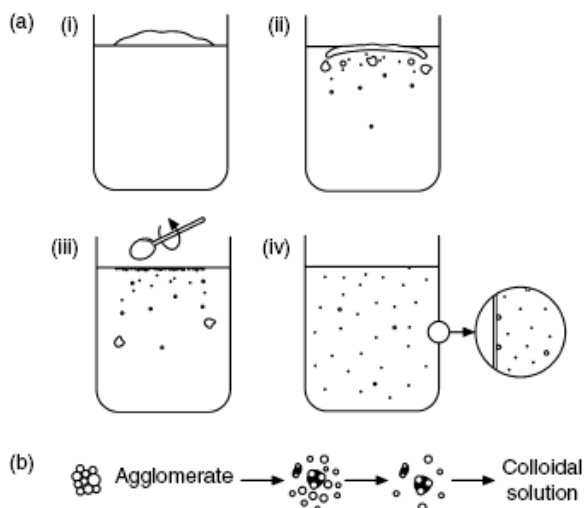
آگلومریزاسیون مواد جامد پودری به دلایل خصوصیات این مواد که عبارتند از:

- ۱- حالت و خاصیت بد ریزشی
- ۲- خصوصیات بد تزریق
- ۳- تولید گرد و غبار در هنگام کار با این مواد
- ۴- دارای وزن کم توده و در نتیجه حجم زیاد اشغال شده (افزایش هزینه)
- ۵- خصوصیات بد انتقال، بخصوص هنگامی که انتقال به کمک جریان هوا می باشد.
- ۶- عدم اختلاط مناسب با مواد با دانسیته متفاوت

انجام می گردد، در نتیجه این عمل فرآورده ای با هسته بزرگتر تولید می گردد (استیب ۱۹۹۴).

بعد از اینکه یک پودر بر روی سطح مایع ریخته میشود مراحل ذیل رخ می دهد (شکل ۱-۲):

۱. نفوذ مایع به داخل حفرات به علت موئینگی<sup>۱</sup>
۲. فرو رفتن و غرق شدن ذرات یا تقسیم شدن ذرات درون مایع<sup>۲</sup>
۳. پخش پودرها درون مایع<sup>۳</sup>
۴. اگر ماده قابل حل باشد، حل شدن ذرات درون مایع<sup>۴</sup>



شکل ۱-۲- (a) مراحل حل شدن پودر شیر: (i) خیس شدن (ii) ته نشین شدن (iii) پخش شدن کلوخه ها و حل شدن آگلومره ها و ذرات (iv). حل شدن ولی هنوز ذرات با سرعت حلالیت کم در سوسپانسیون وجود دارند (b) حل شدن آگلومره ها

1- Wettability

2- Sinkability

3- Dispersibility

4 - Solubility