

# فناوری چسب در صنعت مقوای کنگره‌ای

(ترجمه)

حسین ناظرانی هوشمند

تحصیلات: کارشناس ارشد صنایع چوب و کاغذ

تاریخ دریافت مقاله: تیر ماه ۱۳۸۹

تاریخ پذیرش مقاله: مهر ماه ۱۳۸۹

## چکیده:

فیس (۴) به عنوان یکی از مواد مناسب برای بسته‌بندی توسط آلبرت جونز (۵) به منظور بسته‌بندی بطری‌ها مطرح گردید. در سال ۱۸۷۵، رابرت تامپسون (۶) و هنری موریس (۷) اقدام به تأسیس یک کارخانه در جهت توسعه‌ی مواد بسته‌بندی بر پایه‌ی مقوای کنگره‌ای نمودند.

از آن زمان تاکنون، صنعت مقوای کنگره‌ای رشد قابل توجهی داشته و در طی ۱۰۰ سال اخیر محصولات متعددی در این صنعت صورت پذیرفته است.

## ۲- ساختار مقوای کنگره‌ای:

به طور کلی مقوای کنگره‌ای به چهار دسته اصلی تقسیم می‌شود که مقوای اولی در تمام آن‌ها مشترک است:

- ۱- مقوای تک رویه یا سینگل فیس؛
- ۲- مقوای تک دیواره یا سینگل وال (۸)؛
- ۳- مقوای دو دیواره یا دوپل وال (۹)؛
- ۴- مقوای سه دیواره یا تریپل وال (۱۰).

از اتصال یک لایه‌ی مسطح (لاینر) (۱۱) و یک لایه‌ی کنگره‌ای (۱۲)، سینگل فیس (مقوای تک رویه) به دست می‌آید. از اتصال مقوای سینگل فیس و یک لایه‌ی مسطح دیگر، مقوای تک دیواره و از اتصال دو مقوای سینگل

چسب نشاسته یکی از اجزاء مهم در پیوند و چسبیدن لایه‌های مختلف مقوای کنگره‌ای است. این چسب از نوع چسب‌های گرماگیر است و اجزاء مهم آن شامل نشاسته، آب، سودکاستیک و بوراکس می‌باشد.

بخت نشاسته در بعضی موارد دو مرحله‌ای و در بعضی دیگر، یک مرحله‌ای است.

از چسب‌های دیگر آن می‌توان به چسب با پایه سیلیکات و پی. وی. آی اشاره کرد، لیکن مهم‌ترین و پر مصرف‌ترین چسب این صنعت، چسب نشاسته است. همچنین از چسب‌های دیگر این صنعت، چسب با پایه‌ی سیلیکات و پلی وینیل استات PVA (۱) می‌باشد.

## واژه‌های کلیدی:

چسب‌های گرماگیر، چسب‌های گرماده، نشاسته، بوراکس و سودکاستیک.

## ۱- مقدمه:

مقوای کنگره‌ای یکی از مواد مورد استفاده در صنعت بسته‌بندی است که از قدمت دیرینه‌ای برخوردار نمی‌باشد. حلی (۲) و آلن (۳) اولین بار در سال ۱۸۵۴، کاربرد استفاده از مقوای کنگره‌ای را ارائه دادند. در سال ۱۸۷۱ مقوای سینگل

فیس به هم دیگر و نیز اتصال یک لایه مسطح دیگر به آن‌ها، مقوای دو دیواره حاصل می‌گردد. لازم به توضیح است که برای تشکیل مقوای سه دیواره، لازم است که سه مقوای سینگل فیس به همراه یک لایه مسطح (لایزر) بهم متصل گردد تا یک مقوای هفت لایه را به وجود آورند.

همان طوری که اشاره گردید، لایه‌های مختلف مقوای کنگره‌ای باید بهم متصل گردند و این اتصال از طریق چسب امکان‌پذیر است که جزء لاینفک مقوای کنگره‌ای به حساب می‌آید. در واقع چسب نشاسته، اتصال اجزاء تشکیل‌دهنده‌ی مقوای کنگره‌ای را بر عهده دارد.

### ۳- ساختار چسب نشاسته:

به طور کلی چسب‌ها به دو دسته تقسیم می‌شوند:  
۱- گرماگیر: در هنگام چسباندن دو قطعه به یکدیگر در زمان استفاده از چسب‌های فوق‌الذکر به گرما نیاز می‌باشد. (مانند چسب نشاسته)؛

۲- گرماده: چسبیدن دو قطعه با آزاد شدن گرما همراه است (مانند PVA).

مهم‌ترین مزیت چسب PVA، بدون در نظر گرفتن اینکه برای اتصال به گرما احتیاج ندارد، این است که موج و تاب برداشتن مقوا با مصرف این چسب به حداقل می‌سد ولی این چسب به علت هزینه‌ی بالایی که ایجاد می‌کند مورد استفاده قرار نمی‌گیرد.

یکی از چسب‌های گرماگیری که در گذشته در صنعت مقوای کنگره‌ای مورد استفاده قرار می‌گرفت، چسب سیلیکات سدیم بوده است که مقاومت به لهیدگی لبه (۱۳)، در مقوای ساخته شده توسط چسب مذکور در مقایسه با مصرف چسب نشاسته بهبود می‌یافت؛ ولی چسب سیلیکات خود دارای معایبی است که عبارتند از:

۱- اتصال یافتن و چسبیدن به هر فلزی نظیر لوله‌ها و یا ماشین‌آلات مقواسازی؛

۲- ساییده بودن مقوای ساخته شده منجر به سائیدن و کند کردن تیغه‌های برش می‌شود.

باید اشاره گردد که چسب PVA و سیلیکات سدیم برخلاف چسب نشاسته، هر دو به صورت آماده به کارخانه وارد می‌گردند.

به طور کلی، عمده‌ترین چسب مورد مصرف در صنعت مقوای کنگره‌ای، بر پایه‌ی نشاسته می‌باشد. چهار عنصر اصلی سازنده چسب نشاسته عبارتند از:

**الف- نشاسته‌ی خشک که از محصولات مختلف کشاورزی نظیر ذرت، سیب‌زمینی، گندم، تاپوکا (۱۴) و سایر محصولات آن به دست می‌آید.**

تغییرات ایجاد شده در اثر آب گرم غیر قابل برگشت است. نشاسته‌ی ژلاتینی شده پس از خشک شدن دارای قدرت جذب آب مجدد زیاد می‌باشد. تمام گرانول‌های نشاسته که از یک منبع گیاهی واحد به دست آمده باشند، در یک درجه‌ی حرارت مشخص، ژلاتینی نمی‌شوند. گرانول‌های بزرگ‌تر در درجه حرارت پایین‌تری متورم می‌شوند.

نشاسته‌ی ذرت و به ویژه نشاسته گندم، نسبت به انواع دیگر نشاسته‌ها در درجات حرارت بالاتری، سبب افزایش ویسکوزیته می‌شوند. به طور کلی ژلاتینی شدن اکثر نشاسته‌ها تا حرارت ۹۵ درجه سانتی‌گراد صورت می‌گیرد. هنگامی که نشاسته شروع به تورم کرد باید از بهم زدن اضافی اجتناب شود زیرا باعث پاره شدن گرانول‌های تورم یافته می‌گردد که کاهش ویسکوزیته و رقت محیط را به همراه دارد. نشاسته‌های دارای آمیلوز زیاد در شرایط پختن عادی یعنی حرارت ۱۰۰-۹۵ درجه سانتی‌گراد، هیچ گونه افزایشی در ویسکوزیته‌ی محیط ایجاد نمی‌کنند. در چنین نشاسته‌هایی عمل حرارت دادن باید به ۱۷۰-۱۶۰ درجه سانتی‌گراد برسد تا حالت خمیری و افزایش ویسکوزیته در محیط ظاهر گردد.

عوامل مؤثر متعددی بر ژلاتینی شدن چسب نشاسته دخالت دارند. از عوامل مهم آن، غلظت زیاد قند در محیط است که باعث کاهش میزان ژلاتینی شدن، حداکثر ویسکوزیته و استحکام ژل تشکیل شده می‌گردد. از عوامل مؤثر دیگر در کاهش غلظت و ویسکوزیته‌ی چسب،

چربی هاست که می‌توانند با آمیلوز، تشکیل کمپلکس بدهند و بر تورم گرانول، اثر منفی داشته باشند. [۱]

PH به شدت اسیدی بر روی ژلاتینی شدن نشاسته اثر می‌گذارد ولی PH در محدوده ۴-۷، اثر کمی روی تورم یا ژلاتینی شدن نشاسته دارد. در این حالت در حقیقت تحت اثر اسید، رکتترین‌هایی (تکه‌هایی خاص از نشاسته) به وجود می‌آیند که فاقد اثر غلیظ‌کنندگی هستند. برای جلوگیری از این اثر رقیق‌کنندگی اسید از نشاسته‌هایی که دارای مولکول‌های پیوسته به یکدیگر می‌باشند، استفاده می‌شود.

نشاسته پلیمری از مولکول‌های گلوکز است. این ماده در بافت‌های گیاهی به صورت دانه‌های جدا از هم یا گرانول وجود دارد که قطر آن‌ها از ۲ تا ۱۰۰ میکرون متغیر می‌باشد. مهم‌ترین منبع تهیه‌ی نشاسته، ذرت است؛ اما نشاسته‌ی گندم، برنج، سیب زمینی و غیره نیز به بازار عرضه می‌شود. نشاسته از دو قسمت یا دو نوع مولکول پلیمری تشکیل شده است. یک قسمت به صورت خطی و فاقد انشعاب موسوم به آمیلوز است و قسمت دیگر که دارای انشعاب می‌باشد آمیلوپکتین (۱۵) نامیده می‌شود. معمولاً حدود ۸۰-۷۵ درصد نشاسته را آمیلوپکتین و بقیه‌ی آن را آمیلوز تشکیل می‌دهد.

هنگامی که دانه‌ها یا گرانول‌های نشاسته صدمه ندیده و پخته نشده در آب سرد، قرار داده می‌شوند. مقداری آب جذب می‌کنند. در این حالت مقدار آب جذب شده، محدود است و تا حرارت ۶۵ درجه سانتی‌گراد فقط یک افزایش حجمی کم در مورد این گرانول‌ها صورت می‌گیرد. البته این افزایش یا تورم نیز قابل برگشت است و گرانول‌ها را می‌توان به حجم اولیه باز گرداند. اما چنانچه تورم در حد زیاد انجام گیرد در این صورت گرانول‌ها امکان برگشت به وضعیت خود را از دست می‌دهند که به چنین تغییری، ژلاتینی شدن گفته می‌شود.

هنگامی که سوسپانسیون گرانول‌های نشاسته در آب سرد حرارت داده می‌شود، تغییراتی در رابطه با ژلاتینی شدن آن صورت می‌گیرد. سوسپانسیون که در ابتدا حالت شیری رنگ دارد ناگهان شروع به شفاف و روشن شدن می‌نماید که چنین حالتی با توجه به نوع منبع نشاسته در درجات حرارتی

متفاوت ظاهر می‌شود. با افزایش این شفافیت، تورم گرانول‌های نشاسته نیز به وقوع می‌پیوندد.

مقدار آمیلوز در محصولات ذکر شده، متفاوت است. آمیلوز توانایی نشاسته را برای نفوذ به کاغذ بیشتر می‌کند و نشاسته در حضور آب و گرما، به چسب تبدیل می‌شود. تغییرات شیمیایی که در گرانول‌های نشاسته اتفاق می‌افتد باعث می‌گردد که نشاسته را متورم، چسبناک و سرانجام سخت نماید که نهایتاً سطوح کاغذ به هم دیگر می‌چسبند.

**ب- دومین عنصر سازنده چسب نشاسته، آب است. حضور آب برای تبدیل کردن نشاسته به چسب الزامی است در واقع آب دو نقش اصلی ایفاء می‌کند:**

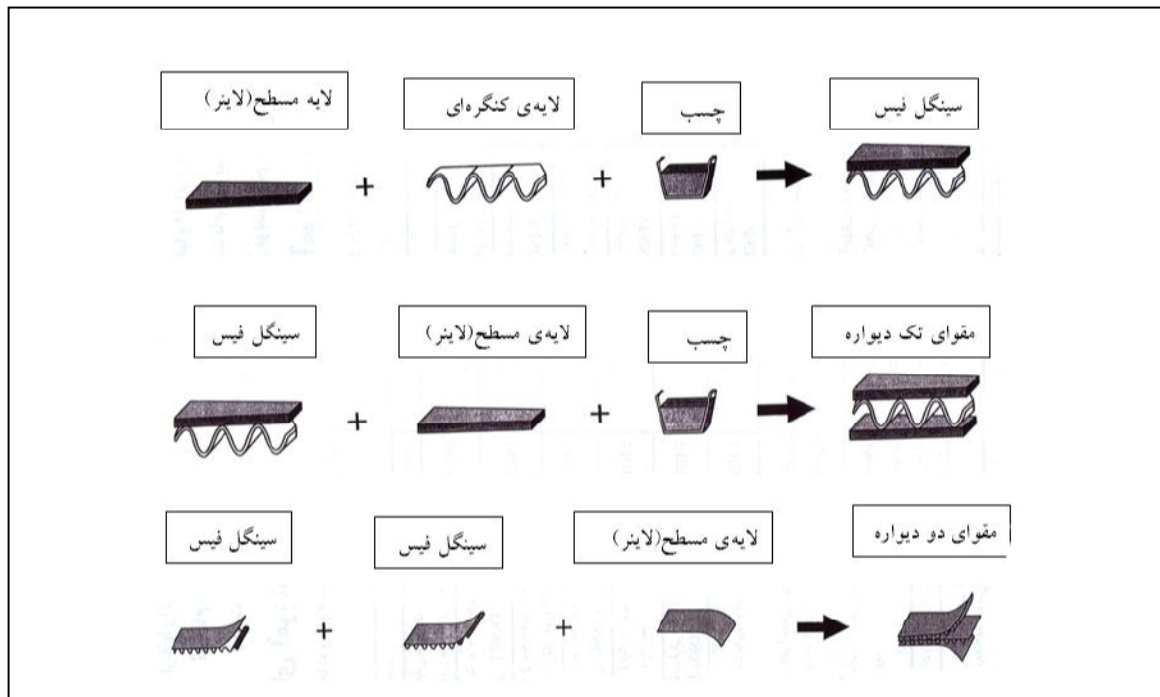
۱- تبدیل کردن نشاسته به چسب؛ ۲- به عنوان انتقال دهنده‌ی مخلوط چسب از میان لوله‌ها به تشتک چسب ماشین سینگل مینر.

**ج- سومین عنصر سازنده چسب نشاسته، سود کاستیک است که نقطه‌ی ژلاتینی شدن را پایین می‌آورد.**

نقطه‌ی ژلاتینی شدن دمایی است که در آن نشاسته متورم شده و چسبناک می‌گردد. هر چقدر که نقطه‌ی ژلاتینی شدن چسب پایین باشد، ماشین مقواسازی قادر است که با سرعت بیشتری به تولید بپردازد چرا که نشاسته‌ی استفاده شده به گرمای کمتری جهت خشک شدن و سفت گردیدن احتیاج دارد.

**د- چهارمین عنصر سازنده چسب نشاسته، بوراکس (۱۶) است که روی و بسکوزیته و نیز مشخصات تشکیل لایه‌ای چسب اثر می‌گذارد.**

بوراکس همچنین عملکرد کاستیک را کنترل می‌کند. در نهایت چسب به وسیله‌ی غلتک اپلیکاتور (آماده‌سازی چسب) (۱۷) به نوک کنگره‌ها (فلوت‌ها) رسانده می‌شود.



شکل ۱- فرایند ترکیب دیواره‌های مقوای چند لایه

#### ۴- روش‌های ساخت چسب نشاسته:

نهایی باید به طور دائم بهم زده شده و گرم نگه داشته شود تا از ژله بستن نشاسته‌ی خام (۱۸) جلوگیری به عمل آید.

پختن اولیه (۱۹) مواد سازنده‌ی چسب در مخزنی جدا صورت می‌گیرد و اضافه کردن نشاسته‌ی خام به نشاسته‌ی پخته شده (نشاسته‌ی اولیه)، نوعی تعدیل و اصلاح (۲۰) به حساب می‌آید. شکل (۲) چگونگی یک فضای پخت دو مرحله‌ای دستی برای چسب نشاسته را نشان می‌دهد.

روش دیگری که برای ساخت چسب وجود دارد، استفاده از یک مخزن پخت (۲۱) است که تحت فشار بالا فعالیت می‌نماید و به طور جزئی تمام اجزاء سازنده‌ی چسب را پخته و به هیچ وسیله‌ی حمل و نقل دیگری احتیاج ندارد. اجزاء چسب در این مخزن، آماده شده و قطعاً دیگر نیازی به نشاسته‌ی ناقل (نشاسته‌ی ژله‌ای شده) نمی‌باشد. مواد شیمیایی لازم که به محلول نشاسته‌ی خام و گرم شده باید افزوده گردد، اضافه می‌شود و در گذر زمان، مخلوط شروع به متورم شدن می‌نماید.

روش‌های پایه متعددی وجود داشته و چسب‌ها را آماده ساخته که برای هر کدام از این روش‌ها، متغیرهایی وجود دارد. یکی از روش‌های متداول ساخت چسب نشاسته، بدین شرح است:

تقریباً ۱۰ درصد کل مقدار نشاسته با آب، کاستیک و بوراکس مخلوط می‌گردد. مخلوط حاصله گرم شده تا زمانی که نشاسته متورم گردد. اعمال مذکور در یک مخلوط‌کننده‌ی اولیه صورت می‌پذیرد. مخلوط حاصله سپس به یک مخزن بزرگ‌تر فرستاده می‌شود که در آن محلولی از آب، بوراکس، کاستیک و نشاسته خام با آن مخلوط می‌گردد و به میزان کافی تکان می‌خورند و بهم آمیخته می‌شوند.

نشاسته‌ی پخته شده در مخلوط نهایی وجود دارد تا نشاسته‌ی خام را در سوسپانسیون نگهداری کند و در نهایت چسب حاصله از میان لوله‌ها به مخازن چسب در ماشین مقواسازی پمپ می‌گردد. لازم به توضیح است که مخلوط

یک روش ابتکاری برای مخلوط کردن نشاسته، به کارگیری مخلوط‌کننده با قابلیت برش (۲۲) بالاست که دارای پروانه بوده و با سرعت بالایی می‌چرخد. [۱] وقتی نشاسته پخته می‌شود پروانه میکسر، نشاسته را پراکنده می‌سازد. پخت نشاسته یا به صورت دستی و یا به صورت خودکار انجام می‌گیرد. اگر نشاسته‌ی پخته شده در آخر هفته تغییراتی در خصوصیاتش داشته باشد، ممکن است که یک نشاسته‌ی پخته شده اصلاح شده به مخزن ذخیره اضافه گردد تا آن را اصلاح نماید. پمپ کردن نشاسته با یک پمپ که عمل برش را انجام می‌دهد منجر به کاهش ویسکوزیته‌ی چسب می‌گردد.

می‌تواند مطابق با خصوصیات مقوای در حال تولید تغییر نماید که این تغییر وابسته به گستردگی نیاز و احتیاجات مشتریان می‌باشد. مهم‌ترین خواص نشاسته خشک که بر روی محصول نهایی اثر می‌گذارد عبارتند از:

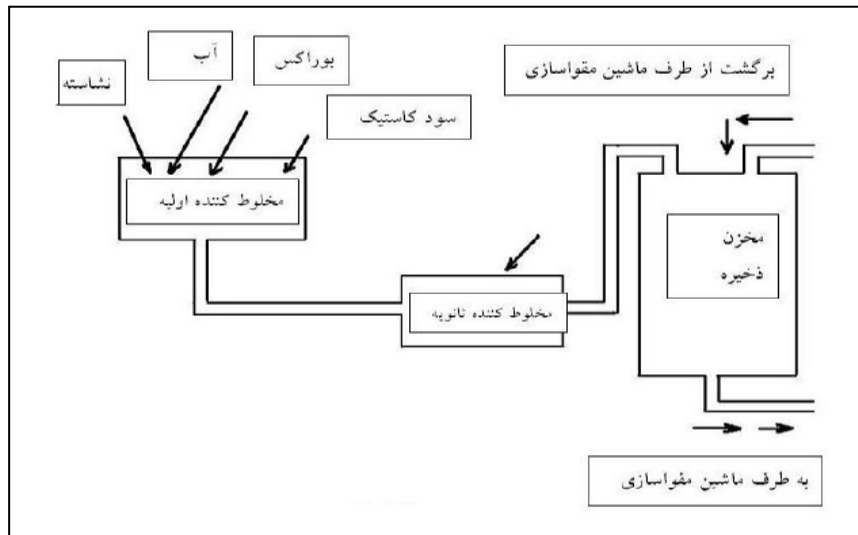
۱- چگالی حجمی (۲۴)؛

۲- جریان‌پذیری (۲۵)؛

۳- خاصیت الکترواستاتیکی (۲۶)؛

۴- مقدار رطوبت (۲۷).

چسب آماده شده به طور موقت، ذخیره می‌شود و به ماشین مقواسازی تا زمانی که مورد نیاز است، تغذیه می‌گردد. در ماشین مقواسازی (کرگیتور)، مخزنی جدا



شکل ۲- فرایند پخت دو مرحله‌ای دستی چسب نشاسته

سیستم رایانه‌ای برای ساخت چسب ممکن است به گونه‌ای طراحی شده باشد که فقط برای پخت‌های جدید، بدون توجه به مواد ذخیره شده، مورد استفاده قرار گیرد. اصلاح کردن مخلوط نشاسته در مخزن ذخیره به مهارت نیاز دارد. باید اشاره گردد که اگر مقدار چسب مصرف شده در روی کنگره‌ها (فلوت‌ها) کم و یا زیاد باشد، تاول زدن (۲۳) و یا انحناء و تورفتگی در مقوا ایجاد خواهد نمود. مخلوط‌کننده‌های درون نشاسته می‌توانند به طور کامل به کنترل رایانه‌ای مجهز شوند و هر ماده بعد از وزن شدن به مخلوط‌کن تغذیه گردد و دما و ویسکوزیته به طور کامل و دائم کنترل شود. در سیستم‌های رایانه‌ای فرمولاسیون چسب

برای سینگل مینرها، دبل فیبر و هر فرمولاسیون دیگر نظیر چسب‌های ضد آب باید وجود داشته باشد. مخازن باید به گرم‌کننده‌ها و نیز مخلوط‌کننده‌ها برای نگهداری سوسپانسیون مجهز باشند. داخل سوسپانسیون باید گرم باشد تا از فرستادن نشاسته به صورت سرد به ماشین مقواسازی اجتناب گردد. همچنین اگر مخلوط‌کننده‌ها متوقف گردند، ژله‌ای شدن نشاسته را منجر خواهند شد. تجهیزات چسب باید با دقت و وسواس خاصی نگهداری گردند چرا که مخلوط چسب ذخیره شده، موردی مناسب برای تخریب به وسیله‌ی باکتری‌ها می‌باشد. مواد حفاظتی

۱۲. Corrugate
۱۳. Edge crush test
۱۴. Tapioca
۱۵. Amilo pakten
۱۶. Borax
۱۷. Applicator roll
۱۸. Settle out
۱۹. Batch
۲۰. Modification
۲۱. Jet cooker
۲۲. High shear mixer
۲۳. Blister
۲۴. Bulk density
۲۵. Flowability
۲۶. Electrostatic
۲۷. Humidity

#### ۷- منابع:

1. Paper and paperboard packaging Technology. edited by: mark j. kirwan blackwell. 2005

#### آدرس نویسنده:

تهران - صندوق پستی ۷۶۷۹-۱۴۱۵۵.

به صورت همیشگی برای هر بار پخت باید اضافه گردند تا از آلودگی چسب جلوگیری به عمل آید.

تعدادی از سیستم‌های لوله‌کشی، زمینه لازم را برای چرخش و سیر کوله شدن نشاسته از میان مخازن چسب فراهم می‌کند و چسب را به تانک ذخیره باز می‌گرداند. این کار به پخت ثابت، نیاز دارد و انواعی از پمپ‌ها با عملکرد نامطلوب به خاطر برشی که ایجاد می‌کنند ویسکوزیته‌ی چسب را کاهش داده و چسب را خراب و نابود می‌سازند. پمپ‌ها با عملکرد چرخشی تمایل دارند تا مخلوط چسب را برش بزنند؛ اما پمپ‌های دیافراگمی از این کار اجتناب می‌کنند. در سیستم‌های پمپی دیگر یک مخزن نگهدارنده‌ی کوچک در نزدیکی ماشین مقواسازی وجود دارد که همه‌ی نشاسته به سمت تشتک ماشین سینگل نیز فرستاده می‌شود و مقدار زیاد چسب به مخزن کوچک باز گردانده می‌شود و مخزن کوچک مجدداً پر می‌گردد.

#### ۵- نتیجه‌گیری:

با توجه به اینکه در ساختار چسب گیاهی بر پایه نشاسته، اجزاء و عناصر مختلفی دخالت دارد؛ لذا با کنترل صحیح کمی و کیفی اجزاء ساختاری چسب فوق‌الذکر نظیر کنترل خصوصیات نشاسته از نظر مقادیر آمیلوز و آمیلوپکتین، بوراکس، سود و حتی آب مصرفی می‌توان به نتایج بسیار سودمندی در افزایش راندمان خط تولید و کاهش ضایعات دست یافت و این امر در صورتی امکان‌پذیر است که با فرمولاسیون و ترکیب مواد نامبرده به خوبی آشنا باشیم.

#### ۶- پانوش:

۱. Polyvinyl acetate
۲. Healy
۳. Allen
۴. Single face
۵. Albert jones
۶. Robert thompson
۷. Henry morris
۸. Single wall
۹. Double wall
۱۰. Triple wall
۱۱. Liner