

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه آزاد اسلامی
واحد شاهرود
دانشکده مهندسی شیمی گروه شیمی

رساله کاشناسی ارشد
گرایش: پلیمر

عنوان:

تهیه و بررسی خواص نانوکامپوزیت پلیمر کربوهیدرات/مونت موریلونیت

استاد راهنما:

دکتر محمود نیکخواامیری

اساتیدمشاور:

دکتر علی فرج تبار

نگارش:

علی یزدانی

زمستان ۹۲



Islamic Azad University

Shahrood Branch

Faculty of Science the Department of Chemical Engineering
Thesis (M.Sc)
On Chemical Engineering –Polymer

Subject :

Preparation and the study of Carbo Hydrate / Montmorillonite
Nanocomposites characteristics

Thesis Advisor:

Mahmood Nikkoh Amiri (Ph.D)

Consulting advisor :

Ali Farjtabar (Ph.D)

By:

Ali Yazdani

Winter 1392

تقدیم به :

هرچند ناچیز تقدیم به

پدر ارجمند و مادر دلسوزم که هرچه دارم از دعای خیر آنهاست

من لم یشکر المخلوق لم یشکر الخالق

از استاد گرامی جناب آقای دکتر محمود نیکخو امیری که راهنمایی پایان نامه حقیر را به عهده داشته و همواره از رهنمودهای ارزنده ایشان برخوردار بوده‌ام و علاوه بر گشودن ابهامهای علمی و تخصصی درس زندگی نیز فرا گرفته‌ام، بی نهایت سپاسگذارم
از جناب آقای دکتر علی فرج تبار که مشاور پایان نامه را بر عهده داشته و از مشورت های دلسوزانه ایشان بهره مند بوده‌ام بی نهایت سپاسگذارم.

فصل اول : کلیات تحقیق

۱-۱-مقدمه.....	۲
۲-۱-بیان مسئله.....	۲
۳-۱-اهمیت موضوع.....	۳
۴-۱-هدف پروژه.....	۵

فصل دوم: مروری بر ادبیات تحقیق و پیشینه تحقیق

۲- پلیمرها و مواد زیست تخریب پذیر.....	۷
۱-۲-پلیمرهای سنتزی غیرتخریب پذیر.....	۷
۲-۲- پلیمرهای زیست تخریب پذیر.....	۸
۴-۲- کربوهیدرات.....	۱۰
۵-۲- سیلیکات لایه ای.....	۱۴
۶-۲- روشهای آماده سازی نانوکامپوزیت های پلیمری.....	۱۸
۷-۲- پلی اتیلن.....	۲۲
۸-۲- تهیه نانوکامپوزیت نشاسته/خاک رس.....	۲۴
۹-۲- خواص نانوکامپوزیت.....	۲۵

فصل سوم : مواد و روشها

۱-۳-مقدمه.....	۳۱
۲-۳- شناسایی و انتخاب مواد.....	۳۱
۳-۳- تهیه نانو کامپوزیتها.....	۳۲
۴-۳- شکل شناسی.....	۳۴
۱-۴-۳- پراش پرتو X.....	۳۴
۲-۴-۳- میکروسکپ الکترونی عبوری.....	۳۴
۵-۳- آزمون مکانیکی کشش.....	۳۶
۶-۳- آزمون حرارتی.....	۳۸

فصل چهارم: تجزیه و تحلیل داده ها

۱-۴- مقدمه.....	۴۱
۲-۴- شکل شناسی.....	۴۱
۲-۲-۴- نتایج آزمون TEM.....	۴۳
۳-۴- نتایج آزمون های مکانیکی.....	۴۴
۴-۴- نتایج آزمون های حرارتی.....	۴۸
۵-۴- نتایج آزمون های حرارتی (DSC).....	۵۲
نتایج و بحث.....	۵۴

۵۶	پیشنهادات.....
۵۷	مراجع.....

چکیده:

نانوکامپوزیت های پلی اتیلن / نشاسته سازگار شده با پلی اتیلن گلايکول با مقادیر ۳، ۵، ۱۰ و ۳۰ درصد وزنی از خاک رس اصلاح شده کلوزیت 30B به روش اختلاط مذاب تهیه و خواص مکانیکی، شکل شناسی و پایداری حرارتی نمونه ها بررسی شد. نتایج آزمون کشش نشان داد، با دارا بودن ۵ درصد وزنی از نانوخاک رس مقادیر استحکام کششی، مدول کشسانی و ازدیاد طول تا به ترتیب $15/75 \text{ MPa}$ ، $1/57 \text{ MPa}$ و $4/2\%$ به دست آمد. همچنین، وجود ۵ درصد وزنی رس باعث افزایش ۲۰٪ استحکام کششی و ۸۱٪ مدول کشسانی و کاهش ۴۹٪ ازدیاد طول تا پارگی شده است. دلیل این بهبود خواص، می تواند پراکنش مناسب و تشکیل شبکه فیزیکی از لایه های سیلیکاتی در زمینه پلیمر باشد پخش خاک رس در زمینه پلیمری بوسیله روش XRD (تفرق اشعه ایکس) و TEM (میکروسکوپ الکترونی عبوری) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بدست آمده وجود ساختار اینترکلایت و اکسفولیت در نمونه های ساخته شده، را تأیید کرد. پایداری حرارتی نمونه ها بوسیله دستگاه کالریمتری پیمایشی دیفرانسیلی (DTG) و آنالیز وزن سنجی حرارتی (TGA) مورد مطالعه قرار گرفت. پایداری حرارتی نمونه ها با افزایش نانو خاک رس افزایش یافت. که بیشترین پایداری حرارتی نمونه ۵ درصدوزنی خاک رس، نانوکامپوزیت نشاسته/پلی اتیلن/خاک رس دارا می باشد.

کلید واژه: نانو کامپوزیت، کلوزیت 30B، پایداری حرارتی، خواص مکانیکی، نشاسته، پلی

اتیلن

فصل اول

کلیات تحقیق

۱-۱- مقدمه

در جهان حدود ۱۲۵ میلیون تن پلاستیک تولید می شود که حدود ۳۰ میلیون تن آن در بخش بسته بندی مصرف می شود. آلودگی ناشی از مواد بسته بندی تولید شده از مشتقات نفتی و مشکلات ناشی از روشهای مختلف آلودگی زدایی (مانند دفن کردن، سوزاندن و بازیافت آنها) توجه پژوهشگران را در طی سالهای اخیر به یافتن جایگزینهای مناسب برای این نوع مواد بسته بندی معطوف کرده است [۱]. از دهه ۸۰، استفاده از فیلم های خوراکی در بسته بندی مواد غذایی و دارویی مورد توجه روز افزون قرار گرفته است. که علت آن علاوه بر زیست تخریب پذیری بالای این فیلم ها، بازدارندگی خوب آنها در مقابل گازها، از چربی و ترکیبات عطر و طعمی می باشد که می تواند به روشهای مختلف حفظ کیفیت ماده غذایی کمک کند. برای تولید فیلم های خوراکی از پروتئینها، پلی ساکاریدها، چربیها و یا ترکیبی از این مواد استفاده میشود [۲]. نشاسته از جمله پلی ساکاریدهایی است که به فراوانی و با هزینه کم قابل تولید است. نشاسته به علت داشتن ماهیت پلیمری قابلیت فیلم سازی خوبی دارد ولی به دلیل دارا بودن برخی معایب نمی تواند به تنهایی فیلم مطلوبی تولید کند.

خاصیت آبدوستی شدید نشاسته و مقاومت ضعیف فیلم در برابر رطوبت و همچنین خواص مکانیکی ضعیف آن در مقایسه با پلیمرهای سنتزی، مهمترین معایب فیلم نشاسته می باشند که باعث محدود شدن استفاده از این بیوپلیمر در زمینه های مختلف می شود [۳].

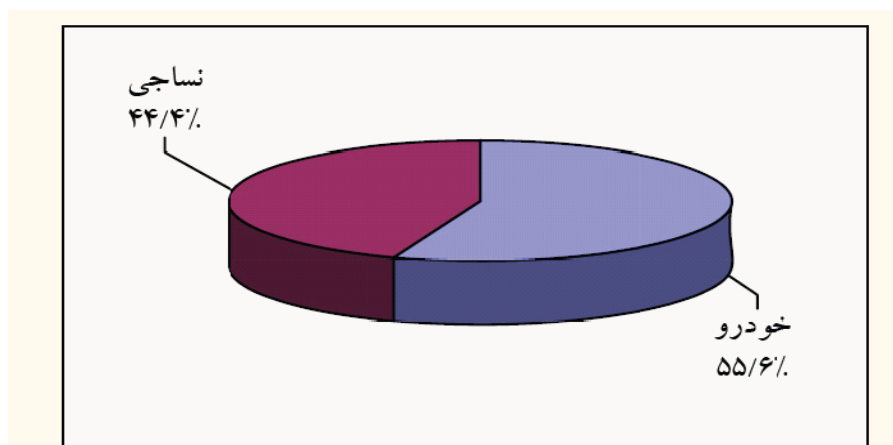
۱-۲- بیان مسئله

در سالهای اخیر، به دلیل افزایش توجه به آلودگی محیط زیست و کاهش منابع فسیلی، مطالعات زیادی برای جایگزینی پلاستیکهای سنتزی مشتق شده از ترکیبات نفتی با پلاستیکهای بدست آمده از منابع تجدید پذیر صورت گرفته است به این منظور، پلیمرهای زیستی به دلیل فراوانی در طبیعت و تخریب پذیر بودن مورد توجه زیادی قرار گرفته اند، در این میان، پلیمر زیستی نشاسته به دلیل وفور در طبیعت، دومین بیوپلیمر فراوان در طبیعت است، ارزان بودن و قابلیت ترموپلاستیک شدن، به عنوان ماده بسته بندی مورد توجه زیادی قرار دارد. هر چند نشاسته به تنهایی، دارای معایبی مانند آبدوستی بالا و ویژگیهای مکانیکی ضعیف، شکنندگی بالا می باشد. استفاده از پرکننده های غیر آلی در ماتریس پلیمر، استحکام و سفتی پلیمر را افزایش می دهد و تولید آن ها بصورت بالقوه می تواند باعث بهبود ویژگیهای مکانیکی مواد بسته بندی و ظروف می شود، استفاده از نانوپرکننده ها در تولید کامپوزیت ها بسیار رایج شده و نانوکامپوزیت های حاصل، ویژگیهای مکانیکی و بازدارندگی بهتر و منحصر به فردی را نسبت به پلیمر خالص،

نشان می دهند. معایب نشاسته را همچنین می توان با اختلاط آن با پلیمرهای دیگر اصلاح نمود. اولین پلاستیکهای مرکب نشاسته/پلیمر سنتزی و (LDPE) از اختلاط نشاسته با پلیمرهای پلی اتیلن با دانسیته پایین و پلی استایرن بدست آمدند اگرچه نشاسته به سادگی در محیط تجزیه می شود، پلاستیکهای مرکب بر پایه نشاسته/پلیمر سنتزی کاملاً تخریب نمی شوند. از اینرو، توجه زیادی به اختلاط نشاسته با وجود دارد. پلی وینیل الکل پلیمرهای سنتزی زیست تخریب پذیر مانند محصول هیدرولیز پلیمر پلی وینیل استات بوده که زیست تخریب پذیر و محلول در آب می باشد و دارای ویژگیهای مکانیکی مطلوبی مانند استحکام کششی و ازدیاد طول کرنش بالا می باشد، لذا اختلاط آن با پلیمر نشاسته باعث بهبود ویژگیهای مکانیکی فیلم نشاسته می شود. در این پژوهش، ابتدا نحوه پخش نانورس در کامپوزیت نشاسته با پلی وینیل الکل مطالعه خواهد شد و سپس اثرات و غلظت های مختلف نانورس بر ویژگیهای مکانیکی و مقاومت حرارتی آن مورد بررسی، قرار خواهد گرفت.

۱-۳- اهمیت موضوع

نانوکامپوزیت های زیستی برای کاربردهای تجاری در حال توسعه هستند. در حال حاضر پیش بینی زمان تجاری سازی آنها دشوار است، اما برخی از منابع صنعتی اعتقاد دارند تا سال ۲۰۰۸ این امر با تولید قطعات خودروی سبز (زیست تخریب پذیر) که پیشگام جاده ها خواهد بود، محقق خواهد شد. لذا سهای ضد آتش کاربرد دیگری است که دارای پتانسیل بسیار بالایی است. با فرض تجاری سازی نانوکامپوزیت های زیستی تا سال ۲۰۰۸، مؤسسه BCC بازار جهانی این مواد را تا سال ۲۰۱۱ حدود ۹ میلیون دلار برآورد می کند. این میزان حجم بازار قطعات خودرو حدود ۵۵ درصد حجم بازار پیش بینی شده برای نانوکامپوزیت های زیستی را تا سال ۲۰۱۱ به خود اختصاص خواهند داد و مابقی نیز توسط صنعت نساجی استفاده خواهند شد، در (شکل ۱-۱) طبقه بندی شده است.



(شکل ۱-۱) بازار جهانی نانوکامپوزیت زیستی براساس نوع کاربرد در سال ۲۰۱۱

البته تا زمان تجاری سازی قطعات خودروی مبتنی بر نانوکامپوزیتهای زیستی در سال ۲۰۰۸ حوادث زیادی رخ خواهد داد. برخی از این حوادث عبارتند از: توسعه فرایندهای تولید نانوکامپوزیتهای زیستی در مقیاس تجاری و متقاعد شدن خودروسازان برای استفاده از این فناوری جدید.

مؤسسه BCC معتقد است در صورتی که چالشهای تولید حل شوند، شرکتهای خودروسازی مانند شرکت ولوو، می‌توانند استفاده از قطعات مبتنی برنانو کامپوزیتهای زیستی را تا پایان دهه کنونی آغاز کنند.

برآورد میزان فروش واقعی نانوکامپوزیتهای زیستی در حال حاضر دشوار است، اما در صورتی که از نمودارهای پذیرش اولیه قطعات خودروی مبتنی بر نانوکامپوزیتهای خاک رس به عنوان یک الگو استفاده کنیم، انتظار می‌رود تا سال ۲۰۱۱ بازار خودروسازی برای نانوکامپوزیتهای زیستی به ۵۰۰ تن و ارزش ۵ میلیون دلار برسد (جدول ۱-۱).

(جدول ۱-۱) بازار جهانی نانوکامپوزیت سلولز تا سال ۲۰۱۱

نرخ رشد ترکیبی درصد سالانه (۲۰۰۵-۲۰۱۱)	۲۰۱۱	۲۰۰۶	۲۰۰۵	نانوکامپوزیت سلولز
۰	۵۰۰	۰	۰	وزن (تن)
۰	۵	۰	۰	ارزش (میلیون دلار)

۱-۴-هدف پروژه

هدف از این پژوهش، ساخت مواد نانوکامپوزیتی بر پایه پلی کربنات، خاک رس می باشد که دارای مقاومت مکانیکی، پایداری حرارتی بالایی باشند. از آن جهت که افزایش خاک رس در مقیاس نانومتر به زمینه های پلیمری باعث بهبود خواص مکانیکی و حرارتی آنها می گردد، در این تحقیق علاوه بر بررسی اثر افزایش خاک رس بر روی پلیمر از قبیل خواص مکانیکی و پایداری حرارتی، نانوکامپوزیت های تهیه شده بررسی خواهد شد، همچنین مقایسه بین پلیمر با نانوکامپوزیت های تهیه شده به عمل خواهد آمد.

۱-۵-فرضیه ها

- روش تهیه نانو کامپوزیت ها با استفاده از روش ذوب صورت می گیرد.
- با استفاده از روش XRD و TEM به بررسی ریز ساختار نانو کامپوزیتها می پردازیم
- افزایش نانو ذرات باعث بهبودی خواص مکانیکی نانوکامپوزیت می شود
- افزایش نانو ذرات باعث تغییرات پاریداری حرارتی نانوکامپوزیتها می شود

فصل دوم

مروري بر ادبيات تحقيق و پيشينه تحقيق

۲- پلیمرها و مواد زیست تخریب پذیر

پلیمرها و مواد زیست تخریب پذیر در مقایسه با پلاستیک های موجود نه تنها در فرآیند تولید، انرژی کمتری مصرف می نمایند بلکه به دلیل مواد مصرفی تجدیدپذیر از اهمیت ویژه ای برخوردارند. ساده ترین تعریف پلیمر عبارت است از ماده ای که از تعداد متنابهی واحدیکسان ساخته شده. پلیمر را مانند يك زنجیر در نظر بگیرید که مرحله زنجیر (مر) نامیده می شود که عنصر اصلی کربن و عناصر دیگر نظیر هیدروژن، اکسیژن، نیتروژن و یا سیلیکون به آن متصل می باشند. از بهم پیوستن مرها، پلیمر تولید می شود. پلیمرهایی نظیر قیر، پوسته لاک پشت، شیره درختان از شروع زمان وجود داشته اند که انسان های اولیه با اعمال حرارت و فشار از آن ها وسایل تزئینی و جواهرآلات می ساخته اند. ساخت اولین پلیمر نیمه سنتزی که به ولکانیزاسیون لاستیک انجام شد به سال ۱۹۰۹ توسط باکلیت بر می گردد و پس از آن و در سال ۱۹۱۱ ابریشم مصنوعی تولید می گردد.

از سال ۱۹۷۰ و با وخیم شدن مشکل دفن زباله در سطح جهان، موضوع استفاده از پلیمرهای زیست تخریب پذیر مطرح گردید که اولین موضوع در خصوص کیسه های زباله و مواد يك بار مصرف بود طوری که ۳۰ درصد از پلاستیک های تولیدی برای مصارف يك بار مصرف می باشد و تنها ۲ درصد از آن بازیابی می گردد لذا پلیمرهای زیست تخریب پذیر به عنوان جایگزین مناسب پلاستیکهای رایج مطرح گردید .

به طور کلی می توان پلیمرها را به دو گروه عمده زیست تخریب پذیر و غیر تخریب پذیر تقسیم بندی نمود و پلیمرهای زیست تخریب پذیر را براساس اجزای تشکیل دهنده، روش تهیه، روش ساخت و یا کاربرد آن ها نیز تقسیم بندی نمود [۴،۲].

۲-۱- پلیمرهای سنتزی غیرتخریب پذیر

منومر این پلیمرها از منابع نفتی بوده و به وسیله الیاف کربن و شیشه مقاوم می شوند که سعی گردیده در مقابل عوامل محیطی مقاوم باشند که خود باعث آلودگی محیط زیست به دلیل عدم تخریب پذیری آن ها توسط محیط زیست می شود که از آن جمله می توان به: پلی اتیلن، پلی پروپیلن، پلی یورتان، پلی استایرن و غیره اشاره کرد. [۴].

۲-۲- پلیمرهای زیست تخریب پذیر

پلیمرهای زیست تخریب پذیر براساس اجزای تشکیل دهنده از نظر خاستگاه طبیعی و غیرطبیعی تقسیم بندی می گردد که به شرح زیر است [۴].

۲-۲-۱- پلیمرهای زیست تخریب پذیر با خاستگاه طبیعی

- پلی ساکاریدها مانند نشاسته و سلولز
- پروتئین ها مانند ژلاتین، پروتئین موجود در شیر، ابریشم، پشم
- لیبیدها نظیر روغن کرچک و چربی اشباع شده حیوانی
- پلی استرهای تولید شده از میکرو ارگانیزم ها یا گیاهان مانند پلی هیدروکسی آلکانوات ها یا پلی هیدروکسی بوتیرات
- پلی استرهای ساخته شده بر پایه منومر طبیعی نظیر پلی لاکتیک اسید
- یک گروه از پلیمرهای گوناگون نظیر لاستیک طبیعی [۴].

۲-۲-۲- پلیمرهای زیست تخریب پذیر سنتزی

پلیمرهای زیست تخریب پذیر زیادی وجود دارد که از مواد اولیه پتروشیمی تولید می شوند و بعضی وقت ها تعدادی از آن ها در محیط اطراف ما یافت می شوند نظیر نخ های بخیه که در پزشکی مصرف می شوند.

- پلی استرهای آلیفاتیک نظیر پلی گلایکولیک اسید
- پلی استرهای آروماتیک یا ترکیب با پلی استرهای آلیفاتیک
- پلی اولفین های اصلاح شده
- پلی وینیل الکل ها

هر کدام از نمونه های بالا دارای خواص ویژه و کاربردهای بالقوه ای هستند [۴].

۲-۳- روش های تخریب پلیمرهای زیست تخریب پذیر

پلیمرها به روش های میکروبی، نوری و شیمیایی تخریب می شوند. هر سه روش تحت عنوان زیست تخریب پذیری تقسیم بندی می شوند که محصولات نهایی حاصل از تخریب در طبیعت یافت می شوند [۴].

۲-۳-۱- تخریب از طریق نور

در این روش با تابش نور خورشید پلیمر به قطعات کوچک تر تبدیل می گردد. بیشتر تخریب میکروبی بعد از تخریب نوری شروع می شود. پلی اولفین ها از آن دسته پلیمرهایی هستند که توسط نور تخریب می شوند [۴].

روش های پیشنهادی جهت تخریب نوری عبارتند از:

- اضافه کردن افزودنی نظیر بنزوفنون به داخل ساختار پلیمر.
- اصلاح ساختار پلیمر با اضافه کردن جاذب اشعه فرابنفش نظیر

• ساخت پلیمرهای حساس به نور

۲-۳-۲- تخریب از طریق میکروبی

پلیمرهایی که از مواد طبیعی ساخته می شوند نظیر الیاف کتان یا نشاسته مستعد به تخریب شدن از طریق مواد بیولوژیک هستند. سرعت تخریب پلیمرها در سیستم تخریب بیولوژیکی بستگی به نوع فرمولاسیون و میکروب مورد نیاز برای تخریب دارد. در این روش با وارد کردن نشاسته به ساختار پلیمر و بعد از آن که در تماس خاک یا آب قرار می گیرند به وسیله میکروب ها حمله می شود که در ابتدا نشاسته تجزیه شده و پلیمر به اختار اسفنجی تبدیل می شود که بسیار ضعیف می گردد. بعد از آن که نشاسته تجزیه می شود بافت پلیمر به وسیله حمله آنزیمی شروع به تخریب می کند. هر واکنش آنزیمی باعث قیچی شدن مولکول و کوچکتر شدن پلیمر شده تا این که کل پلیمر تخریب شود [۴].

روش دیگر جهت تخریب میکروبیولوژیکی پلیمرها استفاده از میکرو ارگانیزم ها در پلیمرهاست که برای هدفی خاص به منظور تخریب مواد پلیمری انجام می گیرد. این روش بسیار پر هزینه بوده و باعث توقف استفاده از منابع تجدیدپذیر می شود. میکروارگانیزم های مورد نظر به منظور تخریب پلاستیک های برپایه نفت طراحی شده اند. البته این روش کمکی به حفظ منابع تجدید ناپذیر نمی نماید تنها از آلودگی محیط زیست جلوگیری می کند [۴].

۲-۳-۳- تخریب شیمیایی

بعضی از پلیمرها وقتی در محلول های آبی قرار می گیرند به سرعت تخریب می شوند. نمونه ای از این نوع، دیپارت ۱ است (نام تجاری دانه های پلی وینیل الکل است که در قالب گیری تزریقی به عنوان فداشونده عمل می نماید این ماده توسط یک شرکت انگلیسی تولید می شود) که به سرعت در آب گرم حل شده و به پلی وینیل الکل و گلیسرین تبدیل می ود. مشابه بسیاری از پلاستیک های تخریب پذیر به وسیله نور، در این پلیمر نیز تخریب عامل پلیمر بعد و از طریق میکروبی اتفاق می افتد. میکروارگانیزم های مناسب به راحتی در مکان های تصفیه آب یافت می شوند. از جمله پلیمرهای زیست تخریب پذیر دیگری که می توان به آن اشاره کرد نوداکس ۲ است. نوداکس قابل تخریب در محیط قلیایی بوده و به سرعت تخریب می شود [۴].

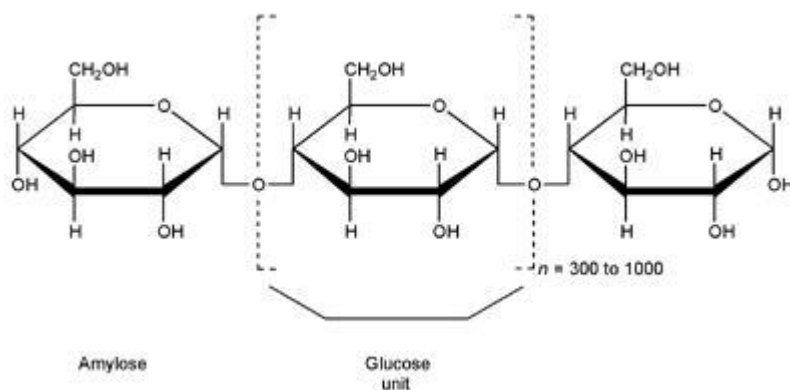
۲-۴- کربوهیدرات

نشاسته شکل عمده ذخیره ای کربوهیدراتها در غده ها و اندوسپرم دانه گیاهان می باشد، که به صورت گرانولها (ریز دانه ها) یافت شده است، هر کدام (از گرانول ها) به طور نمونه، شامل چندین میلیون مولکول آمیلوپکتین همراه با تعداد زیادی مولکول آمیلوز کوچکتر هستند. عمده

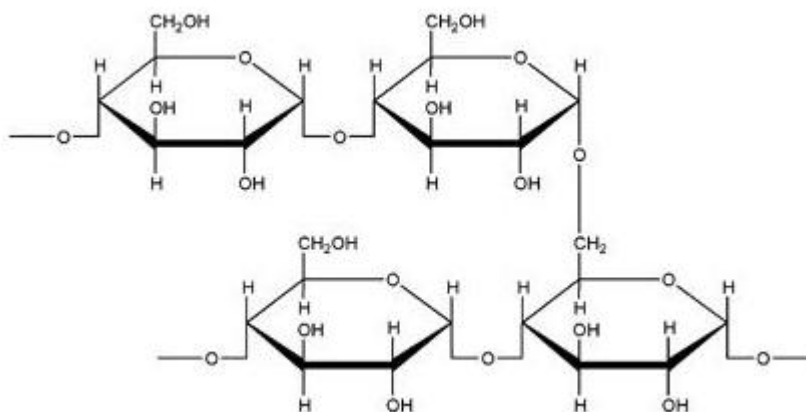
ترین ذخیره نشاسته در ذرت و سایر منابع مانند گندم، سیب زمینی، کاساروز یا مانیوک (tapioca) و برنج می باشد. آمیلوپکتین (بدون آمیلاز) می تواند از نشاسته ذرت مومی جدا شود در حالیکه آمیلوز (بدون آمیلوپکتین) به بهترین نحو مخصوصا بعد از هیدرولیز آمیلوپکتین با پولولاناز، جدا می شود. اصلاح ژنتیکی محصولات نشاسته ای اخیرا به سمت توسعه و ایجاد نشاسته هایی با عاملیت بهبود یافته و هدفمند سوق داده شده است.

۲-۴-۱- واحد ساختمانی نشاسته

نشاسته شامل دو نوع مولکول، آمیلوز (به طور معمول ۲۰ تا ۳۰ درصد) و آمیلوپکتین (به طور معمول ۷۰ تا ۸۰ درصد) می باشد. هر دو متشکل از پلی مرهایی از واحدهای D- α گلوکز در آرایش C_{14} می باشند. در آمیلوز این (پلی مر ها) دارای پیوند (۱ ۴) ، با حلقه اکسیژنی اتمهای موجود در یک سمت می باشند (شکل ۲-۱) ، در حالیکه در آمیلوپکتین تقریبا یک در هر بیست باقیمانده (residue) یا بیشتر با پیوند (۱ ۶) به شکل شاخه ای به هم اتصال دارند (شکل ۲-۲). نسبت آمیلوز به آمیلوپکتین و (۱ ۶) شاخه ها ، هر دو به منبع نشاسته بستگی دارد، به عنوان مثال، ذرت های آمیلو شامل پنجاه درصد آمیلوز می باشند در حالیکه ذرت مومی تقریبا هیچ مقدار آمیلوز ندارد (تقریبا سه درصد).



(شکل ۲-۱) نمایش قسمتی از ساختار آمیلوز



(شکل ۲-۲) نمایش قسمتی از ساختار آمیلوپکتین

آمیلوز و آمیلوپکتین ذاتا مولکول های ناسازگاری می باشند، آمیلوز دارای وزن مولکولی کم و با شکلی تقریباً طویل است در حالیکه آمیلوپکتین بزرگ اما مولکولی متراکم است. بیشترین ساختارشان شامل واحدهای α -D(۱-۴) گلوکوز می باشد. اگرچه پیوند های α -D(۱-۴) قادرند حول (زاویه پیوند) ϕ و ψ سای چرخش آزاد داشته باشند، پیوند هیدروژنی بین اتم های اکسیژن O2 و O3' از باقیمانده های متوالی، تمایلی برای ایجاد ساختار فضایی مارپیچی را سبب می شود. این ساختار های مارپیچی تقریباً انعطاف ناپذیرند و ممکن است پیوستگی صفحات هیدروفوبی (آبگریز) در آنها مشهود باشد

۲-۴-۲- نشاسته

نشاسته ترکیب پیچیده‌ای از کربوهیدرات‌ها و نامحلول در آب است. از آن برای تولید چسب و کاغذ و در صنایع بافندگی استفاده می‌کنند. از لحاظ زیست‌شیمی نشاسته از دو نوع بسیار (پلیمر) کربوهیدرات به نام آمیلوز و آمیلوپکتین (چندقندی‌ها) تشکیل شده است. تکیارهای این چندقندی‌ها واحدهای گلوکز هستند که به روش سر به دم به یکدیگر وصل شده و تشکیل پیوندهای آلفا ۱ و ۴ را می‌دهند. روی هم رفته ساختار آمیلوپکتین به سادگی سایر زنجیرهای چندقندی نیست. در این چندقندی دو واحد گلوکز از طریق پیوندهای ۱ و ۶ آلفا به یکدیگر متصل شده و تشکیل شاخه‌های فرعی را می‌دهند. آمیلوپکتین یک بسیار (پلیمر) با شاخه‌های بسیار گلوکز می‌باشد که در گیاهان یافت می‌شود. آمیلوپکتین به همراه آمیلوز از واحدهای سازنده نشاسته است. آمیلوپکتین محلول در آب است.

واحدهای گلوکز در آمیلوپکتین به صورت پیوند آلفا ۱ به ۴ در ستون اصلی و به صورت آلفا ۱ به ۶ در شاخه‌های فرعی به هم متصل شده‌اند. این شاخه‌های فرعی به طور تقریبی هر ۲۴ تا ۳۰ گلوکز یک بار دیده می‌شوند.

آمیلوز قسمتی از نشاسته گیاهی (۲۰ تا ۳۰٪) که مولکول آن از ۱۰ تا ۲۰ رشته متصل به هم تشکیل شده و هر رشته مرکب از ۲۰ واحد گلوکز است. در مولکول آمیلوز مانند مولکول سلولز رشته‌ها دارای شاخه جانبی نیستند. آمیلوز در مجاورت با یُد آبی می‌شود و با آب داغ خمیر تشکیل نمی‌دهد [۶،۵].

۲-۴-۱-۱- ساختار نشاسته

از لحاظ ساختاری نشاسته یک ترکیب خوشه‌ای از پلیمرهای خطی است که در آن پیوندهای زنجیری آلفا ۱ و ۴ ستونی از واحدهای گلوکز و شاخه‌های فرعی با پیوند آلفا ۱ و ۶ را تشکیل داده‌اند (شکل ۲-۲). نشاسته در ملکول به‌عنوان انرژی ذخیره می‌شود.

نشاسته دارای فرمول شیمیایی $C_6[(H_2O)_5]_n$ می‌باشد که توسط آنزیم آمیلاز به دو واحد گلوکز تبدیل می‌گردد. اسیدهای رقیق نیز باعث تجزیه نشاسته به دو واحد گلوکز می‌گردد. دانه نشاسته در آب سرد و الکل غیرقابل حل بوده و حالت سوسپانسیون به خود می‌گیرد و در آب گرم ۷۰ درجه سانتیگراد متورم شده و دانه‌های آن ترکیده و حالت ژله‌ای و چسبنده ایجاد می‌گردد. نشاسته در اثر تجزیه ناقص تبدیل به گلوکز، مالتوز و دکستروز می‌شود. نشاسته از دو زنجیره اصلی و شاخه‌های فرعی تشکیل شده است به زنجیره اصلی آن آمیلوز می‌گویند که در آب محلول بوده و ۲۰ درصد از ساختمان شیمیایی نشاسته را تشکیل می‌دهد و اتصالات حلقه‌های کربنی آن $\alpha(1-4)$ می‌باشد. شاخه‌های فرعی آن آمیلوپکتین نام دارد که در آب نامحلول بوده و ۸۰ درصد ساختمان شیمیایی نشاسته را تشکیل می‌دهد و اتصالات حلقه‌های کربنی آن $\alpha(1-4)$ بوده اما اتصالات حلقه‌های کربنی آمیلوپکتین به آمیلوز از نوع $\alpha(1-6)$ می‌باشد.

نشاسته برای تولید چسب و کاغذ و برای آهار زدن برخی پارچه‌ها استفاده می‌شود. همچنین در آشپزی و برای تهیه برخی از غذاها و شیرینی‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. در سده ۱۹ و اوایل سده بیستم از نشاسته رختشویی (آهار) که از مخلوط نشاسته و آب تشکیل می‌شد برای صاف کردن یقه و سرآستین پیراهن‌های مردانه موقع اتوکشی استفاده می‌کرد [۸،۷].