

تهیه پلیمرهای زیست تخریب پذیر نشاسته، پلی اتیلن و بررسی خواص آنها

دکتر عبدالرسول ارومیه ای^۱ و پگاه گوشه^۲

پست الکترونیکی: A.orumiehei@ippi.ac.i

۱- دانشیار- پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد-دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات

تاریخ دریافت مقاله: بهمن ۱۳۸۸ / تاریخ پذیرش مقاله: اردیبهشت ۱۳۸۹

درازی به طول می انجامد. نشاسته یکی از پلیمرهای طبیعی است که در زمینه‌های مختلف صنعتی استفاده می‌گردد. ترکیب این پلیمر طبیعی با پلی اتیلن (۱) باعث کاهش زمان تخریب پلی اتیلن می‌شود. بررسی خواص مکانیکی کامپوزیت‌های پلی اتیلن/ نشاسته از جمله مدول، مقاومت کششی و ازدیاد طول تا نقطه‌ی شکست در درصد‌های مختلف ترکیب نشاسته با پلی اتیلن، خواصی نزدیک به پلی اتیلن خالص را از خود نشان داد و همراهی نشاسته با پلی اتیلن به بهبود خواص فیزیکی نشاسته از یک سو و کاهش زمان تخریب پلی اتیلن از سوی دیگر کمک می‌کند و یکی از کاربردهای این محصول استفاده از آن در صنایع بسته‌بندی می‌باشد.

۱- چکیده:

امروزه پلیمرهای زیست تخریب پذیر با رشد فزاینده‌ای در حال جایگزینی با پلیمرهای سنتزی می‌باشند و این امرسبب شده است که از محصولات پتروشیمی کمتر استفاده شود، چرا که این محصولات از منابع تجدید ناپذیری تهیه می‌شود و تخریب آنها در محیط زیست سالیان

۲- واژه‌های کلیدی:

کامپوزیت، پلی‌اتیلن، پلی‌پروپیلن، نشاسته، خواص مکانیکی، پلاستیک‌های زیست تخریب پذیر.

۳- مقدمه:

با پیشرفت روز افزون علمی و فنی بشر در سال‌های اخیر مواد پلیمری با کاربرد بسیار بالا به بازار عرضه شده است. دامنه‌ی کاربرد این مواد بسیار پهناور بوده و از ظروف پلاستیکی یکبار مصرف تا ساخت بدنه‌ی هواپیما را در بر می‌گیرد [۱]. پلاستیک‌ها، پلیمرهایی هستند جامد و پایدار با منشاء نفت و گاز که امروزه جایگزین مناسبی برای چوب، فلز و شیشه می‌باشند. در این میان پلاستیک‌های تولید شده از پلی‌اتیلن سبک و ارزان بوده و از کاربردهای مهم آن تولید فیلم، صنعت بسته‌بندی، لوازم آشپزخانه، آزمایشگاه و اسباب‌بازی است [۲]. اما عرضه‌ی کالاهایی که تولید آنها در تعارض با محیط زیست می‌باشد، همواره با هشدارهایی از طرف حامیان محیط زیست و دولت‌ها همراه است و با توجه به آنکه این نوع محصولات از منابع تجدیدناپذیری تهیه می‌شوند تولید آنها با مشکلات اساسی روبرو است. حضور منابع تجدیدپذیر این نگرانی را مرتفع می‌سازد. از جمله پلیمرهایی که امروزه بسیار مورد توجه قرار گرفته‌اند، پلیمرهای زیست تخریب‌پذیر است. تلاش بر آن است که هر چه بیشتر از صنایع حجیم و آلاینده دور شده و به سوی صنایع کوچک و استراتژیک گام بر داریم [۳].

در این مطالعه هدف ما تهیه و بررسی برخی خواص مکانیکی کامپوزیت‌های پلی‌اتیلن / نشاسته است، در این کامپوزیت‌ها حضور نشاسته باعث کاهش زمان تخریب آنها می‌گردد. یکی از معضلات صنایع تولیدی پلاستیک‌ها و پوشش‌های پلاستیکی عدم بازگشت سریع شان به محیط

زیست است و از آنجا که تولید و تقاضای جهانی در زمینه‌ی ظروف یکبار مصرف و پوشش‌های بسته‌بندی هر روز بیشتر می‌شود، حجم زباله‌های تولیدی از این مواد بسیار بالاست و فضای لازم به منظور دفن چنین زباله‌هایی به مقدار کافی نمی‌باشد [۴]. مجموعه‌ی مسائل مطرح شده باعث می‌شود مطالعات گسترده‌ای در زمینه‌ی زیست تخریب‌پذیر کردن پلاستیک‌ها صورت گیرد و نکته‌ی مهم در این مطالعه این است که حضور پلیمرهای طبیعی زیست تخریب‌پذیر نشاسته در کنار پلیمر سنتزی پلی‌اتیلن به بهبود خواص فیزیکی و مکانیکی نشاسته کمک خواهد کرد.

۴- نشاسته:

نشاسته جز دسته‌ی پلی‌ساکاریدها می‌باشد و در نتیجه از منابع تجدیدپذیر محسوب می‌شود. پلی‌ساکاریدها کربوهیدرات‌هایی با وزن ملکولی بالا هستند و بیش از ده مونوساکارید در ساختارشان وجود دارد. پلی‌ساکاریدها عموماً غیر محلول در آب و بی‌مزه می‌باشند. نشاسته از یک نوع واحد قندی تشکیل شده واحد قندی موجود در نشاسته گلوکز است [۵]. نشاسته به عنوان یک پلیمر طبیعی زیست تخریب‌پذیر به کمک آنزیم میکروارگانیسم‌ها تجزیه می‌شود. این پلیمر طبیعی در بسیاری از دانه‌ها و گیاهان از جمله ذرت، گندم، جو، برنج و سیب زمینی وجود دارد و حاوی آمیلوز و آمیلوپکتین، لیپید و پروتئین است. ۷۵-۸۰ درصد نشاسته را آمیلوپکتین و بقیه را آمیلوز تشکیل می‌دهد. در عکس‌های میکروسکوپی پویشی که از سطح دانه‌های نشاسته گرفته شده سوراخ‌های ریزی مشاهده شده و همچنین حاوی کانال‌هایی نیز هست [۶]. حفره‌ها تأثیر بسزایی در خواص نشاسته دارد و فعالیت شیمیایی دانه‌ها در سطح آنها بیشتر است چرا که جایگاه مناسبی جهت حمله‌های آنزیمی و شیمیایی هستند. در شکل (۱) پیوندهای آلفا ۱-۴ بین سه ملکول گلوکز در نشاسته نشان داده شده است.

۵- حضور نشاسته در پلاستیک‌های

الف - سنتزی:

نشاسته به عنوان یک پلیمر طبیعی با ترکیب درصد‌های مختلف با پلیمرهای سنتزی مانند پلی‌اتیلن مخلوط می‌گردد

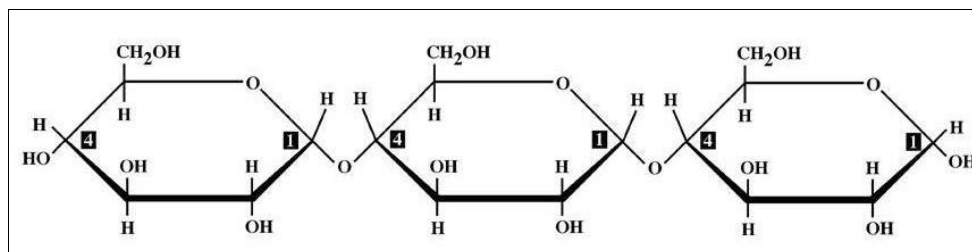
و سپس با روش های مختلفی از جمله روزن رانی می توان آرایه پوشش پلاستیکی تبدیل نمود. به دلیل حضور نشاسته در ماتریکس پلیمری، میکروارگانیسم ها می توانند نشاسته را به مصرف رسانده و ساختار یکپارچه ی کامپوزیت از هم پاشیده می شود. محصول تولیدی گرچه به طور کامل زیست تخریب پذیر نیست ولی نسبت به پلیمرهای سنتزی پرکاربرد در پلاستیک های بسته بندی، مانند پلی اتیلن و پلی پروپیلن با سرعت بیشتری به محیط زیست باز می گردد و اثرات مخرب زیست محیطی آن بسیار کم است [7].

پس از گذشت زمان در کامپوزیت پلی اتیلن/نشاسته در محیط هایی همچون خاک های مرطوب، حفره هایی مشاهده می گردد که در این نواحی نشاسته به آب و دی اکسید کربن تبدیل شده و از بستر کامپوزیت جدا می شود و این شرایط باعث گسیختگی ساختار و بالا رفتن سرعت تخریب می گردد.

انعطاف محصول تولیدی به میزان کمتر از ۳ درصد به نمونه ها اضافه شد. یک نمونه با داشتن پلی اتیلن به میزان ۱۰۰ درصد به عنوان شاهد انتخاب گردید و نمونه های آماده شده را با کمک دستگاه برابندر دو ماریچه اکستروود نمودیم.

جدول ۱- ترکیب درصد های مختلف نشاسته در پلی اتیلن و خواص مکانیکی آنها

درصد های /PE نشاسته	مقاومت کششی در نقطه شکست MPa	ازدیاد طول در نقطه شکست	مدول در نقطه شکست MPa
۰/۱۰۰	۱۳/۹	۲۳۲/۹۸۹	۱۱۰/۰۳۶
۲۰/۸۰	۱۲/۸	۲۴۶/۰۲۱	۲۳۶/۵۳۶
۳۰/۷۰	۱۱/۵	۲۸۹/۱۳۱	۲۶۰/۲۱۷
۴۰/۶۰	۸/۹	۳۴۰/۷۱۲	۲۹۹/۸۸۲



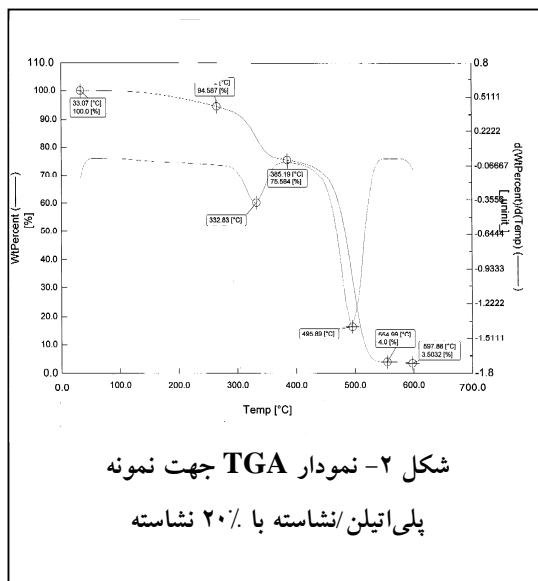
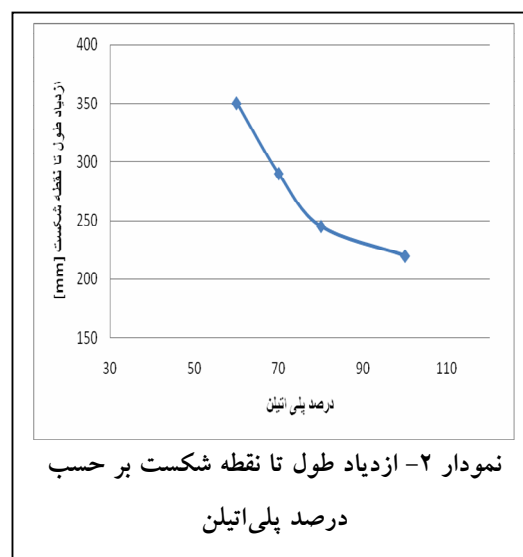
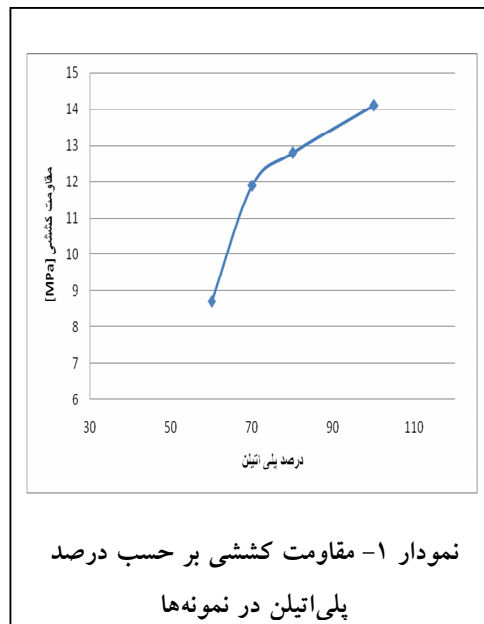
شکل ۱- پیوند ۱-۴ آلفا بین ملکول گلوکز در نشاسته

۶- فرآیند تولید کامپوزیت پلی اتیلن/نشاسته :

در این تحقیق از پلی اتیلن با دانسیته ی پایین (۲) استفاده شد و نشاسته ی مورد استفاده، نشاسته ذرت بود. جهت تهیه ی خمیر نشاسته، نشاسته را به نسبت سه به یک، با گلیسرول به عنوان نرم کننده ترکیب نموده و به مدت ۲۴ ساعت در آن ۷۵ درجه سانتی گراد قرار دادیم. پلی اتیلن به نسبت ۸۰، ۷۰ و ۶۰ درصد با خمیر نشاسته مخلوط گردید و پلی اتیلن مالئیک انیدرید به عنوان یک سازگارکننده و بالا بردن میزان



نمودار (۱) به راحتی می‌توانیم متوجه شویم که درصدهای ۲۰ و ۳۰ درصد نشاسته به لحاظ مقاومت کششی، بسیار به پلی‌اتیلن خالص نزدیک است و سبب می‌شود در اثر وارد آمدن تنش دچار صدمات مکانیکی نظیر سوراخ شدن نگردد و ویژگی‌های بازدارندگی خود را نسبت به گازها و رطوبت حفظ کند و از سازگار کننده پلی‌اتیلن مالئیک انیدرید جهت برقراری پیوند مناسب بین نشاسته و پلی‌اتیلن کمک گرفته شده است. در نمودار (۲) و (۳) به ترتیب ازدیاد طول تا نقطه‌ی شکست و مدول بررسی شده است. در این دو نمودار بر خلاف نمودار مقاومت کششی با کاهش درصد نشاسته از میزان افزایش طول تا نقطه‌ی شکست و یا مدول کاسته می‌شود. و شرایط در ۲۰ و ۳۰ درصد نشاسته مطلوب‌تر از ۴۰ درصد است و این موضوع حاکی از آن است که در بالا بردن درصد نشاسته در کامپوزیت محدودیت‌هایی وجود دارد و جهت کاهش نشاسته در میان پلیمرهای طبیعی فیلم‌های مقاوم‌تری تولید می‌کند به همین دلیل استفاده‌ی توأم پلی‌اتیلن با نشاسته در این محدودیت‌ها مطالعه روی سازگارکننده و بهینه سازی شرایط دستگاه راه حل مسئله می‌باشد. تهیه‌ی پوشش‌های پلاستیکی سبب حفظ خواص مکانیکی نمونه‌ها می‌گردد.



۷- آزمون خواص مکانیکی:

خواص مکانیکی نمونه‌های پلی‌اتیلن/نشاسته با درصدهای (۶۰/۴۰، ۷۰/۳۰، ۸۰/۲۰، ۱۰۰/۰) با استفاده از دستگاه کشش مدل MTS-۱۰ موجود در پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران، مورد ارزیابی قرار گرفت و نتایج به دست آمده در جدول (۱) درج گردیده است.

جدول (۱): ترکیب درصدهای مختلف نشاسته در پلی‌اتیلن و خواص مکانیکی آنها است. با کمک

تهیه پلیمرهای زیست تخریب پذیر نشاسته، پلی‌اتیلن و بررسی خواص آن‌ها

جدول ۳- کاهش وزن نمونه‌های دفن شده در

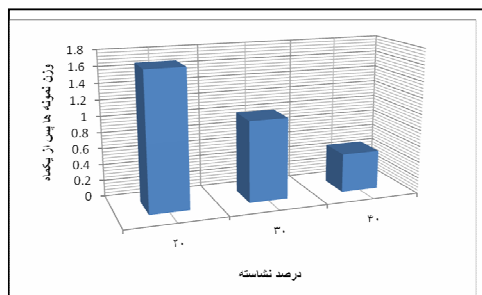
خاک پس از گذشت یک ماه

درصد تخریب نمونه‌ها	وزن نمونه‌ها پس از گذشت یکماه	وزن نمونه‌ها در ابتدا	پلی اتیلن / نشاسته (%)
۱،۴٪	۱/۶۸۱۷	۱/۷۰۴۷	۲۰/۸۰
۳۸،۵٪	۱/۰۰۴۴	۱/۶۳۲۲	۳۰/۷۰
۷۰٪	۰/۴۸۳۴	۱/۶۳۱۳	۴۰/۶۰

نمودار(۴) میزان کاهش وزن نمونه‌ها را در مدت یکماه نشان می‌دهد و در نمونه حاوی ۴۰ درصد نشاسته بیشترین میزان کاهش وزن را شاهد هستیم.

۱۰- نتیجه‌گیری:

در این مطالعه حضور نشاسته در کامپوزیت‌های پلی‌اتیلن / نشاسته بر میزان تخریب‌پذیری پلاستیک‌های تولیدی می‌افزاید و خواص مکانیکی نمونه‌ها فاصله‌ی چندانی با نمونه‌ی خالص پلی‌اتیلن ندارد. شرایط بسته‌بندی با این محصولات اثرات مخرب زیست محیطی کمتری خواهد داشت چرا که در یک توسعه‌ی پایدار هدف بهینه‌سازی



نمودار ۴- کاهش وزن نمونه‌های دفن شده در خاک پس از گذشت یک ماه

شرایط اقتصادی و کیفیت در تولید است، نشاسته به دلیل ارزان بودن دارای توجیه اقتصادی است و مقرون به صرفه می‌باشد. استفاده از کامپوزیت‌های

پلی‌اتیلن / نشاسته در بسته‌بندی صنایع غذایی و بهداشتی از کاربردهای مهم این کامپوزیت‌ها است. امید است در آینده‌ی نزدیک استفاده از منابع تجدیدپذیر بیشتر مورد حمایت واقع شده و حفظ سلامت محیط زیست در این میان پررنگ‌تر از گذشته گردد.

۱۱- پی‌نوشت:

1. polyethene
2. Low Density poly Ethylene
3. Therapeutic Goods Administration

۱۲- منابع:

1. A.Lazaridou, C. G. Biliaderis: Thermophysical properties of chitosan, chitosan-starch and chitosan-pullulan films near glass transition. Carbohydr. polym. 2002, 48, 179-190
2. A.M. Donald, A. C. Smith, S. C. Warburton, physical changes consequent upon the extrusion of starch, in: The glassy state in foods, J.M. V.Blanshard, P.J.Lillford, Eds. , Nottingham University Press 1993, p. 375
3. Nabar, Y., Draybuck, D., Narayan, R. physico-mechanical and hydrophobic properties of starch foam extruded with different biodegradable polymers. Journal of Applied Polymer Science , 2006. 102, 58
4. Weber, J.C. Biobased packaging materials for the food industry : state and perspective (2000)
5. Biliaderis, C.G., Structures and phase transitions of starch polymers. In: Polysaccharide Association Structures in food. Walter, R.H. (Ed.), pp 57-168 Marcel Dekker , Inc., New York , (1998)
6. Fannon. J.F., Shull, J.M., and BeMillar. J.N., Interior channels of starch granules. Cereal Chem., 70, 61 141 , (1993)
7. Guilbert, S. Technology and application of edible protective films. In Food Packaging and Preservation pp 371- 349 (1986)

۱۳- آدرس نویسنده:

تهران - بزرگراه تهران کرج - کیلومتر ۱۵ - خروجی به سمت بلوار پژوهش - پژوهشکده پلیمر ایران - تلفن ۰۲۱۴۴۵۸۰۰۲۱