

## مطالعه ویژگی های فیزیکی-مکانیکی فیلمهای تهیه شده از مخلوط پلی اتیلن و نشاسته

عبدالرسول ارومیه ای<sup>۱\*</sup>، طاهره طاهرزاده لاری<sup>۲</sup> و خدیجه کلاته<sup>۲</sup>

۱- پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران، تهران، ایران

۲- دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرری، تهران، ایران

**چکیده:** در این مطالعه آمیزه هایی از پلی اتیلن با چگالی پایین و نشاسته اصلاح شده با گلیسرول و نسبت های متفاوتی از نشاسته در گستره ۳۰ تا ۱۰۰ درصد در یک مخلوط کن داخلی ترکیب و سپس ورقه های نازکی به وسیله ی پرس گرمایی تهیه شدند. در این آمیزه ها از کوپلیمر پلی اتیلن- مالئیک انیدرید به عنوان سازگار کننده به میزان ۳درصد وزنی استفاده شد. ویژگی های فیزیکی- مکانیکی شامل افزایش طول در نقطه شکست، استحکام کششی، چگالی، میزان جذب آب و مدول برای ارزیابی اثر مقدار نشاسته در آمیزه، مورد بررسی قرار گرفت. در آمیزه با ۳۰ درصد نشاسته بیشترین مقدار افزایش طول در نقطه شکست (۶۸/۹ درصد) و در درصد مشابه از نشاسته استحکام کششی مطلوب ۱۰/۲ مگا پاسگال به دست آمد. با افزایش مقدار نشاسته در آمیزه، چگالی و میزان جذب آب افزایش می یابد.

**کلمات کلیدی:** پلی اتیلن؛ نشاسته؛ ویژگی های فیزیکی؛ ویژگی های مکانیکی

### مقدمه

آرام و متاثر از عوامل های محیطی است، که توسط جانداران کوچک و میکروسکوپی انجام می شود [۲-۴]. پلی اتیلن یکی از پلیمرهای مصنوعی با سطح آبگریزی و وزن مولکولی بالا است که در شکل طبیعی خودش قابل تخریب زیستی نیست. بنابراین استفاده از آنها در تولید مواد مصرفی یا بسته بندی باعث مشکلات زیست محیطی می شود [۵]. تغییر در ویژگیهای پلیمر به علت فیزیکی، شیمیایی و یا واکنشهای بیولوژیکی منجر به جدایی پیوند، تغییر شکل شیمیایی و تشکیل گروههای عاملی جدید می شوند که به عنوان تخریب پلیمر

افزایش مشکلات زیست محیطی با تجمع و انباشته شدن ضایعات پلاستیک، گرایشها را به سمت توسعه پلیمرهای تجزیه پذیر معطوف کرده است. بیشتر ضایعات پلاستیکی از مواد بسته بندی مانند کیسه های زباله، فیلم های کشاورزی، کیسه های کود و مواد شیمیایی و ظروف بسته بندی مواد غذایی حاصل می شوند [۱]. تخریب بیشتر پلاستیک های مصنوعی در طبیعت یک فرایند خیلی

طبقه بندی شده است. تخریب پذیری پلیمرها فرایندی طبیعی است که در آن مواد شیمیایی موجود در آن به ترکیبات ساده‌تر تبدیل شده و وارد چرخه های عنصری مانند کربن، نیتروژن و گوگرد می شوند [6]. بنابراین در اثر تخریب، زنجیرهای اصلی پلیمری با وزن مولکولی کم و ویژگی های مکانیکی پایین ایجاد می شوند، که بیشتر در دسترس حمله میکروبی قرار می گیرند [7-9]. کاربرد پلیمرهای سنتزی تا حدود زیادی سبب آلودگی محیط زیست شده و تاکنون تلاشهای زیادی برای حل این مشکل انجام شده است. یکی از این روش ها تهیه آمیزه های پلیمری بر پایه نشاسته برای تولید پلاستیک های تجزیه پذیر به وسیله میکروارگانیسم هاست. افزودن ترکیب هایی که به سهولت تخریب زیستی می شوند مانند نشاسته به یک ماتریکس پلی اتیلن با چگالی پایین تخریب استحکام پیوند کربن-کربن را افزایش می دهد [10]. آمیزه هایی با قابلیت تخریب زیستی نشاسته/پلی اتیلن و مخلوط هایی از نمونه های اصلاح شده شیمیایی مورد تحقیق قرار گرفته اند [11 و 12]. نشاسته از خانواده پلی ساکاریدها با منشاء گیاهی است. این ماده یکی از مهمترین پلیمرهای طبیعی است که از نظر فراوانی بعد از سلولز فراوانترین پلیمر طبیعی به حساب می آید که طی فرایند فتوسنتز در گیاهان به شکل دانه اندوخته می شود. نشاسته با توجه به قیمت ارزان، تخریب پذیر بودن و همچنین به دلیل محدود بودن و تجدید ناپذیر بودن منابع نفتی از نظر صنعتی اهمیت ویژه ای پیدا کرده است. بنابراین پلیمرهای طبیعی و به خصوص نشاسته نامزدهای خوبی برای جایگزینی یا اصلاح پلیمرهای سنتزی به حساب می آیند. با توجه به اهمیت نشاسته و کاربردها و مصارف بیشتر نشاسته در فرم اصلاح شده نسبت به نشاسته خام، روش های متفاوتی از قبیل شیمیایی، فیزیکی، آنزیمی و ژنتیکی برای اصلاح نشاسته به کار می رود [13]. در این مقاله، آمیزه هایی از نشاسته ترموپلاستیک و پلیمر مصنوعی پلی اتیلن تهیه شد و از پلی اتیلن - مالئیک انیدرید<sup>1</sup> به عنوان سازگار کننده استفاده شد. ویژگی های مکانیکی مانند استحکام کششی، افزایش طول در نقطه شکست، مدول و نیز ویژگی های فیزیکی مانند چگالی و اثر جذب آب مورد بررسی قرار گرفت. هدف اصلی از انجام این پژوهش تهیه فیلم های زیست تخریب پذیر از نشاسته

و پلی اتیلن است.

## بخش تجربی

### مواد

پلی اتیلن با چگالی پایینی با نام تجاری LF۰۲۰۰ (LDPE)، و با شاخص جریان مذاب ۱۰ g/min و ۲ و (۱۹۰ °C) از پتروشیمی اراک تهیه شد. کوپلیمر پلی اتیلن/مالئیک انیدرید حاوی ۱/۷٪ مولی از گروههای مالئیک انیدرید تهیه شده در شرکت گرانتین تحت نام تجاری کارابند ELH و با شاخص جریان مذاب ۱۰ g/min و ۰/۶ (۱۹۰ °C) فراهم شده است. گلیسیرول به کار رفته با گرید Extra Pure و جرم مولکولی ۹۲/۱۰ مول/گرم از شرکت دکتر مجلی و نشاسته ذرت حاوی ۳۰ درصد وزنی آمیلوز و ۷۰ درصد وزنی آمیلوپکتین توسط شرکت گلوکوزان تهیه شده است. باید توجه داشت که تمام واکنشگرها از تولیدات شرکت های داخل کشور است.

### ۲-۲- تهیه مخلوط واکنش

پنج آمیزه پلی اتیلن- نشاسته با درصدهای وزنی ۳۰، ۴۰، ۵۰، ۶۰ و ۱۰۰ از نشاسته و یک نمونه شاهد ۱۰۰ درصد پلی اتیلن و ۳ درصد وزنی کوپلیمر پلی اتیلن- مالئیک انیدرید به عنوان سازگارکننده تهیه شد. به منظور اصلاح نشاسته مقدار ۳۰ درصد وزنی نشاسته، گلیسیرول به مخلوط های حاوی نشاسته افزوده شد. آمیزه های تهیه شده به وسیله ی دستگاه مخلوط کن داخلی هکه با دور ۶۰ در دقیقه و دمای ۱۲۰ درجه سانتی گراد و حداکثر در مدت ۱۰ دقیقه ترکیب شدند. از دستگاه پرس گرمایی در دمای ۱۴۰ درجه سانتی گراد برای تهیه ورق با ضخامت ۱ میلی متر استفاده شد.

### بررسی ویژگی های نمونه ها

#### ویژگی های مکانیکی

قسمت هایی از ورقه برای آزمایش های مکانیکی به شکل دمبل بریده شدند و ویژگی های مانند استحکام کششی، ازدیاد طول در نقطه ی شکست و مدول با سرعت وزنه ۵ mm/min توسط دستگاه کشش MTS مدل LII۰۱ M/۱۰ مطابق با روش استاندارد

رزین، نرم کننده، رنگ دانه یا پرکننده) چگالی متفاوت داشته باشد. این آزمایش طبق شماره ۷۹۲-۰۰۰ D استاندارد ASTM با روش جابه جا کردن<sup>۲</sup> انجام شد.

### نتیجه ها و بحث

ویژگیهای فیزیکی- مکانیکی شامل استحکام کششی، افزایش طول در نقطه شکست، مدول و چگالی برای فیلم های نشاسته/پلی اتیلن در جدول ۱ ذکر شده است.

#### بررسی استحکام کششی

استحکام مقدار تنش است که ماده تا قبل از خراب و غیر قابل استفاده شدن می تواند تحمل کند و معیاری از سنجش مقاومت در برابر کشیدن مستقیم است. ممکن است قطعه ای به خاطر یک تغییر شکل دائمی و یا قطع شدن و از هم جدا شدن قسمت های آن غیر قابل استفاده شده باشد، به همین دلیل تعاریفات متفاوتی برای استحکام وجود دارد. منظور از شکست یک ماده ایجاد قطع شدگی در آن است. مواد متفاوت به شکل های متفاوتی به شکست می رسند. بعضی از مواد قبل از شکست تغییر شکل های دائمی به نسبت زیادی می دهند و بعضی هم به یکباره و به صورت ناگهانی می شکنند. از این رو به طور معمول دو نوع شکست تعریف می شود: شکست ترد و شکست چقرمه در شکست ترد با افزایش تنش اعمالی به ماده کرنش (افزایش طول) آن هم افزایش می یابد تا جایی که تنش به مقدار نهایی

ASTM D۶۳۸ تعیین شد. برای هر نمونه سه اندازه گیری انجام شد و از نتایج برای به دست آمده میانگین گیری شد. قبل از اندازه گیری های مکانیکی نمونه ها در ۳۰ درصد رطوبت نسبی برای ۴۸ ساعت و دمای (۲۳ °C) در یک ظرف حاوی محلول اشباع شده  $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$  در آب مقطر قرار گرفتند (طبق استاندارد ASTM E

#### میزان جذب آب در حال جوشش

این آزمایش معیاری برای مقدار آب جذب شده به وسیله مواد است و همچنین برای کنترل یکنواختی فرآورده به کار برده می شود. مقدار رطوبت پلاستیک تا میزان زیادی به ویژگی هایی مانند مقاومت عایق سازی الکتریکی، مقاومت مکانیکی، ظاهر و حجم وابسته است. به علت جذب آب اثر این ویژگی ها روی تغییر مقدار رطوبت به طور وسیع به نوع در معرض قرار گرفتن (به وسیله ی غوطه ور شدن در آب یا در معرض رطوبت بالا قرار گرفتن)، شکل اجزا و ویژگی های ذاتی پلاستیک وابسته است. این آزمایش طبق شماره ۵۷۰-۹۸ D استاندارد ASTM به مدت دو ساعت در آب در حال جوشش انجام شد.

#### اندازه گیری چگالی

تغییرات در چگالی یک نمونه ممکن است به دلیل تغییرها در بلورینگی، کاهش نرم کننده، جذب حلال یا به دلایل دیگر باشد. بخش های یک نمونه ممکن است به دلیل تفاوت در بلورینگی، تاریخچه گرمایی، تخلخل و اجزاء تشکیل دهنده (انواع یا ویژگیهای

جدول ۱ ویژگیهای فیزیکی- مکانیکی ورق های نشاسته/پلی اتیلن تهیه شده توسط مخلوط کن

نسبت های نشاسته/پلی اتیلن	استحکام کششی (mpa)	افزایش طول در نقطه شکست (درصد)	مدول (mpa)	چگالی (gr/cc)
۱۰۰/۰	۱۱/۶	۶۹۰/۹	۱۷۰/۸	۰/۹
۷۰/۳۰	۱۰/۲	۶۸/۹	۲۶۳/۸	۱/۰۲
۶۰/۴۰	۹/۶	۱۳/۳	۳۱۶/۶	۱/۰۸
۵۰/۵۰	۸/۵	۵/۴	۴۳۲/۷	۱/۱
۴۰/۶۰	۶/۸	۴/۴	۵۸۹/۵	۱/۲
۰/۱۰۰	۲/۳	۴/۳	۵۷۹/۲	۱/۴

درصد وزنی از نشاسته در مخلوط نشاسته/پلی اتیلن به شکل فیلم در آمده به ترتیب ۱۰/۵ و ۹/۵ مگا پاسگال گزارش شده است که به استحکام کششی آمیزه هایی که در این مقاله در درصد های وزنی نشاسته مشابه گزارش شده (به ترتیب ۱۰/۲ و ۹/۶ مگا پاسگال) بسیار نزدیک است.

#### بررسی/افزایش طول در نقطه شکست

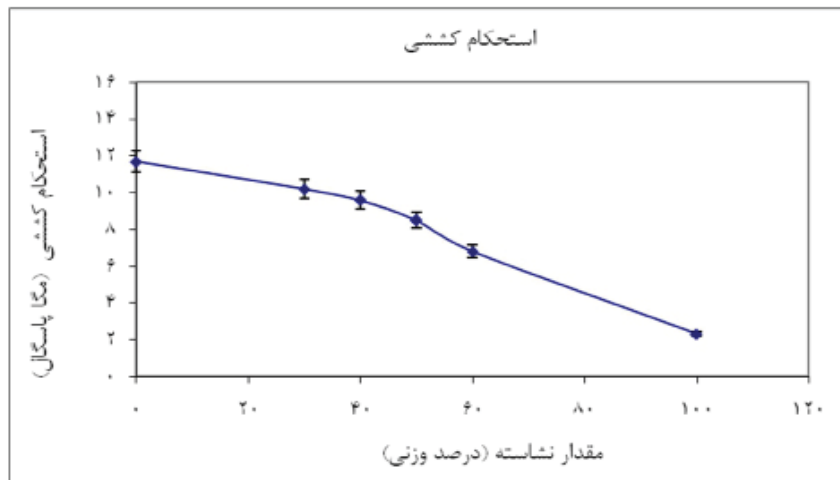
کرنش یک کمیت بدون بعد است و به صورت افزایش واحد طول نسبت به طول اولیه نمونه تعریف می شود. کرنش پاسخ مواد را نسبت مشاهده شده که یک کاهش تدریجی در استحکام کششی با افزایش در مقدار نشاسته در مخلوطی از ورق های نشاسته/پلی اتیلن وجود دارد. این به علت ناسازگاری نشاسته با پلی اتیلن است. به تنش وارد شده نشان می دهد. در این میان شاید بتوان کرنش را یک اندازه گیری کمی از میزان تغییر شکل ساده بیان کرد. تغییر طول با  $(L-L_0)$  نشان داده می شود اما مقدار کرنش تابع طول اولیه نیز هست. بنابراین اگر نمونه ای به طور یکنواخت تغییر شکل یابد، هر جزء آن دچار کرنشی می شود که با رابطه زیر محاسبه می شود: [۱۴]

$$\text{کرنش} (\%) = (L - L_0) / L_0 \cdot 100 \quad (1)$$

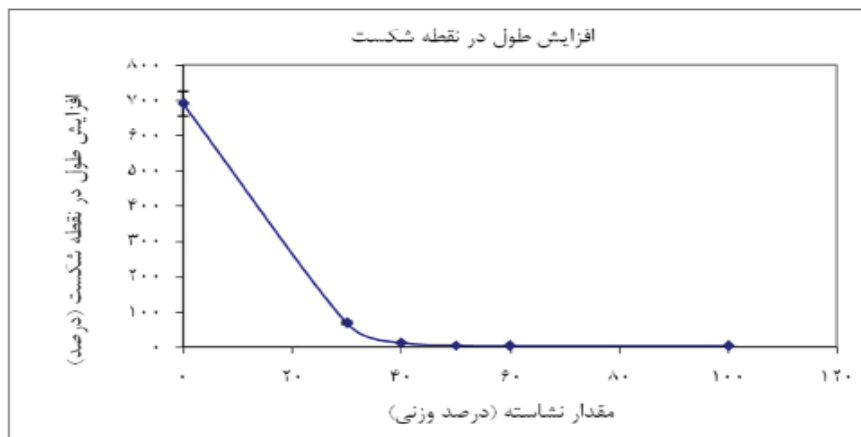
همانطور که در جدول شماره ۱ نشان داده شده افزایش طول در

قابل تحمل ماده می رسد و در آنجا ماده ناگهان و با کوچکترین تغییر شکل اضافه ای می شکند. به موادی که به این صورت می شکنند مواد ترد و شکننده گفته می شود. در شکست چقرمه با افزایش تنش اعمالی به ماده کرنش آن افزایش می یابد تا جایی که ماده به نقطه تسلیم می رسد. در نقطه تسلیم با یک تنش به تقریب ثابت ماده دچار تغییر شکل های زیاد و دائمی می شود و این تغییر شکل آنقدر ادامه می یابد تا ماده به شکست می رسد. موادی که به این شکل به شکست می رسند مواد نرم و چکش خوار گفته می شود [۱۴].

با توجه به جدول شماره ۱ استحکام کششی پلی اتیلن (۶/۱۱ مگا پاسگال) است که با افزودن ۵۰ درصد نشاسته به ورق های نشاسته/پلی اتیلن به ۵/۸ مگا پاسگال کاهش یافته است. نتایج استحکام کششی بالود راج<sup>۳</sup> و همکاران [۱۵]، بیکاریس<sup>۴</sup> و همکارش [۱۶] برای آمیزه هایی از نشاسته/پلی اتیلن با اجزاء سازنده یکسان نشاسته (۳۰ درصد آمیلوز و ۷۰ درصد آمیلوپکتین) به ترتیب در ۵۰ و ۳۰ درصد نشاسته به ترتیب (۸/۹ و ۸/۵ مگا پاسگال) گزارش شده است. همچنین نتایج استحکام کششی متزینوس<sup>۵</sup> و همکارانش [۱۷] با روش یکسان به کار رفته در این پروژه و ترکیب درصد مشابه از نشاسته (حاوی ۳۰ درصد آمیلوز و ۷۰ درصد آمیلوپکتین) در ۳۰ و ۴۰



شکل ۱ استحکام کششی آمیزه های نشاسته/پلی اتیلن



شکل ۲ افزایش طول در نقطه شکست آمیزه های نشاسته/پلی اتیلن

#### بررسی مدول

نسبت تنش به کرنش (در ناحیه خطی منحنی تنش-کرنش) به عنوان مدول یانگ شناخته شده است. این کمیت نیز مانند تنش ابعاد نیرو بر واحد سطح را دارد اما به عنوان یکی از ویژگی های ماده است. بنابراین اگر با ثابت نگه داشتن شرایط آزمایش نوع ماده تحت آزمایش تغییر کند این عدد هم تغییر می کند.

برای بررسی رفتار تنش-کرنش مواد و اندازه گیری مدول و استحکام یکی از آزمایش های بسیار رایج آزمایش کشش سرد (بدون اعمال گرما) در دستگاهی به همین نام است. در این آزمایش نمونه ای با ابعاد استاندارد و به طور معمول به شکل دمبل از ماده تهیه می شود. این نمونه بین دو گیره دستگاه قرار می گیرد و با یک سرعت معین کشیده می شود. در این حین مقادیر تنش و کرنش هم ثبت می شوند. نمونه هایی که از مواد ترد تهیه شده اند در اثر کشش در یک مقدار تنش معین و بحرانی (که همان استحکام یا مقاومت کششی آنها است) به یک باره می شکنند. در نقطه مقابل نمونه هایی که از مواد نرم و چکش خوار تهیه شده اند وقتی میزان تنش وارده به تنش تسلیمشان می رسد از ضعیف ترین جای نمونه یا جایی که در آنجا تنش بیشترین مقدار خود را دارد (به طور معمول وسط نمونه) نازک می شوند و طولشان افزایش پیدا می کند. زمانی که پلیمر (در حالت کاملاً سرد) کشیده می شود، در طول پیشرفت

نقطه شکست برای ورق هایی با ضخامت یک میلی متر از آمیزه نشاسته/پلی اتیلن با افزایش در مقدار نشاسته از ۳۰ درصد تا ۱۰۰ درصد، از ۶۸/۹ به ۴/۳ درصد کاهش یافته است.

نتایج فوق نشان می دهد که در ۳۰ درصد نشاسته افزایش طول در نقطه شکست بیشترین مقدار (۶۸/۹ درصد) را نسبت به درصد های دیگر دارد. بالدو راج و همکاران [۱۵] و بیکیاریس و همکارش [۱۶] افزایش طول در نقطه شکست را برای فیلم های نشاسته/پلی اتیلن با ترکیب مشابه از اجزاء نشاسته (۳۰ درصد آمیلوز و ۷۰ درصد آمیلوپکتین) در ۳۰ درصد نشاسته به ترتیب ۳۶ و ۲۵ درصد گزارش کردند.

همانطور که در جدول شماره ۱ نشان داده شده افزایش طول در نقطه شکست ورق های نشاسته/پلی اتیلن از ۶۸/۹۹۲ درصد با افزایش در مقدار نشاسته از ۳۰ درصد به ۱۰۰ درصد به ۴/۳ درصد کاهش یافته است. این به علت نخست، ناپیوستگی نشاسته در ماتریس پلی اتیلن است که نیروهای لاندن بین لایه های پلی اتیلن را ضعیف می کند و دیگر اینکه این واقعیت که نشاسته افزایش طول کمتری در مقایسه با پلی اتیلن دارد. کاهش در افزایش طول در نقطه شکست به این دلیل است که هیچ برهمکنش شیمیایی بین نشاسته و پلی اتیلن وجود ندارد، ناپیوستگی نشاسته با پلی اتیلن ناپیوستگی را در ماتریس ایجاد می کند که منجر به افزایش طول کمتری می شود.

همان طور که از شکل ۴ آشکار است، درصد تغییر وزن با افزایش در مقدار نشاسته افزایش یافته است. این به دلیل طبیعت آبدوست نشاسته است.

#### بررسی چگالی

چگالی های پلی اتیلن و نشاسته به کار گرفته شده در این مطالعه به ترتیب  $0.92$  و  $1.43$  گرم بر سانتی متر بودند. چگالی آمیزه های نشاسته/پلی اتیلن در گستره  $1.02$ – $1.2$  قرار دارند که بین مقدارهای چگالی پلی اتیلن و نشاسته است. با افزایش درصد نشاسته در آمیزه های پلی اتیلن/نشاسته، به دلیل بیشتر بودن چگالی نشاسته نسبت به پلی اتیلن، چگالی افزایش یافته است. چنانکه از جدول ۲ مشاهده می شود، همان طور که غلظت نشاسته در مخلوط افزایش می یابد، مقدارهای چگالی نیز با آن افزایش میابد. از این رو تراکم بیشتر نشاسته در ماتریس پلی اتیلن وارد شده است. تغییر چگالی با حضور ترکیب نشاسته در شکل ۵ نشان داده شده است. با توجه به نتیجه های به دست آمده در آمیزه  $50$  درصد،  $40$  درصد و  $30$  درصد وزنی نشاسته چگالی آمیزه های اندازه گیری شده در این مطالعه به ترتیب  $1.15$ ،  $1.08$  و  $1.02$  گزارش شده است. در مقایسه با نتیجه های آقای بالدو راج و همکارانش [۱۵] در درصدهای وزنی مشابه نشاسته چگالی آمیزه ها به ترتیب  $1.12$ ،  $1.13$  و  $1.52$  بودند و نشان می دهد که چگالی آمیزه های تهیه شده در این مطالعه کمتر از چگالی ترکیب های بالدراج و همکاران [۱۵] است.

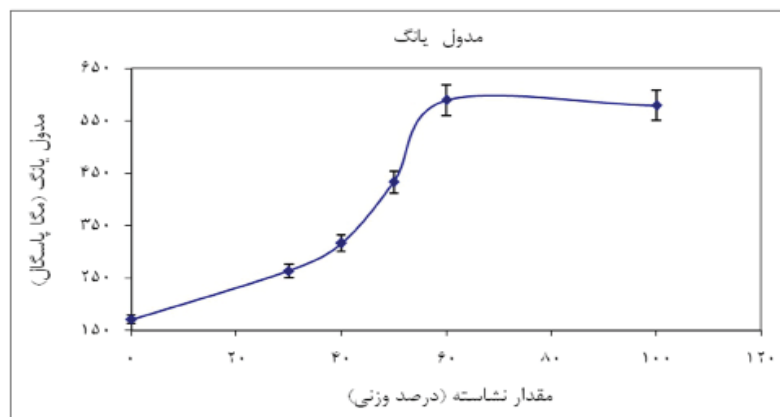
ناحیه گردن پلیمر قویتر می شود و بنابراین یک جهش نهایی در نمودار تنش- کرنش وجود دارد [۱۴].

با توجه به جدول ۱ با افزایش درصد نشاسته در آمیزه ها مدول نیز افزایش می یابد. در مقایسه کار متزینوس و همکارانش [۱۶] برای فیلم های نشاسته ترموپلاستیک/ پلی اتیلن با روش و ترکیب اجزاء سازنده یکسان نشاسته، در  $40$  درصد نشاسته مدول را  $309$  مگا پاسگال گزارش کردند که مدول آمیزه تهیه شده در این مطالعه در همان درصد از نشاسته نتیجه بهتر،  $316/6$  مگا پاسگال به دست آمده است.

با توجه به این که وزن مولکولی نشاسته بیشتر از وزن مولکولی پلی اتیلن است، در نتیجه مدول نشاسته هم بیشتر از مدول پلی اتیلن است. همان طور که از شکل مشاهده می شود با افزایش درصد نشاسته در آمیزه ها، مدول نیز افزایش یافته است.

#### بررسی اثر آب در حال جوشش

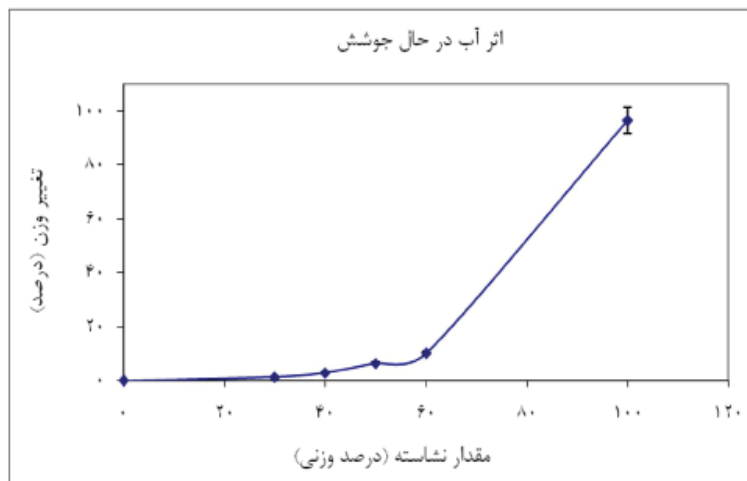
با توجه به جدول ۲ درصد تغییر وزن برای آمیزه های تهیه شده در  $30$ ،  $40$  و  $50$  درصد وزنی نشاسته به ترتیب  $1/2$ ،  $2/8$  و  $6/4$  درصد هستند. با همین درصدهای وزنی نشاسته، بالدو راج و همکارانش [۱۵] با قرار دادن فیلم های نشاسته/پلی اتیلن در آب در حال جوشش، ثر زمان های متفاوت، درصد تغییر وزن را به ترتیب  $9/6$  و  $11/8$  درصد گزارش دادند که در مقایسه با آمیزه های تهیه شده در این مطالعه درصدهای تغییر وزن بیشتری را نشان می دهند.



شکل ۳ مدول آمیزه های نشاسته/پلی اتیلن

جدول ۲ ویژگیهای جذب آب ورق های نشاسته/ پلی اتیلن

نمونه ها نشاسته / پلی اتیلن	وزن اولیه	وزن پس از خشک کردن	درصد تغییر وزن
۱۰۰/۰	۰,۲۴۹۵	۰,۲۴۹۵	۰
۷۰/۳۰	۰,۴۱۸۱	۰,۴۳۰۷	۱,۲۶
۶۰/۴۰	۰,۳۱۷۰	۰,۴۳۵۱	۲,۸۱
۵۰/۵۰	۰,۴۱۲۳	۰,۴۷۶۴	۶,۴۱
۴۰/۶۰	۰,۴۴۲۲	۰,۵۴۳۰	۱۰,۰۸
۰/۱۰۰	۰,۵۸۴۱	۱,۵۵۰۲	۹۶,۶۱

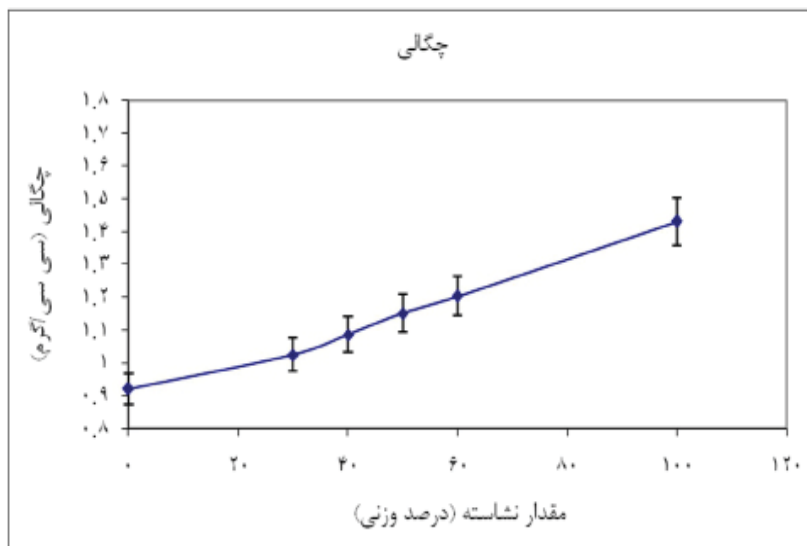


شکل ۴ اثر آب در حال جوشش روی درصد تغییر وزن آمیزه های نشاسته/ پلی اتیلن

استفاده کرد. از ویژگی های مکانیکی آمیزه های تهیه شده واضح است که افزایش درصد نشاسته سبب افزایش استحکام کششی و مدول می شود ولی ازدیاد طول تا نقطه شکست را کاهش می دهد. چگالی آمیزه ها و اثر آب در حال جوشش روی ورقه های نشاسته/ پلی اتیلن با زیاد شدن درصد نشاسته افزایش یافته است. نتیجه ها نشان می دهد که بهترین استحکام کششی را آمیزه ۵۰ درصد نشاسته داراست.

### نتیجه ها و بحث

با هدف تهیه فیلم های زیست تخریب پذیر، کامپوزیت های نشاسته با پلی اتیلن تهیه شدند. ترکیب های متفاوتی از نشاسته با غلظت های متفاوت از ۳۰ تا ۱۰۰ درصد با پلی اتیلن مخلوط و به فیلم تبدیل شدند. نتیجه های به دست آمده از این پژوهش نشان می دهد که از نشاسته می توان به عنوان یک تقویت کننده آلی تخریب پذیر و ارزان قیمت در تهیه کامپوزیت های پلیمری



شکل ۵ منحنی چگالی در مقابل درصد نشاسته آمیزه های نشاسته/پلی اتیلن

## مراجع

- [10] Griffin, J.L., assignee. C08 J 003/20. 1977. United States patent 4016117.
- [11] Johnson E, Pometto AL, Nikolov ZL. Appl Environ Microbiol 1155-61;59:1993.
- [12] Bikiaris D, Prinos J, Koutsopoulos K, Vouroutzis N, Pavlidou E, Frangis N, et al. LDPE/plasticized. Poly Degrad Stab 287-91;59:1998
- [۱۳] نمازی، حسن؛ "نشاسته و کاربردها"، انتشارات انجمن پلیمر ایران، تهران، صفحه ۳۱ و ۳۶، ۱۳۸۶
- [۱۴] حدادی اصل، وحید، «تکنولوژی پلیمرها»، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، صفحه ۱۳۸۵، ۲۱۶، ۲۱۳، ۲۱۸، ۲۱۷.
- [15] Baldev Raj, Udaya Sankar k. Siddaramaiah, , Vol.23, No.1, 32-45(2004)
- [16] Bikiaris, c. Panayiotou, LDPE/Starch Journal of Applied Polymer Science, Vol.70, 1503 1521(1998)
- [17] P Matzinos, D Bikiaris, S Kokkou, C Panayiotou, Journal of Applied Polymer Science, Vol.79, 2548-2557(2001)
- [1] Albertson A.C., Karlsson S. and Lindberg T., Polymer, 36, 3075-3083, 1995.
- [2] Albertsson AC. The shape of the biodegradation Eur Polym J 623-30; 16: 1980.
- [3] Albertsson AC, Barenstedt C, Karlsson S. Abiotic Acta Polym 97-103; 45:1994.
- [4] Cruz-Pinto JJC, Carvalho MES, Ferreira JFA. Chem 113-33; 216:1994.
- [5] Kwpp LR, Jewell WJ. Environ Technol 193-8; 26:1992
- [۶] نمازی، حسن "نشاسته و کاربردها"، انتشارات انجمن پلیمر ایران، تهران، صفحه ۳۹ و ۴۰، ۱۳۸۶
- [7] Albertsson AC, Karlsson S. . Prog Polym Sci 177-92; 15:1990.
- [8] Albertsson AC, Andersson SO, Karlsson S. . Polym Degrad Stab 1987; 18:73-87.
- [9] Huang J, Shetty AS, Wang M. . Adv Polym Technol 23-30; 10:1990



## Study of physicomechanical character sheets prepaired of LDPE/Starch blends

A.R. Oromiehie<sup>1</sup>, T. Taherzadeh lari<sup>2</sup> and Kh. Kalate<sup>2</sup>

1- Polymer and Petrochemical Institute, Iran

2- Islamic Azad University, shahre rey branch, Tehran, Iran

**Abstract:** In the present study, Low-density polyethylene (LDPE) and modified starch with glycerol blends with starch content ranging from 30 to 100% were mixed by internal mixer then thin sheets by thermopress were prepared. In these blends polyethylene-g-maleic anhydride copolymer was used up to 3% as compatibilizer. The effect of starch content on the blends was evaluated by physicomechanical properties such as density, tensile strength, elongation at break and modulus. In 30% starch the most increase in elongation at break was (68.992%) and at the same percent of starch tensile strength (10.2 MPa) achieved. also water absorption and density increased with increase in starch content in blends.

**Keywords:** Polyethylene, starch, physical properties, mechanical properties