دانشکده شیمی

گروه شیمی فیزیک

رساله

برای دریافت درجه دکتری در رشته شیمی فیزیک

عنوان:

تهیه و بررسی تخریب آنزیمی و حرارتی فیلم نانوکامپوزیتی پلی‌وینیل‌الکل- نشاسته- کربوکسی متیل سلولز حاوی نانوذرات مونت‌موریلونیت سدیم

Preparation and study of Enzymatic and Thermal degradation of PVA/Starch/ CMC nanocomposite film containing Montmorillonite nanoparticles

استاد راهنما:

آقای دکتر محمد تقی تقی زاده

اساتید مشاور:

دکتر بابک قنبرزاده

دکتر عباس مهرداد

پژوهشگر:

نرگس صبوری

نام خانوادگی: صبوری **نام**: نرگس

عنوان پایانامه: تهیه و بررسی تخریب آنزیمی و حرارتی فیلم نانوکامپوزیتی پلی‌وینیل‌الکل- نشاسته- کربوکسی متیل سلولز حاوی نانوذرات مونت‌موریلونیت سدیم

استاد راهنما: دکتر محمد تقی تقی زاده

اساتید مشاور: دکتر عباس مهرداد و دکتر بابک قنبرزاده

مقطع تحصیلی: دکتری **رشته:** شیمی **گرایش**: شیمی فیزیک **دانشگاه:** تبریز

دانشکده: شیمی **تاریخ فارغ تحصیلی:** **تعداد صفحه: ۱۹۰**

کلید واژه ها: تخریب آنزیمی، تخریب گرمایی، خواص مکانیکی، نانوکامپوزیت، آلفاآمیلاز، سلولاز، مونت موریلونیت

چکیده:

توسعه بعضی مواد که توانایی زیست‌تخریبی دارند و آلودگی محیط را به حداقل می‌رسانند بسیار اهمیت دارد. این مواد نه تنها باعث راحتی در زندگی می‌شوند بلکه بعد از استفاده اثر کمتری بر محیط می‌گذارند و در مدت زمان نسبتا کمتری، این مواد به مولکولهای کوچکتر سازگار با محیط زیست تجزیه می‌شوند. در این تحقیق، ابتدا بلندهای پلی وینیل الکل (PVA)- نشاسته (S)- کربوکسی متیل سلولز(CMC) با درصدهای مختلفی از نشاسته و کربوکسی متیل سلولز بوسیله روش کاستینگ تهیه شده و خواص مکانیکی این بلندها بوسیله تست کشش اندازه گیری شد. نتایج آنالیز مکانیکی نشان داد که فیلم بیوکامپوزیتی با ۵۰ درصد پلی وینیل الکل، ۳۰ درصد نشاسته و ۲۰ درصد کربوکسی متیل سلولز دارای ۳ برابر استحکام کششی و ۱/۵ برابر انعطاف پذیری بیشتر می باشد بنابراین فیلم پلی وینیل الکل۵۰٪- نشاسته ۳۰٪- کربوکسی متیل سلولز ۲۰٪ برای تهیه نانوکامپوزیت بکار گرفته شد. آزمون جذب آب بر روی فیلم های بیوکامپوزیتی تهیه شده با درصدهای مختلف از نشاسته و کربوکسی متیل سلولز مورد بررسی قرار گرفت و مشاهده شد که فیلم دارای ۲۰٪ کربوکسی متیل سلولز دارای ٤ برابر جذب آب بیشتر می باشد. سپس نانوکامپوزیت پلی وینیل الکل۵۰- نشاسته۳۰- کربوکسی متیل سلولز۲۰ با درصدهای وزنی مختلف مونت موریلونیت (۱، ۳ و ۵ درصد وزنی- وزنی) تهیه شد و آزمون پراکندگی اشعه ایکس بر روی نانوکامپوزیت تهیه شده انجام گرفت و مشاهده شد که لایه های مونت موریلونیت بصورت اکسفولیت (ورقه ای) در می آیند. تست مکانیکی بر روی نانوکامپوزیت های تهیه شده نیز انجام شد و مشاهده شد که فیلم دارای ۵w/w٪ مونت موریلونیت دارای استحکام کششی بالا و انعطاف پذیری پایین است چون مونت موریلونیت یک ماده معدنی است.

ادامه چکیده پایان نامه:

آزمون جذب آب بر روی نانوکامپوزیت های تهیه شده هم مورد بررسی قرار گرفت و مشاهده شد که جذب آب فیلم دارای ۵٪ مونت موریلونیت، ۳۰٪ کاهش می یابد. خواص حرارتی فیلم های تهیه شده با درصدهای مختلف از نشاسته و کربوکسی متیل سلولز و با درصدهای مختلف از مونت موریلونیت با کالریمتری مورد بررسی قرار گرفت و مشاهده شد که با افزایش کربوکسی متیل سلولز و مونت موریلونیت دمای ذوب فیلم ها به ترتیب کاهش و افزایش نشان می دهند. رفتار تخریب آنزیمی فیلم های تهیه شده، با آنزیم های آلفاآمیلاز و سلولاز مورد مطالعه قرار گرفتند و تاثیر آنزیم های آلفاآمیلاز و سلولاز بر فیلم‌های نانوکامپوزیت پلی وینیل الکل-نشاسته-کربوکسی متیل سلولز-خاک‌رس به وسیله آزمون‌های مختلف از جمله میزان کاهش وزن، اندازه گیری قندهای کاهش یافته، طیف سنجی تبدیل فوریه (FT-IR)، میکروسکوپ روبشی الکترونی (SEM) و اسپکتروسکوپی UV مورد بررسی قرار گرفت و نحوه تأثیر برخی از عوامل مانند: غلظت آنزیم، شرایط دمایی، pH و درصد نانوذره بر میزان تخریب نانوکامپوزیت ها بررسی شد. pH اپتیمم برای تخریب آنزیمی با آلفاآمیلاز و سلولاز به ترتیب ۷ و ٤/٨ بدست می آید و pH اپتیمم برای تخریب آنزیمی با آلفاآمیلاز و سلولاز بطور همزمان، ٦ می باشد. نتایج بررسی ها نشان دادند که اثر آنزیم آلفاآمیلاز و سلولاز بطور همزمان بیشتر از تک تک آنزیم ها می باشد برای مثال در فیلم پلی وینیل الکل ۵۰٪- نشاسته ۳۰٪- کربوکسی متیل سلولز ۲۰٪ ، میزان گلوکز تولیدی برای تخریب آنزیمی در دمای ۳۷ درجه سانتیگراد و با ۱ میلیگرم آلفاآمیلاز ٢١٤ µg/ml، با ۱ میلیگرم سلولاز ۱۹۱ µg/ml و با ۱ میلیگرم آلفاآمیلاز و سلولاز بطور همزمان ۵۵۱ µg/ml می باشد. برای بررسی سرعت تخریب، مقادیر سرعتهای اولیه بدست آمدند و این مقادیر نیز نتیجه را تأیید کردند. از روی مقادیر سرعتهای اولیه انرژی فعالسازی برای تخریب آنزیمی بدست آمد و نتایج نشان داد که انرژی فعالسازی در حضور نانوذره بالاتر است که اثر مونت موریلونیت را در جلوگیری از تخریب آنزیمی نشان می دهد. همچنین بررسی ها نشان دادند که با افزایش مقدار نانوذره مونت موریلونیت از صفر به ۵٪ وزنی-وزنی، سرعت تخریب آنزیمی کاهش نشان می دهد برای مثال در فیلم پلی وینیل الکل ۵۰- نشاسته ۳۰- کربوکسی متیل سلولز ۲۰، سرعت اولیه برای تخریب آنزیمی در دمای ۳۷ درجه سانتیگراد و با ۵ میلیگرم آلفاآمیلاز، ٢٦ µg/ml.h و همین فیلم با ۵٪ وزنی مونت موریلونیت ۲۱ µg/ml.h می باشد. در نتایج تصاویر الکترونی نیز می توان دید که با افزایش مونت موریلونیت از وسعت تخریب کاسته شده است. خواص گرمایی بلندهای تهیه شده بوسیله آنالیز ترموگراویمتری مورد بررسی قرار گرفت و روش ازاوا برای محاسبه انرژی فعالسازی تخریب گرمایی بلندها بکار برده شد و نتایج نشان دادند که انرژی فعالسازی در حضور ۲۰٪ کربوکسی متیل سلولز، ٦٩ kj/mol و در حضور ۵٪ مونت موریلونیت، ٧٦ kj/mol می باشد.

عنوان	صفحه
فصل اول: مقدمه و بررسی منابع	
۱-۱- آلودگی محیط زیست توسط پلیمرها	۲
۱-۲- پلیمرهای زیست تخریب ناپذیر	٤
۱-۳- پلیمرهای زیست تخریب‌پذیر	٥
۱-۳-۱- پلیمرهای زیست تخریب پذیر با منشا طبیعی	٥
۱-۳-۲- پلیمرهای زیست تخریب پذیر سنتزی	٦
۱-٤- روش های استفاده از بیوپلیمرها در بسته بندی	٦
۱-٥- روش های تولید بسته بندی های زیستی	٦
۱-٥-۱- روش خشک	٦
۱-٥-۲- روش مرطوب یا روش حلال	۷
۱-٦- کاربرد فیلم ها و پوشش های بیوپلیمری	۷
۱-۷- مواد بسته بندی بر پایه بیوپلیمر نشاسته	۸
۱-۸- ترکیب و ساختار نشاسته	۸
۱-۹- کاربرد نشاسته در تولید زیست پلاستیک ها	۱۱
۱-۹-۱- به عنوان ماده پرکننده	۱۱
۱-۹-۲- به عنوان یک پلیمر آلیاژ شونده	۱۱
۱-۹-۳- کوپلیمریزاسیون پیوندی	۱۱
۱-۹-٤- بعنوان یک پلیمر منفرد	۱۱
۱-۱۰- تولید فیلم نشاسته	۱۲
۱-۱۰-۱- روش کاستینگ (روش حلال)	۱۲
۱-۱۰-۲- روش ترموپلاستیک	۱٤
۱-۱۱- معایب و محدودیت های نشاسته در تولید مواد بسته بندی	۱٤
۱-۱۲- روش های بهبود خواص فیلم های نشاسته ای	۱٥
۱-۱۲-۱- اصلاح نشاسته	۱٥
۱-۱۲- ۲- اختلاط نشاسته با پلیمرهای سنتزی	۱٦
۱-۱۲- ۲- ۱- پلی وینیل الکل	۱۷
۱-۱۲-۳- اختلاط نشاسته با سایر بیوپلیمرها	۱۸
۱-۱۲-۳-۱- سلولز	۱۹
۱-۱۲-٤- استفاده از نانورس در تولید فیلم نانوکامپوزیت	۲۲
۱-۱۲-٤-۱- روش های تهیه فیلم نانوکامپوزیت	۲٦
۱-۱۳-کاربرد نانوکامپوزیتهای پلیمری	۳۱

۱-۱٤- روش های تخریب پلیمرهای زیست تخریب پذیر	۳۱
۱-۱٤-۱- تخریب از طریق نور	۳۲
۱-۱٤-۲- تخریب گرمایی	۳۲
۱-۱٤-۲-۱- واکنش‌های دپلیمریزه شدن	۳۲
۱-۱٤-۲-۲- واکنش‌های حذفی	۳۲
۱-۱٤-۲-۳- واکنش‌های گروه استخلافی	۳۲
۱-۱٤-۳- پایداری حرارتی نانوکامپوزیت های پلیمر-خاک رس	۳۷
۱-۱٤-٤- تخریب شیمیایی	۳۹
۱-۱٤-۵- تخریب از طریق میکروبی-آنزیمی	۳۹
۱-۱۵-آنزیم	٤۰
۱-۱۵-۱- عوامل موثر بر فعالیت آنزیمها	٤۰
۱-۱۵-۲- هیدرولیز آنزیمی	٤۰
۱-۱٦- سلولازها و کاربردهای آنها	٤۱
۱-۱٦-۱-مکانیزم هیدرولیز سلولز	٤۱
۱-۱۷-آنزیم آلفاآمیلاز	٤۳
۱-۱۷-۱- استفاده از آنزیم آمیلاز در صنایع نشاسته	٤۳
۱-۱۸- تأثیر pH بر روی فعالیت آنزیم	٤٤
۱-۱۹- سنجش های کمی در هیدرولیز آنزیمی	٤۵
۱-۲۰- جمع آوری محصولات هیدرولیز	٤۵
۱-۲۱- پیشینه تحقیق درزمینه تخریب آنزیمی نشاسته	٤۵
۱-۲۲- پیشینه تحقیق در زمینه هیدرولیزآنزیمی کربوکسی متیل سلولز	٤٦
۱-۲۳- پیشینه تحقیق در زمینه تهیه بِلند و نانوکامپوزیت ها و تخریب آنها	٤٦
۱-۲٤- هدف از کار پژوهشی حاضر	۵٦
فصل دوم: مواد و روشها	
۲-۱- مواد	۵۹
۲-۲- دستگاهها	۵۹
۲-۳- دستگاه FT-IR	٦۰

۲-٤- دستگاه میکروسکوپ الکترونی SEM ٦٠

۲-٥- دستگاه پراش اشعه ایکس XRD ٦٠

۲-٦- اندازه گیری ضخامت فیلم ها ٦١

۲-۷- دستگاه TGA ٦١

۲-۸- دستگاه DSC ٦٢

۲-۹- اندازه گیری خواص مکانیکی ٦٢

۲- ۱۰ – روش آماده سازی نمونه ها ٦٣

۲-۱۰-۱- تهیه فیلم بیوکامپوزیت پلی وینیل الکل- نشاسته ٦٣

۲-۱۰-۲- تهیه فیلم بیوکامپوزیت پلی وینیل الکل- نشاسته-کربوکسی متیل سلولز ٦٣

۲-۱۰-۳- تهیه فیلم بیونانوکامپوزیتی مونت موریلونیتی پلی وینیل الکل ۵۰- نشاسته ۳۰-کربوکسی متیل سلولز ۲۰ ٦٥

۲-۱۱- آزمون جذب آب برای بلندهای تهیه شده ٦٦

۲-۱۲- کارهای تجربی مربوط به تخریب ٦٧

۲-۱۲-۱- تخریب آنزیمی فیلم‌ها ٦٧

۲-۱۲-۱-۱- تعیین قند کاهشی ٦٧

۲-۱۲-۱-۲- کاهش وزن فیلم ها بر اثر تخریب آنزیمی ٦٩

۲-۱۲-۱-۳- تهیه معرف دی نیتروسالیسیلیک اسید ٦٩

۲-۱۳- تحلیل آماری ٦٩

فصل سوم: نتایج و بحث

۳-۱- بررسی ویژگی های فیلم های تهیه شده ٧١

۳-۱-۱- ویژگی های مکانیکی کامپوزیت های تهیه شده ٧١

۳-۱-۲- ویژگی های مکانیکی نانوکامپوزیت های تهیه شده ٧٣

۳-۱-۳- خواص حرارتی ٧٦

۳-۱-٤- آزمون پراش اشعه ایکس (XRD) بر روی فیلم های تهیه شده ٧٨

۳-۲- سینتیک هیدرولیز آنزیمی ٨٠

۳-۳- هیدرولیز آنزیمی فیلم پلی وینیل الکل- نشاسته- کربوکسی متیل سلولز ۸۱

۳-۳-۱- نحوه محاسبه غلظت گلوکز با روش دی نیتروسالیسیلیک اسید ۸۱

۳-٤- بررسی تخریب آنزیمی فیلم‌ها ۸۲

۳-٤-۱- جذب آب ۸۲

۳-٤-۱-۱- بررسی جذب آب برای فیلم های پلی وینیل الکل- نشاسته- کربوکسی متیل سلولز با درصدهای مختلف از نشاسته و کربوکسی متیل سلولز ۸۲

۳-٤-۱-۲- بررسی جذب آب برای فیلم های پلی وینیل الکل- نشاسته- کربوکسی متیل سلولز-مونت موریلونیت با درصدهای مختلف از مونت موریلونیت ۸۵

۳-٤-۲- کاهش وزن فیلم‌ها ۸۸

۳-٤-۲-۱- کاهش وزن در اثر هیدرولیز با آنزیم آلفاآمیلاز ۸۸

۳-٤-۲-۲-کاهش وزن در اثر هیدرولیز با آنزیم سلولاز ۹۷

۳-٤-۲-۳- کاهش وزن در اثر هیدرولیز با آنزیم های آلفا آمیلاز و سلولاز ۱۰٦

۳-٤-۳- تعیین قند کاهشی حاصل از هیدرولیز آنزیمی ۱۱۲

۳-٤-۳-۱- تعیین قند کاهشی برای فیلم های پلی وینیل الکل۵۰- نشاسته۳۰-کربوکسی متیل سلولز۲۰ با درصدهای مختلف از مونت موریلونیت در اثر هیدرولیز با آنزیم آلفاآمیلاز ۱۱۲

۳-٤-۳-۲-محاسبه انرژی فعالسازی برای تخریب آنزیمی با یک میلی گرم آنزیم آلفاآمیلاز ۱۱٦

۳-٤-٤-تعیین قند کاهشی برای فیلم های پلی وینیل الکل۵۰- نشاسته۳۰-کربوکسی متیل سلولز۲۰ با درصدهای مختلف از مونت موریلونیت در اثر هیدرولیز با آنزیم سلولاز ۱۲۲

۳-٤-٤-۱-محاسبه انرژی فعالسازی برای تخریب آنزیمی با یک میلی گرم آنزیم سلولاز ۱۲٦

۳-٤-۵-تعیین قند کاهشی برای فیلم های پلی وینیل الکل۵۰- نشاسته۳۰-کربوکسی متیل سلولز۲۰ با درصدهای مختلف از مونت موریلونیت در اثر هیدرولیز با آنزیم آلفاآمیلاز و سلولاز ۱۳۱

۳-٤-٦- اثر pH بر روی تخریب آنزیمی ۱۳۵

۳-٤-٦-۱- اثر pH بر روی تخریب آنزیمی با آلفاآمیلاز ۱۳۵

۳-٤-٦-۲- اثر pH بر روی تخریب آنزیمی با سلولاز ۱۳٦

۳-٤-٦-۳- اثر pH بر روی تخریب آنزیمی با آمیلاز و سلولاز ۱۳۷

۳-۵- تخریب گرمایی فیلم های تهیه شده ۱۳۸

۳-۵-۱- تخریب گرمایی فیلم های بیوکامپوزیت تهیه شده ۱۳۸

۳-۵-۲- محاسبه انرژی فعالسازی تخریب گرمایی ۱۴۳

۳-۵-۲-۱- محاسبه انرژی فعالسازی برای بیوکامپوزیت پلی وینیل الکل۵۰-نشاسته۵۰ بر اساس کاربرد معادله اوزاوا ۱۴۴

۳-۵-۲-۲- محاسبه انرژی فعالسازی برای بیوکامپوزیت پلی وینیل الکل۵۰-نشاسته۴۰-کربوکسی متیل سلولز۱۰ بر اساس کاربرد معادله اوزاوا ۱۴۵

۳-۵-۲-۳- محاسبه انرژی فعالسازی برای بیوکامپوزیت پلی وینیل الکل۵۰- نشاسته۳۰-کربوکسی متیل سلولز۲۰ بر اساس کاربرد معادله اوزاوا ۱۴۷

۳-۵-۳- تخریب گرمایی فیلم های بیونانوکامپوزیت تهیه شده ۱۴۹

۳-۵-۴- محاسبه انرژی فعالسازی تخریب گرمایی برای نانوکامپوزیت های تهیه شده بر اساس کاربرد معادله اوزاوا ۱۵۴

۳-۵-۴-۱- محاسبه انرژی فعالسازی برای فیلم پلی وینیل الکل۵۰-نشاسته۳۰-کربوکسی متیل سلولز۲۰ با ۱٪w/w مونت موریلونیت بر اساس کاربرد معادله اوزاوا ۱۵۴

۳-۵-۴-۲- محاسبه انرژی فعالسازی برای فیلم پلی وینیل الکل۵۰-نشاسته۳۰-کربوکسی متیل سلولز۲۰ با ۳٪w/w مونت موریلونیت بر اساس کاربرد معادله اوزاوا ۱۵۶

۳-۵-۴-۳- محاسبه انرژی فعالسازی برای فیلم پلی وینیل الکل۵۰-نشاسته۳۰-کربوکسی متیل سلولز۲۰ با ۵٪w/w مونت موریلونیت بر اساس کاربرد معادله اوزاوا ۱۵۷

۳-۶- اسپکتروسکوپی FT -IR ۱۵۹

۳-۶-۱- بررسی طیف نشاسته قبل و بعد از تخریب ۱۵۹

۳-۶-۲- بررسی طیف کربوکسی متیل سلـــولـــز قبل و بعد از تخریب ۱۶۰

۳-۶-۳- بررسی طیفFT-IR فیلم ها قبل و بعد از تخریب آنزیمی ۱۶۲

۳-۶-۴- طیف های FT-IR بعد از تخریب حرارتی ۱۶۵

۳-۷- تصویربرداری الکترونی(SEM) ۱۶۶

۳-۸- نتیجه گیری ۱۷۶

۳-۹- پیشنهادات برای کارهای پژوهشی آینده ۱۷۹

منابع ۱۸۰

عنوان	صفحه
شکل۱-۱: ساختار نشاسته	۱۰
شکل۱-۲: ساختار شیمیایی آمیلوز و آمیلوپکتین	۱۰
شکل۱-۳: ساختار سلولز	۱۹
شکل ۱-٤: ساختار مشتقات سلولز	۲۰
شکل۱-۵: ساختار کربوکسی متیل سلولز	۲۰
شکل۱-٦: تولید فیلم نانوکامپوزیت از ترکیب سیلیکات های لایه ای و پلیمر	۲۳
شکل۱-۷: ساختارلایه ای مونت موریلونیت اصلاح شده	۲٤
شکل۱-۸: انواع ساختارهای پلیمر-خاک رس	۲۸
شکل۱-۹: مراحل تبدیل سلولز به گلوکز	٤۲
شکل۱-۱۰: تأثیر pH بر روی فعالیت ■اندوگلوکاناز◆سلولاز در دمای۵۰ درجه سانتیگراد	٤٤
شکل۱-۱۱: تأثیر دما بر روی فعالیت ■اندوگلوکاناز◆سلولاز در pH =۷	٤۵
شکل۲-۱: تصویرSEM بلند پلی وینیل الکل- نشاسته ساخته شده در بزرگنمایی 7500x	٦۳
شکل۲-۲: تصویرSEM بلند پلی وینیل الکل۵۰- نشاسته٤۰- کربوکسی متیل سلولز۱۰ ساخته شده در بزرگنمایی 2000x	٦٤
شکل۲-۳: تصویرSEM بلند پلی وینیل الکل۵۰- نشاسته۳۰-کربوکسی متیل سلولز۲۰ ساخته شده در بزرگنمایی 2000x	٦۵
شکل۲-٤: تصویر SEM بلند پلی وینیل الکل- نشاسته- کربوکسی متیل سلولز- مونت موریلونیت ۱٪ وزنی فیلم در بزرگنمایی 2000x	٦٦
شکل۲-۵: هیدرولیز نشاسته به گلوکز	٦۸
شکل۲-٦: تعیین قند کاهشی با استفاده از روش DNS	٦۸
شکل۳-۱: منحنی های تنش به کرنش فیلم های پلی وینیل الکل-نشاسته حاوی درصدهای مختلف از CMC	۷۲
شکل۳-۲: تأثیر میزان CMC بر روی استحکام کششی نهایی (UTS)	۷۳
شکل۳-۳: تأثیر میزان CMC بر روی کرنش تا نقطه شکست (SB)	۷۳
شکل۳-٤: منحنی های تنش به کرنش فیلم های پلی وینیل الکل-نشاسته-کربوکسی متل سلولز حاوی درصدهای مختلف از مونت موریلونیت	۷۵
شکل۳-۵: تأثیر میزان MMT بر روی استحکام کششی نهایی (UTS)	۷۵

شکل۳-٦: تأثیر میزان MMT بر روی کرنش تا نقطه شکست (SB) ٧٦

شکل۳-۷: منحنی های DSC فیلم های PVA-S-CMC با غلظت های مختلف از CMC ٧٧

شکل۳-۸: منحنی های DSC فیلم های PVA-S-CMC-MMT با درصد های مختلف از مونت موریلونیت ٧٨

شکل۳-۹: منحنی های XRD نمونه ها از پایین به بالا: پودر نانورس طبیعی، پودر نانورس تیمار شده با امواج التراسوند، فیلم های بیونانوکامپوزیت دارای در صدهای مختلف نانورس(۱، ۳ و ۵٪) ٧٩

شکل۳-۱۰: انتخاب روش در واکنشهای آنزیمی: مکانیسم واکنش و پارامترهای سنتیکی ٨٠

شکل۳-۱۱: تعیین غلظت گلوکز با استفاده از معرف DNS ٨١

شکل۳-۱۲: منحنی استاندارد گلوکز ٨٢

شکل۳-۱۳: نمودار جذب آب فیلم پلی وینیل الکل- نشاسته-کربوکسی متیل سلولز با درصدهای وزنی مختلف از کربوکسی متیل سلولز ٨٤

شکل۳-۱٤: نمودار جذب آب فیلم پلی وینیل الکل۵۰- نشاسته۳۰ -کربوکسی متیل سلولز۲۰- با درصدهای وزنی مختلف از مونت موریلونیت ٨٦

شکل۳-۱۵: طرح شماتیک تاثیر سیلیکات های لایه ای بر روی خواص بازدارندگی پلیمرها ٨٧

شکل۳-۱٦: نمودار کاهش وزن فیلم پلی وینیل الکل۵۰- نشاسته۵۰ در اثر تخریب با آنزیم آلفاآمیلاز در دو دمای ۲۵°C و ۳۷°C ٨٩

شکل۳-۱۷: نمودار کاهش وزن فیلم پلی وینیل الکل۵۰- نشاسته۳۰-کربوکسی متیل سلولز۲۰ در اثر تخریب با آنزیم آلفاآمیلاز در دو دمای ۲۵°C و ۳۷°C ٩١

شکل۳-۱۸: نمودار کاهش وزن فیلم پلی وینیل الکل۵۰- نشاسته۳۰ -کربوکسی متیل سلولز۲۰ با ۱٪w/w مونت موریلونیت در اثر تخریب با آنزیم آلفاآمیلاز در دو دمای ۲۵°C و ۳۷°C ٩٣

شکل۳-۱۹: نمودار کاهش وزن فیلم پلی وینیل الکل۵۰- نشاسته۳۰ -کربوکسی متیل سلولز۲۰ با ۳٪w/w مونت موریلونیت در اثر تخریب با آنزیم آلفاآمیلاز در دو دمای ۲۵°C و ۳۷°C ٩٤

شکل۳-۲۰: نمودار کاهش وزن فیلم پلی وینیل الکل۵۰- نشاسته۳۰-کربوکسی متیل سلولز۲۰ با ۵٪w/w مونت موریلونیت در اثر تخریب با آنزیم آلفاآمیلاز در دو دمای ۲۵°C و ۳۷°C ٩٦

شکل۳-۲۱: نمودارکاهش وزن فیلم ها با درصدهای مختلف از نانوذره در دمای۳۷°C وغلظت ۵mg آنزیم آلفاآمیلاز ٩٧

شکل۳-۲۲: نمودار کاهش وزن فیلم پلی وینیل الکل۵۰-نشاسته٤۰ -کربوکسی متیل سلولز۱۰ با آنزیم سلولاز ٩٨

در دو دمای ۲۵°C و ۳۷°C

شکل۳-۲۳: نمودار کاهش وزن فیلم پلی وینیل الکل۵۰- نشاسته۳۰ -کربوکسی متیل سلولز۲۰ با آنزیم سلولاز ۱۰۰
در دو دمای ۲۵°C و ۳۷°C

شکل۳-۲٤: نمودار کاهش وزن فیلم پلی وینیل الکل۵۰- نشاسته۳۰ -کربوکسی متیل سلولز۲۰ با ۱٪w/w ۱۰۲
مونت موریلونیت با آنزیم سلولاز در دو دمای ۲۵°C و ۳۷°C

شکل۳-۲۵: نمودار کاهش وزن فیلم پلی وینیل الکل۵۰- نشاسته۳۰ -کربوکسی متیل سلولز۲۰ با ۳٪w/w ۱۰۳
مونت موریلونیت با آنزیم سلولاز در دو دمای ۲۵°C و ۳۷°C

شکل۳-۲٦: نمودار کاهش وزن فیلم پلی وینیل الکل۵۰- نشاسته۳۰ -کربوکسی متیل سلولز۲۰ با ۵٪w/w ۱۰۵
مونت موریلونیت با آنزیم سلولاز در دو دمای ۲۵°C و ۳۷°C

شکل۳-۲۷: نمودار کاهش وزن فیلم ها با درصدهای مختلف از نانوذره در دمای۳۷°C و غلظت ۵mg آنزیم ۱۰٦
سلولاز

شکل۳-۲۸: نمودارکاهش وزن فیلم ها با درصدهای مختلف از نانوذره در دمای۳۷°C ودر حضور آنزیم های ۱۰۸
آلفاآمیلاز و سلولاز

شکل۳-۲۹: نمودار کاهش وزن فیلم پلی وینیل الکل۵۰- نشاسته۳۰ -کربوکسی متیل سلولز۲۰ با آنزیم های ۱۰۹
مختلف در دمای۳۷°C

شکل۳-۳۰: نمودار کاهش وزن فیلم پلی وینیل الکل۵۰- نشاسته۳۰ -کربوکسی متیل سلولز۲۰ با ۱٪w/w ۱۰۹
مونت موریلونیت با آنزیم های مختلف در دمای۳۷°C

شکل۳-۳۱: نمودار کاهش وزن فیلم پلی وینیل الکل۵۰- نشاسته۳۰ -کربوکسی متیل سلولز۲۰ با ۳٪w/w ۱۱۰
مونت موریلونیت با آنزیم های مختلف در دمای۳۷°C

شکل۳-۳۲: نمودار کاهش وزن فیلم پلی وینیل الکل۵۰- نشاسته۳۰ -کربوکسی متیل سلولز۲۰ با ۵٪w/w ۱۱۰
مونت موریلونیت با آنزیم های مختلف در دمای۳۷°C

شکل ۳-۳۳: غلظت گلوکز به دست آمده از ۷۲ ساعت تخریب با ۱mgآنزیم آلفاآمیلاز در دمای۲۵°C ۱۱۳

شکل ۳-۳٤: غلظت گلوکز به دست آمده از ۹ ساعت اولیه تخریب با ۱mg آنزیم آلفاآمیلاز در دمای۲۵°C ۱۱۳

شکل ۳-۳۵: غلظت گلوکز به دست آمده از ۷۲ ساعت تخریب با ۱mg آنزیم آلفاآمیلاز در دمای۳۷°C ۱۱۵

شکل ۳-۳٦: غلظت گلوکز به دست آمده از ۹ ساعت اولیه تخریب با ۱mg آنزیم آلفاآمیلاز در دمای۳۷°C ۱۱۵

شکل ۳-۳۷: غلظت گلوکز به دست آمده از ۷۲ ساعت تخریب با ۵mg آنزیم آلفاآمیلاز در دمای۲۵°C ۱۱۷

شکل ۳-۳۸: غلظت گلوکز به دست آمده از ۹ ساعت اولیه تخریب با ۵mg آنزیم آلفاآمیلاز در دمای ۲۵°C ۱۱۸

شکل۳-۳۹: غلظت گلوکز به دست آمده از ۷۲ ساعت تخریب با ۵mg آنزیم آلفاآمیلاز در دمای ۳۷°C ۱۱۹

شکل۳-٤۰: غلظت گلوکز به دست آمده از ۹ ساعت اولیه تخریب با ۵mg آنزیم آلفاآمیلاز در دمای ۳۷°C ۱۲۰

شکل۳-٤۱: سرعت تولید گلوکز از تخریب با آنزیم آلفاآمیلاز برای فیلم های تهیه شده در دماها و غلظتهای مختلف ۱۲۱

شکل۳-٤۲: غلظت گلوکز به دست آمده از ۷۲ ساعت تخریب با ۱mg آنزیم سلولاز در دمای ۲۵°C ۱۲۲

شکل۳-٤۳: غلظت گلوکز به دست آمده از ۹ ساعت اولیه تخریب با ۱mg آنزیم سلولاز در دمای ۲۵°C ۱۲۳

شکل۳-٤٤: غلظت گلوکز به دست آمده از ۷۲ ساعت تخریب با ۱mg آنزیم سلولاز در دمای ۳۷°C ۱۲٤

شکل۳-٤۵: غلظت گلوکز به دست آمده از ۹ ساعت اولیه تخریب با ۱mg آنزیم سلولاز در دمای ۳۷°C ۱۲۵

شکل۳-٤٦: غلظت گلوکز به دست آمده از ۷۲ ساعت تخریب با ۵mg آنزیم سلولاز در دمای ۲۵°C ۱۲۷

شکل۳-٤۷: غلظت گلوکز به دست آمده از ۹ ساعت اولیه تخریب با ۵mg آنزیم سلولاز در دمای ۲۵°C ۱۲۷

شکل۳-٤۸: غلظت گلوکز به دست آمده از ۷۲ ساعت تخریب با ۵mg آنزیم سلولاز در دمای ۳۷°C ۱۲۹

شکل۳-٤۹: غلظت گلوکز به دست آمده از ۹ ساعت اولیه تخریب با ۵mg آنزیم سلولاز در دمای ۳۷°C ۱۲۹

شکل۳-۵۰: سرعت تولید گلوکز از تخریب با آنزیم سلولاز برای فیلم های تهیه شده در دماها و غلظتهای مختلف ۱۳۰

شکل۳-۵۱: غلظت گلوکز به دست آمده از ۷۲ ساعت تخریب با ۱mg آنزیم آلفاآمیلاز و mg ۱ آنزیم سلولاز در دمای ۳۷°C ۱۳۲

شکل۳-۵۲: غلظت گلوکز به دست آمده از ۹ ساعت اولیه تخریب با mg ۱ آنزیم آلفاآمیلاز و mg ۱ آنزیم سلولاز در دمای ۳۷°C ۱۳۲

شکل۳-۵۳: سرعت تولید گلوکز از تخریب با آنزیم آلفاآمیلاز و سلولاز برای فیلم های تهیه شده ۱۳۳

شکل۳-٥٤: غلظت گلوکز به دست آمده از ۷۲ ساعت اولیه تخریب با mg ۵ آنزیم آلفاآمیلاز در دمای ۳۷°C بر اساس تغییر pH ۱۳۵

شکل ۳-۵۵: غلظت گلوکز به دست آمده از ۷۲ ساعت اولیه تخریب با mg ۵ آنزیم سلولاز در دمای ۳۷°C بر اساس تغییر pH ۱۳٦

شکل۳-٥٦: غلظت گلوکز به دست آمده از ۷۲ ساعت تخریب با ۵mg آنزیم آلفاآمیلاز و سلولاز بطور جداگانه در دمای ۳۷°C بر اساس تغییر pH ۱۳۷

شکل۳-۵۷: منحنی های DTG برای پلی وینیل الکل، نشاسته وکربوکسی متیل سلولز در سرعت حرارتی ۱۳۸

$۱۰^{\circ}C\ min^{-1}$

شکل۳-۵۸: منحنی های TGA و DTG برای فیلم پلی وینیل الکل۵۰- نشاسته۵۰ در سرعت حرارتی $۱۰^{\circ}C\ min^{-1}$ ۱۳۹

شکل۳-۵۹: منحنی های TGA و DTG برای فیلم پلی وینیل الکل۵۰- نشاسته٤۰-کربوکسی متیل سلولز۱۰ در سرعت حرارتی $۱۰^{\circ}C\ min^{-1}$ ۱۳۹

شکل۳-٦۰: منحنی های TGA و DTG برای فیلم پلی وینیل الکل۵۰- نشاسته۳۰-کربوکسی متیل سلولز۲۰ در سرعت حرارتی $۱۰^{\circ}C\ min^{-1}$ ۱٤۰

شکل۳-٦۱: منحنی های DTG برای فیلم پلی وینیل الکل- نشاسته-کربوکسی متیل سلولز با درصدهای مختلف از نشاسته و کربوکسی متیل سلولز در سرعت حرارتی $۱۰^{\circ}C\ min^{-1}$ ۱٤۰

شکل۳-٦۲: منحنی های DTG برای فیلم پلی وینیل الکل۵۰- نشاسته۵۰ در سرعت های حرارتی متفاوت $۷/۵-۱۵\ ^{\circ}C\ min^{-1}$ ۱٤۱

شکل۳-٦۳: منحنی های DTG برای فیلم پلی وینیل الکل۵۰- نشاسته٤۰-کربوکسی متیل سلولز۱۰ در سرعت های حرارتی متفاوت $۷/۵-۱۵\ ^{\circ}C\ min^{-1}$ ۱٤۲

شکل۳-٦٤: منحنی های DTG برای فیلم پلی وینیل الکل۵۰-نشاسته۳۰-کربوکسی متیل سلولز۲۰ در سرعت های حرارتی متفاوت $۷/۵-۱۵\ ^{\circ}C\ min^{-1}$ ۱٤۲

شکل۳-٦۵: کاربرد معادله اوزاوا برای فیلم پلی وینیل الکل۵۰-نشاسته۵۰ در درجه تبدیل های مختلف ۰/٤ الی ۰/٦ ۱٤٤

شکل۳-٦٦: کاربرد معادله اوزاوا برای فیلم پلی وینیل الکل۵۰-نشاسته٤۰-کربوکسی متیل سلولز۱۰ در درجه تبدیل های مختلف ۰/٤ الی ۰/٦ ۱٤٦

شکل۳-٦۷: کاربرد معادله اوزاوا برای فیلم پلی وینیل الکل۵۰-نشاسته۳۰-کربوکسی متیل سلولز۲۰ در درجه تبدیل های مختلف ۰/٤ الی ۰/٦ ۱٤۷

شکل۳-٦۸: منحنی های TGA و DTG برای فیلم نانوبیوکامپوزیت پلی وینیل الکل۵۰- نشاسته۳۰-کربوکسی متیل سلولز۲۰ با ۱w/w٪ مونت موریلونیت در سرعت حرارتی $۱۰^{\circ}C\ min^{-1}$ ۱٤۹

شکل۳-٦۹: منحنی های TGA و DTG برای فیلم نانوبیوکامپوزیت پلی وینیل الکل۵۰- نشاسته۳۰-کربوکسی متیل سلولز۲۰ با ۳w/w٪ مونت موریلونیت در سرعت حرارتی $۱۰^{\circ}C\ min^{-1}$ ۱۵۰

شکل۳-۷۰: منحنی های TGA و DTG برای فیلم نانوبیوکامپوزیت پلی وینیل الکل۵۰- نشاسته۳۰-کربوکسی متیل سلولز۲۰ با ۵w/w٪ مونت موریلونیت در سرعت حرارتی $10\ ^{\circ}C\ min^{-1}$ ۱۵۰

شکل۳-۷۱: منحنی های DTG برای فیلم نانوبیوکامپوزیت پلی وینیل الکل۵۰- نشاسته۳۰-کربوکسی متیل سلولز۲۰ با درصدهای مختلف از مونت موریلونیت در سرعت حرارتی $10\ ^{\circ}C\ min^{-1}$ ۱۵۱

شکل۳-۷۲: اثر لایه های خاک رس بعنوان یک سد در برابر ترکیبات فرار تولید شده در طی تخریب گرمایی ۱۵۲

شکل۳-۷۳: منحنی های DTG برای فیلم پلی وینیل الکل۵۰- نشاسته۳۰-کربوکسی متیل سلولز۲۰ – مونت موریلونیت ۱w/w٪ در سرعت های حرارتی متفاوت $5/7-15\ ^{\circ}C\ min^{-1}$ ۱۵۲

شکل۳-۷٤: منحنی های DTG برای فیلم پلی وینیل الکل۵۰- نشاسته۳۰-کربوکسی متیل سلولز۲۰ – مونت موریلونیت ۳w/w٪ در سرعت های حرارتی متفاوت $5/7-15\ ^{\circ}C\ min^{-1}$ ۱۵۳

شکل۳-۷۵: منحنی های DTG برای فیلم پلی وینیل الکل۵۰- نشاسته۳۰-کربوکسی متیل سلولز۲۰- مونت موریلونیت ۵w/w٪ در سرعت های حرارتی متفاوت $5/7-15\ ^{\circ}C\ min^{-1}$ ۱۵۳

شکل۳-۷٦: کاربرد معادله اوزاوا برای فیلم پلی وینیل الکل۵۰-نشاسته۳۰-کربوکسی متیل سلولز۲۰ با ۱w/w٪ مونت موریلونیت در درجه تبدیل های مختلف ۰/٤ الی ۰/٦ ۱۵۵

شکل۳-۷۷: کاربرد معادله اوزاوا برای فیلم پلی وینیل الکل۵۰-نشاسته۳۰-کربوکسی متیل سلولز۲۰ با ۳w/w٪ مونت موریلونیت در درجه تبدیل های مختلف ۰/٤ الی ۰/٦ ۱۵٦

شکل۳-۷۸: کاربرد معادله اوزاوا برای فیلم پلی وینیل الکل۵۰-نشاسته۳۰-کربوکسی متیل سلولز۲۰ با ۵w/w٪ موریلونیت در درجه تبدیل های مختلف ۰/٤ الی ۰/٦ ۱۵۸

شکل۳-۷۹: طیف FT-IR نشاسته ۱٦۰

شکل۳-۸۰: طیف FT-IR نشاسته بعد از تخریب آنزیمی ۱٦۰

شکل۳-۸۱: طیف FT-IR کربوکسی متیل سلولز ۱٦۱

شکل۳-۸۲: طیف FT-IR کربوکسی متیل سلولز هیدرولیز شده با آنزیم سلولاز به مدت ٤۰ دقیقه ۱٦۱

شکل۳-۸۳: طیف FT-IR فیلم پلی وینیل الکل۵۰-نشاسته۳۰-کربوکسی متیل سلولز۲۰ ۱٦۳

شکل۳-۸٤: طیف FT-IR فیلم پلی وینیل الکل۵۰-نشاسته۳۰-کربوکسی متیل سلولز۲۰ بعد از تخریب با آنزیم آلفاآمیلاز ۱٦۳

شکل۳-۸۵: طیف FT-IR فیلم پلی وینیل الکل۵۰-نشاسته۳۰-کربوکسی متیل سلولز۲۰ بعد از تخریب با آنزیم سلولاز ۱٦٤

شکل۳-۸۶: طیف FT-IR فیلم پلی وینیل الکل۵۰-نشاسته۳۰-کربوکسی متیل سلولز۲۰ بعد از تخریب با آنزیم های آلفاآمیلاز و سلولاز ۱۶۴

شکل۳-۸۷: طیف FT-IR فیلم پلی وینیل الکل۵۰-نشاسته۳۰-کربوکسی متیل سلولز۲۰ بعد از تخریب حرارتی ۱۶۵

شکل۳-۸۸: طیف FT-IR فیلم پلی وینیل الکل۵۰-نشاسته۳۰-کربوکسی متیل سلولز۲۰-مونت موریلونیت ۱٪ w/w بعد از تخریب حرارتی ۱۶۵

شکل۳-۸۹: تصویربرداری SEM فیلم پلی‌وینیل‌الکل۵۰- نشاسته۵۰ با بزرگنمایی ۱۰µm ۱۶۶

شکل۳-۹۰: تصویربرداری SEM فیلم پلی‌وینیل‌الکل۵۰- نشاسته۵۰ بعد از تخریب با آنزیم آلفاآمیلاز با بزرگنمایی ۱۰µm ۱۶۷

شکل۳-۹۱: تصویربرداری SEM فیلم پلی‌وینیل‌الکل۵۰- نشاسته۳۰- کربوکسی متیل سلولز۲۰ با بزرگنمایی ۱۰µm ۱۶۷

شکل۳-۹۲: تصویربرداری SEM فیلم پلی‌وینیل‌الکل۵۰- نشاسته۳۰- کربوکسی متیل سلولز۲۰ بعد از تاثیر ۱mg آنزیم آلفاآمیلاز با بزرگنمایی ۱۰µm ۱۶۸

شکل ۳-۹۳: تصویربرداری SEM فیلم پلی‌وینیل‌الکل۵۰- نشاسته۳۰- کربوکسی متیل سلولز۲۰ بعد از تاثیر ۵mg آنزیم سلولاز با بزرگنمایی ۱۰µm ۱۶۸

شکل۳-۹۴: تصویربرداری SEM فیلم پلی‌وینیل‌الکل۵۰-نشاسته۳۰- کربوکسی متیل سلولز۲۰ بعد از تاثیر ۱ mg آنزیم آلفاآمیلاز و ۱mg آنزیم سلولاز با بزرگنمایی ۱۰µm ۱۶۹

شکل۳-۹۵: تصویربرداری SEM فیلم پلی‌وینیل‌الکل- نشاسته- کربوکسی متیل سلولز -۱w/w٪ مونت موریلونیت با بزرگنمایی ۱۰µm ۱۷۰

شکل۳-۹۶: تصویربرداری SEM فیلم پلی‌وینیل‌الکل- نشاسته- کربوکسی متیل سلولز -۱w/w٪ مونت موریلونیت بعد از تاثیر ۱ mg آنزیم آلفاآمیلاز با بزرگنمایی ۱۰µm ۱۷۰

شکل۳-۹۷: تصویربرداری SEM فیلم پلی‌وینیل‌الکل- نشاسته- کربوکسی متیل سلولز -۱w/w٪ مونت موریلونیت بعد از تاثیر ۵ mg آنزیم سلولاز با بزرگنمایی ۱۰µm ۱۷۱

شکل۳-۹۸: تصویربرداری SEM فیلم پلی‌وینیل‌الکل- نشاسته- کربوکسی متیل سلولز-۱w/w٪ مونت موریلونیت بعد از تاثیر ۱ mg آنزیم آلفاآمیلاز و ۱ gm آنزیم سلولاز با بزرگنمایی ۱۰µm ۱۷۱

شکل۳-۹۹: تصویربرداری SEM فیلم پلی‌وینیل‌الکل- نشاسته- کربوکسی متیل سلولز -۳w/w ٪ مونت موریلونیت با بزرگنمایی ۱۰µm ۱۷۲

شکل۳-۱۰۰: تصویربرداری SEM فیلم پلی‌وینیل‌الکل- نشاسته- کربوکسی متیل سلولز -۳٪w/w ۱۷۲
مونت موریلونیت بعد از تاثیر ۱ mg آنزیم آلفاآمیلاز با بزرگنمایی ۱۰μm
شکل۳-۱۰۱: تصویربرداری SEM فیلم پلی‌وینیل‌الکل- نشاسته- کربوکسی متیل سلولز -۳٪w/w ۱۷۳
مونت موریلونیت بعد از تاثیر ۵ mg آنزیم سلولاز با بزرگنمایی ۱۰μm
شکل۳-۱۰۲: تصویربرداری SEM فیلم پلی‌وینیل‌الکل- نشاسته- کربوکسی متیل سلولز -۳٪w/w ۱۷۳
مونت موریلونیت بعد از تاثیر ۱ mg آنزیم آلفاآمیلاز و ۱ mg آنزیم سلولاز با بزرگنمایی ۱۰μm
شکل۳-۱۰۳: تصویربرداری SEM فیلم پلی‌وینیل‌الکل- نشاسته-کربوکسی متیل سلولز -۵٪w/w ۱۷٤
مونت موریلونیت با بزرگنمایی ۱۰μm
شکل۳-۱۰٤: تصویربرداری SEM فیلم پلی‌وینیل‌الکل- نشاسته- کربوکسی متیل سلولز -۵٪w/w ۱۷٤
مونت موریلونیت بعد از تاثیر ۱ mg آنزیم آلفاآمیلاز با بزرگنمایی ۱۰μm
شکل۳-۱۰۵: تصویربرداری SEM فیلم پلی‌وینیل‌الکل- نشاسته- کربوکسی متیل سلولز -۵٪w/w ۱۷۵
مونت موریلونیت بعد از تاثیر ۵ mg آنزیم سلولاز با بزرگنمایی ۱۰μm
شکل۳-۱۰٦: تصویربرداری SEM فیلم پلی‌وینیل‌الکل-نشاسته- کربوکسی متیل سلولز -۵٪w/w ۱۷۵
مونت موریلونیت بعد از تاثیر ۱ mg آنزیم آلفاآمیلاز و ۱ mg آنزیم سلولاز با بزرگنمایی ۱۰μm

عنوان	صفحه
جدول۱-۱: روشهای معمول محاسبه پارامترهای سینتیکی بر اساس داده های ترموگراویمتری	۳۶
جدول۳-۱: داده های مربوط به جذب آب در فیلم پلی وینیل الکل۵۰-نشاسته۵۰	۸۳
جدول۳- ۲: داده های مربوط به جذب آب در فیلم پلی وینیل الکل۵۰- نشاسته٤٠ -کربوکسی متیل سلولز۱۰	۸۳
جدول۳- ۳: داده های مربوط به جذب آب در فیلم پلی وینیل الکل۵۰-نشاسته۳۰-کربوکسی متیل سلولز۲۰	۸۳
جدول۳-٤: داده های مربوط به جذب آب در فیلم پلی وینیل الکل۵۰- نشاسته۳۰ -کربوکسی متیل سلولز۲۰- با ۱٪w/w مونت موریلونیت	۸۵
جدول۳-۵: داده های مربوط به جذب آب فیلم کربوکسی متیل سلولز۲۰-نشاسته۳۰- پلی وینیل الکل۵۰- با ۳٪w/w مونت موریلونیت	۸۵
جدول۳-٦: داده های مربوط به جذب آب فیلم پلی وینیل الکل۵۰- نشاسته۳۰-کربوکسی متیل سلولز۲۰- با ۵٪w/w مونت موریلونیت	۸٦
جدول ۳-۷: داده های مربوط به کاهش وزن فیلم پلی وینیل الکل۵۰- نشاسته۵۰ با ۱mg آنزیم آلفاآمیلاز در دو دمای ۲۵°C و ۳۷°C	۸۸
جدول۳-۸: داده های مربوط به کاهش وزن فیلم پلی وینیل الکل۵۰- نشاسته۵۰ با ۵gm آنزیم آلفاآمیلاز در دو دمای ۲۵°C و ۳۷°C	۸۹
جدول۳-۹: داده های مربوط به کاهش وزن فیلم پلی وینیل الکل۵۰- نشاسته۳۰ -کربوکسی متیل سلولز۲۰ با ۱mg آنزیم آلفاآمیلاز در دو دمای ۲۵°C و ۳۷°C	۹۰
جدول۳-۱۰: داده های مربوط به کاهش وزن فیلم پلی وینیل الکل۵۰- نشاسته۳۰ -کربوکسی متیل سلولز۲۰ با ۵mg آنزیم آلفاآمیلاز در دو دمای ۲۵°C و ۳۷°C	۹۰
جدول۳-۱۱: داده های مربوط به کاهش وزن فیلم پلی وینیل الکل۵۰- نشاسته۳۰ -کربوکسی متیل سلولز۲۰ با ۱٪w/w مونت موریلونیت با ۱ mg آنزیم آلفاآمیلاز در دو دمای ۲۵°C و ۳۷°C	۹۲
جدول۳-۱۲: داده های مربوط به کاهش وزن فیلم پلی وینیل الکل۵۰- نشاسته۳۰ -کربوکسی متیل سلولز۲۰ با ۱٪w/w مونت موریلونیت با ۵mg آنزیم آلفاآمیلاز در دو دمای ۲۵°C و ۳۷°C	۹۲
جدول۳-۱۳: داده های مربوط به کاهش وزن فیلم پلی وینیل الکل۵۰- نشاسته۳۰ -کربوکسی متیل سلولز۲۰ با ۳٪w/w مونت موریلونیت با ۱mg آنزیم آلفاآمیلاز در دو دمای ۲۵°C و ۳۷°C	۹۳

جدول۳-۱٤: داده های مربوط به کاهش وزن فیلم پلی وینیل الکل۵۰- نشاسته۳۰ -کربوکسی متیل سلولز۲۰ با ۳w/w٪ مونت موریلونیت با ۵mg آنزیم آلفاآمیلاز در دو دمای ۲۵°C و ۳۷°C ۹٤

جدول۳-۱۵: داده های مربوط به کاهش وزن فیلم پلی وینیل الکل۵۰- نشاسته۳۰ -کربوکسی متیل سلولز۲۰ با ۵w/w٪ مونت موریلونیت با ۱mg آنزیم آلفاآمیلاز در دو دمای ۲۵°C و ۳۷°C ۹۵

جدول ۳-۱٦: داده های مربوط به کاهش وزن فیلم پلی وینیل الکل۵۰-نشاسته۳۰ -کربوکسی متیل سلولز۲۰ با ۵w/w٪ مونت موریلونیت با ۵mg آنزیم آلفاآمیلاز در دو دمای ۲۵°C و ۳۷°C ۹۵

جدول ۳-۱۷: داده های مربوط به کاهش وزن فیلم پلی وینیل الکل۵۰- نشاسته٤۰ -کربوکسی متیل سلولز۱۰ با ۱mg آنزیم سلولاز در دو دمای ۲۵°C و ۳۷°C ۹۷

جدول۳-۱۸: داده های مربوط به کاهش وزن فیلم پلی وینیل الکل۵۰- نشاسته٤۰ -کربوکسی متیل سلولز۱۰ با ۵mg آنزیم سلولاز در دو دمای ۲۵°C و ۳۷°C ۹۸

جدول۳-۱۹: داده های مربوط به کاهش وزن فیلم پلی وینیل الکل۵۰- نشاسته۳۰ -کربوکسی متیل سلولز۲۰ با ۱ mg آنزیم سلولاز در دو دمای ۲۵°C و ۳۷°C ۹۹

جدول۳-۲۰: داده های مربوط به کاهش وزن فیلم پلی وینیل الکل۵۰- نشاسته۳۰ -کربوکسی متیل سلولز۲۰ با ۵ mg آنزیم سلولاز در دو دمای ۲۵°C و ۳۷°C ۹۹

جدول۳-۲۱: داده های مربوط به کاهش وزن فیلم پلی وینیل الکل۵۰- نشاسته۳۰-کربوکسی متیل سلولز۲۰ با ۱w/w٪ مونت موریلونیت با ۱ mg آنزیم سلولاز در دو دمای ۲۵°C و ۳۷°C ۱۰۱

جدول۳-۲۲: داده های مربوط به کاهش وزن فیلم پلی وینیل الکل۵۰- نشاسته۳۰ -کربوکسی متیل سلولز۲۰ با ۱w/w٪ مونت موریلونیت با ۵ mg آنزیم سلولاز در دو دمای ۲۵°C و ۳۷°C ۱۰۱

جدول۳-۲۳: داده های مربوط به کاهش وزن فیلم پلی وینیل الکل۵۰- نشاسته۳۰ -کربوکسی متیل سلولز۲۰ با ۳w/w٪ مونت موریلونیت با ۱ mg آنزیم سلولاز در دو دمای ۲۵°C و ۳۷°C ۱۰۲

جدول۳-۲٤: داده های مربوط به کاهش وزن فیلم پلی وینیل الکل۵۰- نشاسته۳۰ -کربوکسی متیل سلولز۲۰ با ۳w/w٪ مونت موریلونیت با ۵ mg آنزیم سلولاز در دو دمای ۲۵°C و ۳۷°C ۱۰۳

جدول۳-۲۵: داده های مربوط به کاهش وزن فیلم پلی وینیل الکل۵۰- نشاسته۳۰ -کربوکسی متیل سلولز۲۰ با ۵w/w٪ مونت موریلونیت با ۱ mg آنزیم سلولاز در دو دمای ۲۵°C و ۳۷°C ۱۰٤

جدول۳-۲٦: داده های مربوط به کاهش وزن فیلم پلی وینیل الکل۵۰- نشاسته۳۰ -کربوکسی متیل سلولز۲۰ با ۵w/w٪ مونت موریلونیت با ۵ mg آنزیم سلولاز در دو دمای ۲۵°C و ۳۷°C ۱۰٤

جدول۳-۲۷: داده های مربوط به کاهش وزن فیلم پلی وینیل الکل۵۰- نشاسته۳۰ -کربوکسی متیل سلولز۲۰ با ۱ میلی گرم آنزیم سلولاز و ۱ میلی گرم آنزیم آلفاآمیلاز در دمای۳۷°C ۱۰۶

جدول۳-۲۸: داده های مربوط به کاهش وزن فیلم پلی وینیل الکل۵۰- نشاسته۳۰ -کربوکسی متیل سلولز۲۰ با ۱٪w/w مونت موریلونیت با ۱ میلی گرم آنزیم سلولاز و ۱ میلی گرم آنزیم آلفاآمیلاز در دمای۳۷°C ۱۰۷

جدول۳-۲۹: داده های مربوط به کاهش وزن فیلم پلی وینیل الکل۵۰- نشاسته۳۰-کربوکسی متیل سلولز۲۰ با ۳٪w/w مونت موریلونیت با ۱ میلی گرم آنزیم سلولاز و ۱ میلی گرم آنزیم آلفاآمیلاز در دمای۳۷°C ۱۰۷

جدول۳-۳۰: داده های مربوط به کاهش وزن فیلم پلی وینیل الکل۵۰- نشاسته۳۰ -کربوکسی متیل سلولز۲۰ با ۵٪w/w مونت موریلونیت با ۱ میلی گرم آنزیم سلولاز و ۱ میلی گرم آنزیم آلفاآمیلاز در دمای۳۷°C ۱۰۷

جدول۳-۳۱: داده‌های مربوط جذب و غلظت گلوکز فیلم‌ها در حضور ۱mg آنزیم آلفاآمیلاز در دمای ۲۵°C ۱۱۲

جدول۳-۳۲: سرعت های اولیه تولید گلوکز برای فیلم‌ها در حضور ۱mg آنزیم آلفاآمیلاز در دمای۲۵°C ۱۱٤

جدول۳-۳۳: داده‌های مربوط به جذب و غلظت گلوکز فیلم‌ها در حضور ۱mg آنزیم آلفاآمیلاز در دمای ۳۷°C ۱۱٤

جدول۳-۳٤: سرعت های اولیه تولید گلوکز برای فیلم‌ها در حضور ۱mg آنزیم آلفاآمیلاز در دمای۳۷°C ۱۱٦

جدول۳-۳۵: انرژی فعالسازی برای تخریب آنزیمی فیلم‌ها در حضور ۱mg آنزیم آلفاآمیلاز ۱۱٦

جدول۳-۳٦: داده‌های مربوط به جذب و غلظت گلوکز فیلم‌ها در حضور ۵mg آنزیم آلفاآمیلاز در دمای ۲۵°C ۱۱۷

جدول۳-۳۷: سرعت های اولیه تولید گلوکز برای فیلم‌ها در حضور ۵mg آنزیم آلفاآمیلاز در دمای۲۵°C ۱۱۸

جدول۳-۳۸: داده‌های مربوط به جذب و غلظت گلوکز فیلم‌ها در حضور ۵mg آنزیم آلفاآمیلاز در دمای ۳۷°C ۱۱۹

جدول۳-۳۹: سرعت های اولیه تولید گلوکز برای فیلم‌ها در حضور ۵mg آنزیم آلفاآمیلاز در دمای۳۷°C ۱۲۰

جدول۳-٤۰: داده‌های مربوط جذب و غلظت گلوکز فیلم‌ها در حضور ۱mg آنزیم سلولاز در دمای ۲۵°C ۱۲۲

جدول۳-٤۱: سرعت های اولیه تولید گلوکز برای فیلم‌ها در حضور ۱mg آنزیم سلولاز در دمای۲۵°C ۱۲۳

جدول۳-٤۲: داده‌های مربوط به جذب و غلظت گلوکز فیلم‌ها در حضور ۱mg آنزیم سلولاز در دمای ۳۷°C ۱۲٤

جدول۳-٤۳: سرعت های اولیه تولید گلوکز برای فیلم‌ها در حضور ۱mg آنزیم سلولاز در دمای۳۷°C ۱۲۵

جدول۳-٤٤: انرژی فعالسازی برای تخریب آنزیمی فیلم‌ها در حضور ۱mg آنزیم سلولاز ۱۲٦

جدول۳-٤۵: داده‌های مربوط به جذب و غلظت گلوکز فیلم‌ها در حضور ۵mg آنزیم سلولاز در دمای ۲۵°C ۱۲٦

جدول۳-٤٦: سرعت های اولیه تولید گلوکز برای فیلم‌ها در حضور ۵mg آنزیم سلولاز در دمای۲۵°C ۱۲۸

جدول۳-٤۷: داده‌های مربوط به جذب و غلظت گلوکز فیلم‌ها در حضور ۵mg آنزیم سلولاز در دمای ۳۷°C ۱۲۸

جدول۳-٤۸: سرعت های اولیه تولید گلوکز برای فیلم‌ها در حضور ۵mg آنزیم سلولاز در دمای۳۷°C ۱۳۰

جدول۳-٤۹: داده‌های مربوط به جذب و غلظت گلوکز فیلم‌ها در حضور ۱mg آنزیم آلفاآمیلاز و ۱mg آنزیم سلولاز در دمای ۳۷°C ۱۳۱

جدول۳-۵۰: سرعت های اولیه تولید گلوکز برای فیلم‌ها در حضور ۱ mg آنزیم آلفاآمیلاز و ۱ mg آنزیم سلولاز در دمای ۳۷°C ۱۳۳

جدول۳-۵۱: اثر pH بر روی تخریب آنزیمی با آلفاآمیلاز ۱۳۵

جدول۳-۵۲: اثر pH بر روی تخریب آنزیمی با سلولاز ۱۳٦

جدول۳-۵۳: موقعیت پیک های کاهش وزن برای بلندهای تهیه شده با درصدهای مختلف از کربوکسی متیل سلولز در سرعتهای حرارتی متفاوت ۱٤۳

جدول۳-٥٤ : کاربرد معادله اوزاوا را برای فیلم پلی وینیل الکل۵۰-نشاسته۵۰ در درجه تبدیل های مختلف ۱٤٤

جدول۳- ۵۵: محاسبه انرژی فعالسازی برای فیلم پلی وینیل الکل۵۰-نشاسته۵۰ به روش اوزاوا ۱٤۵

جدول۳-٥٦ : کاربرد معادله اوزاوا را برای فیلم پلی وینیل الکل۵۰-نشاسته٤۰-کربوکسی متیل سلولز۱۰ در درجه تبدیل های مختلف ۱٤۵

جدول۳-۵۷: محاسبه انرژی فعالسازی برای فیلم پلی وینیل الکل۵۰-نشاسته٤۰-کربوکسی متیل سلولز۱۰ به روش اوزاوا ۱٤٦

جدول۳-۵۸: کاربرد معادله اوزاوا را برای فیلم پلی وینیل الکل۵۰-نشاسته۳۰-کربوکسی متیل سلولز۲۰ در درجه تبدیل های مختلف ۱٤۷

جدول۳-۵۹: محاسبه انرژی فعالسازی برای فیلم پلی وینیل الکل۵۰-نشاسته۳۰-کربوکسی متیل سلولز۲۰ به روش اوزاوا ۱٤۸

جدول۳-٦۰: مقادیر انرژی فعالسازی محاسبه شده به روش اوزاوا برای فیلم های تهیه شده با درصدهای مختلف از نشاسته و کربوکسی متیل سلولز ۱٤۸

جدول۳-٦۱: موقعیت پیک های کاهش وزن برای بلندهای تهیه شده با درصدهای مختلف از مونت موریلونیت در سرعتهای حرارتی متفاوت ۱۵٤

جدول۳-٦۲: کاربرد معادله اوزاوا را برای فیلم پلی وینیل الکل۵۰-نشاسته۳۰-کربوکسی متیل سلولز۲۰ با ۱٪w/w مونت موریلونیت در درجه تبدیل های مختلف ۱۵٤

جدول۳-٦۳: محاسبه انرژی فعالسازی برای فیلم پلی وینیل الکل۵۰-نشاسته۳۰-کربوکسی متیل سلولز۲۰ با ۱٪w/w مونت موریلونیت به روش اوزاوا ۱۵۵