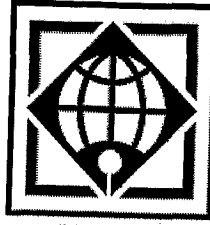


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

۱۱۲۳۷

دانشگاه بین المللی امام خمینی



IMAM KHOMEINI
INTERNATIONAL UNIVERSITY

وزارت علوم ، تحقیقات و فناوری
دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)
دانشکده علوم پایه

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد رشته شیمی آلی

عنوان :

بررسی سنتز پلی اتر پلی ال های جدید با استفاده از روغنهای گیاهی
در سنتز پلی اورتانهای جدید

استاد راهنما :

دکتر میرمحمد علوی نیکجه

استاد مشاور :

دکتر محمد بیات

تهیه و تنظیم :

فهیمه عابدینی فر

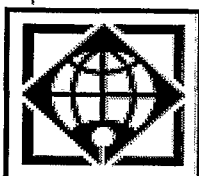
اسفند ۱۳۸۷

۱۱۲۳۸۷

۱۳۸۸ / ۳ / ۳
مجلس اهل سنت و جماعت
تعمیر مدرک

بسمه تعالی

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ



SAHAM KHEMEN
INTERNATIONAL UNIVERSITY

دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)
معاونت آموزشی دانشگاه - مدیریت تحصیلات تکمیلی

(فرم شماره ۲۶)

تعهدنامه اصالت پایان نامه

اینجانب فهیمه عابدینی فر دانشجوی رشته شیمی آلی مقطع تحصیلی کارشناسی ارشد بدین وسیله اصالت کلیه مطالب موجود در مباحث مطروحه در پایان نامه تحصیلی خود با عنوان **سنتز پلی اتر پلی الهای جدید با استفاده از روغنهای گیاهی در سنتز پلی اورتانهای جدید** را تایید کرده ، اعلام می نمایم که تمامی محتویات آن حاصل مطالعه ، پژوهش و تدوین خودم بوده و به هیچ وجه رونویسی از پایان نامه و یا هیچ اثر و منبع دیگری ، اعم از داخلی، خارجی یا بین المللی نبوده و تعهد می نمایم در صورت اثبات عدم اصالت آن و یا احراز عدم صحت مفاد و یا لوازم این تعهدنامه در هر مرحله از مراحل منتهی به فارغ التحصیلی و یا پس از آن و یا تحصیل در مقاطع دیگر و یا اشتغال و ... دانشگاه حق دارد ضمن رد پایان نامه نسبت به لغو و ابطال مدرک تحصیلی مربوطه اقدام نماید . مضافاً اینکه کلیه مسئولیت ها و پیامدهای قانونی و یا خسارت وارده از هر حیث متوجه اینجانب می باشد .

فهیمه عابدینی فر

۸۷/۱۲/۱۲

بسمه تعالی

جلسه دفاع از پایان نامه خانم **فهیمة عابدینی فر** دانشجوی رشته کارشناسی ارشد **شیمی آلی** به شماره دانشجویی ۸۵۴۳۷۷۰۰۵ در روز دوشنبه مورخ ۱۳۸۷/۱۲/۱۲ در دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره) برگزار گردید و مورد تایید نهایی هیات محترم داوران قرار گرفت .

اعضای هیات داوران

استاد راهنما : دکتر **میر محمد علوی نیکجه**

استاد مشاور : دکتر **محمد بیات**

داور خارجی : دکتر **علیرضا مهدویان**

داور داخلی : دکتر **حسین ایمانیه**

نماینده تحصیلات تکمیلی : دکتر **محمد رضا خان محمدی**



تقدیم بہ پیشکام امام شکر حضرت بقیۃ اللہ الاعظم ارواحنا لہ الفداء

ای آن کس که یاد تو، به یاد آور تو شرف بی، بشد و سپاس تو، سپاسگزار تو را سعادت مند بی دارد. ای آن کس که از برکت فرمانبرداری تو

فرمانبراست در دو جهان رستگار خواهند بود و طاعت تو مایه عزت و عظمتشان خواهد شد!

به روان محمد و آل محمد (ص) رحمت فرست و قلب ما را با نور خویش گرم و روشن دار و جز یاد خود، یاد هر کس و هر چه باشد از خاطر با نزدای.

پروردگارا! جز نام خود، نام کسی بر زبان ما نکرده ان و با شکر شکر خویش، کام ما را همواره شیرین و کامیاب بدار. بگذار فرمان تو برداریم و بگذار که

پیشانی طاعت و عبادت ما جز به درگاه تو بردگاه دیگری فرود آید.

پروردگارا! مقدر فرمای که بخاندگان و قهر اعمال ما از ما رضای تو و جز حسنت و طیبات، کلمه ای از ما در نامه زندگانی ما نماند.

خداوند! ابر آنان که تو را خواهند خوانند، با نگاه رحمت بگری و آنان را که دست التماس و استدعا به درگاه تو گشوده اند، نومید نسازی. هم اکنون ما تو

را خواهیم و خوانیم و به امید نگاه رحمت تو دست به آسمانها دوخته ایم.

ایمان داریم که دست و دیده ما از درگاه خداوندی تو محروم باز نخواهد گشت.

تقدیر و تشکر

از پدر و مادر عزیز ، دوست داشتنی ، دلسوز و فداکارم که لطف بی پایان آنها موجب شرمساری من است قدردانی می کنم و به رسم ادب بر دستان پرمهرشان بوسه می زنم . همچنین از خواهران عزیزم و برادر مهربانم که سنگ صبورم بودند و هرگز مرا تنها نگذاشتند صمیمانه تشکر می نمایم .

با سپاس فراوان از راهنمایی ها و حمایت های بی دریغ استاد گرانقدر جناب آقای دکتر میر محمد علوی و با تشکر از جناب آقای دکتر محمد بیات که در طول این پروژه از نظرات ارزشمند ایشان بهره جستیم.

با تشکر از استاد بزرگوار جناب آقای دکتر علیرضا مهدویان ، داور خارجی این پروژه و جناب آقای دکتر حسین ایمانیه ، داور داخلی که شاگردی ایشان برایم افتخار بزرگی است و نیز تشکر از دکتر محمدرضا خانمحمدی نماینده محترم تحصیلات تکمیلی و با تقدیر از تمامی دوستان مهربانم که صمیمیت آنها وصف ناشدنی و ستودنی است .

چکیده

پلی اورتانها دسته بزرگی از پلیمرها هستند که کاربردهای فراوانی دارند. این مواد از واکنش پلی الها و دی ایزوسیاناتها ساخته می شوند. بیشتر پلی الها از فرآورده های نفتی مشتق می شوند که به دلیل کاهش ذخایر نفتی و همچنین مشکلات زیست محیطی این مواد، پیدا کردن جایگزینی مناسب برای این پلی الها ضروری است. روغنهای طبیعی که منابع گیاهی و حیوانی دارند منابع برگشت پذیری هستند که به دلیل ساختار منحصر به فردشان مورد توجه قرار گرفته اند. ساختار شیمیایی این مواد شامل یک مولکول تری گلیسیرید است که در ساختار خود دارای حداقل یک اسید چرب غیر اشباع می باشند. با استفاده از فرایندهای شیمیایی می توان بخش غیراشباع اسیدچرب را به گروه هیدروکسیل تبدیل نمود.

هدف از این پروژه سنتز پلی اتر پلی الهای جدید با استفاده از روغنهای گیاهی و استفاده از آنها در فوم پلی اورتان بود. به این منظور باز شدن حلقه اپوکسی سویا با استفاده از $ZnCl_2$ به عنوان اسید لوئیس و در حضور عوامل نوکلئوفیلی مانند: دی اتیلن گلیکول، اتیلن گلیکول و دی اتانول آمین انجام شد.

این واکنش به دو روش حرارتی و تابش مایکروویو انجام شد. مقدار بهینه کاتالیزور، زمان و قدرت مایکروویو بدست آورده شد. بررسی نتایج طیفهای FT-IR و NMR نشان داد که با استفاده از تابش مایکروویو، احتمال واکنشهای جانبی از قبیل ترانس استری شدن نسبت به روش حرارتی کاهش یافته و همچنین زمان انجام واکنش نیز کمتر خواهد شد.

پلی اتر پلی الهای سنتز شده در ساخت فومهای سخت پلی اورتانی به کار برده شدند. نتایج آنالیزهای حرارتی و مکانیکی نشان داد که با افزایش مقدار پلی ال، مقاومت حرارتی فوم پلی اورتانی نسبت به نمونه شاهد افزایش داشته است. دلیل این امر وجود گروههای آلکیلی اشباع در زنجیره اسید چرب می باشد. همچنین استحکام کششی و مدول نیز افزایش یافته و ازدیاد طول تا پارگی کاهش خواهد داشت.

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل اول

مقدمه

- ۱-۱- روغنهای طبیعی..... ۱
- ۲-۱- روشهای سنتز منومرها بر پایه تری گلیسیرید..... ۷
- ۳-۱- تعیین ساختار توسط روشهای طیف سنجی..... ۱۰
- ۴-۱- کاربردهای روغنهای تری گلیسیریدی..... ۱۱
- ۱-۴-۱- سنتز و مصارف روغنهای اکسی پلیمری شده..... ۱۳
- ۲-۴-۱- سنتز و مصارف پلی استرها..... ۱۴
- ۱-۲-۴-۱- سنتز و مصارف رزینهای آلکیدی..... ۱۵
- ۲-۲-۴-۱- سنتز و مصارف پلی هیدروکسی آلکانواتها..... ۱۶
- ۳-۴-۱- سنتز و مصارف رزینهای اپوکسی بر پایه روغن..... ۱۷
- ۴-۴-۱- سنتز و مصارف پلیمرهای وینیلی..... ۱۸
- ۵-۴-۱- سنتز و مصارف پلی آمیدها..... ۲۱
- ۶-۴-۱- سنتز و مصارف پلی استر آمیدها..... ۲۳
- ۷-۴-۱- سنتز و مصارف انواع پلی اورتانها..... ۲۵
- ۱-۷-۴-۱- فومهای پلی اورتانی بر پایه روغن های گیاهی..... ۲۶
- ۱-۱-۷-۴-۱- انواع دی ایزوسیاناتها..... ۲۹
- ۲-۱-۷-۴-۱- روشهای متداول در تولید انواع پلی ال بر پایه روغنهای گیاهی..... ۳۱
- ۱-۲-۱-۷-۴-۱- هیدروفرمیلاسیون روغن..... ۳۱

۳۲	۱-۴-۷-۱-۲-۲-اپوکسیداسیون پیوندهای غیر اشباع و باز کردن حلقه اکسیران
۳۴	۱-۴-۷-۱-۲-۳- سنتز پلی ال بر پایه روغن توسط اوزونولیز
۳۸	۱-۴-۷-۲- سنتز و مصارف پلی اورتانهای محلول در حلال آلی
۳۹	۱-۴-۷-۳- سنتز و مصارف پلی اورتانهای محلول در آب
۴۲	۱-۴-۷-۴- سنتز و مصارف شبکه های پلیمری در هم نفوذ کرده
۴۳	۱-۴-۷-۵- سنتز و مصارف رزینهای آلکید یورتانی بر پایه تری گلیسیرید
۴۵	۱-۵- تابش مایکروویو

فصل دوم

بخش تجربی

۴۶	۱-۲- تجهیزات مورد نیاز
۴۶	۱-۱-۲- تجهیزات آزمایشگاهی
۴۶	۱-۲-۲- تکنیکهای شناسایی
۴۷	۱-۲-۳- مواد شیمیایی مورد نیاز
۴۹	۲-۲- روش کار
۴۹	۱-۲-۲- تهیه پلی ال از روغن سویای اپوکسی شده به روش حرارتی
	۱-۲-۲-۱- بررسی باز شدن حلقه با نسبت مولی ۱:۶ (<i>ESBO: DEG</i>) در حضور $ZnCl_2$ به عنوان اسید
۵۲	لوپیس در محیط عاری از حلال به روش حرارتی
	۱-۲-۲-۲- بررسی باز شدن حلقه اپوکسی با نسبت مولی ۱:۶ (<i>DEA:ESBO</i>) در حضور $ZnCl_2$ در محیط
۵۳	بدون حلال به روش حرارتی
	۱-۲-۲-۳- بررسی باز شدن حلقه اپوکسی توسط EG در حضور $ZnCl_2$ در محیط بدون حلال به روش
۵۴	حرارتی

- ۵۷.....۲-۲-۲-۲-تهیه پلی ال از روغن سویای اپوکسی شده به روش مایکروویو.
- ۵۷.....۲-۲-۲-۲-۱- بررسی باز شدن حلقه توسط *DEG* در حضور $ZnCl_2$ به عنوان اسید لوئیس در محیط عاری از حلال در قدرتهای مختلف به روش مایکروویو
- ۵۸.....۲-۲-۲-۲-۲- بررسی باز شدن حلقه اپوکسی توسط *DEG* در حضور مقادیر مختلفی از $ZnCl_2$ در محیط بدون حلال به روش مایکروویو.....
- ۵۹.....۲-۲-۲-۳- بررسی باز شدن حلقه اپوکسی توسط *DEG* در حضور $ZnCl_2$ در محیط بدون حلال در مدت زمانهای مختلف به روش مایکروویو.....
- ۶۰.....۲-۲-۲-۴- بررسی باز شدن حلقه اپوکسی توسط *DEA* در حضور $ZnCl_2$ در محیط بدون حلال به روش مایکروویو
- ۶۱.....۲-۲-۲-۵- بررسی باز شدن حلقه اپوکسی توسط *DEA* در حضور $ZnCl_2$ در محیط بدون حلال در مدت زمانهای مختلف به روش مایکروویو.....
- ۶۱.....۲-۲-۲-۶- بررسی باز شدن حلقه اپوکسی توسط *EG* در حضور $ZnCl_2$ در محیط بدون حلال به روش مایکروویو
- ۶۲.....۲-۲-۲-۷- بررسی باز شدن حلقه اپوکسی توسط *EG* در حضور مقادیر مختلفی از $ZnCl_2$ در محیط بدون حلال به روش مایکروویو.....
- ۶۵.....۲-۲-۳- تهیه فومهای سخت پلی اورتانی با استفاده از پلی اتر پلی الهای سنتز شده.....

فصل سوم

بحث و بررسی

- ۶۷.....۳-۱- بررسی مکانیسم باز شدن حلقه اپوکسی در روغن اپوکسی سویا.....
- ۶۹.....۳-۲- بررسی نواحی طیفی اپوکسی سویا.....
- ۷۲.....۳-۳- بررسی باز شدن حلقه در حضور نوکلئوفیلهای مختلف به روش حرارتی.....
- ۷۲.....۳-۳-۱- بررسی باز شدن حلقه در حضور *DEG*
- ۷۶.....۳-۳-۲- بررسی باز شدن حلقه در حضور *DEA*

۷۷	.....	EG	حضور در حلقه باز شدن	۳-۳-۳
۸۰	.....		حضور نوکلئوفیل‌های مختلف به روش میکروویو	۴-۳
۸۰	.....	DEG	توسط (ESBO) حلقه اپوکسی باز شدن واکنش بر بازده	۴-۳-۱
۸۳	.....		حلقه باز شدن واکنش بر روی بازده	۴-۳-۲
۸۸	.....	(ESBO)	سویا حلقه اپوکسی باز شدن	۴-۳-۳
۹۲	.....	DEA و (ESBO)	سویا حلقه اپوکسی بازده واکنش	۴-۳-۴
۹۵	.....	DEA و ESBO	بازده واکنش اثر زمان بر روی	۴-۳-۵
۹۸	.....	ESBO و EG	بازده واکنش بین	۴-۳-۶
۱۰۲	.....		پلی اورتانی بر پایه پلی ال‌های تهیه شده از روغن سویا	۳-۵
۱۰۲	.....		دانشیته	۳-۵-۱
۱۰۴	.....		آنالیز حرارتی	۳-۵-۲
۱۰۶	.....		مکانیکی فوم‌های پلی اورتانی تهیه شده	۳-۵-۳
۱۱۰	.....		نتیجه گیری	۳-۶
۱۱۱	.....		پیشنهادها	۳-۷
۱۱۲	.....		مراجع	

فهرست شکلها

صفحه	عنوان
۱.....	شکل (۱-۱): ساختار شیمیایی تری گلیسیرید.....
۱.....	شکل (۲-۱): سنتز تری گلیسیریدها از اسید چرب.....
۸.....	شکل (۳-۱): واکنشهای شیمیایی که منجر به تولید پلیمر از تری گلیسیریدها می شوند.....
۱۳.....	شکل (۴-۱): واکنش اکسی پلیمراسیون.....
۱۴.....	شکل (۵-۱): سنتز پلی استرها با روش (a) هیدروکسیل اسیدها (b) تراکم دی اسیدها و دی الها (c) باز شدن لاکتونها.....
۱۶.....	شکل (۶-۱): تهیه آلکید رزین از تری گلیسیرید.....
۱۶.....	شکل (۷-۱): ساختار کلی آلکانواتها.....
۱۷.....	شکل (۸-۱): اپوکسیداسیون اولئیک اسید توسط پراستیک اسید.....
۱۸.....	شکل (۹-۱): ساختار روغن ورونیا.....
۱۹.....	شکل (۱۰-۱): استیرن دار کردن اسیدهای چرب اشباع مزدوج و غیر مزدوج.....
۲۰.....	شکل (۱۱-۱): استیرن دار کردن تری گلیسیرید توسط روش ماکرومومر.....
۲۲.....	شکل (۱۲-۱): سنتز پلی آمید از یک اسید چرب.....
۲۳.....	شکل (۱۳-۱): پیوندهای هیدروژنی موجود در یک سیستم پلی آمیدی.....
۲۳.....	شکل (۱۴-۱): ساختار پلی استر آمید.....
۲۴.....	شکل (۱۵-۱): تهیه پلی استر آمید با استفاده از تری گلیسیرید.....
۲۵.....	شکل (۱۶-۱): واکنش کلی در تهیه پلی اورتان.....
۲۵.....	شکل (۱۷-۱): بازار مصرف پلی اورتانها.....
۲۷.....	شکل (۱۸-۱): واکنش آب و ایزوسیانات که منجر به تولید CO ₂ می شود.....
۳۲.....	شکل (۱۹-۱): پلی ال بدست آمده توسط هیدروفرمیلاسیون.....

- شکل (۱-۲۰): باز شدن حلقه اپوکسی توسط ترکیبات حاوی هیدروژن فعال..... ۳۲
- شکل (۱-۲۱): پلی ال تولید شده از طریق باز شدن حلقه اپوکسی با متانول..... ۳۳
- شکل (۱-۲۲): اتوکسیله کردن پلی ال سویا..... ۳۳
- شکل (۱-۲۳): سنتز پلی ال با استفاده از تری لینولئین در حضور اوزون..... ۳۵
- شکل (۱-۲۴): دی ال بدست آمده از اوزونولیز روغن کلزا..... ۳۶
- شکل (۱-۲۵): منحنی TGA پلی اورتان مشتق شده از PPO و روغنهای گیاهی مختلف..... ۳۷
- شکل (۱-۲۶): سنتز پلی اورتان محلول در حلال آلی بر پایه تری گلیسیرید..... ۳۸
- شکل (۱-۲۷): واکنش انیدرید مالئیک با تری گلیسیرید..... ۴۰
- شکل (۱-۲۸): روش دوم در سنتز تری گلیسیرید مالئین دار..... ۴۱
- شکل (۱-۲۹): ساختار یک شبکه (a) نیمه در هم نفوذ کرده و (b) در هم نفوذ کرده..... ۴۲
- شکل (۱-۳۰): سنتز رزین آلکید اورتانی با استفاده از تری گلیسیرید..... ۴۳
- شکل (۱-۳۱): سنتز شبکه پلیمری نفوذ کرده بر پایه رزین آلکید اورتان/پلی استیرن..... ۴۴
- شکل (۱-۲): باز شدن حلقه اپوکسی *ESBO* توسط اتیلن گلیکول (*EG*)..... ۵۰
- شکل (۲-۲): باز شدن حلقه اپوکسی *ESBO* توسط دی اتیلن گلیکول (*DEG*)..... ۵۰
- شکل (۲-۳): باز شدن حلقه اپوکسی *ESBO* توسط دی اتانول آمین (*DEA*)..... ۵۱
- شکل (۱-۳): (a) ساختار شیمیایی روغن اپوکسی سویا (*ESBO*) ، (b) مکانیسم باز شدن حلقه اپوکسی در حضور $ZnCl_2$ و نوکلئوفیلهای *EG* , *DEG* و *DEA*..... ۶۸
- شکل (۲-۳): ساختار شیمیایی و طیف $^1H NMR$ اپوکسی سویا (*ESBO*)..... ۷۰
- شکل (۳-۳): طیف FT-IR اپوکسی سویا (*ESBO*)..... ۷۱
- شکل (۴-۳): طیف $^{13}C NMR$ اپوکسی سویا (*ESBO*)..... ۷۲
- شکل (۵-۳): طیف FT-IR محصولات پس از (a) ۹۰ ، (b) ۱۸۰ و (c) ۳۶۰ دقیقه به روش حرارتی..... ۷۳

- شکل (۳-۶): طیف $^1\text{HNMR}$ محصولات (a) پس از ۹۰ (b) ۱۸۰ (c) ۲۴۰ و (d) ۳۶۰ دقیقه به روش حرارتی..... ۷۵
- شکل (۳-۷): طیف $^1\text{HNMR}$ محصول بدست آمده از واکنش ESBO و DEA در مدت (a) ۶۰، (b) ۱۸۰ و (c) ۳۶۰ دقیقه به روش حرارتی..... ۷۶
- شکل (۳-۸): طیف $^1\text{HNMR}$ محصول واکنش ESBO و EG پس از (a) ۱۸۰ و (b) ۳۶۰ دقیقه..... ۷۸
- شکل (۳-۹): طیف FT-IR محصول واکنش ESBO و EG پس از (a) ۱۸۰ و (b) ۳۶۰ دقیقه..... ۷۹
- شکل (۳-۱۰): طیف $^1\text{HNMR}$ محصولات سنتزی به روش میکروویو با قدرتهای (a) ۳۰۰، (b) ۴۰۰، (c) ۵۰۰، (d) ۶۰۰، (e) ۷۰۰ و (f) ۸۰۰ وات..... ۸۱
- شکل (۳-۱۱): طیف (a) $^{13}\text{CNMR}$ اپوکسی سویا و (b) محصول واکنش با دی اتیلن گلیکول به روش میکروویو و با قدرت ۶۰۰ وات..... ۸۳
- شکل (۳-۱۲): طیف $^1\text{HNMR}$ محصول واکنش ESBO و DEG پس از ۶ دقیقه..... ۸۴
- شکل (۳-۱۳): طیف $^1\text{HNMR}$ محصول واکنش ESBO و DEG پس از ۸ دقیقه..... ۸۶
- شکل (۳-۱۴): طیف $^1\text{HNMR}$ محصول واکنش ESBO و DEG پس از ۱۲ دقیقه..... ۸۶
- شکل (۳-۱۵): طیف $^{13}\text{CNMR}$ محصول واکنش با دی اتیلن گلیکول پس از ۱۲ دقیقه به روش میکروویو..... ۸۷
- شکل (۳-۱۶): طیف FT-IR محصول پس از (a) ۶، (b) ۸، (c) ۱۰ و (d) ۱۲ دقیقه..... ۸۸
- شکل (۳-۱۷): طیف $^1\text{HNMR}$ محصولات بدست آمده از واکنش ESBO و DEG: (a) ۵٪، (b) ۶٪، (c) ۷٪، (d) ۸٪، (e) ۹٪ و (f) ۱۰٪ از ZnCl_2 ۸۹
- شکل (۳-۱۸): طیف FT-IR محصولات با مقادیر (a) ۵، (b) ۶، (c) ۷، (d) ۸، (e) ۹ و (f) ۱۰ درصد ZnCl_2 ۹۱
- شکل (۳-۱۹): طیف $^1\text{HNMR}$ محصولات سنتزی به روش میکروویو با قدرتهای (a) ۳۰۰، (b) ۴۰۰، (c) ۵۰۰، (d) ۶۰۰، (e) ۷۰۰ و (f) ۸۰۰ وات..... ۹۳
- شکل (۳-۲۰): طیف FT-IR محصول واکنش اپوکسی سویا و دی اتانول آمین..... ۹۴

- شکل (۳-۲۱): طیف $^{13}\text{CNMR}$ اپوکسی سویا و محصول واکنش ESBO با دی اتانول آمین..... ۹۵
- شکل (۳-۲۲): طیف $^1\text{HNMR}$ محصول پس از ۵ دقیقه (نمونه *S-PAEM7*)..... ۹۶
- شکل (۳-۲۳): طیف $^1\text{HNMR}$ محصول پس از ۶ دقیقه (نمونه *S-PAEM8*)..... ۹۷
- شکل (۳-۲۴): طیف $^1\text{HNMR}$ محصول پس از ۷ دقیقه (نمونه *S-PAEM9*)..... ۹۷
- شکل (۳-۲۵): طیف $^1\text{HNMR}$ محصول واکنش اپوکسی سویا و اتیلن گلیکول با مقدار ۵ درصدی از کاتالیزور ۹۸
- شکل (۳-۲۶): طیف $^1\text{HNMR}$ محصول واکنش اپوکسی سویا و اتیلن گلیکول با مقدار ۶ درصدی از کاتالیزور..... ۹۹
- شکل (۳-۲۷): طیف $^1\text{HNMR}$ محصول واکنش اپوکسی سویا و اتیلن گلیکول با مقدار ۷ درصدی از کاتالیزور..... ۹۹
- شکل (۳-۲۸): طیف $^1\text{HNMR}$ محصول واکنش اپوکسی سویا و اتیلن گلیکول با مقدار ۸ درصدی از کاتالیزور..... ۱۰۰
- شکل (۳-۲۹): طیف $^1\text{HNMR}$ محصول واکنش اپوکسی سویا و اتیلن گلیکول با مقدار ۹ درصدی از کاتالیزور..... ۱۰۰
- شکل (۳-۳۰): طیف CNMR محصول واکنش اپوکسی سویا و اتیلن گلیکول با مقدار ۹ درصدی از کاتالیزور..... ۱۰۱
- شکل (۳-۳۱): دانسیته فومهای تهیه شده از درصدهای مختلف پلی اتر پلی ال سویای حاوی دی اتیلن گلیکول..... ۱۰۳
- شکل (۳-۳۲): دانسیته فومهای تهیه شده از درصدهای مختلف پلی اتر پلی ال سویای حاوی اتیلن گلیکول ۱۰۳
- شکل (۳-۳۳): نمودار آنالیز حرارتی پلی یورتان *PURE* و درصدهای متفاوتی از *DEG* برحسب دما..... ۱۰۴
- شکل (۳-۳۴): نمودار آنالیز حرارتی پلی یورتان *PURE* و درصدهای متفاوتی از *EG* برحسب دما..... ۱۰۵

فهرست شکلها

- شکل (۳-۳۵): دمای تخریب ماکزیمم بر حسب درصدهای مختلف از *DEG* ۱۰۶
- شکل (۳-۳۶): دمای تخریب ماکزیمم بر حسب درصدهای مختلف از *EG* ۱۰۶
- شکل (۳-۳۷): نمودار استحکام کششی بر حسب درصد مختلفی از *EG* ۱۰۷
- شکل (۳-۳۸): نمودار تغییرات مدول بر حسب درصد مختلفی از *EG* ۱۰۷
- شکل (۳-۳۹): نمودار تغییرات ازدیاد طول تا پارگی بر حسب درصد مختلفی از *EG* ۱۰۸
- شکل (۳-۴۰): نمودار تغییرات استحکام کششی بر حسب درصد مختلفی از *DEG* ۱۰۹
- شکل (۳-۴۱): نمودار مدول بر حسب درصد مختلفی از *DEG* ۱۰۹
- شکل (۳-۴۲): نمودار تغییرات ازدیاد طول تا پارگی بر حسب درصد مختلفی از *DEG* ۱۱۰

فهرست جدول ها

عنوان	صفحه
جدول (۱-۱): انواع زنجیره آلکیلی موجود در اسیدهای چرب.....	۲
جدول (۲-۱): ساختار شیمیایی اسیدهای چرب متداول در روغنهای گیاهی.....	۳
جدول (۳-۱): ترکیب درصد اسیدهای چرب در روغنهای مختلف.....	۴
جدول (۴-۱): خواص فیزیکی روغنهای تری گلیسیریدی.....	۵
جدول (۵-۱): مقادیر ید برخی از اسیدهای چرب غیراشباع و تری گلیسیرید مربوطه.....	۶
جدول (۶-۱): اطلاعات جذبی (FT-IR) اسید چرب.....	۱۰
جدول (۷-۱): جابجایی شیمیایی پروتونهای موجود در اسیدهای چرب.....	۱۱
جدول (۸-۱): فرمولاسیون فومهای سخت.....	۲۸
جدول (۹-۱): فرمولاسیون فومهای نرم.....	۲۸
جدول (۱۰-۱): فرمولاسیون فوم بر پایه روغن سویا.....	۲۸
جدول (۱۱-۱): انواع دی ایزو سیاناتهای آلیفاتیک و آروماتیک.....	۲۹
جدول (۱۲-۱): ترکیب اسیدهای چرب موجود در روغن کلزا.....	۳۰
جدول (۱۳-۱): خواص فیزیکی پلی اورتانهای بر پایه سه پلی ال حاصل از اوزونولیز.....	۳۶
جدول (۱۴-۱): خواص پلی اورتانها با نسبتهای مختلف پلی ال به ایزوسیانات.....	۳۸
جدول (۱-۲): مواد شیمیایی مورد نیاز.....	۴۸
جدول (۲-۲): بازده واکنش باز شدن حلقه به روش حرارتی در مدت زمانهای مختلف از واکنش.....	۵۳
جدول (۳-۲): بازده بدست آمده از واکنش <i>ESBO</i> و دی اتانول آمین به روش حرارتی.....	۵۴
جدول (۴-۲): اطلاعات جذبی <i>ESBO</i> اولیه و پلی الهای سنتز شده از آن به روش حرارتی.....	۵۵
جدول (۵-۲): جابجایی شیمیایی پروتونهای <i>ESBO</i> و محصولات سنتز شده به روش حرارتی.....	۵۶

- جدول (۲-۶): برنامه زمانی مایکروویو و بازده بدست آمده در هر مرحله.....۵۷
- جدول (۲-۷): برنامه زمانی مایکروویو و بازده بدست آمده از واکنشها در دمای ثابت ۱۰۰ درجه سانتیگراد.....۵۸
- جدول (۲-۸): مقادیر درصدی و گرمی کاتالیزور استفاده شده.....۵۹
- جدول (۲-۹): برنامه زمانی مایکروویو و بازده بدست آمده در هر مرحله.....۵۹
- جدول (۲-۱۰): برنامه زمانی مایکروویو و بازده بدست آمده از واکنشها در دمای ثابت ۸۵ درجه سانتیگراد...۶۰
- جدول (۲-۱۱): برنامه زمانی مایکروویو و بازده بدست آمده از واکنشها در دمای ثابت ۸۵ درجه سانتیگراد...۶۱
- جدول (۲-۱۲): مقدار کاتالیزور و بازده بدست آمده در هر مرحله.....۶۲
- جدول (۲-۱۳): اطلاعات جذبی *ESBO* و محصولات سنتز شده از آن به روش مایکروویو۶۳
- جدول (۲-۱۴): جابجایی شیمیایی پروتونهای *ESBO* و محصولات سنتز شده به روش مایکروویو.....۶۴
- جدول (۲-۱۵): مقادیر گرمی مواد اولیه مصرفی در تهیه فوم پلی اورتان.....۶۵
- جدول (۲-۱۶): دانسیته فوم حاصل از EG۶۶
- جدول (۲-۱۷): دانسیته فوم حاصل از DEG۶۶
- جدول (۳-۱): بازده واکنش باز شدن حلقه به روش حرارتی در مدت زمانهای مختلف از واکنش۷۴
- جدول (۳-۲): بازده بدست آمده از واکنش *ESBO* و دی اتانول آمین به روش حرارتی۷۷
- جدول (۳-۳): برنامه زمانی مایکروویو و بازده بدست آمده در هر مرحله.....۸۲
- جدول (۳-۴): برنامه زمانی مایکروویو و بازده بدست آمده در هر مرحله.....۸۵
- جدول (۳-۵): برنامه زمانی مایکروویو و بازده بدست آمده از واکنشها در دمای ثابت ۱۰۰ درجه سانتیگراد. ۹۰
- جدول (۳-۶): برنامه زمانی مایکروویو و بازده بدست آمده از واکنشها در دمای ثابت ۸۵ درجه سانتیگراد.....۹۲
- جدول (۳-۷): برنامه زمانی مایکروویو و بازده بدست آمده از واکنشها در دمای ثابت ۸۵ درجه سانتیگراد.....۹۶
- جدول (۳-۸): مقدار کاتالیزور و بازده بدست آمده در هر مرحله.....۹۸

- طیف ۱- طیف $^1\text{HNMR}$ روغن اپوکسی سویا (ESBO)
- طیف ۲- طیف $^{13}\text{CNMR}$ روغن اپوکسی سویا (ESBO)
- طیف ۳- طیف FT-IR روغن اپوکسی سویا (ESBO)
- طیف ۴- طیف $^1\text{HNMR}$ محصول واکنش ESBO با DEG به روش حرارتی در مدت زمان ۹۰ دقیقه
- طیف ۵- طیف $^1\text{HNMR}$ محصول واکنش ESBO با DEG به روش حرارتی در مدت زمان ۱۸۰ دقیقه
- طیف ۶- طیف $^1\text{HNMR}$ محصول واکنش ESBO با DEG به روش حرارتی در مدت زمان ۳۶۰ دقیقه
- طیف ۷- طیف FT-IR محصول واکنش ESBO با DEG به روش حرارتی در مدت زمان ۹۰ دقیقه
- طیف ۸- طیف FT-IR محصول واکنش ESBO با DEG به روش حرارتی در مدت زمان ۱۸۰ دقیقه
- طیف ۹- طیف FT-IR محصول واکنش ESBO با DEG به روش حرارتی در مدت زمان ۳۶۰ دقیقه
- طیف ۱۰- طیف $^1\text{HNMR}$ محصول واکنش ESBO با DEA به روش حرارتی در مدت زمان ۶۰ دقیقه
- طیف ۱۱- طیف $^1\text{HNMR}$ محصول واکنش ESBO با DEA به روش حرارتی در مدت زمان ۱۸۰ دقیقه
- طیف ۱۲- طیف $^1\text{HNMR}$ محصول واکنش ESBO با DEA به روش حرارتی در مدت زمان ۳۶۰ دقیقه
- طیف ۱۳- طیف $^1\text{HNMR}$ محصول واکنش ESBO با EG به روش حرارتی در مدت زمان ۱۸۰ دقیقه
- طیف ۱۴- طیف $^1\text{HNMR}$ محصول واکنش ESBO با EG به روش حرارتی در مدت زمان ۳۶۰ دقیقه
- طیف ۱۵- طیف FT-IR محصول واکنش ESBO با EG به روش حرارتی در مدت زمان ۱۸۰ دقیقه
- طیف ۱۶- طیف FT-IR محصول واکنش ESBO با EG به روش حرارتی در مدت زمان ۳۶۰ دقیقه
- طیف ۱۷- طیف $^1\text{HNMR}$ محصول واکنش ESBO با DEG به روش مایکروویو با قدرت ۳۰۰ وات
- طیف ۱۸- طیف $^1\text{HNMR}$ محصول واکنش ESBO با DEG به روش مایکروویو با قدرت ۴۰۰ وات
- طیف ۱۹- طیف $^1\text{HNMR}$ محصول واکنش ESBO با DEG به روش مایکروویو با قدرت ۵۰۰ وات
- طیف ۲۰- طیف $^1\text{HNMR}$ محصول واکنش ESBO با DEG به روش مایکروویو با قدرت ۶۰۰ وات
- طیف ۲۱- طیف $^1\text{HNMR}$ محصول واکنش ESBO با DEG به روش مایکروویو با قدرت ۷۰۰ وات