دانشگاه آزاد اسلامی

واحد تهران جنوب

دانشکده تحصیلات تکمیلی

سمینار برای دریافت درجه کارشناسی ارشد "M.Sc"

مهندسی شیمی نساجی و علوم الیاف

عنوان:

بررسی و پیشرفت های حاصله در زمینه تولید الیاف استحکام بالا- مدول بالا

استاد راهنما:

نگارش:

فهرست مطالب

عنوان صفحه

چکیده.....ز

مقدمه.....س

فصل اول: آرامیدها

۱-۱.مقدمه ۲

۱-۲.آماده سازی پلیمر ۳

۱-۲-۱.ترکیب پایه ۳

۱-۲-۲.پروسه پلیمریزاسیون پلی امیدهای اروماتیک ۴

۱-۳.پلیمرهای کریستال مایع ۹

۱-۳-۱.پلیمرهای کریستال مایع لیوتروپیک ۱۱

۱-۳-۲.پلیمرهای کریستال مایع ترموتروپیک ۱۲

۱-۴.کوپلی امیدهای اروماتیک ۱۳

۱-۵.ریسندگی الیاف آرامیدها ۱۵

۱-۵-۱.فرایند ریسندگی تر-جت-خشک.....۱۵

۱-۵-۲.بررسی اجمالی اختلاف ریسندگی تر- جت- خشک با تر ریسی ۱۸

۱-۶.انواع ارامیدها ۱۹

۱-۷.ساختمان و ساختار الیاف آرامید ۲۰

۱-۸.بررسی خواص فیزیکی و مکانیکی الیاف ارامید ۲۶

۱-۹.کاربردهای الیاف ارامید ۳۰

۱-۹-۱.استفاده الیاف ارامید در زمینه کامپوزیتهای قوی ۳۱

۱-۹-۲.کاربرد الیاف در محافظهای گرمایی و برش ۳۱

۱-۹-۳.کاربرد الیاف در تایرها ۳۱

۱-۹-۴.کاربرد الیاف در کابل و طناب ۳۲
۱-۹-۵.کاربرد الیاف در جلیغه های ضد گلوله و محافظهای حیاتی ۳۲
۱-۹-۶.سایر کاربردهای الیاف ارامید ۳۳
فصل دوم: الیاف پلی اتیلن با کارائی بالا
۲-۱.مقدمه ۳۵
۲-۲.الیاف پلی اتیلن با کارایی بالا حاصل از ژل ریسی ۳۸
۲-۲-۱.پروسه ژل ریسی ۴۰
۲-۲-۲.خصوصیات الیاف پلی اتیلن با کارایی بالا ۴۴
۲-۲-۲-۱.شکل لیف پلی اتیلن با کارایی بالا ۴۴
۲-۲-۲-۲.ساختار و مرفولوژی الیاف پلی اتیلن با کارایی بالا ۴۵
۲-۲-۲-۳.انواع الیاف پلی اتیلن با کارایی بالا ۴۷
۲-۲-۳.خواص الیاف پلی اتیلن با کارایی بالا ۴۷
۲-۲-۳-۱. دانسیته ۴۷
۲-۲-۳-۲. خواص کششی الیاف پلی اتیلن با کارایی بالا ۴۸
۲-۲-۳-۳.جذب انرژی الیاف پلی اتیلن با کارایی بالا ۵۳
۲-۲-۳-۴. اثر آب بر الیاف پلی اتیلن با کارایی بالا..... ۵۵
۲-۲-۳-۵.مقاومت شیمیایی الیاف پلی اتیلن با کارایی بالا ۵۵
۲-۲-۳-۶.رنگرزی الیاف پلی اتیلن با کارایی بالا ۵۷
۲-۲-۳-۷.مقاومت الیاف پلی اتیلن با کارایی بالا در برابر سایش ۵۷
۲-۲-۳-۸.مقاومت الیاف پلی اتیلن با کارایی بالا در برابرنور ماوراء بنفش ۵۹
۲-۲-۳-۹.خواص الکتریکی الیاف پلی اتیلن با کارایی بالا ۵۹
۲-۲-۳-۱۰.مقاومت بیولوژیکی(زیستی) الیاف پلی اتیلن با کارایی بالا ۵۹
۲-۲-۳-۱۱. خواص حرارتی الیاف پلی اتیلن با کارایی بالا ۶۰

۲-۲-۳-۱۲.خلاصه خواص فیزیکی و شیمیایی الیاف حاصل از ژل ریسی.....۶۱
۲-۳.الیاف پلی اتیلن با کارایی بالا حاصل از ریسندگی فاز جامد ۶۱
۲-۳-۱.پروسه ریسندگی فاز جامد(SSE) ۶۲
۲-۳-۲.ساختار الیاف تنسیلون ۶۵
۲-۳-۳.خواص الیاف تنسیلون ۶۸
۲-۴.کاربردهای الیاف پلی اتیلن با کارایی بالا ۷۲
۲-۴-۱.کاربرد در بافندگی و محصولات مقاوم در برابر بریدگی، سوراخ شدگی و سایش ۷۲
۲-۴-۲.کاربرد الیاف پلی اتیلن با کارایی بالا در طنابها ۷۵
۲-۴-۳.کاربرد الیاف پلی اتیلن با کارایی بالا در محافظهای بالیستیک ۷۶
۲-۴-۴.کاربرد الیاف پلی اتیلن با کارایی بالا در کامپوزیتها ۷۷
فصل سوم: سایر الیاف با کارایی بالاحاصل از پلیمر های خطی
۳-۱.پلی استر تمام اروماتیک ذوب ریسی شده ۷۹
۳-۱-۱.پلیمرهای کریستال مایع ترموتروپیک ۷۹
۳-۱-۲.تولید الیاف پلیمری کریستال مایع ترموتروپیک.....۸۱
۳-۱-۳.خواص الیاف پلیمری کریستال مایع ترموتروپیک ۸۱
۳-۱-۳-۱.مقاومت سایشی الیاف پلیمری کریستال مایع ترموتروپیک ۸۲
۳-۱-۳-۲.خصوصیات خزش الیاف پلیمری کریستال مایع ترموتروپیک ۸۲
۳-۱-۳-۳.خواص حرارتی الیاف پلیمری کریستال مایع ترموتروپیک ۸۳
۳-۱-۳-۴.خواص خمشی الیاف پلیمری کریستال مایع ترموتروپیک ۸۴
۳-۱-۳-۵.مقاومت شیمیایی الیاف پلیمری کریستال مایع ترموتروپیک ۸۵
۳-۱-۳-۶. چسبندگی الیاف پلیمری کریستال مایع ترموتروپیک ۸۵
۳-۱-۳-۷.مقاومتUV الیاف پلیمری کریستال مایع ترموتروپیک.....۸۵
۳-۱-۴.کاربردهای الیاف پلیمری کریستال مایع ترموتروپیک.....۸۵

۳-۲.الیاف PBO ۸۸
۳-۲-۱.مقدمه ۸۸
۳-۲-۲.تولید الیاف PBO ۹۰
۳-۲-۳.ساختار الیاف PBO ۹۲
۳-۲-۴.خواص الیاف PBO ۹۴
۳-۲-۴-۱.تاثیر تاب روی خصوصیات کشش نخ زایلن ۹۸
۳-۲-۴-۲.خصوصیات خزش الیاف زایلن ۹۸
۳-۲-۴-۳.خصوصیات حرارتی الیاف زایلن ۹۹
۳-۲-۴-۴.مقاومت نوری الیاف زایلن ۱۰۴
۳-۲-۴-۵.مقاومت شیمیایی الیاف زایلن ۱۰۵
۳-۲-۴-۶.مقاومت الیاف زایلن در برابر آب دریا ۱۰۶
۳-۲-۴-۷.رطوبت بازیافتی الیاف زایلن ۱۰۶
۳-۲-۴-۸.استحکام تراکمی الیاف زایلن ۱۰۷
۳-۲-۴-۹.استحکام گره وحلقه الیاف زایلن ۱۰۷
۳-۲-۴-۱۰.ضریب انبساط حرارتی الیاف زایلن ۱۰۸
۳-۲-۴-۱۱.مقاومت سایشی الیاف زایلن ۱۰۸
۳-۲-۵.کاربردهای الیاف PBO ۱۰۸
۳-۳.الیاف M5 ..... ۱۱۰
۳-۳-۱.مقدمه ۱۱۰
۳-۳-۲.پلیمریزاسیون M5 ..... ۱۱۱
۳-۳-۳.ریسندگی الیاف M5 ..... ۱۱۳
۳-۳-۴.ساختار وخواص الیاف M5 ..... ۱۱۳
۳-۳-۵.کاربرد الیاف M5 ..... ۱۱۷

فصل چهارم: نتیجه گیری

۴-۱.نتیجه گیری..... ۱۱۹

۴-۲.پیشنهادات..... ۱۲۱

منابع و ماخذ..... ۱۲۲

چکیده انگلیسی..... ۱۲۴

فهرست جداول

عنوان صفحه

جدول۱-۱.اختلاف روش تر ریسی با روش ریسندگی تر-جت-خشک ۱۹

جدول۱-۲.خواص مدول،ازدیاد طول و تناسیتی انواع آرامیدهای تجاری ۲۰

جدول۲-۱.انواع متداول الیاف پلی اتیلن با کارایی بالا ۴۷

جدول۲-۲.بررسی خواص الیاف پلیمری ۴۸

جدول۲-۳.مشخصات مواد ۵۱

جدول۲-۴.نتایج تست استحکام ۵۲

جدول۲-۵.اثر مواد شیمیایی روی الیاف پلی اتیلن با کارایی بالا در مقایسه با آرامیدها ۵۶

جدول۲-۶.خواص شیمیایی و فیزیکی الیاف پلی اتیلن با کارایی بالا ۶۱

جدول۲-۷.منسوجات بافته شده از الیاف داینیما و اسپکترا همره با کاربردها ۷۳

جدول۳-۱.خصوصیات کلی الیاف ترموتروپیک با استحکام بالا ۸۱

جدول۳-۲.مقایسه مقاومت سایشی لیف با لیف الیاف پلیمری کریستال مایع ترموتروپیک با سایر الیـاف با کارایی بالا ۸۲

جدول۳-۳.کاربردهای تجاری الیاف پلیمری کریستال مایع ترموتروپیک ۸۶

جدول۳-۴.بررسی خواص الیاف PBO در مقایسه با سایر الیاف ۹۴

جدول۳-۵:مشخصات دو لیف زایلن نوریس و مدول بالا ۹۶

جدول۳-۶.مقایسه خواص الیاف زایلن با سایر الیاف با کارایی بالا ۹۷

جدول۳-۷.مقاومت حرارتی زایلن ۱۰۳

جدول۳-۸.گازهای تولیدی از زایلن در دو دمای ۵۰۰و۷۵۰ درجه سانتیگراد ۱۰۳

جدول۳-۹.مقاومت الیاف زایلن در برابر مواد آلی ۱۰۵

جدول۳-۱۰.خواص استحکام تراکمی،مدول کششی و کرنش بحرانی ۱۰۷

جدول۳-۱۱.استحکام گره و حلقه الیاف زایلن ۱۰۸

جدول۳-۱۲.خصوصیات الیاف M5 ..... ۱۱۶

فهرست شکل ها

عنوان صفحه

شکل۱-۱.مکانیزم تولید PPTA ۵

شکل۱-۲.پلی کندنسیون ترفتالیک اسید با پارا فنیلن دی آمین-روش هیگاشی ۷

شکل۱-۳.روش هیگاشی تری آریل فسفات ۷

شکل۱-۴.سه نوع مزوفاز سمکتیک،نماتیک و کلستریک ۱۰

شکل۱-۵.ساختار چند پلیمر کریستال مایع ۱۳

شکل۱-۶.ساختار شیمیایی پلیمر تکنورا ۱۴

شکل۱-۷.فاز نماتیک با زاویه آرایش یافتگی بتا نسبت به جهت n ۱۶

شکل۱-۸.شماتیک فرایند ریسندگی تر-جت-خشک ۱۷

شکل۱-۹.فرمهای مختلف الیاف آرامید تولید شده ۲۰

شکل۱-۱۰.زنجیر پلیمری پاراآرامید ۲۲

شکل۱-۱۱.شماتیکی از ساختار نیمه کریستالی نایلون ۶ و کولار ۲۳

شکل۱-۱۲.تفرق اشعه ایکس با زاویه پهن از کولار و تکنورا ۲۴

شکل۱-۱۳.شکل فرضی از ساختمان پوسته مغزی ۲۵

شکل۱-۱۴.سه نوع آرایش یافتگی ممکن در پارا آرامیدها ۲۵

شکل۱-۱۵.ساختمان تاخورده منظم کولار ۴۹ ..... ۲۶

شکل۱-۱۶.تنش-کرنش انواع کولار وتنش-کرنش کولار در مقایسه با سایر الیاف ..... ۲۸.

شکل۱-۱۷.تک فیلامنت کولار ۴۹(a) و x500 (b) در حالت خمیده ۲۹

شکل۱-۱۸.شماتیکی از کاربردهای الیاف پارا آرامید ۳۳

شکل۲-۱.واکنش تهیه پلی اتیلن ۳۵

شکل۲-۲.آرایش یافتگی الیاف پلی اتیلن با کارایی بالاو پلی اتیلن معمولی ۴۱

شکل۲-۳.شماتیکی از پروسه ژل ریسی ۴۲

شکل۲-۴.شماتیکی از ساختار لیف داینیما SK60 ..... ۴۶
شکل۲-۵.استحکام الیاف پلی اتیلن با کارایی بالا در مقایسه با سایر الیاف ۴۸
شکل۲-۶.تنش مخصوص-ازدیاد طول الیاف پلی اتیلن با کارایی بالا در مقایسه با سایر الیاف ۴۹
شکل۲-۷.شماتیکی از طول شکست آزاد الیاف مختلف ۵۰
شکل۲-۸.تنش مخصوص-مدول مخصوص الیاف مختلف با کارایی بالا ۵۰
شکل۲-۹.ماشین تست کششی جهت ارزیابی استحکام پارگی ۵۱
شکل۲-۱۰.استحکام پارگی داینیما در مقایسه با سایر الیاف ۵۲
شکل۲-۱۱.ازدیاد طول تا حد پارگی داینیما در مقایسه با سایر الیاف..... ۵۳
شکل۲-۱۲.سرعت صوت-قابلیت جذب انرژی در الیاف بالیستیک ۵۵
شکل۲-۱۳.اثر اسید و قلیا بر روی الیاف پلی اتیلن با کارایی بالا..... ۵۶
شکل۲-۱۴.ماشین تست مقاومت سایشی آزمایشگاه همپیدجان..... ۵۷
شکل۲-۱۵.استحکام پارگی داینیما بعد از ۸ ساعت تست سایشی..... ۵۸
شکل۲-۱۶.کاهش استحکام بعد از ۸ ساعت تست سایشی ۵۸
شکل۲-۱۷.مقاومت الیاف با کارایی بالا در برابر UV ۵۹
شکل۲-۱۸.اثر دما روی تنش شکست داینیما ۶۰
شکل۲-۱۹.شماتیکی از پروسه SSE جهت تولید الیاف تنسیلون ۶۳
شکل۲-۲۰.شماتیکی از قرارگیری لایه ها بر روی یکدیگر..... ۶۵
شکل۲-۲۱.تغییرات ساختاری UHMWPE در پروسه SSE..... ۶۶
شکل۲-۲۲.ساختار میکروسکوپی محصول روش SSE ۶۷
شکل۲-۲۳.مقایسه استحکام نخهای مختلف ۶۸
شکل۲-۲۴.اثر دما روی استحکام حرارتی نخ تنسیلون در مقایسه با نخ ژل ریسی شده..... ۶۹
شکل۲-۲۵.اثر دما روی جمع شدگی حرارتی نخ تنسیلون در مقایسه با نخ ژل ریسی شده ۶۹
شکل۲-۲۶.رفتار خزش لیف تنسیلون در برابر الیاف ژل ریسی شده..... ۷۰

شکل۲-۲۷.مقایسه مقاومت در برابر UV دو نخ حاصل از روش SSE ۷۱
شکل۲-۲۸.اثر آماده سازی سطحی روی استحکام برشی بین صفحه ای ۷۲
شکل۲-۲۹.مقاومت برشی انواع نخهای HPPE مطابق استاندارد اروپا EN 388 ..... ۷۴
شکل۲-۳۰.شماتیکی از ساختمان ورقه اسپکترا و دایانیما ۷۶
شکل۳-۱.:ساختارزنجیر مولکولی الیاف پلی استر معمولی و پلیمر کریستال مایع..... ۷۹
شکل۳-۲.ساختار شیمیایی لیف وکتران ۸۰
شکل۳-۳.افت تنش وکتران HS در مقایسه با آرامید و UHMWPE ۸۳
شکل۳-۴.استحکام کششی- سیکل خمشی الیاف وکتران استحکام بالا و آرامیدها ۸۴
شکل۳-۵. کیسه هوای فضایی وکتران همراه با پلیمر سیلیکون..... ۸۷
شکل۳-۶.ساختار شیمیایی پلیمرهای منظم وسخت PBT (a) وABPBO (b) ۸۹
شکل۳-۷.شماتیک پلیمریزاسیون PBO ۹۰
شکل۳-۸.شماتیکی از پروسه ریسندگی الیاف PBO ۹۱
شکل۳-۹.اشعه ایکس با زاویه پهن از لیف PBO با استفاده از تشعشع سینکروترون ۹۲
شکل۳-۱۰.تفرق اشعه ایکس با زاویه پهن از لیف PBO ۹۳
شکل۳-۱۱.ساختار میکروسکوپی SEM از لیف PBO ۹۳
شکل۳-۱۲.تنش – کرنش الیاف مختلف PBO ۹۵
شکل۳-۱۳.تنش- کرنش الیاف زایلن نسبت به سایر الیاف با کارایی بالا ۹۷
شکل۳-۱۴.تاثیر تاب روی مدول و استحکام نخ زایلن ۵۵۵ دیتکس ۹۸
شکل۳-۱۵.مقایسه رفتار خزش الیاف زایلن با پاراآرامیدها ۱۰۱
شکل۳-۱۶.وزن باقیمانده در برابر دما در محیط گاز آرگون و هوا ۹۹
شکل۳-۱۷.حفظ استحکام در برابر زمان در دماهای مختلف ۱۰۰
شکل۳-۱۸.استحکام بعد از آماده سازی حرارتی در دماهای ۴۰۰ و ۵۰۰ درجه سانتیگراد ۱۰۰
شکل۳-۱۹.حفظ استحکام تحت عملیات حرارتی در بخار اشباع ۱۰۱

شکل۳-۲۰.استحکام تحت شرایط رطوبتی بالا و دمای کمتر از ۱۰۰ درجه سانتیگراد ۱۰۱
شکل۳-۲۱. استحکام نسبی الیاف زایلن در مقایسه با پارا آرامید مدول بالا ۱۰۲
شکل۳-۲۲.جمع شدگی الیاف زایلن در هوای داغ ۱۰۲
شکل۳-۲۳.حفظ استحکام الیاف زایلن درمقابل نور روز برای مدت ۶ماه ۱۰۴
شکل۳-۲۴.حفظ استحکام الیاف زایلن در برابر نور لامپ فلئورسنت ۱۰۴
شکل۳-۲۵.مقاومت الیاف زایلن در برابر اسیدهای مختلف در زمانهای مختلف ۱۰۵
شکل۳-۲۶.استحکام در برابر زمان در حضور قلیاهای مختلف در ۲۵ درجه سانتیگراد ۱۰۶
شکل۳-۲۷.استحکام لیف زایلن در مقایسه با پاراآرامید در آب دریای شبیه سازی شده ۱۰۶
شکل۳-۲۸.رطوبت بازیافتی – رطوبت نسبی الیاف زایلن ۱۰۷
شکل۳-۲۹.مقایسه مقاومت سایشی الیاف زایلن در مقایسه با سایر الیاف ۱۰۸
شکل۳-۳۰.پلیمر بسیار سخت و منظم M5 ..... ۱۱۰
شکل۳-۳۱.شماتیکی از پلیمریزاسیون M5 ..... ۱۱۱
شکل۳-۳۲.شماتیکی از پروسه تولید تترا آمینو پیریدین ۱۱۱
شکل۳-۳۳.شماتیکی از پروسه تولید DHTA ۱۱۲
شکل۳-۳۴.ساختار کریستالی نهایی لیف M5 مدول بالا ۱۱۴
شکل۳-۳۵.استحکام الیاف M5 تحت شرایط ۱۸۰ درجه فارنهایت و٪۸۵ رطوبت نسبی ۱۱۷

چکیده

الیاف استحکام بالا - مدول بالا یا به عبارتی الیاف با کارایی بالا نسل سوم از الیاف را تشکیل میدهند که با توجه به خواص خود برای کاربردهای ویژه همچون صنایع فضایی ،دریایی ، هوایی ، نظامی و. غیره با طیف گسترده مورد استفاده قرار میگیرند. الیاف با کارایی بالا بیشتر به صورت کامپوزیت و به عبارت دیگر در بستری (ماتریس) از رزینهای خاص به کار گرفته میشوند. بر خلاف الیاف معمولی که به ارتجاعیت برگشت پذیر(الاستیک) در حدود ۳۰-۱۰ درصد احتیاج داشته و استحکام آنها کمتر اهمیت دارد ویژگیهای زیر مشخصه های اصلی الیاف با کارایی بالا با توجه به نوع کاربرد آنها بشمار می آید. استحکام و سختی حداکثر، ارتجاعیت حداقل، مدول اولیه بالا، ثبات ابعادی بالا، مقاومت بالا در مقابل گرما و مواد شیمیایی، آرایش یافتگی بالا، وزن مخصوص کم و غیره .

در این تحقیق سعی شد، تا برخی از الیاف و منسوجات با کارایی بالا از قبیل الیاف آرامیدی، الیاف پلی اتیلن با کارایی بالا، الیاف کریستال مایع معرفی شوند، فرآیند تولید، خواص فیزیکی و مکانیکی آنها مورد بحث و بررسی قرار گرفت و کاربرد های مختصری از آنها ارائه شده است.

مقدمه

بی تردید می توان گفت که غذا ، پوشاک و مسکن نیازهای اصلی انسان بشمار می روند بر این اساس از هزاران سال پیش بشر از الیاف طبیعی مانند پنبه ، پشم و ابریشم استفاده می نمود که این الیاف طبیعی را می توان نسل اول الیاف دانست.سپس بدلیل نیاز به مواد سبکتر، قویتر و بادوام تر الیاف مصنوعی مانند نایلون، پلی استر، پلی پروپیلن و... تولید شدند و از آنها در پوشاک و کالاهای خانگی استفاده گردید. الیاف مصنوعی یاد شده نسل دوم الیاف را تشکیل می دهند که اولین بار در حدود ۷۰ سال پیش عرضه شدند اما بدلیل نیاز به کاربردهای صنعتی مختلف و همچنین با پیشرفت علم نساجی و به عبارت دیگر مهندسی الیاف ،دانشمندان به خواص عالی الیاف مثل استحکام و سختی زیاد دست یافتند و بدین ترتیب بعد از الیاف طبیعی و مصنوعی معمولی نسل سومی از الیاف به نام الیاف با کارایی بالا تولید گردید و کاربرد الیاف را از محدوده نساجی و به عبارت دیگر تولید پوشاک، منسوجات خانگی، کفپوش ها و کاربردهای مشابه فراتر برده و آنرا وارد بخشهای جدید مثل صنایع فضایی، نظامی، راه و ساختمان، الکترونیک، اتومبیل سازی، وسایل ورزشی، لوازم پزشکی پیشرفته و کاربردهای دیگر نموده است.