



دانشگاه آزاد اسلامی  
واحد تهران جنوب  
دانشکده تحصیلات تکمیلی

سمینار برای دریافت درجه کارشناسی ارشد “M.SC”  
مهندسی نساجی-شیمی نساجی و علوم الیاف

عنوان :

بررسی تأثیر پارامترهای ریسندگی الیاف مصنوعی بر روی خواص مکانیکی آن ها

استاد راهنما :

نگارش:

## فهرست مطالب

عنوان

شماره صفحه

چکیده ..... ۱

مقدمه ..... ۲

### فصل اول ذوب ریسی

۱-۱- کلیات ..... ۴

۱-۲- خصوصیات مکانیکی و ساختمان نخهای تولیدشده با سرعتهای بالا ..... ۵

۱-۲-۱- کیفیت نخ به طور عمومی ..... ۵

۱-۲-۲- رابطه سرعت ریسندگی با خواص فیزیکی نخ ریسیده شده در سرعت بالا ..... ۸

۱-۲-۳- ساختمان پوسته- مغزی ..... ۱۱

۱-۲-۴- رابطه سرعت ریسندگی و ساختمان فاز کریستالی ..... ۱۲

۱-۲-۵- ساختمان بسیار منظم فیلامنت ریسیده شده با سرعت بالا ..... ۱۵

۱-۲-۶- فاز مرو آرایش یافته ..... ۱۸

۱-۳- تشکیل ساختمان در فرایند ریسندگی با سرعت بالا ..... ۲۰

۱-۳-۱- حالت گردنی شدن در فرایند ریسندگی ..... ۲۰

۱-۳-۲- شکل گیری ساختمان لیف در خط ریسندگی ..... ۲۵

۱-۳-۳- تأثیر مقاومت هوا در عملیات ریسندگی بسیار سریع ..... ۲۸

۱-۳-۴- تشکیل ساختمان مغزی- پوسته ..... ۳۲

۱-۴- کاربردهای روش سرعت ریسندگی بالا ..... ۳۳

۱-۴-۱- کاربردهای ویژه نخهای ریسیده شده با سرعت بالا [۱۹،۵] ..... ۳۳

۱-۴-۲- بهبود خواص فیزیکی نخ ..... ۳۴

۱-۴-۳- کاربردهای دیگر ..... ۳۸

۱-۵- وضعیت کنونی عملیات ریسندگی با سرعت بالا ..... ۴۰

## فهرست مطالب

شماره صفحه

عنوان

### فصل دوم محلول ریسی

۴۴.....	۱-۲- کلیات
۴۵.....	۲-۲- تکنولوژی ریسندگی الیاف آکرلیک
۴۵.....	۱-۲-۲- تئوری ریسندگی برای یک لیف آکرلیک
۴۸.....	۲-۲-۲- تکنولوژی ریسندگی برای نخ فیلامنتی آکرلیک
۴۹.....	۱-۲-۲-۲- روش غوطه وری
۵۰.....	۲-۲-۲-۲- روش ریسندگی محفظه هوا
۵۱.....	۳-۲-۲- ریسندگی با سرعت بالای یک نخ فیلامنتی آکرلیک
۵۱.....	۱-۳-۲-۲- موارد فنی موردنیاز برای رسیدن به ریسندگی با سرعت بالا
۵۲.....	۲-۳-۲-۲- ریسندگی فوق سریع در ناحیه غلظت بالا توسط روش ریسندگی غوطه وری
۵۳.....	۳-۳-۲-۲- ریسندگی فوق سریع توسط روش محفظه هوا
۵۷.....	۳-۲- بررسی روشهای ریسندگی
۵۷.....	۱-۳-۲- روش ریسندگی HANK
۵۹.....	۲-۳-۲- روش ریسندگی ممتد
۶۰.....	۳-۳-۲- روش ریسندگی نوع NP
۶۰.....	۱-۳-۳-۲- تکنولوژی ریسندگی سریع در روش NP
۶۲.....	۲-۳-۳-۲- ساختمان الیاف و خواص لیف NP
۶۴.....	۴-۳-۲- روش تولید نوع UNP
۶۴.....	۱-۴-۳-۲- روش ریسندگی فوق سریع نوع UNP
۶۷.....	۲-۴-۳-۲- پارامترهای دیگر در روش UNP

## فهرست مطالب

شماره صفحه

عنوان

### فصل سوم ژل ریسی

۶۹.....	۳-۱- کلیات .....
۶۹.....	۳-۲- تولید .....
۶۹.....	۳-۲-۱- ساختار مولکولی .....
۷۰.....	۳-۲-۲- ژل ریسی .....
۷۱.....	۳-۲-۲-۱- عملیات ژل ریسی .....
۷۲.....	۳-۲-۲-۲- پلیمر ذخیره تغذیه .....
۷۲.....	۳-۲-۲-۳- محلول ریسندگی .....
۷۲.....	۳-۲-۲-۴- انعقاد و کریستالیت .....
۷۳.....	۳-۲-۲-۵- کشش .....
۷۴.....	۳-۳- دیگر الیاف ژل ریسی .....
۷۴.....	۳-۴- مشخصات لیف .....
۷۴.....	۳-۴-۱- شکل لیف .....
۷۴.....	۳-۴-۲- ساختار و مرفولوژی (شکل شناسی) .....
۷۵.....	۳-۴-۳- الیاف قابل استفاده تجاری .....
۷۵.....	۳-۵- خواص .....
۷۵.....	۳-۵-۱- دانسیته .....
۷۵.....	۳-۵-۲- خواص کششی .....
۷۸.....	۳-۵-۳- خواص مکانیکی در جهت عرضی .....
۷۸.....	۳-۵-۴- ویسکوالاستیک .....
۷۹.....	۳-۵-۵- انرژی جذب .....
۷۹.....	۳-۵-۶- فرسودگی .....

## فهرست مطالب

شماره صفحه

عنوان

---

۸۱	۳-۵-۷- مقاومت سایشی
۸۱	۳-۵-۸- مقاومت حرارتی
۸۲	۳-۵-۹- جمع شدگی
۸۲	۳-۵-۱۰- خلاصه خواص
۸۲	۳-۶- عملیات پارچه و نخ
۸۲	۳-۶-۱- پیش بینیهای کلی
۸۳	۳-۶-۲- عملیات نخ ، مخلوطها و آمیزشها

### فصل چهارم نتیجه گیری و پیشنهادات

۸۵	نتیجه گیری
۸۹	پیشنهادات
۹۰	منابع و ماخذ
۹۱	فهرست منابع لاتین
۹۴	ABSTRACT

## فهرست شکلها

عنوان

شماره صفحه

- شکل (۱-۱) شکل فرضی جهت سیستم تولید نخ PET..... ۴
- شکل (۲-۱) (a) وابستگی استحکام به سرعت ریسندگی و (b) وابستگی ازدیاد طول به سرعت ریسندگی..... ۶
- شکل (۳-۱) منحنی تنش- کرنش در سرعتهای ریسندگی مختلف..... ۶
- شکل (۴-۱) ارتباط مدول یانگ با سرعت ریسندگی..... ۶
- شکل (۵-۱) ارتباط بین سرعت ریسندگی و جمع شدگی در حالت جوش..... ۷
- شکل (۶-۱) ارتباط بین میزان رنگ جذب شده و سرعت ریسندگی..... ۸
- شکل (۷-۱) ارتباط بین ضریب شکست ( $\Delta n$ ) و سرعت ریسندگی..... ۹
- شکل (۸-۱) ارتباط بین درجه کریستالی شدن و سرعت ریسندگی..... ۹
- شکل (۹-۱) ارتباط بین دانسیته و ضریب شکست مضاعف..... ۱۰
- شکل (۱۰-۱) ارتباط بین ضریب شکست مضاعف فاز کریستالی آرایش یافته ( $\Delta n_c$ ) و ضریب شکست مضاعف فاز آمورف آرایش یافته ( $\Delta n_c$ ) با سرعت ریسندگی..... ۱۰
- شکل (۱۱-۱) توزیع  $\Delta n$  در مقطع عرضی فیلامنت PET در سرعتهای ریسندگی مختلف..... ۱۱
- شکل (۱۲-۱) عکس سطح مقطع فیلامنت ریسیده شده با سرعت بالا که توسط میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM) گرفته شده است..... ۱۲
- شکل (۱۳-۱) ارتباط بین دانسیته کریستالها و سرعت ریسندگی..... ۱۲
- شکل (۱۴-۱) نمودارهای DSC جهت فیلامنت PET ریسیده شده در سرعتهای مختلف..... ۱۴
- شکل (۱۵-۱) پیک دمای ذوب ( $T_m$ ) به عنوان تابعی از ضخامت کریستال..... ۱۵
- شکل (۱۶-۱) الگو تفرق اشعه X با زاویه کم..... ۱۵
- شکل (۱۷-۱) مدل ساختمانی دقیق از فیلامنتهای ریسیده شده در سرعت ۹۰۰۰ m/min و ۵۰۰۰ m/min..... ۱۶

## فهرست شکلها

عنوان

شماره صفحه

- شکل (۱۸-۱) معادله شدت جهت SAXA از فیلامنتهای PET که در سرعتهای مختلف ریسیده شده اند ..... ۱۷
- شکل (۱۹-۱) فاصله درون فیبریلی به عنوان تابعی از سرعت ریسندگی ..... ۱۷
- شکل (۲۰-۱) مدل ساختمانی دقیق برای سرعت ریسندگی
- ۱۸ .....  $10000 \text{ m/min}$  (براساس نظر Ishizald و همکارانش)
- شکل (۲۱-۱) شدت توزیع استوایی و نصف النهاری راجع به WAXSO از ناحیه آمورف ..... ۱۹
- شکل (۲۲-۱) طرح تفرق اشعه X در رابطه با جدایی فازهای کریستالی، مزوآرایش یافته و آمورف ..... ۱۹
- شکل (۲۳-۱) کسری از فازهای کریستالی، مزوآرایش یافته و آمورف
- به عنوان تابعی از سرعت ریسندگی ..... ۲۰
- شکل (۲۴-۱) تغییرات قطر فیلامنت در سرعت ریسندگی  $4000 \text{ m/min}$  الی  $10000 \text{ m/min}$  ..... ۲۱
- شکل (۲۵-۱) نسبت میزان تغییر شکل ..... ۲۱
- شکل (۲۶-۱) تغییرات تنش ریسندگی در خط ریسندگی ..... ۲۲
- شکل (۲۷-۱) تغییرات ویسکوزیته ازدیاد طول در خط ریسندگی ..... ۲۳
- شکل (۲۸-۱) تغییر در ساختار لیف در سرعت ریسندگی بالا ..... ۲۴
- شکل (۲۹-۱) تغییرات دمای فیلامنت در سرعت ریسندگی  $4000 \text{ m/min}$  و  $8000 \text{ m/min}$  ..... ۲۵
- شکل (۳۰-۱) دمای محاسبه شده و اندازه گیری شده برای فیلامنت در خط ریسندگی ..... ۲۶
- شکل (۳۱-۱) تغییرات در خواص شاخص در خط ریسندگی با سرعت  $4000 \text{ m/min}$  ..... ۲۶
- شکل (۳۲-۱) تغییرات در خواص شاخص در خط ریسندگی با سرعت  $8000 \text{ m/min}$  ..... ۲۷
- شکل (۳۳-۱) مدلی جهت شکل گیری ساختمان لیف ..... ۲۸
- شکل (۳۴-۱) تصویر فرضی از آزمایش ریسندگی برای تغییرات مداوم طول فیلامنت ..... ۲۹
- شکل (۳۵-۱) تنش ریسندگی در نقطه برداشت به عنوان تابعی
- از طول جاری (Running Length) در سرعتهای ریسندگی مختلف ..... ۲۹

## فهرست شکلها

عنوان

شماره صفحه

- شکل (۳۶-۱) ضریب شکست مضاعف و میزان کوتاه شدن در آب جوش به عنوان تابعی از تنش ریسندگی در سرعت  $4000 \text{ m/min}$  ..... ۳۰
- شکل (۳۷-۱) نیم رخ تفرق استوایی اشعه X به عنوان تابعی از تنش ریسندگی از نقطه برداشت (سرعت ریسندگی  $4000 \text{ m/min}$ ) ..... ۳۱
- شکل (۳۸-۱) تخمین سرعت فیلامنت برای دو طول جریان مختلف (سرعت ریسندگی)  $4000 \text{ m/min}$  ..... ۳۱
- شکل (۳۹-۱) الگوهای شکست درونی از نمونه فیلامنت در خط ریسندگی ..... ۳۲
- شکل (۴۰-۱) تصویر فرضی از خط ریسندگی ..... ۳۴
- شکل (۴۱-۱) ریسندگی یک مرحله ای جهت تولید نخ پردوام در شرایطی که از حمام LIB استفاده شده ..... ۳۸
- شکل (۴۲-۱) منحنی عمر لاستیک و نیمه عرض انتشار  $\alpha_a$  ..... ۴۰
- شکل (۱-۲) نمودار سیستم ۳ فازی شامل پلیمر، حلال، غیرحلال ..... ۴۴
- شکل (۲-۲) نمودار فاز ۲ تایی شامل پلیمر و حلال ..... ۴۵
- شکل (۳-۲) نمودار تفکیک گاز کوچک ..... ۴۶
- شکل (۴-۲) نمودار فاز ۳ تایی شامل پلی آکریلونیتریل، نیتریک اسید، آب ( $dr_{max}$ ) ..... ۴۷
- شکل (۵-۲) ارتباط بین بیشترین نسبت کشش و غلظت منعقدکننده ..... ۴۷
- شکل (۶-۲) روشهای ریسندگی لیف آکرلیک ..... ۴۸
- شکل (۷-۲) دستگاه ریسندگی با روش غوطه وری ..... ۴۹
- شکل (۸-۲) دستگاه ریسندگی با روش محفظه گاز ..... ۵۱
- شکل (۹-۲) دستگاه ریسندگی فوق سریع: روش غوطه وری در محدوده غلظت بالا ..... ۵۲
- شکل (۱۰-۲) فلورچارت ریسندگی فوق سریع: روش محفظه هوا ..... ۵۴
- شکل (۱۱-۲) قیف ریسندگی برای روش محفظه هوا ..... ۵۴
- شکل (۱۲-۲) اسکن میکروگراف الکترونی از سطح الیاف آکرلیک ..... ۵۶
- شکل (۱۳-۲) روش ریسندگی Hank ..... ۵۷



## فهرست شکلها

عنوان

شماره صفحه

- شکل (۲-۱۴) تغییرات سرعت مایع ریسندگی و الیاف ..... ۵۸
- شکل (۲-۱۵) کیف ریسندگی نوع NP ..... ۶۰
- شکل (۲-۱۶) دستگاه ریسندگی روش NP ..... ۶۱
- شکل (۲-۱۷) دستگاه انتقال فیلامنت بر روی تسمه نقاله ..... ۶۱
- شکل (۲-۱۸) دستگاه بازکننده فیلامنتها از روی تسمه نقاله ..... ۶۲
- شکل (۲-۱۹) ارتباط بین توان سرعت نخ پود در دستگاه جت هوا و طول نخ پود ..... ۶۳
- شکل (۲-۲۰) ارتباط مقاومت سایشی الیاف در برابر نسبت سرعت ریسندگی  
به بیشترین سرعت ازدیاد طول ..... ۶۴
- شکل (۲-۲۱) ارتباط بین تعداد Nepها و قطر نازل کیف ریسندگی ..... ۶۵
- شکل (۲-۲۲) کیف ریسندگی روش UNP ..... ۶۵
- شکل (۲-۲۳) تغییرات سرعت آب ریسندگی و الیاف در روش ریسندگی UNP ..... ۶۶
- شکل (۳-۱) ماکرو مولکولهای آرایش یافته HPPE و PE معمولی ..... ۷۰
- شکل (۳-۲) روش ژل ریزی ..... ۷۱
- شکل (۳-۳) مقاومت بر پایه وزن و حجم الیاف گوناگون ..... ۷۶
- شکل (۳-۴) نمودار تنش - کرنش؛ پلی استر = PE ، پلی آمید = PA مقاومت بالا = HS ..... ۷۷
- شکل (۳-۵) طول پارگی آزاد الیاف مختلف ..... ۷۷
- شکل (۳-۶) مقاومت ویژه و مدول ویژه الیاف گوناگون ..... ۷۸
- شکل (۳-۷) طول عمر خمش و ساییدگی الیاف گوناگون ..... ۸۰
- شکل (۳-۸) فرسودگی خمشی الیاف گوناگون: چرخش دور قرقره  
هنگام افزایش درصد نیروی پارگی ..... ۸۰
- شکل (۳-۹) اثرات دما روی شکست تنش Dyneema ..... ۸۱

## فهرست جدولها

عنوان

شماره صفحه

- 
- جدول (۱-۱) ارتباط بین فضاهاى Bragg و سرعت ریسندگی ..... ۱۳
- جدول (۲-۱) ارتباط بین سرعت ریسندگی و اندازه کریستالها ..... ۱۳
- جدول (۳-۱) سرعت فیلامنت، نسبت تغییر شکل، تنش ریسندگی، ویسکوزیته ازدیاد طول و دمای فیلامنت در آغاز گردنی شدن ..... ۲۴
- جدول (۴-۱) خواص ویژه جهت نخ رنگرزی در فشار نرمال ..... ۳۳
- جدول (۵-۱) تأثیر (SLH) (براساس فعالیت Toyobo) ..... ۳۵
- جدول (۶-۱) تأثیر SLH (Toray) ..... ۳۶
- جدول (۷-۱) سردکردن با آب و جمع شدگی در جوش ..... ۳۷
- جدول (۸-۱) سیستم سردسازی و خواص نخ ..... ۳۸
- جدول (۹-۱) فرایند ریسندگی، ساختمان و خواص نخ تایر ..... ۴۰
- جدول (۱۰-۱) ریسندگی PET با سرعت بسیار بالا در ژاپن ..... ۴۲
- جدول (۱-۲) تأثیرات جمع شدگی و ازدیاد طول در خشک کن ها ..... ۵۰
- جدول (۲-۲) ارتباط بین سرعت ریسندگی و خواص الیاف ..... ۵۵
- جدول (۳-۲) خواص الیاف حاصل از روش ریسندگی استاندارد و روش ریسندگی فوق سریع ..... ۵۶
- جدول (۴-۲) خواص الیاف ..... ۶۳
- جدول (۵-۲) خواص الیاف (قیف بلند؛ شکل (۲-۲۲)) ..... ۶۶
- جدول (۱-۳) نخهای فیلامنتی HPPE قابل مصرف تجاری ..... ۷۵
- جدول (۲-۳) خواص تئوری و بدست آمده الیاف ..... ۷۶
- جدول (۳-۳) خواص عرضی الیاف HPPE ..... ۷۸
- جدول (۴-۳) بررسی خواص فیزیکی و شیمیایی HPPE ..... ۸۲
- جدول (۵-۳) فاکتور K و مقاومت ..... ۸۳

## چکیده

بطور کلی سه روش اصلی برای تولید الیاف مصنوعی وجود دارد که خود این روشها شامل متدهای متنوعی می باشند.

اصولا باتوجه به نوع مصرفی که الیاف مصنوعی دارند خواصی که نوع ریسندگی به آن ها میدهد، روش ریسندگی موردنظر انتخاب میگردد. ، به دلیل تغییر خصوصیات الیاف در اثر شرایط تولید آنها نمیتوان روشهای تولید ریسندگی الیاف مصنوعی را به طور کامل با یکدیگر مقایسه کرد.

در روش ذوب ریزی با تغییر پارامترهای ریسندگی نظیر سرعت، کشش، مقاومت هوا، دما و ... الیاف متنوع با خصوصیات مختلفی حاصل میشود، در روش محلول ریزی با تغییر پارامترهای ریسندگی نظیر سرعت، دما، کشش، غلظت محلول و روش انتخابی میتوان الیاف متنوعی تولید کرد.

در روش ژل ریزی پارامترهای متنوع شامل ساختار مولکولی پلیمر، محلول ریسندگی ، کشش، نوع انعقاد و کریستالیت و ... الیاف با خواص متعدد و متنوع را به ما میدهد.