# بنام ایزد یکتا

دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده مهندسی نساجی

# تشخیص عیوب خارج از مرکزی غلتک‌های سیستم کشش با استفاده از آنالیز صدا و شبکه‌های عصبی

پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی نساجی

غلامحسین صالحی

استاد راهنما

دکتر محمد شیخ‌زاده

دکتر داریوش سمنانی

۱۳۸۹

دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده مهندسی نساجی

پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد رشته‌ی مهندسی نساجی آقای غلامحسین صالحی

*تحت عنوان:* تشخیص عیوب خارج از مرکزی غلتک‌های سیستم کشش با استفاده از آنالیز صدا و شبکه‌های عصبی

در تاریخ ۸۸/۲/۱۹ توسط کمیته‌ی تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

| | |
|---|---|
| ۱- استاد راهنمای پایان‌نامه | دکتر محمد شیخ‌زاده |
| ۲- استاد راهنمای پایان‌نامه | دکتر داریوش سمنانی |
| ۳- استاد داور | دکتر محمد قانع |
| ۴- استاد داور | دکتر حسین حسنی |
| سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده: | دکتر سعید آجلی |

**کلیه‌ی حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع این پایان‌نامه (رساله) متعلق به دانشگاه صنعتی اصفهان است.**

تقدیم به پدر و مادر عزیزم

فهرست مطالب

عنوان صفحه


چکیده ..... ۱

**مقدمه** ..... ۲

۱-۱ عیوب نخ ..... ۲

۱-۲ کشش و لاغر کردن ..... ۲

۱-۲-۱ عملیات کشش ..... ۳

۱-۲-۲ عوامل موثر بر فرآیند کشش: ..... ۴

۱-۲-۳ قسمت های مختلف یک سیستم کششی در ریسندگی الیاف کوتاه ..... ۴

۱-۲-۴ نایکنواختی سازه ها ..... ۶

۱-۲-۵ نقش غلتک های معیوب سیستم کششی در نایکنواختی های ایجاد شده در محصول تولیدی: ..... ۷

۱-۲-۶ اثر غلتک های تغییر فرم یافته ..... ۹

۱-۳ اثر غلتک های خارج از مرکز روی مقاومت نخ ..... ۹

۱-۴ اثر غلتک های خارج از مرکز یا نایکنواختی نخ روی خواص پارچه ..... ۹

۱-۵ تشخیص عیب ..... ۱۰

۱-۵-۱ ضرورت تشخیص عیب ماشین ..... ۱۰

۱-۶ استراتژی‌های نگهداری و تعمیرات ..... ۱۱

۱-۶-۱ تعمیرات پس از خرابی ..... ۱۱

۱-۶-۲ نگهداری و تعمیرات پیش‌گیرانه ..... ۱۱

۱-۶-۳ نگهداری و تعمیرات پیش‌بینانه ..... ۱۲

۱-۶-۴ نگهداری و تعمیرات بازدارنده یا کنش‌گرایانه ..... ۱۳

۱-۷ بررسی وضعیت ماشین ..... ۱۳

۱-۷-۱ بازرسی مستقیم ..... ۱۳

۱-۷-۲ آنالیز ارتعاشات ..... ۱۴

۱-۷-۳ اندازه گیری صوتی ..... ۱۴

۱-۷-۴ بازرسی از طریق آنالیز مشخصه‌های سیگنال جریان موتور ..... ۱۵

۱-۷-۵ شناسایی عیوب از طریق تست غیر مخرب ..... ۱۶

۱-۸ نواع تکنیک‌های پردازش سیگنال برای تشخیص عیب یاتاقان‌ها ..... ۱۶

۱-۸-۱ دیدگاه حوزه زمان ..... ۱۶

۱-۸-۲ دیدگاه حوزه فرکانس ..... ۱۸

۱-۹ صدا ..... ۲۲
۱-۱۰ انواع صوت ..... ۲۳
۱-۱۱ فیزیک صوت ..... ۲۳
۱-۱۲ کمیات اندازه گیری صوت: ..... ۲۴
۱-۱۲-۱ کمیّات فیزیکی ..... ۲۴
۱-۱۲-۲ کمیّات لگاریتمی ..... ۲۴
۱-۱۲-۳ انواع صوت از نظر زمان تداوم ..... ۲۵
۱-۱۳ تاریخچه شبکه‌های عصبی ..... ۲۶
۱-۱۴ قابلیت شبکه‌های عصبی ..... ۲۸
۱-۱۴-۱ قابلیت یادگیری ..... ۲۸
۱-۱۴-۲ پراکندگی اطلاعات " پردازش اطلاعات به صورت متن " ..... ۲۸
۱-۱۴-۳ قابلیت تعمیم ..... ۲۹
۱-۱۴-۴ پردازش موازی ..... ۲۹
۱-۱۴-۵ مقاوم بودن ..... ۲۹
۱-۱۵ سیگنال‌های متناوب ..... ۲۹
۱-۱۵-۱ دوره تناوب سیگنال ..... ۳۰
۱-۱۵-۲ فرکانس سیگنال یا موج ..... ۳۱
۱-۱۶ تبدیل فوریه ..... ۳۲
۱-۱۶-۱ نمایش سری فوریه سیگنال‌های متناوب پیوسته در زمان ..... ۳۲
۱-۱۶-۲ نمایش سری فوریه سیگنال‌های متناوب گسسته در زمان ..... ۳۲
۱-۱۷ دیجیتال کردن صوت ..... ۳۴
۱-۱۷-۱ مقدمه ..... ۳۴
۱-۱۷-۲ نمونه برداری یک سیگنال پیوسته و تئوری نمونه برداری نایکوئیست ..... ۳۵
۱-۱۷-۳ نمونه برداری تناوبی و تبدیل آنالوگ به دیجیتال ..... ۳۵
۱-۱۷-۴ تئوری نمونه برداری نایکوئیست ..... ۳۶
۱-۱۷-۵ بازسازی یک سیگنال باند محدود از نمونه‌هایش (تبدیل دیجیتال به آنالوگ) ..... ۳۸
**تجربیات و آزمایشات ..... ۴۱**
۲-۱ دستگاه‌ها و تجهیزات مورد استفاده برای ضبط صدا ..... ۴۱
۲-۱-۱ میکروفن ..... ۴۱
۲-۱-۱ کارت صدا ..... ۴۳
۲-۱-۲ امپلی‌فایر ..... ۴۳
۲-۱-۳ کامپیوتر یا لب‌تاب برای ذخیره و پردازش داده‌ها ..... ۴۳
۲-۲ تهیه غلتک‌های خارج از مرکز ..... ۴۳
۲-۳ تهیه نخ با غلتک‌های معیوب خارج مرکز ..... ۴۷

۲-۴ ضبط صدا ..... ۴۷
۲-۵ آماده‌سازی داده‌ها برای شبکه ..... ۴۸
۲-۵-۱ نرمالایز کردن به نرم یک ..... ۴۸
۲-۵-۲ نرمالایز کردن با نرمال کردن پراکندگی داده‌ها ..... ۴۹
۲-۶ طراحی شبکه LVQ ..... ۵۰
۲-۶-۱ کوانتیزه نمودن برداری ..... ۵۰
۲-۶-۲ شبکه LVQ ..... ۵۱
۲-۶-۳ یادگیری شبکه LVQ ..... ۵۲
۲-۶-۴ قانون یادگیری LVQ ..... ۵۳
۲-۶-۵ ایجاد شبکه LVQ در متلب ..... ۵۴
۲-۷ عیب یابی و دسته‌بندی عیوب در حوزه زمان ..... ۵۵
۲-۷-۱ طراحی شبکه برای دسته‌بندی عیوب ..... ۵۵
۲-۷-۲ آموزش شبکه برای جداسازی عیوب ..... ۵۶
۲-۸ عیب یابی و دسته‌بندی عیوب در حوزه فرکانس ..... ۵۸
۲-۹ آزمایشات صورت گرفته روی نخهای تولید شده: ..... ۵۸
۲-۹-۱ تست اوستر ..... ۵۸
**بحث و نتایج** ..... ۶۰
۳-۱ شبکه‌های عصبی مصنوعی ..... ۶۰
۳-۲ یادگیری و آموزش شبکه ..... ۶۱
۳-۲-۱ تعیین وزن‌های اولیّه شبکه ..... ۶۳
۳-۲-۲ تعیین نرخ آموزش ..... ۶۴
۳-۳ مرحله آزمایش ..... ۷۰
۳-۳-۱ نتایج حاصل از آموزش شبکه در حوزه زمان ..... ۷۰
۳-۳-۲ نتایج حاصل از آموزش شبکه در حوزه فرکانس ..... ۷۳
**نتیجه‌گیری و پیشنهادات** ..... ۷۷
۴-۱ نتایج حاصل از تحقیق ..... ۷۷
۴-۲ جنبه کاربردی روش ..... ۷۸
۴-۳ پیشنهادات ..... ۷۸
پیوست ..... ۸۱
مراجع ..... ۸۵

چکیده
تمام واحدهای تولیدی از جمله کارخانه‌های نساجی تمایل دارند با افزایش تولید و بالا بردن کیفیت محصولات خود هزینه تولید خود را کاهش داده و بهره‌وری کارخانه را افزایش دهند. یکی از مهم‌ترین عوامل موثر برای نیل به این هدف عملکرد مطلوب دستگاه‌ها و شناسایی و برطرف کردن سریع عیوب ماشین الات خط تولید است زیرا با شناسایی سریع عیوب دستگاه بخصوص عیوب مکانیکی از تولید محصول معیوب و صدمه دیدن سایر قسمت‌های ماشین جلوگیری می‌شود. از جمله عیوب رایج ماشین‌های خط ریسندگی خارج از مرکز بودن شفت‌ها و غلتک‌ها است که باعث ایجاد عیوب پریودیک و کاهش شدید کیفیت نخ تولیدی می‌شود. در نساجی شناسایی این عیوب در قسمت کنترل کیفیت و از طریق دستگاه اوستر انجام می‌گیرد. به این منظور طول معینی از نخ از دستگاه اوستر عبور داده شده ،دستگاه منحنی تغییرات جرمی را رسم می‌کند و از روی این منحنی متوجه عیوب پریودیک نخ می شوند. یعنی با آزمایش روی محصولات و انجام محاسبات تشخیص داده می‌شود که عیب ایجاد شده مربوط به کدام قسمت و کدام ماشین است. که روش تشخیص ذکر شده کاملا مطلوب نیست زیرا بسیاری از مواقع ممکن است به دلیل خطاهای آزمایشی و محاسباتی عیب به درستی تشخیص داده نشود، یا ممکن است زمان زیادی طول بکشد تا قسمت کنترل کیفیت متوجه عیب محصول تولیدی شود که با توجه به سرعت بالای ماشینها در این فاصله زمانی مقدار خیلی زیادی محصول معیوب تولید می شود، که باعث افزایش هزینه های تولید و کاهش راندمان واحد تولیدی می شود. بنابراین اگر بتوان عیب را به‌صورت آنلاین تشخیص داد به میزان قابل توجهی راندمان بالا می‌رود. در این تحقیق سعی شده که گام اولیه برای شناسایی سریع این عیوب از طریق صدای غلتک‌ها برداشته شود.چون در اینجا هدف تشخیص خارج از مرکزی غلتک‌های کشش است بنابراین غلتک‌ها نباید خارج از مرکزی اولیه داشته باشد بنابراین پنج غلتک کاملاً سالم انتخاب و روکش می‌شود سپس با تراش از سطح روکش، ۴ عدد از غلتک‌ها به میزان ۱،۲۵/۵، ۱/۰ و ۱/۵ میلی‌متر خارج مرکز می‌شوند. با قرار دادن هر کدام از غلتک‌ها روی ماشین و روشن کردن ماشین از تک تک غلتک‌های سالم و خارج مرکز در چند مرحله صدابرداری شده و داده‌های صوتی روی هارد دیسک ذخیره می‌شوند.سپس با تک تک غلتک‌ها نخ تولید می‌شود در مرحله بعد داده‌های ذخیره شده فراخوانی می‌شود. از داده‌های فراخوانی شده ۶۰ داده برای آموزش، ۲۰ داده برای اعتبارسنجی و ۲۰ داده هم برای آزمایش شبکه انتخاب می‌شود. برای افزایش کارایی شبکه داده‌های انتخاب شده نرمالایز و برای آموزش به شبکه داده می‌شود. نتایج نشان داد که در حوزه زمان شبکه اصلاً قابلیت شناسایی و جداسازی عیوب را ندارد زیرا خطاهای آموزش، اعتبارسنجی و تست شبکه پس از ۲۰۰۰ بار آموزش شبکه برابر ۲۹،۶۳/۷۰ و ۸۰ درصد و شبکه در ۹۵٪ موارد غلتک سالم را معیوب و ۶۵٪ مواقع غلتک معیوب، سالم تشخیص داده شده است علت نامناسب بودن داده‌های حوزه زمان برای جداسازی عیوب، وجود نویز در داده‌ها است که این نویزها وابسته به نوع خود داده‌ها است ودر حوزه زمان قابل شناسایی نیستند که بتوان آنها را از روی داده‌ها کم کرد. اما زمانی که داده‌ها به حوزه فرکانس برده می‌شوند،نویزها در حوزه فرکانس دارای فرکانس‌های بالا و دامنه کم هستند و در حوزه فرکانس می‌توان آن‌ها را فیلتر کرد و حتی اگر فیلتر هم نشوند باز می‌توان انتظار داشت که شبکه بتواند عیوب را دسته‌بندی کند بنابراین در مرحله بعد داده‌های انتخاب شده برای آموزش، اعتبارسنجی و تست شبکه با استفاده از تبدیل فوریه به حوزه فرکانس برده می‌شوند و بعد از نرمالایز کردن برای آموزش به شبکه داده می‌شود نتایج نشان می‌دهد که شبکه کاملاً توانایی شناسایی و جداسازی عیوب را دارد به طوریکه پس از ۴۰۰ بار آموزش شبکه برابر ۰/۷٪ و خطاهای اعتبارسنجی و آزمایش شبکه برابر ۱٪ شد و در مرحله تست شبکه از مجموع ۲۰ داده صوتی مربوط به غلتک سالم همگی سالم تشخیص داده شد و از مجموع ۸۰ داده صوتی مربوط به غلتک‌های معیوب تنها یک داده درست طبقه‌بندی نشده و این داده هم در دسته معیوب دیگری قرار گرفته است. یعنی از ۸۰ داده صوتی مربوط به غلتک‌های معیوب هیچکدام سالم تشخیص داده نشده و شبکه توانسته است ۹۹٪ داده‌ها را دقیقاً در دسته‌های درست قرار داده است. بنابراین می‌توان انتظار داشت که در آینده با انجام تحقیقات گسترده‌تر در این زمینه و طراحی سخت افزارهای مناسب، آنالیز صدا روشی مناسب برای تشخیص عیوب ماشین باشد.

کلمات کلیدی: ۱- عیوب پریودیک نخ ۲- شبکه‌های عصبی ۳-آنالیز فوریه ۴-پردازش سیگنال

# فصل اول
# مقدمه

## ۱-۱ عیوب نخ

عیوب نخ را می‌توان به دو دسته تقسیم بندی کرد

۱. عیوب مکانیکی: این دسته از عیوب مستقیماً از عیوب ماشین ناشی می‌شوند. مانند عیوب پریودیک
۲. عیوب غیر مکانیکی مثلا عیوب ناشی از ضعف مواد اولیه، وجود ناخالصی در دسته الیاف، اشتباه اپراتور و به طور کلی هر عیبی که دلیل آن سیستم مکانیکی ماشین نباشد

## ۱-۲ کشش و لاغر کردن

در کارخانه‌های ریسندگی الیاف کوتاه یکی از تولیدات میانی، فتیله کارد است. وزن خطی فتیله کارد زیاد است و تعداد الیاف در سطح مقطع آن بین ۲۰۰۰۰ تا ۴۰۰۰۰ است، این تعداد الیاف باید طی چند مرحله عملیات به حدود ۱۰۰ لیف در سطح مقطع نخ کاهش یابد که این کاهش به دو روش انجام می‌گیرد.

الف) از طریق عملیات کششی فتیله لاغر می‌شود یعنی تعداد الیاف ثابت در طول بلندتری از سازه توزیع می‌شود.

ب) از طریق خارج کردن الیاف کوتاه به صورت ضایعات(P)

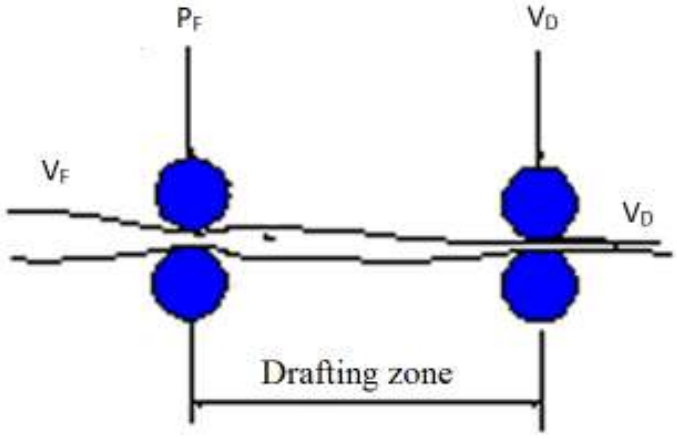
کاهش تعداد الیاف در سطح مقطع از طریق حذف الیاف کوتاه یک عمل اجتناب ناپذیر در عملیات ریسندگی است که این عمل در خط ریسندگی فقط در حلاجی، کاردینگ و شانه‌زنی انجام می‌گیرد. بیشترین حذف الیاف کوتاه در شانه‌زنی اتفاق می‌افتد. در عملیات شانه‌زنی برای تولید نخ با کیفیت بالا، الیاف کوتاه حذف می‌شوند. زمانی که برای کاهش وزن خطی، عملیات حذف الیاف همراه با کشش باشد از اصطلاح لاغر کردن استفاده می‌شود.[۱,۲]

$$\text{لاغر کردن}^{1} = \frac{100}{100-p} \times \text{کشش}^{2}$$

### ۱-۲-۱ عملیات کشش

زمان اعمال کشش باید الیاف تا حد امکان به‌صورت یکنواخت وکنترل شده نسبت به هم حرکت کنند و با توجه به میزان کشش در وضعیت جدید نسبت به هم قرار گیرند. لذا نوع الیاف و مکانیزم‌های مکانیکی مورد استفاده برای اعمال کشش تاثیر مستقیم روی یکنواختی دارند.

در حین عملیات کشش الیاف توسط غلتک‌های رویی و زیری محکم گرفته می‌شوند و سرعت محیطی غلتک‌های کشش از عقب به جلو افزایش میابد در نتیجه وزن خطی توده الیاف نسبتاً کنترل شده کاهش پیدا می‌کند. کشش به صورت نسبت طول فتیله تولیدی $L_D$ به طول فتیله تغذیه $L_F$ شده یا نسبت سرعت‌های غلتک‌های تولید $V_D$ به تغذیه $V_F$ تعریف می‌شود.




شکل۱-۱ ناحیه کششی[۳]

[1] Attenuation
[2] Draft

$$Draft = \frac{L_D}{L_F} = \frac{V_D}{V_F} \qquad ۱-۱$$

### ۱-۲-۲ عوامل موثر بر فرآیند کشش:

در تمام سیستم های کششی، عوامل زیر بر فرآیند کشش تاثیر می‌گذارند:

الف) خصوصیات نیمچه نخ یا فتیله تغذیه شده به ماشین مانند تعداد الیاف در سطح مقطع- میزان آرایش یافتگی رشته الیاف تغذیه شده به ماشین

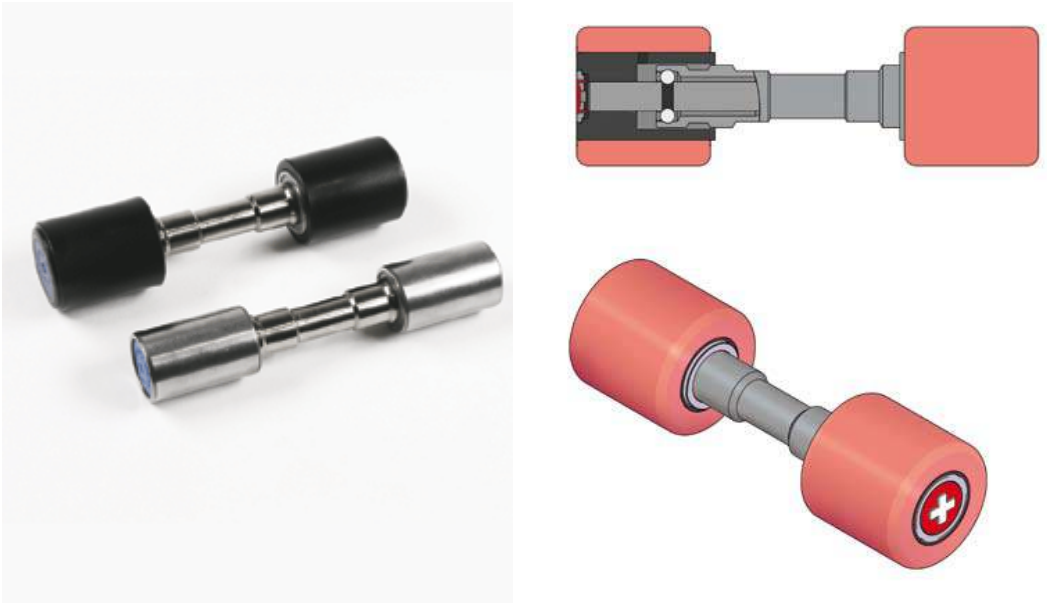
ب) خصوصیات الیاف مصرفی شامل: ساختار سطحی الیاف- تموج الیاف- طول الیاف مصرفی- ضریب تغییرات طولی الیاف- تاب رشته الیاف- نرم کننده های مصرفی برای الیاف طی مراحل قبل از فشردگی و تراکم رشته الیاف

ج) مشخصات سیستم کششی از قبیل قطر غلتک های سیستم کشش، سختی روکش غلتک های فوقانی، فشار وارده از سوی غلتک های فوقانی، خصوصیات سطحی غلتک های فوقانی، نوع شیار غلتک های تحتانی، نوع و شکل راهنماهایی که در ناحیه کششی به کار می‌روند از جمله میله های فشاری، اپرون ها، راهنماها، شیپوری ها و.... فاصله بین غلتک ها، میزان کشش، توزیع کششی بین نواحی کشش[۴]

### ۱-۲-۳ قسمت های مختلف یک سیستم کششی در ریسندگی الیاف کوتاه

**الف) غلتک های تحتانی:** غلتک های تحتانی، غلتک هایی فولادی هستند که در سیستم کشش ماشین قرار گرفته و حرکت خود را غیرمستقیم از موتور ماشین می‌گیرند. برای آن که توانایی حمل الیاف توسط این غلتک ها افزایش یابد سطح آن ها را شیاردار می‌سازند که شکل این شیارها می‌تواند محوری، مورب یا آجدار باشند. از شیارهای آجدار زمانی استفاده می‌شود که از اپرون استفاده گردد زیرا این نوع شیارها حرکت را خیلی بهتر به اپرون منتقل می‌کنند. از غلتک ها با شیار محوری امروزه به ندرت استفاده می‌شود و عمدتاً از غلتک های شیار مورب استفاده می‌شود زیرا این غلتک ها نسبت به غلتک با شیار محوری هدایت و کنترل خیلی بهتری بر الیاف اعمال می‌کنند و به خاطر این که سطح تماس غلتک های فوقانی با غلتک های تحتانی شیار مورب بیشتر است لغزش الیاف کمتر است.[۲]

**ب) غلتک های فوقانی:** این غلتک ها حرکت خود را در نتیجه تماس با غلتک های تحتانی می‌گیرند. یعنی این غلتک ها توسط وسایل انتقال حرکت مانند تسمه، چرخ دنده و... حرکت نمی‌کنند. این غلتک ها می‌توانند یک تکه یا دو تکه باشند و سطح آن ها توسط روکش پلاستیکی ضخیمی از جنس پلاستیک پوشانده می‌شود که نوع این روکش ها می‌تواند نرم، متوسط و سخت باشد که بستگی به نوع الیاف و محل قرارگیری غلتک نوع روکش انتخاب می‌شود.[۲]



(a) (b)

شکل ۱-۲:غلتک‌های کشش ماشین رینگ [۵]

**ج) ابزار و وسایلی برای فشردن غلتک های فوقانی به تحتانی:** برای گرفته شدن الیاف به وسیله غلتک ها و سپس حرکت دادن به الیاف برای اعمال کشش باید غلتک های فوقانی با نیروی زیادی به غلتک های تحتانی فشرده شوند. نیروی فشاری لازم برای این عمل با استفاده از تجهیزاتی که در زیر به آن ها اشاره می‌شود تامین می‌گردد:

۱. استفاده از نیروی فنر
۲. اعمال فشار با سیستم های هیدرولیکی، در این سیستم ها نیروی فشاری لازم با فشار روغن تامین می‌گردد

۳. استفاده از فشار هوای متراکم

۴. استفاده از نیروی مغناطیسی

۵. استفاده از وزنه

از بین روش های فوق متداول ترین روش، استفاده از نیروی فنر است(شکل ۱-۳). از سیستم های هیدرولیکی به ندرت استفاده می‌شود و استفاده از نیروی وزنه کاملا منسوخ شده است و امروزه استفاده نمی‌شود. شرکت ریتر از هوای فشرده برای اعمال نیرو استفاده می‌کند و اعمال نیرو از طریق میدان مغناطیسی در ماشین آلات شرکت ساکالوئل استفاده شده است.[۲]

شکل ۱-۳ سیستم اعمال فشار فنری[۶]

### ۱-۲-٤ نایکنواختی سازه ها

در اثر عیوب مکانیکی ماشین های ریسندگی نایکنواختی هایی در محصول تولیدی ایجاد می‌شود که این نایکنواختی ها از نوع تناوبی با دامنه و طول موج ثابت است. این عیوب در نتیجه ی عیوب مکانیکی ماشین آلات مانند کج شدن شفت ها، خرابی غلتک ها یا خارج از مرکز بودن غلتک ها و ... ایجاد می‌شوند.

نایکنواختی های نخ را می‌توان بر اساس طول موج و نوع نایکنواختی تقسیم بندی نمود. بر اساس طول موج می‌توان نایکنواختی ها را به سه دسته تقسیم نمود که این سه دسته عبارتند از: نایکنواختی های تناوبی با طول موج کوتاه(۱تا ۱۰ اینچ)، نایکنواختی های تناوبی با طول موج متوسط(۱۰ تا ۱۰۰ اینچ)، نایکنواختی های با طول موج بلند(۱۰۰تا ۳۶۰۰اینچ) و نایکنواختی های با طول موج خیلی بلند (بزرگتر از۳۶۰۰اینچ)

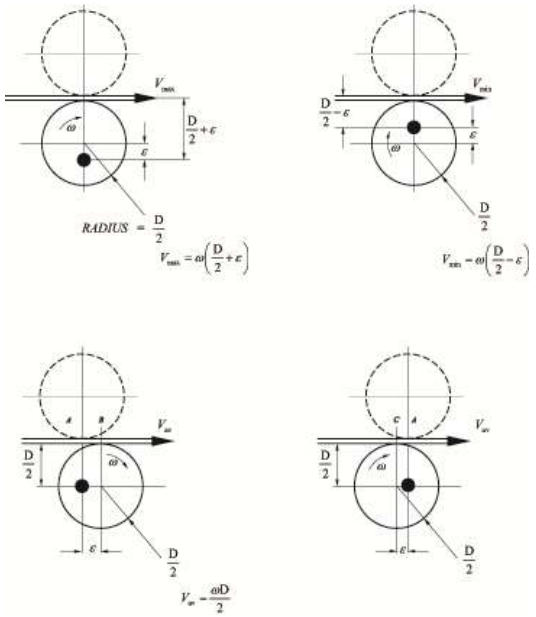
براساس نوع نایکنواختی، عیوب به دو دسته تقسیم می‌شوند:

**الف) نایکنواختی های تناوبی**: این نوع از نایکنواختی ها از نـوع پریودیـک بـوده و دامنـه نوسـان و طـول مـوج آن‌ها ثابت است.

**ب) نایکنواختی های کششی:** در اینجا دامنه نوسان و طول موج نایکنواختی های مشاهده شـده متغیـر مـی‌باشـد. این نایکنواختی ها در اثر وجود الیاف شناور در فواصل غلتک های کششی و تنظـیم نبـودن صـحیح فواصـل غلتک های ناحیه کششی ایجاد می گردد.[۷]

### ۱-۲-۵ نقش غلتک های معیوب سیستم کششی در نایکنواختی های ایجاد شده در محصول تولیدی:

در فرآیند کشش لازم است کلیه ی غلتک ها، چرخ دنده ها و یاتاقـان هـای مصـرفی، سـالمِ، مـدور و هـم مرکز باشند. برای بررسی اثر این عیوب مکانیکی بر کیفیت این محصول تولیدی غلتـک هـای جلـویی یـک سیستم کششی را که غلتک تحتانی آن به میزان e میلی متر خارج از مرکز است در نظر گرفته می‌شود.




شکل ۱-۴ غلتک‌های جلو سیستم کششی که غلتک زیرین به اندازه e خارج از مرکز است[۴]

فرضیات مسئله به صورت زیر است:

۱. قطر غلتک ها یکسان است
۲. تمام قسمت های مکانیکی ماشـین سـالم اسـت و تنهـا عیـب مکـانیکی ماشـین خـارج از مرکزیـت غلتک تحتانی جلویی است و سرعت دورانی این غلتک $\omega_{out}$ رادیان بر ثانیه است.

با در نظر گرفتن فرضیات فوق سرعت خطی غلتک‌ها برابر است با:

$$V_{1out} = \omega_{out}\left(\frac{D}{2}+e\right) \qquad ۲\text{-}۱$$

$$V_{2out} = \omega_{out}\left(\frac{D}{2}-e\right) \qquad ۳\text{-}۱$$

با توجه به روابط سرعت خروج فتیله از غلتک جلویی متفاوت است و طول موج نایکنواختی یا طول موج خطا[1] برابر $\pi \times D$ می‌باشد.

با توجه به رابطه ۱-۱ در موقعیت الف کشش مکانیکی برابر است با

$$\frac{V_{1out}}{V_{in}} = \frac{\omega_{out}\left(\frac{D}{2}+e\right)}{\omega_{in}\times\frac{D}{2}} = \frac{\omega_{out}}{\omega_{in}}\left(1+\frac{2e}{D}\right) \qquad ۴\text{-}۱$$

و در موقعیت ب برابر است با

$$\frac{V_{1out}}{V_{in}} = \frac{\omega_{out}\left(\frac{D}{2}+e\right)}{\omega_{in}\times\frac{D}{2}} = \frac{\omega_{out}}{\omega_{in}}\left(1-\frac{2e}{D}\right) \qquad ۵\text{-}۱$$

روابط فوق نشان می‌دهد که در نتیجه یک دور چرخش غلتک از مرکز، نواحی نازک و ضخیم به صورت تناوبی با فاصله $\pi \times D$ اینچ از یکدیگر روی سازه ایجاد می‌شود. درصد نایکنواختی ایجاد شده در این سازه معادل ( $\pm\frac{2e}{D}\times 100\%$ ) وزن متوسط فتیله می‌باشد.

حال اگر یک فتیله با نیمچه نخ با نایکنواختی تناوبی مجدداً تحت کشش قرار گیرد در آن صورت متناسب با مقدار کشش اعمال شده، طول موج نایکنواختی آن زیاد شده اما درصد نایکنواختی ثابت می‌ماند. حال اگر غلتک های عقبی هم خارج از مرکز باشند در این صورت هنگام عبور سازه از سیستم کششی، نایکنواختی فتیله افزایش پیدا می‌کند و طول موج نایکنواختی فتیله برابر است با (میزان کشش $\times D \times \pi$ )

[1] Error Wavelength

اگـر تمـام غلتـک هـای سیسـتم کشـش خـارج از مرکـز باشـند در ایـن صـورت محصـول تولیـدی دارای نایکنواختی های متعدد با طول موج های متفاوت خواهد بود این نـایکنواختی هـا توسـط سـنجش نـایکنواختی قابـل تشخیص هستند و از طریق منحنی های اسپکتروگرام این دستگاه قابل رویت می گردند. معمولا عیـوب تنـاوبی ناشـی از خارج از مرکز بودن غلتک ها به صورت ستون های بلندی در منحنی های اسپکتروگرام مشاهده می‌شوند.[۲]

### ۱-۲-٦ اثر غلتک های تغییر فرم یافته

اگر غلتک ها از حالت مدور خود خارج شوند نـایکنواختی هـای مشـابهی بـا نـایکنواختی هـای حاصـل از غلتک های خارج از مرکز ایجاد خواهد شد با این تفاوت که طول موج نایکنواختی در ایـن حالـت کسـری از محیط غلتک خواهد بود اگر غلتک های کشـش خـارج از مرکـز یـا غیـر مـدور بـرای کشـش بـر الیـاف فیلامنتی استفاده شود وضعیت بدتر است زیرا نایکنواختی های ایجاد شده در اثـر اسـتفاده از ایـن غلتـک هـا علاوه بر آن که باعث تغییر نمره فیلامنت ها می‌شود و تاثیر چشم گیـر نـامطلوبی بـر خـواص رنـگ پـذیری الیاف می گذارد. [۲]

## ۱-۳ اثر غلتک های خارج از مرکز روی مقاومت نخ

خارج از مرکز بودن غلتک‌های کشش باعث ایجاد نایکنواختی در نخ تولیـدی مـی‌شـود و نـایکنواختی نـخ روی بسیاری از خواص منسوجات اثر می گذارد و بیشترین اثر نایکنواختی روی استحکام نخ دارد به طوری که اگـر دو نخ هم جنس با وزن خطی یکسان و میزان یکنـواختی نـابرابر مـورد آزمـایش تسـت اسـتحکام قـرار گیرنـد، نـخ نایکنواخت دارای استحکام کمتری از نخ یکنواخت است زیرا زمانی که نخ تحت نیروی کششی قرار می گیـرد، نـخ از نازک‌ترین و ضعیف‌ترین قسمت پاره می‌شود. با افزایش میزان نایکنواختی تعـداد نقـاط ضـریف و نـازک در نـخ بیشتر می‌شود در نتیجه با افزایش میزان نایکنواختی استحکام نخ کاهش میابد. [۲,۷]

## ٤-۱ اثر غلتک های خارج از مرکز یا نایکنواختی نخ روی خواص پارچه

دومین اثر نخ نایکنواخت روی ظاهر پارچه است به طوری که اگر میزان نایکنواختی نخ زیـاد باشـد اثـر ایـن نایکنواختی را می‌توان به راحتی در پارچه تکمیل شده شناسایی کرد. اما اثر نایکنواختی زمانی خیلی جدی مـی‌شـود که نایکنواختی‌های ایجاد شده روی نخ به صورت کاملاً منظم در طول نخ تکرار شوند زیرا در چنین حـالتی سـاختار هندسی پارچه دارای عیوبی مانند ایجاد رگه‌های راه راه، رگه‌های مورب، رگه‌هـای نـواری مـی‌شـود کـه کـاملاً در