

## کاربرد داده کاوی در صنعت نساجی، مطالعه موردی: ریسندگی فاستونی

وجیهه مظفری<sup>۱</sup>؛ پدارم پیوندی<sup>۲</sup>

### چکیده

تکنولوژی اطلاعات در صنعت امروزه، اولویت اول را دارا می باشد. از آن جا که درک روابط و ساختار حاکم بر داده ها و اطلاعات می تواند به حضور موفق صاحبان صنایع در بازار رقابتی کمک کند، نیاز به استفاده از مکانیسمی هست که بتوان داده های ذخیره شده را پردازش نمود. از این رو استفاده گسترده از داده کاوی، بیش از پیش در کانون توجه قرار گرفته است. داده کاوی مجموعه ای از تکنیک های آماری برای کشف روند ناشناخته و الگوهای موجود از پایگاه داده های بزرگ می باشد. داده کاوی به یک ابراز مفید در دنیای تجارت تبدیل شده است که فرصت بهبود توانمندی ها در راستای مدیریت و بهره بردای از دانش را به همراه دارد. هدف از این مقاله تعیین کاربرد استفاده از روش های داده کاوی در صنعت نساجی می باشد. داده ها از یک کارخانه ریسندگی فاستونی جمع آوری شد. روش های به کار گرفته شده شامل خوشه بندی و شبکه عصبی می باشد. با اعمال داده کاوی بر روی ۲۰۰۰۰۰ داده، روابط بین متغیرهای ریسندگی و پارامترهای کیفی نخ تولیدی آنالیز و بررسی شد. نتایج حاصله نشان داد که می توان با اعمال روش های داده کاوی در یک کارخانه ریسندگی، کیفیت محصول و فرایند را بهبود بخشید.

### کلمات کلیدی

داده کاوی، شبکه عصبی، خوشه بندی، ریسندگی فاستونی.

## Applicability of Data mining in Textile industry, A Case Study: worsted Spinning

Vajihe Mozafary; Pedram Payvandy

Master of Science in Textile engineering, Yazd University, Yazd, Iran

Professor Assistant, Department of Textile Engineering, Yazd University, Yazd, Iran

### ABSTRACT

Today's industry gives first priority to information technology (IT). Since understanding the structure and relationships dominated of data and information can help industrial managers to attend in competitive market places successfully, a special mechanism must be developed to process data stored in a system. Hence, the focus on widespread use of data mining gains increasingly attention. Data mining is a set of statistical techniques to discover unknown trends and patterns available from a large database. Data mining represents an effective means of business world by which offers an opportunity to improve capabilities in the light of managed and exploited knowledge.

The purpose of this paper is examining the application of data mining in Textile industry. Data was collected from a worsted spinning factory. Clustering and neural network techniques are used in this paper. By using data mining on the ۲۰۰۰۰۰ data set, relationship between spinning variables and final product quality were analyzed and discussed. The result showed that data mining technique can be used in a spinning factory in order to improve the product quality and process.

۱. کارشناس ارشد مهندسی تکنولوژی نساجی، دانشگاه یزد. Mozafary\_v\_۶۶@yahoo.com

۲. استادیار دانشکده مهندسی نساجی دانشگاه یزد. دانشگاه یزد. Peivandi@yazduni.ac.ir

## KEYWORDS

Data mining, neural network, Clustering, Worst spinning.

## ۱. مقدمه

در عصر تکنولوژی اطلاعات که در ۲۰ تا ۳۰ سال گذشته ظهور یافته است، داده ها به سرعت در حال جمع آوری و ذخیره شدن می باشند. اما استفاده از این داده ها در اغلب موارد کار راحتی نیست و نمی توان به صورت یکپارچه از این حجم داده ها استفاده نمود. در محیط تجارت امروزه هیچ کمبودی از اطلاعات وجود ندارد بلکه کمبود دانش استفاده از این داده ها در عرصه رقابت برای ساخت محصولات جذاب تر وجود دارد. برای مثال تولید کننده باید کیفیت محصول را قبل از تولید بداند. باید بداند برای تولید محصول نهایی با کیفیت بالا چه نوع مواد خامی نیاز است، چه نوع تجهیزاتی کارآمد است و یا چه نوع تنظیماتی در حین فرایند تولید نیاز است. صاحبان صنایع باید نیاز مشتریان خود را بدانند و آن را در صدر اولویت تولید قرار بدهند. به عبارت دیگر می توان گفت موفقیت یک سازمان بستگی به پردازش صحیح داده های خام دارد.

به علت اهمیت دستیابی به اطلاعات، علم تجزیه و تحلیل داده ها یا داده کاوی پا به عرصه گذاشت. پیشینه استفاده از داده کاوی به اواخر دهه ۱۹۸۰ بر می گردد[۸]. داده کاوی فرایندی است که از ابزارهای تحلیلی گوناگون برای استخراج اطلاعات و دانش و تعیین روابط پنهان بین داده ها استفاده می کند. در زمینه کاربرد داده کاوی در صنعت پوشاک و سیستم های ساینز بندی تعدادی تحقیقات انجام شده است. Hai-Fen Lin و همکارانش در سال ۲۰۰۸ از داده کاوی به منظور توسعه سیستم ساینز بندی برای سربازان ارتش تایوان استفاده کردند. این مطالعه توانست هزینه های غیر ضروری ناشی از عدم تطابق تعداد سربازان با پوشاک تولیدی را کاهش دهد[۹]. R. Bagherzadeh و همکارانش در سال ۲۰۱۰ با استفاده از روش خوشه بندی یک سیستم ساینز بندی برای پسران ۱۶ تا ۲۲ سال طراحی کردند[۲]. Norsaaah Zakaria و همکارانش در سال ۲۰۱۱ یک سیستم ساینز بندی برای دانش آموزان ۷ تا ۱۷ سال مالزی طراحی کردند. آن ها با استفاده از روش خوشه بندی و طبقه بندی نشان دادند چهار سیستم اندازه گیری اصلی برای پوشاک دختران وجود دارد[۱۵]. M. Martin Jeyasingh و همکارانش در سال ۲۰۱۲ از روش خوشه بندی و رگرسیون خطی به منظور پیش بینی عوامل تاثیر گذار بر میزان عایق بودن پوشاک استفاده کردند[۵]. در سال ۲۰۱۲ M. Martin Jeyasingh و همکارانش از تکنیک خوشه بندی و دسته بندی به منظور طراحی سیستم ساینز بندی مردان ۲۵ تا ۶۶ ساله استفاده کردند[۶]. اما در زمینه صنعت نساجی تحقیقات کمی در مورد داده کاوی انجام شده است. Menezes در سال ۱۹۹۹ از تکنیک داده کاوی در فرایند تولید مونو فیلامنت نایلون استفاده کرد. وی از روش های دسته بندی و درخت تصمیم برای تعیین نرخ پارگی استفاده کرد[۱۱]. Stacey L. Schertel در سال ۲۰۰۲ کاربرد داده کاوی در صنعت نساجی به خصوص در ریسندگی را بررسی کرد. وی از تکنیک های شبکه عصبی، درخت تصمیم و رگرسیون در تحقیق خود استفاده کرد و مدلی را طراحی کرد که با استفاده از آن چگونگی استفاده از روش داده کاوی در خط تولید را توصیف می کرد[۱۳]. Mary Elizabeth Anderson در سال ۲۰۰۶ کاربرد استفاده از داده کاوی در کارخانه ریسندگی پنبه را تجزیه و تحلیل کرد و با استفاده از روش رگرسیون، فاکتورهای تاثیر گذار بر روی کیفیت فرایند و محصول را تعیین کرد[۱]. Brian John Hamilton در سال ۲۰۱۰ با استفاده از تکنیک های درخت تصمیم و شبکه عصبی، میزان نخ پارگی بر اساس پارامترهای مواد اولیه را در یک کارخانه ریسندگی پنبه، پیش بینی کرد[۴]. استفاده مناسب از داده های آزمایشگاهی عامل بسیار مهمی در فرایند تولید می باشد که می توان به کمک آن، معایب تولید را کاهش و کیفیت محصول و رضایت مشتری را افزایش داد. Prof. S.K. Tyagi در سال ۲۰۱۱ از داده کاوی در کنترل کیفیت نساجی به منظور تعیین تصمیم گیری های صحیح مدیریتی استفاده کرد و نشان داد استفاده از روش های داده کاوی می تواند افزایش قابل توجهی در بهره وری و کیفیت تولید داشته باشد[۱۴]. Muhammad Shakeel Faridi و همکارانش در سال ۲۰۱۲ از تکنیک های داده کاوی به منظور بهبود مدیریت، افزایش ظرفیت تولید و کیفیت در صنعت نساجی استفاده کردند. تکنیک های استفاده شده دسته بندی<sup>۱</sup>، شبکه عصبی<sup>۲</sup> و درخت تصمیم<sup>۳</sup> بود. هدف از آن تحقیق که در مورد صنعت نساجی در پاکستان انجام شد، شناخت راهکارهایی به منظور بهبود مدیریت در زمینه افزایش تولید با کیفیت در صنایع نساجی بود [۳].

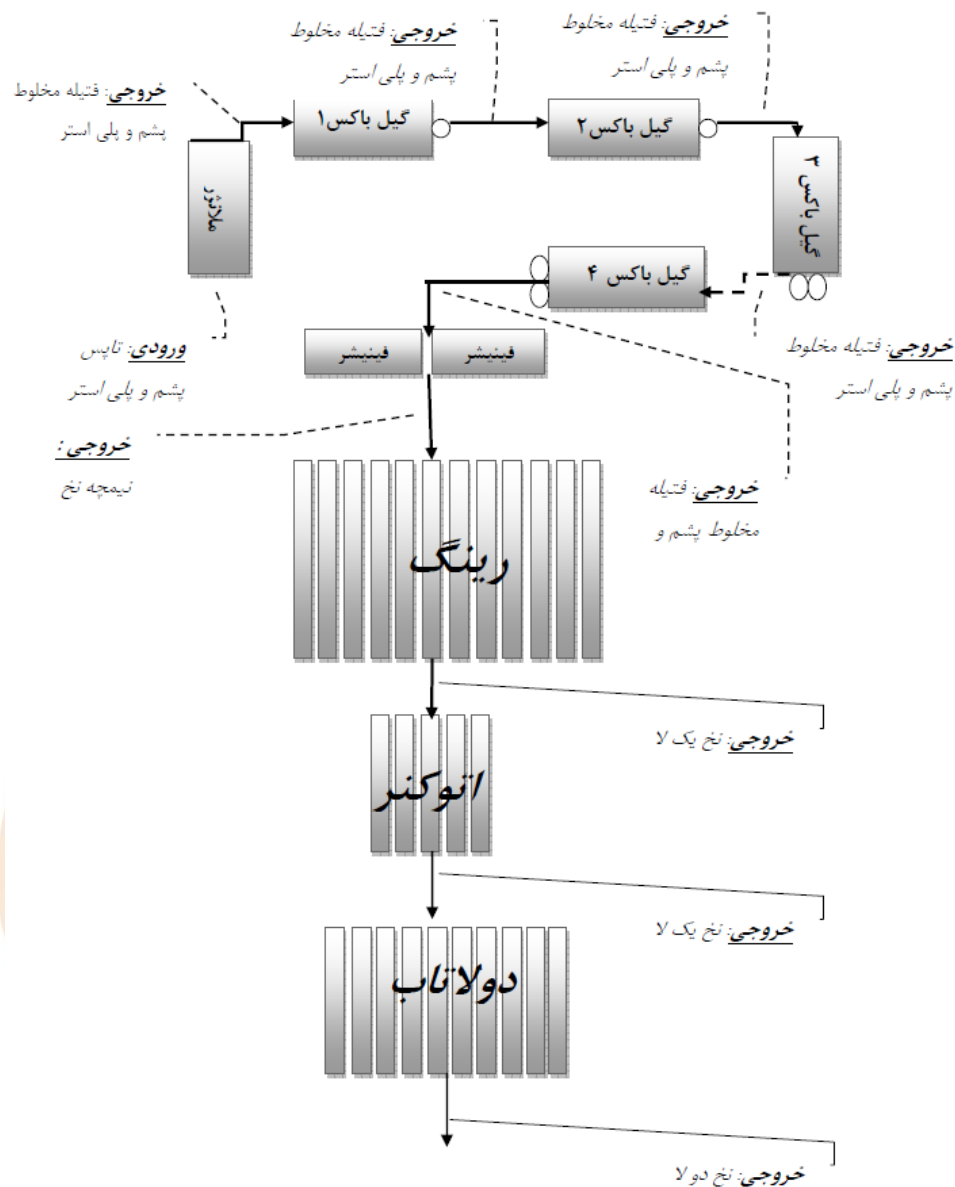
هدف از این تحقیق استفاده از روش داده کاوی در کارخانه ریسندگی فاستونی به منظور تعیین پارامترهای تاثیر گذار بر روی کیفیت نخ می باشد. در این مطالعه از تکنیک خوشه بندی<sup>۴</sup> به منظور گروه بندی داده های جمع آوری شده، استفاده شد. بعد از تعیین تعداد گروه مناسب و داده های مربوط به هر گروه، از شبکه عصبی برای هر گروه به منظور پیش بینی نایکخواهی نخ برای یک سری داده جدید استفاده شد. نتایج نشان داد استفاده از داده کاوی در فرایند تولید نخ، ریسنده را قادر می سازد از داده ها استفاده موثرتری داشته باشد و با دانستن معایب محصول قبل از تولید و رفع آن رضایت مشتری را فراهم کند.

## ۲. ریسندگی فاستونی

ریسندگی الیاف بلند شامل کلیه عملیاتی است که بر روی الیاف پشم و الیاف مصنوعی مشابه پشم (از جهت طول) انجام می شود تا آن را تبدیل به نخ یک لای ریسیده شده کند. ریسندگی الیاف بلند در سه سیستم فاستونی، نیمه فاستونی و پشمی قابل انجام است. کارخانه مورد بررسی دارای خط ریسندگی فاستونی می باشد. تولید این کارخانه نخ پشم- پلی استر با درصد های متفاوت (از ۵ درصد پشم/ ۹۵ درصد پلی استر تا ۱۰۰ درصد پشم) و نمرات متفاوت (۱۰ تا ۶۰ متریک) می باشد. در یک خط ریسندگی، اهمیت مواد اولیه تا بدان جاست که می توان گفت بدون مواد اولیه مناسب و مطلوب تولید با کیفیت مقدور نیست، بنابراین اولین پارامتر مهم، آزمایشات کامل مواد اولیه در شروع خط ریسندگی می باشد. مراحل تولید نخ در این کارخانه در شکل ۱ نشان داده شده است.



# کنفرانس داده کاوی ایران



شکل (۱) مراحل فرایند تولید نخ در کارخانه ریسندگی فاستونی

مواد اولیه که به صورت تاپس پلی استر و پشم می باشد بعد از عبور از دستگاه ملاژر، طی ۴ مرحله گیل باکس، گیل می شوند. وظایف مجموعه دستگاه های گیل باکس مخلوط کردن انواع پلی استر و پشم، موازی کردن الیاف، یکنواخت کردن الیاف و گرفتن ناخالصی ها از طریق فرایند کشش و دابلینگ می باشد. بسته به تعداد ورودی های هر دستگاه گیل باکس، مقدار دابلینگ برای هر دستگاه مشخص می شود. انتخاب مناسب عدد دابلینگ تاثیر بسزایی بر روی کیفیت تاپس خروجی دارد. مقدار کشش هر دستگاه نیز از طریق تقسیم نمره خروجی هر دستگاه به نمره ورودی محاسبه می شود. بعد از گیل باکس ۴، فتیله مخلوط، به دستگاه فینیشر تغذیه می گردد این دستگاه با اعمال کشش و مقدار کمی تاب، فتیله را تبدیل به نیمچه نخ کرده تا برای دستگاه رینگ قابل استفاده باشد. تولید دستگاه رینگ، نخ یک لا می باشد. پارامترهای مهم در دستگاه رینگ مقدار کشش اعمالی و مقدار تاب می باشد. هدف از کشش در ماشین رینگ کشیدن نیمچه نخ به حدی است که تبدیل به نخ با نمره معینی گردد ضمناً نخ حاصل باید یکنواخت باشد. بعد از تولید نخ یک لا، از دستگاه اتوکنر جهت گرفتن نایکنواختی نخ از جمله نقاط نازک و کلفت نخ و نپ استفاده می گردد. در مرحله بعد از دستگاه دولاتابی جهت دولا کردن و تاب دادن دو رشته نخ یک لا استفاده می گردد. تاب اعمالی در دستگاه دولاتاب باید در جهت مخالف تاب نخ یک لا با تعداد کمتری

باشد. آزمایشاتی که در ارتباط با کیفیت نخ یک لا و دولا انجام می شود عبارتند از: آزمایش اوستر (که تعداد نقاط نازک و کلفت و نپ نخ را مشخص می کند)، آزمایش استحکام و ازدیاد طول، آزمایش نمره و تاب.

### ۳. داده کاوی

داده کاوی عبارت است از اقتباس یا استخراج دانش از مجموعه ای از داده ها، به بیان دیگر، داده کاوی فرایندی است که با استفاده از تکنیکهای هوشمند، دانش را از مجموعه ای از داده ها استخراج می کند. مراحل فرایند کشف دانش از پایگاه داده ها عبارتند از:

۱. انتخاب داده ها: داده های مربوط به تجزیه و تحلیل از سایر داده ها جدا می شود. این مبحث را می توان بخشی از فرایند کاهش اطلاعات نیز دانست.

۲. پیش پردازش داده ها: آماده سازی داده ها از اهمیت زیادی برخوردار است که اغلب وقت گیر ترین مرحله از فرایند داده کاوی است در این مرحله تمیز کردن و یکپارچه سازی داده ها انجام می شود.

- تمیز کردن یا پاکسازی داده ها: در این مرحله داده های غیر معتبر از مجموعه داده های آموزشی خارج می شوند. خطای داده ها تصحیح می شود و داده های صحیح جایگزین می شود. در صورتی که داده نامعتبر یا ثبت نشده باشد می توان:

- کل اطلاعات با داده ناقص را حذف کرد.

- میانگین داده ها را جایگزین داده ناقص کرد.

- داده ها با بیشترین تکرار را جایگزین داده ناقص کرد.

- تمامی مقادیر موجود را جایگزین داده ناقص کرد.

- یکپارچه سازی داده ها: معمولاً داده ها از منابع متفاوتی جمع می شوند باید به صورتی در آیند که یک مخزن از داده های مناسب ایجاد شود تا بتوان عملیات داده کاوی را بهتر انجام داد.

۳. تبدیل داده ها: در این مرحله داده های انتخاب شده به فرمتی قابل استفاده برای داده کاوی تبدیل می شوند.

۴. داده کاوی: بخش اصلی فرایند می باشد که در آن با استفاده از روش ها و تکنیک های خاص، استخراج الگو های دانش صورت می گیرد.

۵. تفسیر و ارزیابی: تشخیص الگو های صحیح مورد نظر، از سایر الگو ها در این مرحله انجام می شود.

۶. بازنمایی دانش: در این بخش به منظور ارائه دانش استخراج شده به کاربر، از یک سری ابزارهای بصری سازی استفاده می گردد [۱۲].

### ۴. روش تحقیق

#### ۱.۴. جمع آوری داده ها

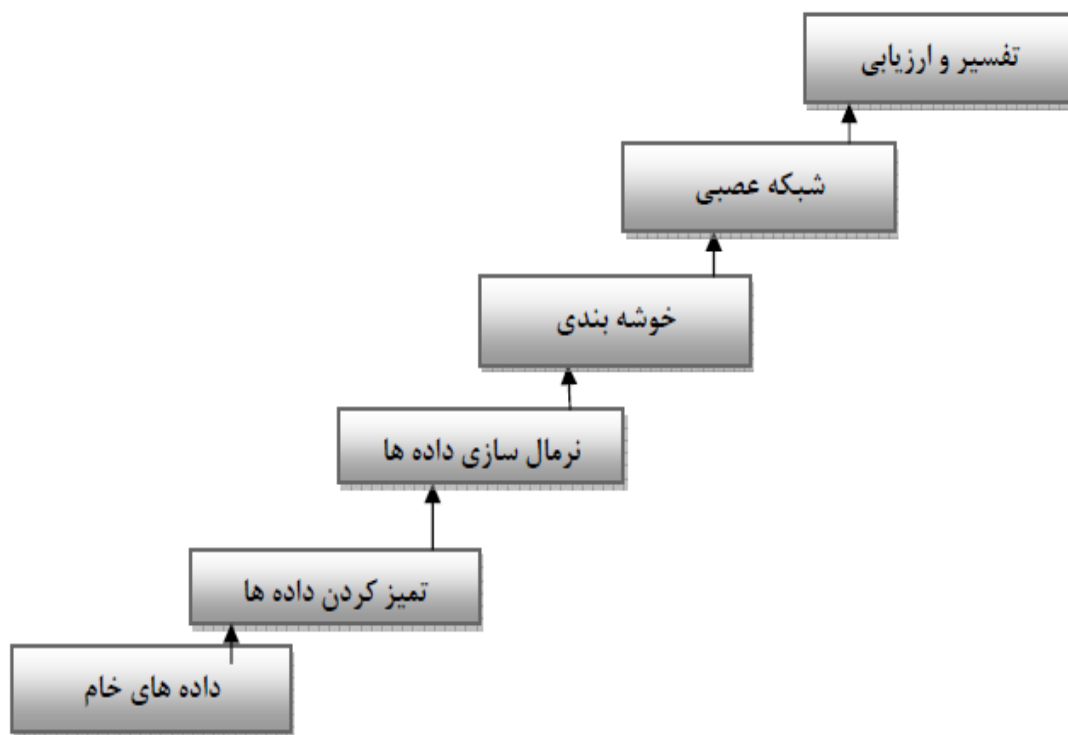
داده های جمع آوری شده شامل موارد زیر می باشد:

(۱) داده های مربوط به مواد اولیه: طول الیاف، ظرافت الیاف، نپ، نایکنواختی، نمره.

(۲) داده های مربوط به فرایند تولید: درصد پشم و پلی استر مصرفی، مقدار آنتی استاتیک، روغن و آب مصرفی، استفاده یا عدم استفاده از تینت، مقدار کشش اعمالی در قسمت گیل باکس و ملانژر، مقدار دابلینگ در قسمت گیل باکس و ملانژر، کشش در قسمت فینیشر، دما و رطوبت سالن.

(۳) داده های مربوط به کیفیت: نایکنواختی در قسمت ملانژر و گیل باکس، نایکنواختی نیمچه نخ، نمره نیمچه نخ، ازدیاد طول نخ یک لا، استحکام نخ یک لا، تاب نخ یک لا، نمره نخ یک لا، میزان نپ نخ یک لا، نقاط ضخیم نخ یک لا، نقاط نازک نخ یک لا، نایکنواختی نخ یک لا، ازدیاد طول نخ دولا، استحکام نخ دولا، تاب نخ دولا، نمره نخ دولا، میزان نپ نخ دولا، نقاط ضخیم نخ دولا، نقاط نازک نخ دولا، نایکنواختی نخ دولا.

مراحل داده کاوی در این تحقیق به صورت شماتیک در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل (۲) مراحل فرایند داده کاوی در کارخانه ریسنگی فاستونی

داده های جمع آوری شده در برنامه اکسل مرتب گردید و بعد از آن عمل پاک سازی و تمیز کردن داده ها انجام شد، بدین صورت که چون بعضی از آزمایشات در روز یک دفعه انجام می شد و برخی دیگر سه دفعه، مقادیر مربوط به تعدادی از ردیف ها خالی می ماند، برای رفع این مشکل آزمایشاتی که روزانه انجام می شد در دو ردیف بعد تکرار گردید. برخی از داده ها نیز ممکن بود به دلایلی چون عدم ثبت یا خطای آزمایش نامعتبر یا حذف شده باشد، در این موارد کل ردیف حاوی آن داده حذف گردید. بعد از مرتب سازی نیاز به تبدیل خاصی بر روی داده ها بود بنابراین تبدیل های ساده چون تبدیل داده ها به داده های نرمال تعریف شدند. برای نرمال سازی داده ها از فرمول ۱ استفاده شد.

(۱)

$$P_{ij}^* = \frac{P_{ij} - P_{\min}}{P_{\max} - P_{\min}}$$

که در فرمول ۱:

$P_{ij}^*$ : مقدار متغیر بعد از نرمال سازی

$P_{ij}$ : مقدار متغیر قبل از نرمال سازی

$P_{\max}$ : مقدار ماکزیمم داده ها

$P_{\min}$ : مقدار مینیمم داده ها

## ۲.۴. تکنیک داده کاوی

تکنیک های متنوعی برای فرایند داده کاوی مورد استفاده قرار می گیرد از جمله دسته بندی، خوشه بندی، تحلیل روابط و وابستگی ها<sup>۵</sup>، درخت تصمیم، رگرسیون<sup>۶</sup>، شبکه عصبی، پیش بینی<sup>۷</sup> و غیره. تکنیک های داده کاوی مورد استفاده در این تحقیق شبکه عصبی و خوشه بندی با استفاده از الگوریتم K-mean می باشد.



## - خوشه بندی:

خوشه‌بندی را می‌توان به عنوان مهم‌ترین روش در یادگیری بدون نظارت در نظر گرفت. خوشه بندی فرایند دسته بندی مجموعه ای از اشیاء به خوشه هایی می باشد که اعضا درونی هر خوشه بیشترین شباهت را به یکدیگر و کمترین شباهت را نسبت به اعضا سایر خوشه ها داشته باشند. خوشه بندی در واقع یک عملیات غیر نظارتی می باشد. این عملیات هنگامی استفاده می شود که هدف یافتن گروه هایی از داده های مشابه باشد بدون اینکه از قبل پیش بینی در مورد شباهت های موجود، وجود داشته باشد.

رایجترین روش در خوشه بندی، الگوریتم K-mean می باشد که اولین بار توسط Mc. Queen در سال ۱۹۶۷ ارائه شد [۱۰]. مراحل خوشه بندی K-mean عبارت است از:

(۱) انتخاب K نقطه به صورت تصادفی به عنوان مرکز خوشه.

(۲) هر داده به خوشه ای که مرکز آن خوشه کمترین فاصله را با آن داده را داشته باشد، نسبت داده می شود.

(۳) پس از تعلق تمام داده‌ها به یکی از خوشه‌ها برای هر خوشه یک نقطه جدید به عنوان مرکز محاسبه می‌شود.

(۴) این مراحل تا زمانی که دیگر مرکز خوشه ها تغییر نکند ادامه می یابد.

یکی از مهمترین مسئله در این الگوریتم انتخاب تعداد خوشه ها می باشد. از شاخص های ارزیابی برای تعیین تعداد خوشه های بهینه، مجموع مربع خطا می باشد. از دیگر شاخص های ارزیابی شاخص دیویس بولدین<sup>۸</sup> می باشد.

## - شبکه عصبی:

شبکه عصبی مصنوعی یک مدل محاسباتی الهام گرفته از ساختمان و فعالیت سلولهای مغز انسان می باشد، که قادر است با پردازش روی داده های تجربی، قانون یا دانش نهفته در ورای داده ها را به ساختار شبکه منتقل کند. شبکه های عصبی مصنوعی به ساختارهای نگاشت غیرخطی مبتنی بر عملکرد مغز انسان اطلاق می شود. این شبکه ها ابزار توانمندی برای مدل سازی به شمار می روند، به ویژه هنگامی که روابط داده های اصلی نا مشخص است. شبکه های عصبی قادر به شناسایی و درک الگوهای مرتبط میان مجموعه داده های ورودی و مقادیر هدف متناظر می باشد. پس از آموزش، می توان شبکه های عصبی ها را در برآورد نتیجه داده های ورودی مستقل و جدید به کار برد.

این سیستم از شمار زیادی عناصر پردازشی به نام سلول، گره، واحد یا نرون<sup>۹</sup> تشکیل شده است. آموزش شبکه از طریق اتصال نرون های هر گره در لایه های قبلی و بعدی انجام می شود. خروجی نرون ها در ضرایب وزنی ضرب می شود و به تابع غیر خطی فعالسازی به عنوان ورودی داده می شود. الگوریتم های آموزشی متنوعی جهت آموزش شبکه های عصبی به کار گرفته شده است. از مهم ترین الگوریتم های آموزشی می توان از الگوریتم پس انتشار<sup>۱۰</sup> نام برد. در الگوریتم پس انتشار در هر مرحله مقدار خروجی محاسبه شده جدید، با مقدار واقعی مقایسه شده، و با توجه به خطای بدست آمده به اصلاح وزن ها و بایاس های شبکه پرداخته می شود. به نحوی که در انتهای هر تکرار اندازه خطای حاصله کمتر از میزان بدست آمده در تکرار قبلی می باشد. اساس این کمینه سازی، حرکت بر روی بردار گرادیان تابع مربعات خطای شبکه می باشد، که این بردار نیز به نوبه خود بوسیله مشتق گیری زنجیره ای از تابع خطا نسبت به تک تک پارامترهای شبکه بدست می آید [۷].

## ۳.۴. مدل سازی

تعداد ۲۲۴۱ سری آزمایش شامل ۷۰ نوع متغیر که در طول یک سال در آزمایشگاه کنترل کیفیت کارخانه انجام شده است، در این پژوهش مورد مطالعه قرار گرفت. نام پارامترهای مورد بررسی در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول (۱) نام پارامترهای مورد بررسی در فرایند داده کاوی

| شماره پارامتر | نام پارامتر                      | شماره پارامتر | نام پارامتر                    | شماره پارامتر | نام پارامتر                    |
|---------------|----------------------------------|---------------|--------------------------------|---------------|--------------------------------|
| ۳۵            | دما (C°)                         | ۷۰            | نایکواختی نخ دولا (%)          | ۳۵            | نایکواختی نخ دولا (%)          |
| ۳۴            | آب (لیتر)                        | ۶۹            | نقاط نازک نخ دو لا در ۱۰۰۰ متر | ۳۴            | نقاط نازک نخ دو لا در ۱۰۰۰ متر |
| ۳۳            | تینت                             | ۶۸            | نقاط ضخیم نخ دو لا در ۱۰۰۰ متر | ۳۳            | نقاط ضخیم نخ دو لا در ۱۰۰۰ متر |
| ۳۲            | روغن (لیتر)                      | ۶۷            | نپ نخ دو لا در ۱۰۰۰ متر        | ۳۲            | نپ نخ دو لا در ۱۰۰۰ متر        |
| ۳۱            | آنتی استاتیک (لیتر)              | ۶۶            | نمره نخ دولا m/g               | ۳۱            | نمره نخ دولا m/g               |
| ۳۰            | ظرافت پشم نوع دوم (micron)       | ۶۵            | تاب نخ دو لا T.P.M             | ۳۰            | تاب نخ دو لا T.P.M             |
| ۲۹            | ظرافت پشم نوع اول (micron)       | ۶۴            | استحکام نخ دو لا (CN/Tex)      | ۲۹            | استحکام نخ دو لا (CN/Tex)      |
| ۲۸            | ظرافت پلی استر نوع سوم (micron)  | ۶۳            | ازدیا طول نخ دو لا             | ۲۸            | ازدیا طول نخ دو لا             |
| ۲۷            | ظرافت پلی استر نوع دوم (micron)  | ۶۲            | نایکواختی نخ یک لا (٪)         | ۲۷            | نایکواختی نخ یک لا (٪)         |
| ۲۶            | ظرافت پلی استر نوع اول (micron)  | ۶۱            | نقاط نازک نخ یک لا در ۱۰۰۰ متر | ۲۶            | نقاط نازک نخ یک لا در ۱۰۰۰ متر |
| ۲۵            | طول الیاف پشم نوع دوم (mm)       | ۶۰            | نقاط ضخیم نخ یک لا در ۱۰۰۰ متر | ۲۵            | نقاط ضخیم نخ یک لا در ۱۰۰۰ متر |
| ۲۴            | طول الیاف پشم نوع اول (mm)       | ۵۹            | نپ نخ یک لا (در ۱۰۰ متر)       | ۲۴            | نپ نخ یک لا (در ۱۰۰ متر)       |
| ۲۳            | طول الیاف پلی استر نوع سوم (mm)  | ۵۸            | نمره نخ یک لا m/g              | ۲۳            | نمره نخ یک لا m/g              |
| ۲۲            | طول الیاف پلی استر نوع دوم (mm)  | ۵۷            | تاب نخ یک لا T.P.M             | ۲۲            | تاب نخ یک لا T.P.M             |
| ۲۱            | طول الیاف پلی استر نوع اول (mm)  | ۵۶            | استحکام نخ یک لا (CN/Tex)      | ۲۱            | استحکام نخ یک لا (CN/Tex)      |
| ۲۰            | نایکواختی پشم نوع دوم (٪)        | ۵۵            | ازدیا طول نخ یک لا             | ۲۰            | ازدیا طول نخ یک لا             |
| ۱۹            | نایکواختی پشم نوع اول (٪)        | ۵۴            | کشش فینیشر                     | ۱۹            | کشش فینیشر                     |
| ۱۸            | نایکواختی پلی استر نوع سوم (٪)   | ۵۳            | نمره فینیشر (g/m)              | ۱۸            | نمره فینیشر (g/m)              |
| ۱۷            | نایکواختی پلی استر نوع دوم (٪)   | ۵۲            | نایکواختی فینیشر (٪)           | ۱۷            | نایکواختی فینیشر (٪)           |
| ۱۶            | نایکواختی پلی استر نوع اول (٪)   | ۵۱            | نایکواختی گیل ۴ (٪)            | ۱۶            | نایکواختی گیل ۴ (٪)            |
| ۱۵            | نپ پشم نوع دوم (در ۱۰۰ گرم)      | ۵۰            | نایکواختی گیل ۳ (٪)            | ۱۵            | نایکواختی گیل ۳ (٪)            |
| ۱۴            | نپ پشم نوع اول (در ۱۰۰ گرم)      | ۴۹            | نایکواختی گیل ۲ (٪)            | ۱۴            | نایکواختی گیل ۲ (٪)            |
| ۱۳            | نپ پلی استر نوع سوم (در ۱۰۰ گرم) | ۴۸            | نایکواختی گیل ۱ (٪)            | ۱۳            | نایکواختی گیل ۱ (٪)            |
| ۱۲            | نپ پلی استر نوع دوم (در ۱۰۰ گرم) | ۴۷            | نایکواختی ملاترز (٪)           | ۱۲            | نایکواختی ملاترز (٪)           |
| ۱۱            | نپ پلی استر نوع اول (در ۱۰۰ گرم) | ۴۶            | دابلینگ گیل ۴                  | ۱۱            | دابلینگ گیل ۴                  |
| ۱۰            | نمره پشم نوع دوم (g/m)           | ۴۵            | دابلینگ گیل ۳                  | ۱۰            | دابلینگ گیل ۳                  |
| ۹             | نمره پشم نوع اول (g/m)           | ۴۴            | دابلینگ گیل ۲                  | ۹             | دابلینگ گیل ۲                  |
| ۸             | نمره پلی استر نوع سوم (g/m)      | ۴۳            | دابلینگ گیل ۱                  | ۸             | دابلینگ گیل ۱                  |
| ۷             | نمره پلی استر نوع دوم (g/m)      | ۴۲            | دابلینگ ملاترز                 | ۷             | دابلینگ ملاترز                 |
| ۶             | نمره پلی استر نوع اول (g/m)      | ۴۱            | کشش گیل ۴                      | ۶             | کشش گیل ۴                      |
| ۵             | درصد پشم نوع دوم                 | ۴۰            | کشش گیل ۳                      | ۵             | کشش گیل ۳                      |
| ۴             | درصد پشم نوع اول                 | ۳۹            | کشش گیل ۲                      | ۴             | کشش گیل ۲                      |
| ۳             | درصد پلی استر نوع سوم            | ۳۸            | کشش گیل ۱                      | ۳             | کشش گیل ۱                      |
| ۲             | درصد پلی استر نوع دوم            | ۳۷            | کشش ملاترز                     | ۲             | کشش ملاترز                     |
| ۱             | درصد پلی استر نوع اول            | ۳۶            | رطوبت (٪)                      | ۱             | رطوبت (٪)                      |

به منظور گروه بندی داده ها، با استفاده از روش خوشه بندی K-mean. تعداد نقاط (تعداد K های) مختلف مورد بررسی قرار گرفت. برای سنجش میزان صحت نتایج خوشه بندی از شاخص دیویس بولدین استفاده شد. این معیار از شباهت بین دو خوشه استفاده می کند که بر اساس پراکندگی بین یک خوشه و عدم شباهت بین دو خوشه تعریف می شود. این شاخص میانگین شباهت بین هر خوشه با شبیه ترین خوشه به آن را طبق فرمول ۴ محاسبه می کند. می توان دریافت که هرچه مقدار این شاخص کمتر باشد، خوشه های بهتری تولید شده است.

(۲)

$$R_j = \frac{\text{var}(C_i) + \text{var}(C_j)}{|C_i - C_j|}$$

(۳)

$$R_j = \frac{\text{var}(C_i) + \text{var}(C_j)}{|C_i - C_j|}$$

(۴)

$$DB = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^K R_i$$

$C_i$ : مرکز ثقل خوشه  $i$  ام

$C_j$ : مرکز ثقل خوشه  $j$  ام

$\text{Var}(C_i)$ : پراکندگی خوشه  $i$  ام

$\text{Var}(C_j)$ : پراکندگی خوشه  $j$  ام

$R_j$ : شباهت بین دو خوشه



K: تعداد خوشه ها  
DB: شاخص دیویس بولدین

برای نوشتن برنامه K-mean از نرم افزار Matlab استفاده شد. برای تعیین بهترین دسته بندی، تعداد خوشه های مختلف مورد بررسی قرار گرفت. برنامه به تعداد ۱۰۰۰ بار و با استفاده از مقادیر تصادفی به عنوان مرکز خوشه ها اجرا شد. در جدول ۲ برای تعداد خوشه های مختلف، مقدار DB و تعداد داده ها در هر خوشه مشخص شده است.

جدول (۲) بهترین مقدار DB برای تعداد خوشه های مختلف و تعداد داده ها در هر خوشه

| K | تعداد داده ها در خوشه |     |      |     | بهترین مقدار DB بعد از ۱۰۰۰ بار خوشه بندی با انتخاب مقدار اولیه تصادفی |
|---|-----------------------|-----|------|-----|------------------------------------------------------------------------|
| ۲ | ۲۱۳۳                  | ۱۰۸ | ۲,۲۹ |     |                                                                        |
| ۳ | ۱۷۸۱                  | ۱۰۸ | ۳۵۲  | ۱,۹ |                                                                        |
| ۴ | ۱۴۳۴                  | ۴۰۲ | ۲۹۷  | ۱۰۸ | ۲,۱                                                                    |
| ۵ | ۱۰۰۹                  | ۷۹۹ | ۲۹۷  | ۱۰۹ | ۱,۶                                                                    |
| ۶ | ۹۹۹                   | ۲۷  | ۴۲۹  | ۴۶۴ | ۲۷ ۱,۹                                                                 |
| ۷ | ۴۶۳                   | ۲۷  | ۹۴۴  | ۲۷  | ۸۱ ۴۰۲ ۲۹۷ ۱,۸                                                         |

طبق جدول ۲ بهترین تعداد خوشه K=۵ انتخاب شد. در واقع تعداد خوشه با کمترین مقدار DB، به عنوان خوشه بندی بهینه انتخاب گردید. حال با در نظر گرفتن K=۵ به عنوان بهترین تعداد خوشه، داده های متعلق به هر گروه مشخص شد. مراکز خوشه ها در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول (۳) مشخصات بهترین تعداد خوشه: مراکز خوشه ها

| شماره پارامتر | شماره گروه |       |       |       |       |
|---------------|------------|-------|-------|-------|-------|
|               | ۱          | ۲     | ۳     | ۴     | ۵     |
| ۲۵            | ۲۴۵        | ۲۵    | ۲۶    | ۲۴    | ۲۳    |
| ۲۴            | ۰,۴        | ۰,۶   | ۰,۱   | ۱     | ۰,۷   |
| ۲۳            | ۳۰         | ۲۹    | ۳۰    | ۳۱    | ۳۰    |
| ۲۲            | ۳          | ۳,۲   | ۲,۷   | ۳,۵   | ۳     |
| ۲۱            | ۱۵         | ۱۶    | ۱۵,۵  | ۱۷    | ۱۵    |
| ۲۰            | ۲۰,۱۲      | ۱۹,۹  | ۲۰,۶  | ۲۰,۰۱ | ۲۰,۴۹ |
| ۱۹            | ۲۰,۳۳      | ۱۹,۶۵ | ۲۰,۴  | ۲۰,۱۴ | ۲۰,۵۷ |
| ۱۸            | ۲۰,۸       | ۱۹,۵  | ۱۹,۹۳ | ۱۹,۱۹ | ۲۰,۶۳ |
| ۱۷            | ۲۰,۰۸      | ۲۰,۵۵ | ۱۹,۵  | ۱۹,۷۹ | ۲۱,۰۷ |
| ۱۶            | ۱۹,۵۱      | ۱۹,۸۱ | ۱۹,۵  | ۲۰,۰۱ | ۱۹,۵۶ |
| ۱۵            | ۸۰,۵۲      | ۸۶,۷  | ۸۶,۵  | ۸۸,۰۹ | ۸۵,۳۴ |
| ۱۴            | ۷۸,۵۱      | ۹۰    | ۸۷    | ۹۲,۲۵ | ۶۰,۷  |
| ۱۳            | ۸۱,۳۱      | ۹۰    | ۸۳,۰۹ | ۸۵,۳۷ | ۸۵,۸  |
| ۱۲            | ۸۶,۶۷      | ۷۷    | ۸۵,۰۴ | ۸۶,۴۷ | ۸۵,۵۲ |
| ۱۱            | ۷۸,۷۴      | ۹۰    | ۸۵,۰۴ | ۸۸,۹  | ۸۵,۴۱ |
| ۱۰            | ۷۰,۸       | ۸۷,۴  | ۴۰,۵  | ۵,۴۳  | ۵,۱۴  |
| ۹             | ۷,۸۴       | ۷,۴۳  | ۵,۲۳  | ۳,۹۴  | ۵,۴۷  |
| ۸             | ۵۶۴        | ۴,۳۷  | ۵,۵۸  | ۵,۳۴  | ۵,۳۳  |
| ۷             | ۲,۵۲       | ۶,۸۵  | ۴,۷۱  | ۵,۶۷  | ۵,۸۲  |
| ۶             | ۶,۲۷       | ۴,۷۵  | ۴,۷۵  | ۵,۴۲  | ۴     |
| ۵             | ۲,۸۸       | ۲,۵۷  | ۴,۱   | ۲,۵۶  | ۳,۵   |
| ۴             | ۲,۴        | ۴,۷   | ۳,۹۴  | ۳,۹۴  | ۳,۲   |
| ۳             | ۱,۳۱       | ۰,۷   | ۴,۵۱  | ۱,۲   | ۳,۱۵  |
| ۲             | ۳,۰۴       | ۱,۳   | ۲,۵۵  | ۲,۵   | ۵,۳۴  |
| ۱             | ۲,۷۷       | ۳,۴۱  | ۲,۵۵  | ۲,۵۵  | ۲,۱۶  |
| ۱۰            | ۲۲,۱۴      | ۲۱,۵  | ۲۱,۶  | ۲۱,۸۴ | ۲۱,۳۹ |
| ۹             | ۳۳,۱۲      | ۲۱,۵۲ | ۲۱,۹  | ۲۱,۹۶ | ۲۱,۲۹ |
| ۸             | ۲۲,۹       | ۲۱,۱  | ۲۱,۳۲ | ۲۱,۶۸ | ۲۱,۳۲ |
| ۷             | ۲۱,۸۶      | ۲۰,۹۵ | ۲۱,۵  | ۲۱,۸۹ | ۲۱,۳۲ |
| ۶             | ۲۱,۵۹      | ۲۱,۴۵ | ۲۱,۵  | ۲۱,۸۶ | ۲۱,۶۵ |
| ۵             | ۵,۱        | ۰     | ۶,۰۲  | ۰     | ۰,۱۸  |
| ۴             | ۴,۷۵       | ۱۶,۷۳ | ۱۲,۲  | ۱۴,۷۳ | ۱,۳۶  |
| ۳             | ۲۴,۳۵      | ۳۳,۶  | ۲۰,۴۶ | ۶۶,۶۲ | ۳,۷۹  |
| ۲             | ۳۸,۳       | ۲۲,۷۴ | ۴۱,۹۹ | ۲۰,۶۴ | ۱۶,۷  |
| ۱             | ۲۷,۵       | ۲۵,۰۸ | ۱۸,۲  | ۰     | ۷۸,۷۸ |

ادامه جدول (۳) مشخصات بهترین تعداد خوشه: مراکز خوشه ها

| شماره پارامتر | ۳۶ | ۳۷ | ۳۸ | ۳۹ | ۴۰ | ۴۱ | ۴۲ | ۴۳ | ۴۴ | ۴۵ | ۴۶ | ۴۷ | ۴۸ | ۴۹ | ۵۰ | ۵۱ | ۵۲ | ۵۳ | ۵۴ | ۵۵ | ۵۶ | ۵۷ | ۵۸ | ۵۹ | ۶۰ | ۶۱ | ۶۲ | ۶۳ | ۶۴ | ۶۵ | ۶۶ | ۶۷ | ۶۸ | ۶۹ | ۷۰ |
|---------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|---------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|

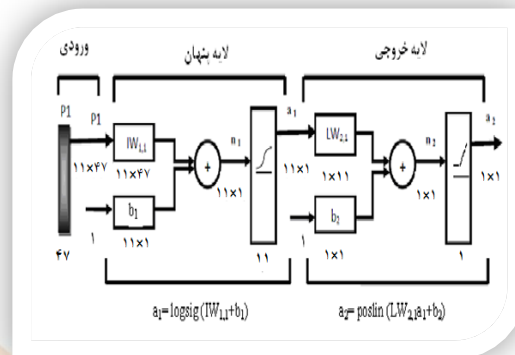
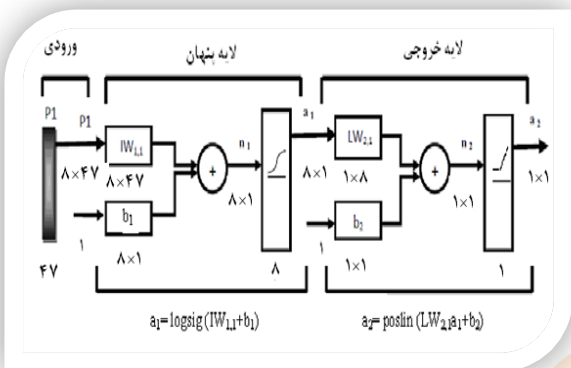
| شماره گروه |       |       |       |       | ۱      | ۲      | ۳      | ۴      | ۵      |
|------------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| ۱۲،۹۳      | ۱۲،۶۲ | ۱۳،۴۱ | ۱۲،۷۶ | ۱۳،۰۸ | ۳،۳    | ۲،۴۲   | ۵،۷    | ۳      | ۴،۲    |
| ۴،۵۲       | ۳،۴۹  | ۵،۶۴  | ۲،۸۳  | ۳،۷۵  | ۱۰،۲۱  | ۴۳،۲۲  | ۴۷،۳۶  | ۲۵،۲۷  | ۳۵،۲۷  |
| ۲۹،۹۲      | ۲۴،۹۸ | ۲۶،۶  | ۲۴،۰۵ | ۲۵،۵۸ | ۶۸۸،۸۶ | ۵۹۴،۵۶ | ۵۹۱،۹۸ | ۵۹۵،۵۲ | ۵۹۵،۵۲ |
| ۱۴،۶۳      | ۱۷،۷۵ | ۱۶،۶۵ | ۱۶،۷۲ | ۱۶،۲  | ۱۷،۱۵  | ۲۱،۹۷  | ۲۱،۷۷  | ۲۱،۴۷  | ۲۱،۴۷  |
| ۱۷،۵۲      | ۶،۷۵  | ۱۸،۳۳ | ۱۷،۲۲ | ۱۷،۹  | ۱۱۶،۶۹ | ۸۲     | ۱۴،۲۶  | ۱۴۴،۹  | ۱۴۴،۹  |
| ۳۴،۵۴      | ۳۷،۷  | ۵۴،۱۱ | ۳۲،۳۶ | ۴۰،۶۶ | ۳۸،۳۳  | ۲۴،۳۱  | ۲۴،۲   | ۲۹،۶۴  | ۲۹،۶۴  |
| ۶۱،۲۱      | ۴۹،۷۹ | ۵۳،۷۵ | ۴۹،۱۷ | ۵۲،۰۹ | ۶۷۸،۴۱ | ۶۰،۴   | ۶۱۵،۹۴ | ۶۲۵،۷۶ | ۶۲۵،۷۶ |
| ۱۲،۷۸      | ۱۵،۴۳ | ۱۴،۷۳ | ۱۴،۹۲ | ۱۴،۷۱ | ۱۴،۱۲  | ۱۸،۸۶  | ۱۸،۹۵  | ۱۸،۴۵  | ۱۲،۴۵  |
| ۳،۵۲       | ۴،۵۳  | ۴،۵۲  | ۴،۵۸  | ۴،۵۲  | ۳،۹۲   | ۳،۵۹   | ۳،۷۶   | ۳،۷۸   | ۳،۷۸   |
| ۲،۵۹       | ۲،۳۶  | ۲،۳۷  | ۲،۳۴  | ۲،۳۲  | ۲،۳    | ۲،۳۳   | ۲،۲۹   | ۲،۳۸   | ۲،۳۸   |
| ۲،۷        | ۲،۴۷  | ۲،۲۹  | ۲،۷۷  | ۲،۳۹  | ۲،۶    | ۳،۱    | ۲،۴    | ۲،۸۸   | ۲،۸۸   |
| ۴،۸        | ۳،۱۱  | ۲،۵   | ۲،۴   | ۲،۸۶  | ۳،۴    | ۳،۱۱   | ۲،۴    | ۲،۸۶   | ۲،۸۶   |
| ۳،۴        | ۲،۵   | ۳     | ۲،۵   | ۳     | ۳،۶    | ۳،۸    | ۴،۱    | ۴      | ۴      |
| ۷،۴        | ۷،۶   | ۸     | ۷،۸   | ۸،۲   | ۵      | ۵،۵    | ۶،۵    | ۵      | ۵      |
| ۷          | ۹     | ۱۱    | ۱۰    | ۱۱    | ۷،۰۵   | ۵،۹    | ۶،۰۴   | ۶،۰۷   | ۶،۰۷   |
| ۷،۸۳       | ۷،۲   | ۷،۲۱  | ۶،۶۸  | ۷،۴۴  | ۸،۲۵   | ۸،۹    | ۸،۹۳   | ۸،۲۹   | ۸،۲۹   |
| ۵۴         | ۵۳    | ۵۶    | ۵۲    | ۵۸    | ۵۵۵    | ۷،۱    | ۷،۴۲   | ۴،۲۳   | ۴،۲۳   |

در مرحله بعد، از شبکه عصبی به منظور پیش بینی استفاده شد. داده های مربوط به ۵ گروه، از هم تفکیک شدند و هر کدام از این خوشه ها به طور مجزا به یک شبکه عصبی جهت آموزش تغذیه شد. بدین ترتیب که در هر شبکه عصبی ۷۰ درصد داده ها به عنوان داده های آموزش و ۳۰ درصد به عنوان داده های تست انتخاب شد. شبکه عصبی مورد استفاده در این تحقیق از نوع شبکه های feed forward و تابع آموزش Levenberg-Marquardt Backpropagation (trainlm) می باشد. برای نوشتن کد مربوط به این شبکه و اجرای آن از برنامه Matlab استفاده شد. ورودی های شبکه برای هر گروه عبارت بود از: داده های مربوط به مواد اولیه (طول الیاف، ظرافت الیاف، نپ، نایکنواختی، نمره) و داده های مربوط به فرایند تولید (درصد پشم و پلی استر مصرفی، مقدار آنتی استاتیک، روغن و آب مصرفی، استفاده یا عدم استفاده از تینت، مقدار کشش اعمالی در قسمت گیل باکس و ملانژر، مقدار دابلینگ در قسمت گیل باکس و ملانژر، کشش در قسمت فینیشر، دما و رطوبت سالن). و خروجی هر شبکه نایکنواختی نخ (%CV) بود.

به منظور مقایسه تاثیر خوشه بندی در قابلیت پیش بینی شبکه، در یک بررسی جداگانه کل داده ها بدون اینکه گروه بندی شده باشد به یک شبکه عصبی تغذیه شد و نتایج آن با زمانی که داده ها قبل از تغذیه به شبکه گره بندی شده بود مقایسه گردید.

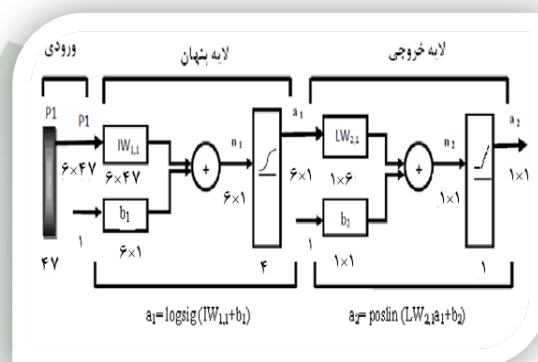
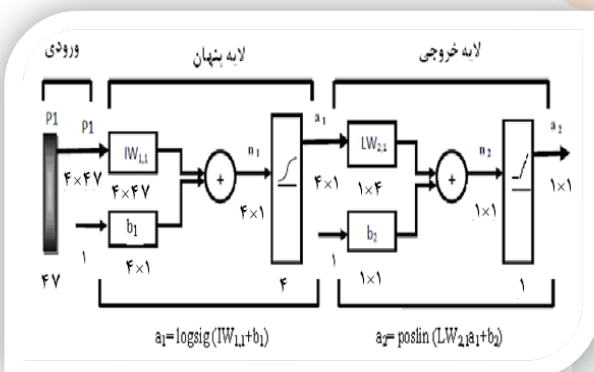
## ۵. نتایج و بحث

اولین مرحله در طراحی یک شبکه عصبی مصنوعی، مشخص کردن ساختار مدل یعنی تعداد لایه های مخفی و تعداد نرون های این لایه ها است. در یک مدل شبکه عصبی مصنوعی تعداد واحدهای ورودی با تعداد پارامترهای ورودی به شبکه برابر است و از سوی دیگر تعداد نرون های لایه خروجی با تعداد پارامترهای وابسته مورد بررسی برابر است. بنابراین در تمامی شبکه های طراحی شده، تعداد نرون های لایه ورودی ۴۷ و لایه خروجی یک می باشد. علاوه بر این هیچ روش مشخص و به ثبت رسیده ای برای تعیین تعداد لایه های مخفی و تعداد نرون های آن ها ارائه نشده است. بنابراین جهت دستیابی به بهترین همگرایی، در آموزش شبکه، آزمایشاتی با استفاده از توابع تحریک مختلف در لایه خروجی و لایه های مخفی و با تعداد واحدهای پردازشگر مختلف، بر روی داده ها انجام شد. هدف از این کار مشخص شدن بهترین ساختار با توابع تحریک مشخص بود. بدین منظور از ساختارهایی با یک، دو و سه لایه مخفی و با ترکیب های مختلفی از توابع تحریک در لایه های مختلف استفاده شد و بهترین ساختار شبکه برای هر گروه مشخص گردید. تمامی شبکه های طراحی شده شامل یک لایه پنهان با تابع انتقال log-sigmoid برای لایه پنهان و تابع poslin برای لایه خروجی می باشد. تعداد نرون ها در لایه پنهان برای ۵ گروه به ترتیب برابر با ۱۱، ۸، ۶، ۴ و ۳ است. شکل ۳ تا ۷ ساختار شبکه های طراحی شده برای پنج گروه را به ترتیب نشان می دهد.



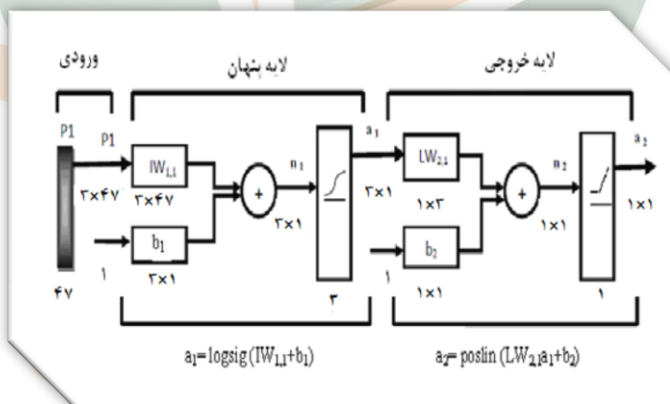
شکل (۴) ساختار شبکه طراحی شده برای گروه دوم: ۷۹۹ داده

شکل (۳) ساختار شبکه طراحی شده برای گروه اول: ۱۰۰۹ داده



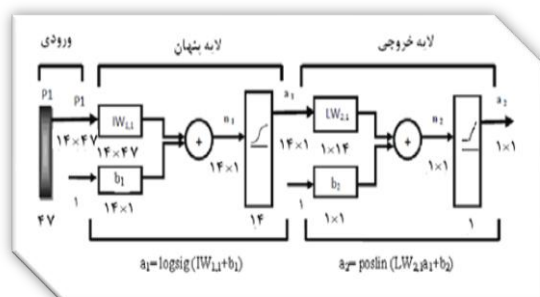
شکل (۶) ساختار شبکه طراحی شده برای گروه چهارم: ۱۰۹ داده

شکل (۵) ساختار شبکه طراحی شده برای گروه سوم: ۲۹۷ داده



شکل (۷) ساختار شبکه طراحی شده برای گروه پنجم: ۲۷ داده

شبکه عصبی طراحی شده برای کل داده ها نیز شامل یک لایه پنهان با ۱۴ نرون و تابع انتقال log-sigmoid برای لایه پنهان و تابع poslin برای لایه خروجی می باشد که در شکل ۸ نشان داده شده است.



شکل (۸) ساختار شبکه طراحی شده برای کل ۲۲۴۱ داده

بررسی اعتبار شبکه های عصبی با مقایسه نتایج برآورد شده توسط مدل و مقادیر اندازه گیری شده برای تعدادی از نمونه ها که در آموزش شبکه از آن ها استفاده نشد، صورت گرفت. بدین صورت که ۲۴۹ سری آزمایش جدید در نظر گرفته شد و مشخص شد متغیرهای این آزمایشات به میانگین داده های کدام خوشه نزدیک تر می باشد. و بعد از تعیین اینکه هر آزمایش متعلق به کدام گروه می باشد. داده های آن به عنوان داده های تست به شبکه عصبی مربوط به همان گروه تغذیه شد و نتایج پیش بینی شده توسط شبکه عصبی با نتایج واقعی مقایسه گردید. برای شبکه عصبی کلی، نیز تمام ۲۴۹ آزمایش به عنوان داده های تست در نظر گرفته شد. مقایسه نتایج حاصل از آزمایشات با داده های پیش بینی شده توسط شبکه های عصبی و درصد خطای حاصله برای گروه ۱ تا ۵ و شبکه ای که کل داده ها را شامل می شود در جدول ۴ نشان داده شده است.

جدول (۴) مقایسه نتایج حاصل از آزمایشات با مقادیر پیش بینی شده توسط شبکه عصبی برای داده های تست و درصد خطای محاسبه شده

| شماره گروه                             | تعداد داده های آموزش | تعداد داده های تست | قدر مطلق خطا (%) |
|----------------------------------------|----------------------|--------------------|------------------|
| ۱                                      | ۱۰۰۹                 | ۸۲                 | ۱,۴۴             |
| ۲                                      | ۷۹۹                  | ۹۰                 | ۱,۳۲             |
| ۳                                      | ۲۹۷                  | ۳۹                 | ۱,۶۱             |
| ۴                                      | ۱۰۹                  | ۳۵                 | ۱,۹۹             |
| ۵                                      | ۲۷                   | ۳                  | ۰,۴۸             |
| میانگین قدر مطلق خطا برای پنج گروه (%) |                      |                    |                  |
| گروه شامل کل داده ها                   | ۲۴۲۱                 | ۲۴۹                | ۴,۱              |

همانطور که در جدول ۴ نشان داده شده است میانگین خطای پنج گروه ۲,۷۴٪ کمتر از خطای گروه کل داده ها می باشد. بنابراین می توان نتیجه گرفت زمانی که از تکنیک خوشه بندی قبل از شبکه عصبی استفاده می شود قابلیت شبکه عصبی برای پیش بینی افزایش می یابد و خطای حاصله کمتر می شود.

## ۶. نتیجه گیری

در این تحقیق اطلاعات مربوط به آزمایشگاه کنترل کیفیت یک کارخانه ریسندگی شامل پارامترهای مواد اولیه، پارامترهای فرایند و پارامترهای کیفی نخ تولیدی مورد پردازش قرار گرفت. ابتدا با استفاده از روش خوشه بندی K-mean، داده های جمع آوری شده گروه بندی شد. به منظور پیش بینی نایکنواختی نخ، داده های هر گروه به یک شبکه عصبی جهت آموزش تغذیه شد. در یک بررسی جداگانه کل داده ها به یک شبکه عصبی تغذیه شد. به منظور تست کارایی شبکه های طراحی شده از یک سری داده های جدید استفاده شد در مرحله اول کل داده های تست بدون این که گروه بندی شوند به شبکه عصبی تغذیه شد و میزان خطا محاسبه گردید و در مرحله بعد، با گروه بندی داده های تست، داده ها به شبکه مربوط به همان گروه تغذیه گردید. مقایسه نتایج این دو مرحله نشان داد که خوشه بندی به عنوان یک تکنیک داده کاوی، یک ابزار موثر برای پیش پردازش اطلاعات قبل از تزریق به شبکه عصبی می باشد.

## ۷. تقدیر و تشکر

در آخر از کارخانه پشم تاب ایران که ما را در تهیه این مقاله یاری نموده اند. صمیمانه تشکر می نماییم.

## ۸. مراجع

- Anderson, M. E; "*Applicability of mining in yarn manufacturing*", Master thesis, North Carolina State University, ۲۰۰۶ [۱]  
Bagherzadeh, R; Latifi, M; Faramarzi, A.R; "*Employing a Three-Stage Data Mining Procedure to Develop Sizing System*", World Applied Sciences Journal, Issue. ۸, Vol. ۸, p.p. ۹۲۳-۹۲۹, ۲۰۱۰ [۲]  
Faridi, M.S; Mustafa, T; "*Usability of Data Warehousing and Data Mining for Interactive Decision Making in Textile Sector*", Global Journal of Computer Science and Technology, Issue. ۷, Vol. ۱۲, ۲۰۱۲ [۳]  
Hamilton, B.J; "*Process and Product Data Management for Staple Yarn Manufacturing*", Master thesis, North Carolina State University, ۲۰۱۰ [۴]  
Jeyasingh, M.M; Appavoo, K; Sakthivel, P; "*Data Mining for Prediction of Clothing Insulation*", International Journal of Modern Engineering Research, Issue. ۲, Vol. ۲, p.p. ۰۰۱-۰۰۵, ۲۰۱۲ [۵]  
Jeyasingh, M.M; "*Mining the Shirt Sizes for Indian Men by Clustered Classification*", I.J. Information Technology and Computer Science, Vol. ۶, p.p. ۱۲-۱۷, ۲۰۱۲ [۶]  
K. Gurney; "*An Introduction to Neural Networks*", UCL Press, London, ۱st Ed, ۱۹۹۷ [۷]  
Lee, M.H; "*The knowledge-based factory*", Artificial Intelligence in Engineering, Issue. ۲, Vol. ۸, p.p. ۱۰۹-۱۲۵, ۱۹۹۳ [۸]  
Lin, H.F; Hsu, C.H; Wang, M.J; Lin, Y.C; "*An Application of Data Mining Technique in Developing Sizing System for Army Soldiers in Taiwan*", Wseas Transactions on Computers, Issue. ۴, Vol. ۷, p.p. ۲۴۵-۲۵۲, ۲۰۰۸ [۹]  
MacQueen, J; "*Some methods for classification and analysis of multivariate observations*", of: Fifth Berkeley Symposium on Mathematics, Statistics and Probability, University of California Press, Vol. ۱, p.p. ۲۸۱-۲۹۷, ۱۹۶۷ [۱۰]  
Menezes, J; "*Database makers deepen mining capabilities*", Computing Canada, Vol. ۲۵, Issue. ۲۹, p. ۱۹, ۱۹۹۹ [۱۱]  
Mrs. Bharati; Ramageri, M; "*Data mining techniques and applications*", Indian Journal of Computer Science and Engineering, No. ۴, Vol. ۱, p.p. ۳۰۱-۳۰۵, ۲۰۱۰ [۱۲]  
Schertel, S. L; "*Data mining and its potential use in textiles: A Spinning Mill*", Doctor Thesis, North Carolina State University, ۲۰۰۲ [۱۳]  
Tyagi, S.K; Sharma, B.K; "*Data Mining Tools and Techniques to Manage the Textile Quality Control Data for Strategic Decision Making*", International Journal of Computer Applications, No. ۴, Vol. ۱۳, p.p. ۲۶-۲۹, ۲۰۱۱ [۱۴]  
Zakaria, N; "*Sizing system for functional clothing-uniforms for school children*", Indian Journal of fiber & Textile Research Journal, Vol. ۳۶, p.p. ۳۴۸-۳۵۷, ۲۰۱۱ [۱۵]

## زیر نویس ها

- 
- ۱ classification
  - ۲ Neural Network
  - ۳ decision tree
  - ۴ clustering
  - ۵ association
  - ۶ Regression
  - ۷ prediction
  - ۸ Davies Bouldin Index
  - ۹ neuron
  - ۱۰ Back propagation

کنفرانس داده کاوی ایران