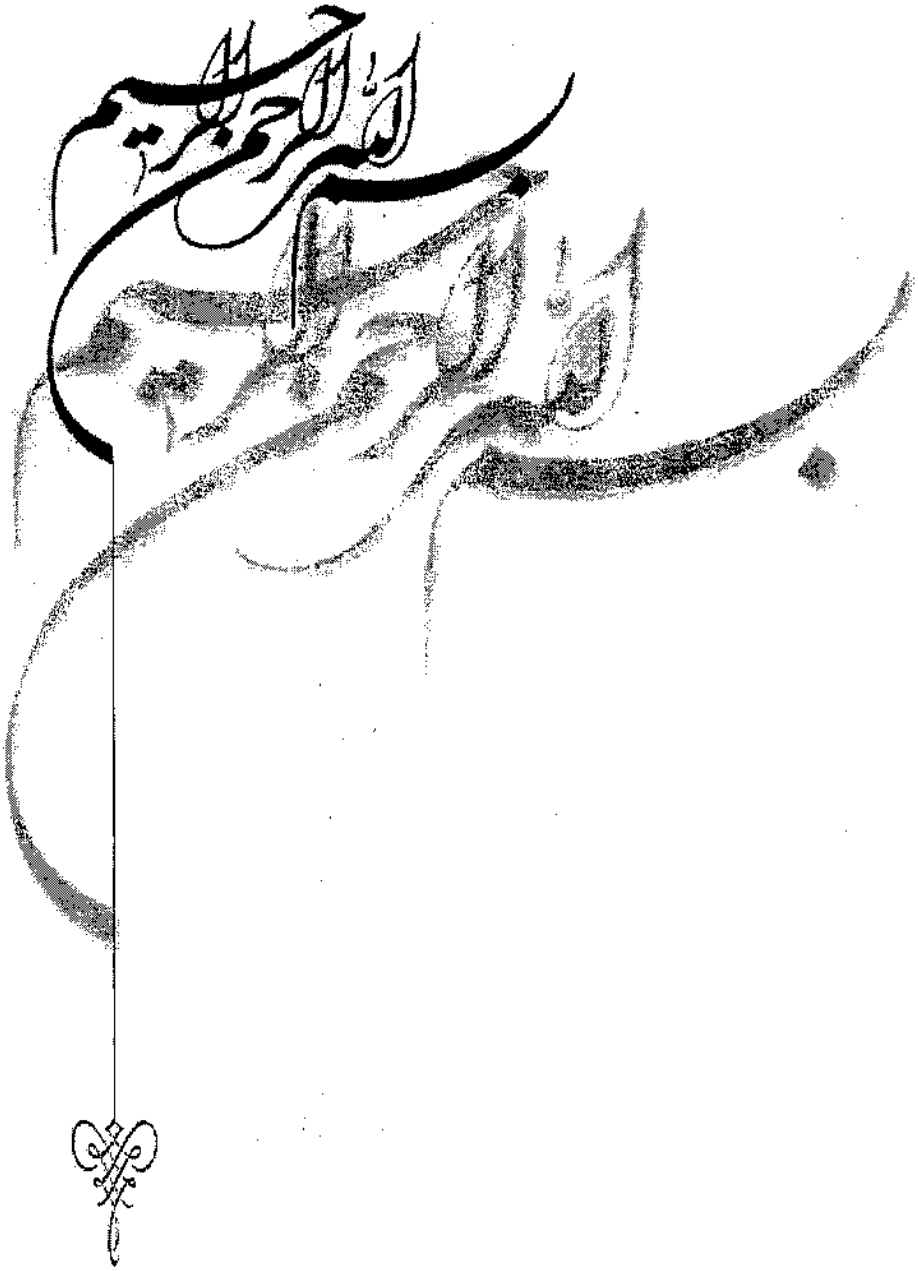

بسم الله الرحمن الرحیم

دانشگاه صنعتی امیرکبیر
دانشکده مهندسی نساجی

پایان نامه دکترا:
گرایش تکنولوژی نساجی

بهبود پیشگویی رفتار کششی پارچه های تاری و پودی با استفاده از شبکه عصبی و سامانه فازی

نگارش:
محسن هادی زاده

اساتید راهنما:
دکتر علی اصغر اصغریان جدی
دکتر محمد امانی تهران

اسفند ۱۳۸۷

بسمه تعالی

تاریخ:
شماره:

دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی‌تکنیک تهران)

فرم اطلاعات پایان‌نامه
کارشناسی - ارشد و دکترا

معاونت پژوهشی
فرم پروژه تحصیلات تکمیلی ۷

مشخصات دانشجو:

نام و نام خانوادگی: محسن هادی راده دانشجوی آزاد ○ بورسیه ● معادل ○
شماره دانشجوئی: ۸۳۱۲۸۹۰۹ دانشکده: نساجی رشته تحصیلی: مهندسی نساجی گروه: تکنولوژی نساجی

مشخصات استاد راهنما:

نام و نام خانوادگی: علی اصغر اصغریان جدی درجه و رتبه: استاد
نام و نام خانوادگی: محمد امانی تهران درجه و رتبه: دانشیار

مشخصات استاد مشاور:

نام و نام خانوادگی: درجه و رتبه:
نام و نام خانوادگی: درجه و رتبه:

عنوان پایان‌نامه به فارسی : بهبود پیشگویی رفتار کششی پارچه های تاری و پودی با استفاده از شبکه عصبی و سامانه فازی

عنوان پایان‌نامه به انگلیسی: Prediction Improvement of Tensile Behavior of Woven Fabric Using Artificial Neural Network and Fuzzy Logic

نوع پروژه: کارشناسی ○ ارشد ○ دکترا ● سال تحصیلی:
کاربردی ● بنیادی ○ توسعه‌ای ● نظری ○

تاریخ شروع : ۸۶/۶/۲۶ تاریخ خاتمه : ۸۷/۱۲/۲۱ تعداد واحد : ۲۴ سازمان تأمین کننده اعتبار :

واژه‌های کلیدی به فارسی: مدل سازی، پارچه های تاری و پودی، مدول یانگ اولیه، شبکه عصبی مصنوعی، منطق فازی، شبکه- فازی

واژه‌های کلیدی به انگلیسی : Modeling, Woven Fabric, Initial Young's Modulus, Artificial Neural Network, Fuzzy Logic, Adaptive Neuro-Fuzzy Modeling

مشخصات ظاهری	تعداد صفحات ۱۲۴	تصویر ● جدول ● نمودار ○ نقشه ○ واژه‌نامه ○	تعداد مراجع ۷۰	تعداد صفحات ضمائم ۳۸
زبان متن	فارسی ●	انگلیسی ○	چکیده	فارسی ● انگلیسی ●
یادداشت				

نظرها و پیشنهادها به منظور بهبود فعالیت‌های پژوهشی دانشگاه

استاد:

دانشجو:

امضاء استاد راهنما: **تاریخ:**

۱ : ارائه به معاونت پژوهشی به همراه یک نسخه الکترونیکی از پایان‌نامه و فرم اطلاعات پایان‌نامه بصورت PDF همراه چاپ چکیده (فارسی انگلیسی) و فرم اطلاعات پایان‌نامه
۲ : ارائه به کتابخانه دانشکده (شامل دو جلد پایان نامه به همراه نسخه الکترونیکی فرم در لوح فشرده طبق نمونه اعلام شده در صفحه خانگی کتابخانه مرکزی)

دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک)

دانشکده مهندسی نساجی

گواهی اتمام رساله

بدینوسیله گواهی میشود پایان نامه پیوست توسط محسن هادي زاده عنوان رساله :

بهبود پيشگويي رفتار كششي پارچه هاي تاري و پودي با استفاده از شبكه عصبي و سامانه فازي

به **ارزش ۲۴ واحد** به منظور قسمتی از نیازهای دریافت درجه دکتری در دانشکده مهندسی نساجی دانشگاه صنعتی امیرکبیر ارائه گردیده است . این پایان نامه نتیجه تحقیقات شخصی نامبرده میباشد که زیر نظر اینجانب **دكتر علي اصغر اصغريان جدي و دكتر محمد اماني تهران** انجام گرفته است .

اساتید راهنما: دکتر علي اصغر اصغريان جدي

دكتر محمد اماني تهران

تحقیق فوق در جلسه دفاعیه مورخ ۸۷/ ۱۲ /۲۱ به منظور دریافت درجه دکتری مورد بررسی و تایید قرار گرفت .

ممتحنین :

دکتر عباس راستگو

دکتر محمد شیخ زاده

دکتر سعید شیخ زاده نجار

دکتر مسعود لطیفی

به نام خدا

تعهدنامه اصالت اثر

تاریخ: ۸۷/۱۲/۲۱

دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

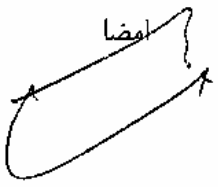
اینجانب محسن هادی زاده متعهد می‌شوم که مطالب مندرج در این رساله حاصل کار پژوهشی اینجانب تحت نظارت و راهنمایی اساتید دانشگاه صنعتی امیرکبیر بوده و به دستاوردهای دیگران که در این پژوهش از آنها استفاده شده است مطابق مقررات و روال متعارف ارجاع و در فهرست منابع و مآخذ ذکر گردیده است. این رساله قبلاً برای احراز هیچ مدرک هم‌سطح یا بالاتر ارائه نگردیده است.

در صورت اثبات تخلف در هر زمان، مدرک تحصیلی صادر شده توسط دانشگاه از درجه اعتبار ساقط بوده و دانشگاه حق پیگیری قانونی خواهد داشت.

کلیه نتایج و حقوق حاصل از این رساله متعلق به دانشگاه صنعتی امیرکبیر می‌باشد. هرگونه استفاده از نتایج علمی و عملی، واگذاری اطلاعات به دیگران یا چاپ و تکثیر، نسخه‌برداری، ترجمه و اقتباس از این رساله بدون موافقت کتبی دانشگاه صنعتی امیرکبیر ممنوع است. نقل مطالب با ذکر مآخذ بلامانع است.

محسن هادی زاده

امضا



تقدیم به:

همسر فداکارم که با صبر و بردباری خویش زمینه ساز فراهم آمدن تحقیق حاضر گردید

تقدیر و تشکر

اثر پیش‌روی، آموخته‌های در حد بضاعت ناچیز نگارنده، از دریای بیکران ولی نعمتان بیشماری است؛ که هر چند از فرط کثرت ذکر نامشان مقدور نیست لیک طلایه‌داران شان را از فرط حدت نقششان، یارای گریز از حمد نمی‌باشد:

دکتر علی اصغر اصغریان جدی

دکتر محمد امانی تهران

و دیگر عزیزانی که مرا در اجرای این پروژه یاری رسانده‌اند.
گرانمایگانی که این شاگرد کوچک، خود را وامدارشان می‌بیند و سپاس الطافشان را فرض می‌گیرد، توفیق رفیقشان باد.

چکیده

روش های هوش محاسباتی، فرآیند تعیین یک مدل مناسب برای سیستم بر اساس داده ها و پارامتر های اندازه گیری شده می باشد. این روش ها از قابلیت انعطاف در تعریف و ارزیابی مدل نسبت به روش های معمول (مدل های تحلیلی) بر خوردار است. انعطاف پذیری در فرآیند های پیچیده بدلیل مشخص نبودن رفتار سیستم بطور دقیق، بسیار مهم می باشد. لذا بهره گیری از این روش ها در شناخت رفتار منسوج از طریق مطالعات مهندسی و با استفاده از قوانین مکانیکی و فیزیکی و ارتباط آنها با عوامل مؤثر در رسیدن به اهداف خاص دارای اهمیت ویژه ای است.

در این پایان نامه ابتدا به مدل سازی شبکه عصبی مصنوعی پیشخور تک لایه مخفی بر اساس الگوریتم انتشار به عقب با چهار گره ورودی و یک گره خروجی جهت پیشگویی مدول اولیه کششی پارچه پرداخته شده است. سپس با استفاده از شبکه عصبی و تعریف شاخصی مؤثر، مدول اولیه ساختار های بافت (تافته، مشتقات تافته، سرژه، ساتین) پیشگویی شده که نهایتاً با توجه به نوع ورودی ها نتایج حاصل بهبود یافت. در این تحقیق مقادیر بردارهای ورودی از ترکیب های عبارتی پارامتر های هندسی نخ و پارچه بر اساس مدل ریاضی لیف (Leaf) [۱۳] استخراج شده است. مجموعه داده ها به مجموعه داده های آموزشی، اعتبار سنجی و آزمون تقسیم شده اند. در مرحله بعد، مدل سازی منطق فازی برای پیش بینی رفتار اولیه کششی پارچه ساختار تافته قابل استفاده بود. متغیرهای ورودی شامل سختی خمشی نخ های تار و پود، فاصله بین نخ های تار و پود، طول نخ های تار و پود در یک تقاطع بافت و متغیر خروجی شامل مدول یانگ اولیه پارچه در جهت تار و پود فازی ساز شده و توابع عضویت مثلثی برای زیر مجموعه های فازی بکار گرفته شده است. بوسیله کاربرد قوانین فازی به شکل اگر- آنگاه، متغیرهای ورودی به متغیرهای خروجی نگاشت گردید و از روش غیر فازی ساز مرکز ثقل برای استنتاج فازی استفاده گردید. در مرحله آخر از ترکیب دو روش فوق برای پیشگویی مدول کششی پارچه در جهت تار و پود بهره گرفته شده است. ضمناً از روش مدل رگرسیون خطی (روش آماری) جهت مقایسه استفاده گردید.

با استفاده از روش های هوش مصنوعی دستیابی به تخمین مدول یانگ اولیه در جهت تار و پود امکان پذیر گردید. محدوده خطای پیشگویی شبکه های آموزش داده شده بین ٦٪-۱۵٪ است. کارآیی سیستم های استنتاج تطبیقی عصبی- فازی (محدوده خطای پیشگویی بین ۸٪-۱۳٪) برای پارچه های ساختار تافته نسبت به مدل های فازی (محدوده خطای پیشگویی بین ۱۰٪-۱۷٪) بهتر می باشد. نتیجه آنکه، روش شبکه عصبی مدول کششی پارچه را نسبت به بقیه روش ها با خطایی کمتر پیشگویی نموده و بهترین کارآیی را داشته است.

کلمات کلیدی: مدل سازی، پارچه های تاری و پودی، مدول یانگ اولیه، شبکه عصبی مصنوعی، منطق فازی، سیستم استنتاج تطبیقی عصبی- فازی

فهرست

عنوان	صفحه
مقدمه	۱
فصل اول: کلیات و مفاهیم پایه	۳
۱- ۱- طبقه بندی پارچه ها و ساختمان پارچه	٤
۱- ۲- هندسه پارچه	٥
۱- ۳- خواص پارچه	٦
۱- ٤- هوش مصنوعی	٦
۱- ٥- شبکه عصبی مصنوعی	۷
۱-٥-۱- طراحی سیستم	۷
۱-٥-۲- ساختمان یک نرون	۸
۱-٥-۳- تابع تبدیل	۹
۱-٥-٤- ساختار شبکه های عصبی	۹
۱-٥-٥- انواع آموزش	۱۱
۱-٥-٦- الگوریتم یادگیری انتشاربه عقب	۱۲
۱-٥-۷- مراحل طراحی شبکه	۱۳
۱-٦- منطق فازی	۱۳
۱-٦-۱- ساختار سیستم های فازی	۱٤
۱-٦-۲- مجموعه های فازی	۱٥
۱-٦-۳- تشکیل مجموعه فازی	۱٦
۱-٦-٤- انواع توابع عضویت	۱٦
۱-٦-٥- عملکرهای مجموعه فازی	۱۷
۱-٦-٦- استنتاج فازی	۱۷
۱-٦-۷- غیر فازی ساز	۱۹
فصل دوم: مروری بر تحقیقات انجام شده قبلی	۲۰
مقدمه	۲۱
۲- ۱- مدل های هندسی ارائه شده	۲۲

فهرست

عنوان	صفحه
۲- ۲- مدل های هندسی- مکانیکی	۲٤
۲- ۳- روش های ارزیابی ساختار پارچه	۲۹
۲- ٤- سختی خمشی	۳۷
۲- ٥- روش های اندازه گیری سختی خمشی الیاف و نخ	۳۹
۲- ٦- کاربردهای شبکه های عصبی مصنوعی در پیشگویی خواص نخ و پارچه	٤۱
۲- ۷- کاربردهای تئوری فازی در پیشگویی خواص نخ و پارچه	٤۸
۲- ۸- اهداف و ضرورت انجام کار	٥۲
فصل سوم: تجربیات	٥۳
مقدمه	٥٤
۳- ۱- مواد اولیه مورد استفاده	٥٤
۳- ۲- ماشین بافندگی مورد استفاده	٥٥
۳- ۳- طرح تولید	٥٥
۳- ٤- دستگاههای آزمایشگاهی مورد استفاده	٥۷
۳- ٥- آزمایشات انجام شده بر روی نخ	٥۸
۳- ٦- آزمایشات انجام شده بر روی پارچه تولیدی	٥۹
۳-٦-۱- آزمایشات اولیه	٥۹
۳-٦-۲ آزمایش تجعد نخ	٦۰
۳-٦-۳ تعیین تراکم پودی پارچه	٦۲
۳-٦-٤- آزمایش استحکام کششی پارچه	٦٤
۳- ۷- تعیین سختی خمشی نخ	٦۷
۳- ۸- محاسبه طول نخ تار و پود در یک تقاطع بافت	٦۹
۳- ۹- پیشنهاد پارامتر شاخص بافت	۷۲
۳-۱۰- مدل شبکه عصبی جهت پیشگویی مدول اولیه پارچه	۷۳
۳-۱۱- طراحی سیستم فازی جهت پیشگویی مدول اولیه پارچه	۸۲
۳-۱۲- مراحل طراحی و توسعه سیستم استنتاج تطبیقی عصبی- فازی	۸٥

فهرست

عنوان	صفحه
فصل چهارم: تجزیه و تحلیل نتایج	۸۸
مقدمه	۸۹
٤-۱- فرضیات مدلهای تئوری ارائه شده توسط محققین	۹۰
٤-۲- شاخص آماری	۹۱
٤-۳- تجزیه و تحلیل نتایج شبکه عصبی مصنوعی	۹۲
٤-٤- مدل رگرسیون جهت ارزیابی ساختار پارچه	۱۰٦
٤-٥- مدل شبکه عصبی جهت ارزیابی ساختار پارچه	۱۱۰
٤-٦- تجزیه و تحلیل نتایج مدل منطق فازی	۱۱۲
٤-۷- تجزیه و تحلیل نتایج سیستم استنتاج تطبیقی عصبی – فازی	۱۱٥
فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات	۱۲۱
٥-۱- نتیجه گیری	۱۲۲
٥-۲- پیشنهادات	۱۲٤
مراجع	۱۲٥
ضمیمه ۱: نتایج آزمایشات نخ	
ضمیمه ۲: نتایج آزمایشات پارچه	
ضمیمه ۳: برنامه طراحی شده	
ضمیمه ٤: نتایج مدل های ارائه شده	

مقدمه

یکی از هدف های اصلی در نساجی شناخت رفتار منسوج و ارتباط آنها با عوامل محیطی است. هدف اصلی دیگر بهره گیری از این شناخت در طراحی و ساختن منسوجات برای رسیدن به مصارف خاص می باشد . شناختی که از طریق مطالعات مهندسی و با استفاده از قوانین و قواعد مکانیکی و فیزیکی انجام میگیرد، همواره با تکیه بر مدل های ذهنی است. بدیهی است هر قدر تصورات و مدل های ذهنی فرد به واقعیت موجود نزدیکتر باشد امید آنکه شناخت حاصله از اجسام و پدیده ها به واقعیت قرین باشد بیشتر می شود. البته طرحی که بر این اساس انجام می گیرد، هنگامیکه به مرحله اجرا در آید موفق تر خواهد بود. بنابراین نتیجه حاصله کاملاً بستگی به شناخت فرد متخصص از مسئله و صحت مطالعات او دارد.

مواد نساجی طبیعت غیر خطی دارند. ساده سازی و فرضیات محقق است که او را به منظور مدل کردن این فرآیند های پیچیده غیر خطی به سمت خطی هدایت می کند. با استفاده از روش های زیر می توان یک مدل ساده خطی یا غیر خطی را مدل کرد:

الف) استفاده از معادلات هندسی و تحلیلی.

ب) استفاده از اصول عمومی فیزیک و قواعد مربوط به مکانیک.

ج) استفاده از آنالیز عددی یا آماری داده های ورودی و خروجی.

د) استفاده از روش های مدرن یا هوش مصنوعی.

برای مقابله مؤثر با پیچیدگی روزافزون در بررسی، مدلسازی، حل مسایل جدید در مهندسی و بسیاری از امور گوناگون دیگر، مجبور به ایجاد و ابداع روش های محاسباتی جدید هستیم، که بیشتر ازگذشته به شیوه های تفکر انسان نزدیک باشد. هدف اصلی آنست که مسائل و مشکلات بسیار پیچیده علمی را رایانه ها بتوانند با همان سهولت و شیوایی بررسی کنند، که ذهن انسان قادر به ادراک و اخذ تصمیمات سریع و مناسب است.

پایان نامه حاضر گام کوچکی در تحقق خواسته فوق می باشد امید است که مورد توجه متخصصین رشته نساجی قرار گیرد. بطور خلاصه این مجموعه در پنج فصل تنظیم گشته و حاوی مطالب زیر است:

فصل اول شامل کلیات و مفاهیم پایه می باشد.

فصل دوم مروری بر تحقیقات انجام شده قبلی است.

فصل سوم اشاره به انجام آزمایشات و تجربیات حاصله دارد.

فصل چهارم تجزیه و تحلیل داده ها را شامل می شود.

نهایتاً در فصل پنجم به نتیجه گیری و پیشنهادات جهت ادامه این تحقیق پرداخته می شود.

فصل اول:

کلیات و مفاهیم پایه

۱-۱- طبقه بندی پارچه ها و ساختمان پارچه

انواع پارچه های بافته شده را می توان بر اساس بافت های متفاوت، تراکم های تاری و پودی متفاوت، انواع نخ و الیاف و سایر موارد مشابه طراحی نمود. دسته بندی صحیح انواع این پارچه ها کار مشکلی است. پارچه ها معمولاً برای مصرف نهایی مخصوصی طراحی می شوند.

خواص پارچه به ساختمان پارچه بستگی داشته که توسط عوامل طرح بافت ، تراکم تار و پود، خصوصیات نخ های تار و پود، خواص الیاف تشکیل دهنده و فاکتورهای مؤثر در عملیات بافندگی مانند جمع شدگی نخ تعیین می گردد.

نحوه در هم روی نخ های تار و پود نسبت به هم طرح بافت را تعیین می کند. روش های گوناگون نحوه بافت رفتن تار و پود، طرح های مختلفی را به وجود می آورد. در روی پارچه و در هر نقطه تقاطع تار و پود می تواند تار یا پود وجود داشته باشد که بستگی به موقعیت تار و پود در محل تقاطع دارد که می تواند تار روی پود و یا پود روی تار قرار گیرد. ترکیبات مختلف این نقاط تقاطع به صورت نخ های شناور کوتاه و بلند تار و پودی می تواند وجود داشته باشد که ایجاد طرح هایی با بافت های مختلف می نماید. در میان عوامل مؤثر بر ساختمان پارچه، طرح بافت یکی از عوامل مؤثر بر ساختمان پارچه می باشد. زمانی که کلیه عوامل مؤثر بر ساختمان پارچه ثابت نگه داشته شوند، تاثیر بافت بر روی خواص پارچه را می توان به خوبی تشخیص داد. بافت هایی که دارای نخ شناور بلندتر می باشند دارای ساختمان شل تر و آزادتر بوده و بافت هایی که دارای نخ شناور کوتاهتر باشند دارای ساختمانی محکم تر می باشند. بنابراین خواص پارچه بافته شده بر حسب نوع بافت تغییر می کند.

بافت های اصلی را می توان به سه گروه تقسیم کرد که شامل بافت تافته (ساده)، بافت سرژه و بافت ساتین می باشد. این بافت های اصلی توسط بافت رفتن دو گروه نخ به صورت عمود بر هم حاصل می شود. ابعاد این بافت ها از لحاظ تعداد تار و پود با هم برابر است.

تراکم پارچه به صورت تعداد نخ ها در واحد طول (سانتیمتر یا اینچ) پارچه مشخص می گردد. همچنین تراکم را می توان به صورت فاصله مرکز تا مرکز دو نخ (فاصله نخ ها) بیان نمود رابطه بین تراکم نخ ها و فاصله نخ ها از طریق رابطه شماره (۱-۱) بیان می گردد [۱]:

$$D = \frac{1}{P} \qquad (۱-۱)$$

که در این رابطه D تعداد نخ ها در واحد طول یا تراکم و P فاصله مرکز تا مرکز نخ ها می باشد.

پارچه هایی که دارای تراکم تاری و پودی مساوی باشند به پارچه های متعادل یا مربع معروف هستند. معمولاً تراکم پارچه حین عملیات تکمیل به علت جمع شدگی و کشیدگی پارچه تغییر می کند بنابراین تراکم پارچه تکمیل شده با تراکم پارچه خام متفاوت است. تراکم بر روی استحکام کششی، ازدیاد طول و سایر خواص پارچه تاثیر می گذارد.

نخ ها در پارچه بافته شده دارای شکل موجدار می باشند. شکل موجدار نخ ها را می توان توسط جمع شدگی مورد ارزیابی قرار داد. جمع شدگی را می توان توسط رابطه شماره (۱-۲) محاسبه نمود:

$$\text{جمع شدگی} = \frac{L_y - L_f}{L_y} \times 100 \qquad (۱-۲)$$

L_f = طول نخ در پارچه و L_y = طول نخ بیرون از پارچه (مستقیم و بدون تجعد) می باشد.

جمع شدگی تار و پود را می توان در پارچه بافته شده اندازه گیری نمود. تنش نخ ها بر مقدار جمع شدگی تار و پود مؤثر بوده، مقدار و نسبت آنها را تغییر می دهد. جمع شدگی تار و پود بر روی خواص فیزیکی پارچه مانند استحکام کششی، ازدیاد طول هنگام پارگی، مقاومت سایشی و غیره تاثیر می گذارد [۱].

۱-۲- هندسه پارچه

در مطالعه روابط حاکم بر عوامل موثر بر رفتار پارچه ، پارچه را می توان به این صورت در نظر گرفت که دو دسته میله های با سطح مقطع دایروی شکل در همدیگر بافت رفته اند. این میله ها تحت زاویه قائمه نسبت به یکدیگر قرار می گیرند. در چنین مدل هندسی، روابط بین قطرها، فاصله نخ ها و انحنای نخ ها بسیار مهم می باشند. دانستن این روابط کاملاً هندسی نتایج مناسبی را با توجه به حداقل فاصله ممکن بین نخ ها، حداکثر پوشش پارچه، موج نخ و ضخامت پارچه بدست می دهد. بطورکلی با چنین اطلاعاتی در مطالعه هندسه پارچه نه تنها حداکثر تعداد نخ در سانتیمتر را می توان تخمین زد بلکه همچنین نسبت تراکم تار و پود را نیز می توان بدست آورد. از هندسه پارچه می توان روابط بین موج نخ های تار و پود و نسبت پوشش آنها را شرح داد. سطح عوامل مربوط به ساختمان پارچه دارای تاثیر زیادی بر روی خواص آن می باشد. موج نخ ها در پارچه روی خواصی نظیر ازدیاد طول، استحکام، ضخامت پارچه، وزن متر مربع پارچه و غیره تاثیر قابل ملاحظه ای دارد [۱].

۱-۳- خواص پارچه

هر موقع بحث از خواص پارچه به میان می آید منظور خواص فیزیکی و مکانیکی آن می باشد. تفکیک خواص فیزیکی و مکانیکی کاری دشوار است چرا که به دنبال هر خاصیت فیزیکی یک یا چند خاصیت مکانیکی پدید آمده است.

- **خواص فیزیکی پارچه**

خواص فیزیکی پارچه نمایانگر ساختمان داخلی پارچه می باشد که این بستگی به نوع نخ تار و پود، چگونگی قرار گرفتن این نخ ها نسبت به هم (نوع بافت) دارد. مهمترین خواص فیزیکی پارچه عبارتند از: ضخامت پارچه، ثبات ابعادی پارچه، مقاومت سایشی، درجه پرزدهی، وزن واحد سطح پارچه، خاصیت جذب و دفع رطوبت، نفوذ پذیری هوا از پارچه، قابلیت انتقال حرارت پارچه و غیره.

- **خواص مکانیکی پارچه**

خواص مکانیکی پارچه نمایانگر عکس العمل پارچه در مقابل اعمال نیرو به آن می باشد که این خود به صورت ایجاد تغییر شکل در پارچه یا رفع هر گونه تغییر شکل اعمال شده بر پارچه می باشد. برخی از خواص مکانیکی پارچه عبارتند از: استحکام کششی و قابلیت ازدیاد طول، خمش، برش و غیره.

۱-۴- هوش مصنوعی

در سیستم های عملی، اطلاعات مهم از دو منبع سرچشمه می گیرند. منبع اول از داده های اندازه گیری شده و مدل های ریاضی (که از قواعد فیزیکی مشتق شده اند) می باشد. منبع دیگر از افراد خبره می باشد که دانش و آگاهیشان را در مورد سیستم به کمک عبارت های بیانی تشریح می کنند. بنابراین یک روش مفید در طراحی سیستم ها ترکیب این دو نوع اطلاعات می باشد. برای انجام این ترکیب سوال کلیدی این است که چگونه می توانیم دانش بشری را به یک رابطه ریاضی تبدیل کرد. اساساً آنچه که ساز و کارهای هوش محاسباتی انجام می دهند، همین تبدیل است.

هوش محاسباتی به معنای استخراج هوش، دانش و نگاشت بر اساس ارائه به روز داده های عددی است. هوش محاسباتی در اصل سیستم های دینامیکی را برای تقریب توابع و نگاشت ها ارائه می کنند. در کنار این ویژگی بسیار مهم باید از ویژگی مهم دیگری در ارتباط با خصوصیات محاسباتی سیستم های هوش محاسباتی نام برد، که در آن دقت، مقاوم بودن، منعطف بودن و سهولت پیاده سازی قرار می گیرد [۲].

در حال حاضر مولفه های مهم و اساسی هوش محاسباتی عبارتند از شبکه های عصبی (محاسبات نرونی)، منطق فازی (محاسبات تقریبی) و الگوریتم ژنتیک (محاسبات ژنتیکی)، که هر یک الهام گیری از رفتارهای طبیعی است.

روش های نوین مدل سازی چه در بعد تحلیل و توسعه ساختاری و چه در بعد پیاده سازی، از نظر کمی، کیفی و توانایی، در حال رشد وپیشرفت می باشد. لذا ساز و کار مختلف محاسبات از لحاظ تعداد همچنان در حال افزایش بوده تا گسترش فعالیت های علمی و کاربردی در مسائل فنی و مهندسی را پوشش دهد. در بخش های بعدی قصد بر این است که بطور خلاصه به مفاهیم شبکه های عصبی مصنوعی و منطق فازی پرداخته شود.

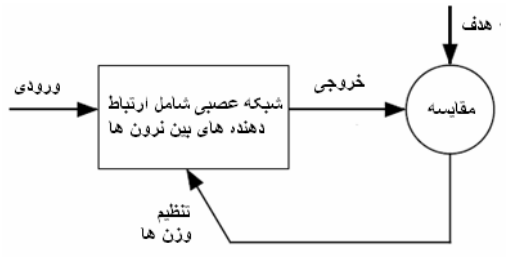
۱-۵- شبکه عصبی مصنوعی

شبکه عصبی مصنوعی (Artificial Neural Network) تحت نام مخفف ANN جزء دسته ای از سیستم های دینامیکی می باشد که با پردازش روی داده های تجربی، دانش یا قانون نهفته در ورای داده ها را به ساختار شبکه منتقل می کند. این شبکه ها که بر گرفته از شبکه های عصبی موجودات زنده می باشند، در زمینه های مختلفی مورد استفاده قرار گرفته اند. که از آن جمله می توان به پیش بینی، بهینه سازی، سیستم های خبره (جهت تنظیم بهتر و رفتار مناسب تر سیستم)، سیستم های فازی (جهت تنظیم توابع عضویت و قوانین فازی در پایگاه دانش) و ... اشاره نمود [۲].

شبکه های عصبی دارای سرعت بسیار بالا در پاسخ گویی به سیستم های غیر خطی بوده و تا زمانی که ورودی ها خیلی غیر منتظره نباشند و سیستم به درستی آموزش دیده باشد می توانند با خطای بسیار ناچیز و با دقت خوبی پاسخ مطلوب را حاصل کنند. هدف از این بخش معرفی بسیار اجمالی شبکه های عصبی و آشنایی با مبانی آن است.

۱-۵-۱- طراحی سیستم

معمولاً شبکه های عصبی بگونه ای تنظیم می شوند (یا آموزش می بینند)، که به ازای ورودی خاصی، خروجی مورد نظر را تولید نمایند. طرح کلی چنین ساختاری در شکل (۱-۱) نشان داده شده است. دراین حالت، شبکه بر مبنای مقایسه خروجی و هدف تنظیم می شود، تا اینکه خروجی شبکه به قدر کافی به سوی هدف همگرا شود.

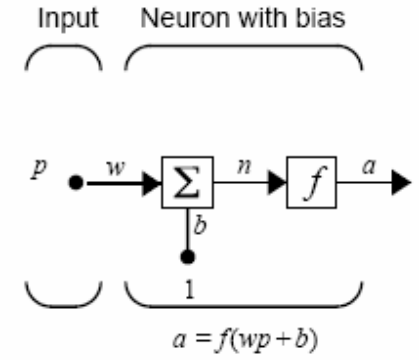


شکل (۱-۱) مدل آموزش شبکه [۳]

گره (نرون) کوچکترین واحد پردازشگر اطلاعات در شبکه عصبی است، که اساس عملکرد محاسباتی را تشکیل می دهد.

۱-۵-۲- ساختمان یک نرون

یک نرون با یک تک ورودی اسکالر در شکل (۱-۲) نشان داده شده است.



شکل (۱-۲) ساختمان یک نرون ساده [۳]

مقادیراسکالر p و a به ترتیب ورودی و خروجی می باشند . میزان تاثیر P روی a به وسیله مقدار اسکالر w تعیین می شود. ورودی دیگر که مقدار ثابت ۱ است، در جمله پس ماند b ضرب شده و سپس با حاصل ضرب w و P جمع می شود، این حاصل جمع، ورودی خالص n برای تابع تبدیل (محرک) f خواهد بود. بدین ترتیب خروجی نرون با رابطه (۱-۳) تعریف می شود [۲]:

$$a = f(wp + b) \qquad (۱-۳)$$

بنابراین اجزای یک شبکه عصبی عبارت از ورودی ها، بردار وزن، تابع جمع، تابع تبدیل و خروجی می باشند.

عامل های w و b قابل تنظیم هستند و تابع تبدیل f نیز توسط طراح انتخاب می شود. بدین معنی است که w و b طوری تغییر می کنند، که رابطه ورودی و خروجی نرون با هدف خاصی مطابقت نماید [۲].

۱-۵-۳- تابع تبدیل

تابع تبدیل می تواند خطی یا غیر خطی باشد. یک تابع تبدیل بر اساس نیاز خاص برای حل یک مسئله انتخاب می شود. در عمل تعداد محدودی از توابع تبدیل مورد استفاده قرار می گیرند، دراینجا به دو مورد آنها اشاره می شود.

۱- تابع تبدیل خطی:

این تابع بارابطه کلی شماره (۱-۴) بیان می شود. تابع خطی در شکل (۱-۳) نمایش داده شده است .

$$a = f(WP + b) \qquad (۱-۴)$$

۲- تابع تبدیل زیگموئید:

این تابع با رابطه کلی شماره (۱-۵) بیان می شود:

$$a = f_s(n) = \frac{1}{1+e^{-cn}} \qquad c > 0 \qquad (۱-۵)$$

شکل این تابع به ازاء $c=1$ در تصویر (۱-۳) رسم شده است. مقدار c وسعت ناحیه خطی بودن تابع را تعیین می کند. این تابع در بسیاری از شبکه های عصبی مورد استفاده قرارمی گیرد.

الف - تابع تبدیل خطی

ب- تابع تبدیل زیگموئید

شکل (۱-۳) تابع تبدیل [۳]

۱-۵-۴- ساختار شبکه های عصبی

درواقع تعداد ورودی ها و خروجیهای شبکه براساس ماهیت مسئله بدست می آیند. به عبارت دیگر این دو پارامتر جزء پارامترهای آزاد طراح نیستند ولی تعداد گره و تعداد لایه ها از پارامتر های آزاد طراح می باشند. در ذیل چند شبکه از نظر برگشت پذیری معرفی می گردد.

- **شبکه های پیش خور** (Feed Forward networks)

در شبکه های تک لایه، بردار ورودی p توسط نرون ها را می توان طبق رابطه $a = f(WP + b)$ به بردار خروجی مرتبط ساخت. این شبکه شکل ساده ای از شبکه های پیش