بسم الله الرحمن الرحيم

**دانشگاه صنعتی اصفهان**

دانشکده مهندسی نساجی

# بهینه سازی مقاومت ضربه پارچه های حلقوی پودی نایلون ۶،۶ فوق مستحکم با استفاده از الگوریتم ژنتیک

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی نساجی

**فرشاد حسنی**

استاد راهنما

**دکتر داریوش سمنانی**

**۱۳۹۲**

دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده مهندسی نساجی

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته تکنولوژی نساجی

فرشاد حسنی

تحت عنوان

# بهینه سازی مقاومت ضربه پارچه های حلقوی پودی نایلون ۶،۶ فوق مستحکم با استفاده از الگوریتم ژنتیک

در تاریخ ۹۲/۰۴/۱۷ توسط کمیته تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

۱- استاد راهنمای پایان نامه دکتر داریوش سمنانی

۲- استاد داور دکتر سعید آجلی

۳- استاد داور دکتر حسین حسنی

سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده دکتر صدیقه برهانی

تقدیر و تشکر

ملا صدرا می گوید: خداوند بی نهایت است و لا مکان و بی زمان
اما به قدر فهم تو کوچک می شود
به قدر نیاز تو فرود می آید
به قدر آرزوی تو گسترده می شود
و به قدر ایمان تو کارگشا می‌شود

شکر خدای را که هستی ام بخشید و خلقت و نعمتش را در لحظه لحظه زندگی ام نو به نو زنده کرد، و سپاس بر انسانهای والایی که رهبر و راهنمای من در تحصیل علم بودند.

بدینوسیله از استاد گرامی جناب آقای دکتر سمنانی استاد راهنمای ارجمندم صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نمایم. همچنین از مسئولین محترم کارگاه بافندگی حلقوی و آزمایشگاه فیزیک الیاف دانشکده مهندسی نساجی، همچنین آزمایشگاه خواص مکانیکی دانشکده مهندسی مواد دانشگاه صنعتی اصفهان که مرا در تهیه این پایان نامه یاری کردند تشکر و قدردانی می‌نمایم.

تقدیم به پدرم و مادرم

و

تقدیم به همسرم

به خاطر تمام مهربانی هایش

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

## فهرست مطالب

**عنوان** **صفحه**


**فصل اول- مطالعات و تحقیقات..... ۱**

۱-۱ ضربه و اثرات آن در پارچه..... ۱

۱-۱-۱ چگونگی انتقال انرژی در طی ضربه بالستیک در یک پارچه..... ۱

۱-۱-۲ عناصری که در جذب ضربه در یک پارچه تاثیرگذارمی باشند..... ۲

۱-۱-۳ خصوصیات ضربه ..... ۳

۱-۱-۴ اندازه گیری مقاومت پارچه در برابر پارگی ..... ۴

۱-۲ شبکه های عصبی مصنوعی..... ۵

۱-۲-۱ مقدمه ..... ۵

۱-۲-۲ ساختار نرونهای محاسباتی در شبکه های عصبی ..... ۶

۱-۲-۳ توابع تحریک ..... ۶

۱-۲-۴ شبکه های عصبی چند لایه..... ۷

۱-۲-۵ تعداد نرونهای لایه میانی ..... ۸

۱-۲-۶ میزان یادگیری و عملکرد شبکه ..... ۸

۱-۳ روش آموزش انتشار خطای پسرو(b.p)..... ۸

۱-۳-۱ اصول شبکه عصبی انتشار خطای پسرو ..... ۹

۱-۴ الگوریتم های ژنتیک ..... ۹

۱-۴-۱ مقدمه ..... ۹

۱-۴-۲ اصول اساسی ..... ۱۰

۱-۴-۳ کد گذاری ..... ۱۱

۱-۴-۴ تابع برازندگی یا برازش..... ۱۱

۱-۴-۵ تولیدمثل..... ۱۱

۱-۴-۶ عملگر تقاطع ..... ۱۲

۱-۴-۷ عملگر جهش..... ۱۲

۱-۴-۸ همگرایی الگوریتم ژنتیک ..... ۱۳

۱-۴-۹ مقایسه با سایر روش های بهینه سازی..... ۱۴

۱-۴-۱۰ مقایسه الگوریتم ژنتیک و دیگر شیوه های مرسوم بهینه سازی..... ۱۵
۱-۴-۱۱ روش الگوریتم ژنتیک برای پیدا کردن راه حل بهینه یک مسئله ..... ۱۵
۱-۴-۱۲ مزایای استفاده از الگوریتم ژنتیک..... ۱۶
۱-۵ بافندگی حلقوی پودی ..... ۱۷
۱-۵-۱ اصطلاحات رایج در بافندگی حلقوی..... ۱۷
۱-۵-۲ انواع حلقه و ویژگیهای آنها ..... ۱۸
۱-۵-۳ استفاده از حلقه نبافت در ساختار پارچه حلقوی خصوصیات زیر را به پارچه می دهد..... ۱۸
۱-۵-۴ استفاده از حلقه نیم بافت در ساختار پارچه حلقوی خصوصیات زیر را به پارچه می دهد ..... ۱۹
۱-۵-۵ تراکم پارچه ..... ۱۹
۱-۵-۶ هندسه و خصوصیات ابعادی پارچه های حلقوی..... ۱۹
۱-۵-۷ انواع استراحت مورد استفاده جهت بافت های حلقوی ..... ۲۰
۱-۶ خواص مقاومتی در پارچه ها ..... ۲۱
۱-۶-۱ مقدمه ..... ۲۱
۱-۶-۲ تعاریف و لغات خواص مقاومتی ..... ۲۱
۱-۶-۳ بررسی رفتار حلقه ها هنگام اعمال بار بر روی پارچه حلقوی پودی..... ۲۲
۱-۷ تاریخچه کارهای انجام شده ..... ۲۴
۱-۸ هدف از انجام این پروژه با توجه به مطالعات شده و نوآوریهای کار..... ۲۶
**فصل دوم- تجربیات و آزمایشات ..... ۲۷**
۲-۱ نحوه تولید نمونه ها در این پروژه..... ۲۷
۲-۲ نحوه تهیّه نمونه ها جهت آزمایشات استحکام در جهات رج و ردیف ..... ۲۸
۲-۳ دستگاهها و تجهیزات مورد استفاده..... ۲۹
۲-۴ مشخصات پارچه های حلقوی پودی تولید شده ..... ۳۱
۲-۵ انواع بافت های حلقوی پودی..... ۳۲
۲-۵-۱ بافت های یکرو سیلندر ..... ۳۲
۲-۵-۲ پارچه های دو رو سیلندر..... ۳۴
۲-۶ نتایج حاصل از آزمایشات..... ۳۶
**فصل سوم- تجزیه و تحلیل نتایج..... ۴۶**

۳-۱ خصوصیات پارچه های حلقوی پودی..... ۴۶
۳-۲ بررسی نوع حلقه (بافت و نبافت)در ساختمان یک پارچه حلقوی پودی..... ۴۶
۳-۳ نتایج آزمایشات صورت گرفته روی نمونه ها..... ۴۷
۳-۴ بیان نتایج..... ۴۸
۳-۴-۱ بررسی نمودار استحکام نمونه ها دردو جهت رج و ردیف..... ۴۸
۳-۴-۳ بررسی و تحلیل کار تا حد پارگی در دو جهت رج و ردیف ..... ۵۱
۳-۵ استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی برای پیش بینی خواص مورد بررسی تحقیق..... ۵۳
۳-۵-۱ نمودار های تابع performance بر حسب epochs شبکه عصبی..... ۵۴
۳-۵-۲ نمودارهای رگرسیون نمونه ها بدست آمده از آموزش شبکه عصبی ..... ۵۷
۳-۵-۳ ضریب همبستگی(R) ..... ۵۹
۳-۶ روش های بهینه سازی..... ۶۰
۳-۶-۱ مفهوم بهینه سازی ..... ۶۰
۳-۶-۲ تعریف بهینه سازی..... ۶۰
۳-۶-۳ بررسی روشهای بهینه سازی ..... ۶۱
۳-۷ استفاده از الگوریتم ژنتیک برای بهینه سازی خصوصیات ضربه پارچه حلقوی پودی ..... ۶۲
۳-۷-۱ اجرای الگوریتم ژنتیک از داخل یک M-File..... ۶۲
۳-۷-۲ معیار های توقف برنامه در الگوریتم ژنتیک..... ۶۲
۳-۷-۳ نمایش ترسیم ها..... ۶۲
۳-۷-۴ تنظیم گزینه های الگوریتم ژنتیک..... ۶۳
۳-۷-۵ پراکندگی جمعیت..... ۶۳
۳-۷-۶ تغییر مقدار برازندگی..... ۶۳
۳-۷-۷ جهش و تقاطع ..... ۶۴
۳-۷-۸ تنظیم مقدار جهش..... ۶۴
۳-۷-۹ تنظیم مقدار تقاطع..... ۶۶
۳-۷-۱۰ تقاطع بدون جهش ..... ۶۶
۳-۷-۱۱ جهش بدون تقاطع ..... ۶۷

**فصل چهارم- نتیجه گیری و پیشنهادات..... ۶۹**

۴-۱ جمع بندی نتایج بدست آمده از حل مسئله بهینه سازی ..... ۶۹
۴-۲ پیشنهادات ..... ۷۱

## چکیده

با استفاده از الگوریتم ژنتیک برای مطالعه و بهینه سازی تاثیر چهار فاکتور ساختمانی شامل درصد بافت، درصد نبافت، طول حلقه و تراکم حلقه پارچه های حلقوی پودی در طی فرایند نیروی ضربه استفاده شده است. بافت های حلقوی خصوصیات متفاوتی نسبت به بافت های تاری-پودی دارا می باشند. هدف از این پروژه بررسی استحکام ضربه بر روی پارچه های حلقوی پودی با طرح بافت‌های مختلف می‌باشد.در ساختارهای حلقوی پودی، حلقه به انواع گوناگون در ساختار بافت قرارگرفته که در نهایت ویژگی‌های بسیار متفاوتی را باعث می‌شوند. در ساختارهای حلقوی پودی مهمترین عامل نوع حلقه های موجود در آن بافت می‌باشد که باعث می‌شود بافت مورد نظر دارای خصوصیات مکانیکی متفاوتی گردد. بعد از تهیه نمونه های مختلف، بر روی آنها آزمایشات مکانیکی شامل استحکام در دو جهت رج و ردیف، کار تا حد پارگی در دو جهت رج و ردیف و استحکام ضربه انجام شد. نتایج آزمایشات نشان دادند که در مواقعی که ضربات ناگهانی به پارچه وارد می‌شود هرچه میزان حلقه نبافت در ساختار حلقوی پودی مورد استفاده بیشتر باشد، مقاومت در برابر ضربه بهبود می یابد. به علاوه در مواقعی که ضربه به صورت ناگهانی نباشد، بافت هایی که در آنها حلقه بافت بیشتر استفاده شده است دارای مقاومت ضربه بهتری می باشند. سپس با استفاده از شبکه عصبی و الگوریتم ژنتیک نمونه ها جهت بهینه سازی استحکام ضربه مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. در نهایت پیش بینی الگوریتم ژنتیک این است که بهترین پارچه جهت مقاومت در برابر ضربه، پارچه ای می‌باشدکه میزان حلقه بافت آن بیشتر از نبافت باشد. به علاوه هرچه طول حلقه کمتر و تراکم حلقه بیشتر باشد مقاومت پارچه در برابر ضربه بهبود می-یابد.



**کلمات کلیدی:** بهینه سازی، مقاومت ضربه، حلقوی پودی، الگوریتم ژنتیک

# فصل اول

# مطالعات و تحقیقات

## ۱-۱ ضربه و اثرات آن در پارچه

### ۱-۱-۱ چگونگی انتقال انرژی در طی ضربه بالستیک در یک پارچه

هنگامی که یک پرتابه به یک پارچه برخورد می‌کند، نیرویی از طرف پارچه به پرتابه اعمال می‌گردد، که این نیرو باعث کاهش سرعت پرتابه می‌گردد. در همان زمان، خود پارچه نیز تغییر شکل می یابد. سپس موج‌های کرنشی[1] از ناحیه ضربه سرچشمه می‌گیرند که این موج‌ها در امتداد نخ‌ها به سمت کناره های پارچه انتقال می یابد.

فرض می شود که اتلاف انرژی ناشی از تغییر شکل پرتابه(میزان تغیر شکل بسیار ناچیز و جزئی)که شامل اصطکاک بین ملکولی لیف، مقاومت در برابر چرخش و اتلافات آکوستیکی می باشند را می‌توان نادیده گرفت. بنابراین میزان اتلاف انرژی جنبشی پرتابه $\Delta E_{PK}$ از طریق سه مکانیسم نامبرده شده در زیر توسط پارچه کاملاً جذب می‌شود.

- انرژی کرنشی نخ، $E_{ys}$

- انرژی جنبشی نخ، $E_{yk}$

- اتلاف انرژی در قسمت هایی که دارای لغزش اصطکاکی هستند، $E_f$

معادله انتقال انرژی بین پرتابه و پارچه عبارت است از:

$$\Delta E_{PK} = E_{ys} + E_{yk} + E_f \qquad (۱-۱)$$

[1] Strain Waves

با توجه به معادله (۱-۱) اتلاف انرژی پرتابه $\Delta E_{PK}$ توسط عواملی تاثیر می‌پذیرد که عبارتند از: جنس الیاف، ساختار پارچه، هندسه پرتابه، سرعت برخورد، اصطکاک بین پرتابه و پارچه و اصطکاک بین نخ‌ها و الیاف درون خود پارچه. در آزمایشات مربوط به ضربات بالستیکی به طور معمول سرعت اولیه پرتابه ($v_i$) و سرعت ثانویه ($v_r$) را اندازه گیری می‌کنند .

بنابراین کاهش انرژی جنبشی پرتابه $\Delta E_{PK}$ از طریق معادله زیر تعیین می‌گردد.

$$\Delta E_{PK} = \frac{1}{2} m(v_i^2 - v_r^2) \qquad (۲-۱)$$

که $m$ جرم پرتابه می باشد.

اخیراً یکی از محققان بنام اِستارات و همکارانش گزارش کرده که روش جدیدی را برای اندازه گیری مداوم و لحظه ای سرعت های پرتابه $v(t)$ در آزمایشات ضربه بالستیک بدست آورده اند. اتلاف انرژی جنبشی پرتابه به عنوان تابعی از زمان $t$ توسط معادله زیر بیان داده می‌شود.

$$\Delta E_{PK}(t) = \frac{1}{2} m[v_i^2 - v(t)^2] \qquad (۳-۱)$$

روش‌های آزمایشگاهی بیشتر فهم رفتار ضربه بالستیک مربوط به پارچه ها را بهبود می دهند، هر چند فیزیک مورد نیاز برای حل مسائل ضربه از طریق انجام آزمایشات، که بتواند چگونگی تاثیرگذاری اصطکاک بر روی جذب انرژی پارچه را توضیح دهد، مشکل می‌باشد . زیرا تعیین مقادیر کمّی انرژی کرنش نخ $E_{ys}$ ، انرژی جنبشی نخ $E_{yk}$ و اتلاف انرژی در قسمت های اصطکاکی (لغزشی) $E_f$، تنها از طریق روشهای آزمایشی مشکل و حتی شاید غیر ممکن می باشد[۱].

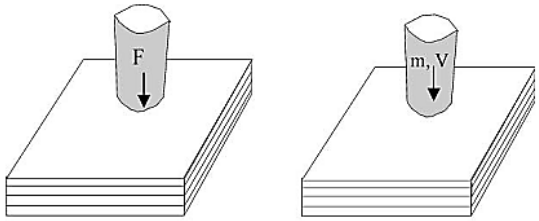
### ۱-۱-۲ عناصری که در جذب ضربه در یک پارچه تاثیرگذارمی‌باشند

به طور کلی اِلمان ها و عناصری که در جذب ضربه در یک پارچه تاثیرگذارمی‌باشند در زیر بیان شده است.

- نخ‌ها: تعدادفیلامنت تشکیل دهنده نخ، چگالی خطی(نمره) نخ، حداکثر نیرو و ازدیاد طول، مدول سختی؛
- پارچه ها: نوع بافت، چگالی سطحی، طرح بافت(همگنی بافت)، خصوصیات کششی،آرایش یافتگی؛
- لایه: تعداد لایه های درون پارچه، شیوه و نوع اتصال لایه ها به یکدیگر؛
- پرتابه: جرم و شکل پرتابه، سرعت ضربه پرتابه، خصوصیات ماده سازنده جسم پرتابه.

### ۱-۱-۳ خصوصیات ضربه[۲]

بارهای ضربه در واقع بارهای تو رفتگی[1] دینامیکی هستند همان‌طورکه در شکل (۱-۱) نشان داده شده است.




a. Static indentation b. Dynamic (impact) load

شکل(۱-۱): تورفتگی و تورفتگی دینامیکی(ضربه)[ ۲]

نیروی برخورد یک بار ضربه ای توسط جرم و سرعت پرتابه مشخص می‌شود. سرعت پرتابه هنگامی‌که انرژی جنبشی توسط جسمی که مورد ضربه قرارگرفته جذب می‌شود، به تدریج کاهش می یابد. در یک آزمایش ساده ضربه (سقوط جسم از یک ارتفاع معین به صورت آزاد) سرعت اولیه پرتابه قبل از نفوذ، توسط ارتفاع پرتابه تعیین می‌شود. همان‌طور که در فرمول (۱-۷) نشان داده شده است.( $h$ ارتفاع پرتابه و $g$ نیروی ثقل زمین می باشد)

$$V_0 = \sqrt{2gh} \qquad (۴-۱)$$

در شروع یک رویداد ضربه، انرژی ضربه $E_{impact}$ ، یا انرژی جنبشی پرتابه به هدف انتقال می یابد. در نتیجه اگر تمام انرژی ضربه $E_{impact}$ به طور کامل انتقال یابد، سرعت پرتابه تا حد صفر کاهش می یابد. برای آزمایشات بدون نفوذ کامل پرتابه به درون جسم، کسری از انرژی ضربه به عنوان انرژی الاستیک ذخیره می‌شود که پرتابه را دوباره به سمت عقب بر می گرداند. قسمت دیگر انرژی ضربه توسط سیستم جذب می‌شود که از آن به عنوان انرژی جذب شده یاد می‌شود. این همان انرژی است که باعث ایجاد عیب و نقص در جسم هدف می‌شود و انرژی جذب شده توسط پرتابه و هدف که در شکل ارتعاش وگرما و رفتارهای تغییر غیر الاستیک[2] بروز می کند.

$$E_{impact} = E_{absorbed} + E_{elastic} \qquad (۵-۱)$$

در طی اعمال بار ضربه، نیروی برخورد یا واکنش $F$ روی پرتابه با وسایلی مانند یک سنسور پیزوالکتریک قابل اندازه گیری می باشد. سرعت پرتابه به عنوان تابعی از زمان $V_t$ از انتگرال اول نیروی برخورد نسبت به زمان اندازه گیری می‌شود که در فرمول زیر نشان داده شده است.

$$v_t = v_i - \frac{1}{m} \int_0^t F \, dt \qquad (۶-۱)$$

$V_i$ سرعت اولیه؛

$V_t$ سرعت پرتابه در زمان t؛

m وزن پرتابه(اگر وزن هدف بسیار کمتر از پرتابه باشد)؛

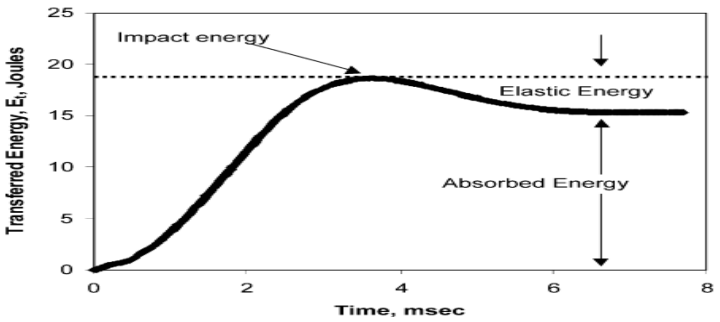
[1] Indentation
[2] Inelastic

لازم به ذکر است اگر وزن هدف زیاد باشد یک فاکتور تصحیح برای جرم لازم است.

انرژی انتقال یافته $E_t$ به عنوان تابعی از زمان توسط تفریق انرژی ضربه پرتابه از انرژی جنبشی پرتابه باسرعت $V_t$ به دست می آید. طبق معادله زیر:

$$E_t = E_{impact} - \frac{m}{2} V_t^2 \qquad (۷-۱)$$

شکل(۱-۲) منحنی انتقال انرژی ضربه در یک کامپوزیت پارچه حلقوی که درمعرض یک بارضربه‌ای ۵ کیلوژول قرارگرفته است را نشان می‌دهد. ضخامت پارچه حلقوی ریب ۳/۷ میلیمتر بوده و بنابراین انرژی ضربه کل برابر ۵/ ۱۸ژول می باشد.




شکل(۱-۲): منحنی انرژی انتقال یافته یک کامپوزیت پارچه حلقوی ریب که در معرض یک بار ۱۸.۵ ژول قرار گرفته است[۴]

وزن و انعطاف پذیری دو مشخصه بسیار مهم برای سیستم های حفاظتی است. بنابراین پارچه های ساخته شده از الیاف با استحکام بالا که به آنها پارچه های بالستیکی[1] نیز می‌گویند دارای خصوصیات جالبی مانند چگالی کم، انعطاف پذیری بالا و نسبت استحکام به وزن بالا می باشند. انرژی ضربه پرتابه به انرژی جنبشی پارچه، انرژی کرنشی پارچه، انرژی تغییر شکل پرتابه و اتلاف انرژی به صورت اصطکاک در نقاطی که روی هم لغزش دارند تبدیل می‌شود[۳].

### ۱-۱-۴ اندازه گیری مقاومت پارچه در برابر پارگی

هدف از انجام چنین آزمایشاتی، روشی برای تعیین مقاومت در برابر پارگی و قابلیت انبساط پارچه می‌باشد. در این سیستم، نیرو در چند جهت به نمونه اعمال می گردد و بیشتر برای نمونه هایی که تحت تنش هایی در جهات مختلف هستند بکار می‌رود. این آزمایش جهت پارچه های کشباف، نمدی و بی بافت بیشتر استفاده می‌گردد و همچنین برای مصارفی چون پارچه های فیلتری، گونی، توری و چتر نجات استفاده می‌شود.

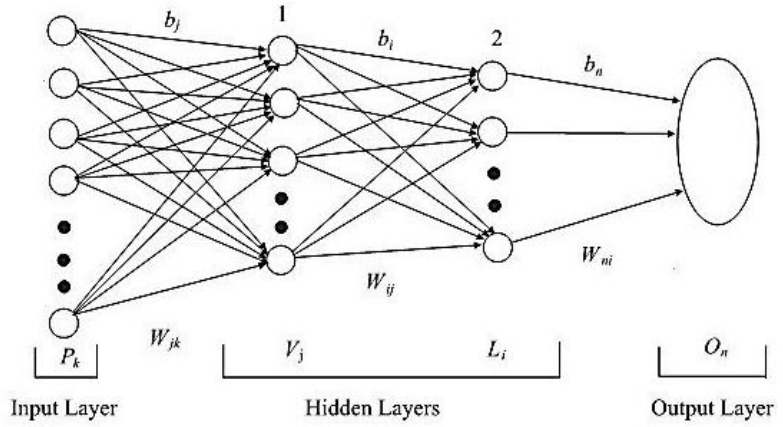
[1] Ballistic

## ۱-۲ شبکه‌های عصبی مصنوعی

### ۱-۲-۱ مقدمه

در شکل گیری علم شبکه های عصبی مصنوعی از شبکه های عصبی بیولوژیکی الهام گرفته شده است. شبکه های عصبی مصنوعی (ANN) کارایی خودشان را در مورد مسائل مربوط به پیشگوئی در مسائل نساجی مانند پیشگویی خصوصیات منسوجات، شناسایی، طبقه بندی و آنالیز عیوب، بهینه سازی فرایند و برنامه ریزی و بازاریابی را ثابت کرده اند. معمولاً دسته ای از ورودی ها (دیتا های ورودی) به کار برده می‌شوند. هر یک از ورودی ها در وزن متناظرشان که در واقع نشان دهنده قدرت آنهاست ضرب می‌شود و سپس همه این ورودی های وزن دار با یکدیگر جمع شده تا سطح تحریک سلول عصبی را معین نمایند. برخلاف تنوع در الگوهای شبکه، تقریباً همه آنها بر اساس این ساختار بنا شده اند.

یک نمونه از شبکه های عصبی مصنوعی که از سه لایه تشکیل شده در شکل(۱-۳) نشان داده شده است[۵].




شکل(۱-۳): ساختار یک شبکه سه لایه[۵]

اطلاعات از از طریق اتصالات با استفاده از برخی توابع تحریک[1] از یک نرون به نرون دیگر عبور می‌کنند. هر کدام از اتصالات توسط یک وزن مشخص شده اند. عموماً یک بایاس خارجی برای هر نرون بکار برده می‌شود که وظیفه آن افزایش خروجی خالص مربوط به تابع فعال سازی[2] می باشد.

اندازه شبکه توسط تعداد لایه های مخفی و تعداد نرونهای درون این لایه ها باید تعیین شود. معمولاً یک شبکه عصبی مصنوعی با سه لایه برای بسیاری از کاربردهای عملی کافی می‌باشد. در برخی از شبکه های عصبی مصنوعی تعداد نرونهای ورودی با تعداد متغیر های ورودی که باید مدل شوند برابر می باشد.

در انتخاب تعداد نرونهای خروجی معمولاً غیر معمول است که شبکه را همزمان برای چند کار مختلف آموزش دهیم. همچنین باید توجه کرد که تاکنون هیچ قانونی برای انتخاب تعداد نرونهای لایه های میانی شناخته نشده است. بنابراین در چنین مواردی باید از روش های تجربی(آزمون و خطا) استفاده کرد.

[1] Transfer function
[2] Activation

### ۱-۲-۲ ساختار نرون‌های محاسباتی در شبکه‌های عصبی

شبکه های عصبی به خاطر وسعت به کارگیری و تنوع فراوان، به صورت جامع قابل بررسی نیستند. اما واحدهای تشکیل‌دهنده در همه آن‌ها مشابه است. مهم‌ترین جزء شبکه عصبی، نرون می‌باشد. نرون یک واحد محاسباتی- پردازشی است که در حقیقت، مدل ساده شده‌ای از نرون طبیعی است و از تعدادی ورودی، یک خروجی، وزن‌ها و بایاس مربوط به ایجاد سیگنال تحریک و تابع تحریک تشکیل شده است.

ارتباط بین خروجی وسیگنال تحریک در قسمتی به نام تابع تحریک ایجاد می گردد. بنابراین یک نرون از دو بخش تشکیل شده است، بخش اول وظیفه دریافت ورودی‌ها، وزن‌دهی آن‌ها و محاسبه مجموع آن‌ها به عنوان سیگنال تحریک را برعهده دارد. بخش دوم وظیفه اعمال تابع تحریک روی سیگنال تحریک و ساختن پیغام خروجی نرون به لایه بعد و یا خروجی شبکه را بر عهده دارد.

### ۱-۲-۳ توابع تحریک

تابع تحریک یا تابع انتقال، خروجی نرون را مشخص می کند و می‌تواند خطی یا غیر خطی باشد. یک تابع محرک بر اساس نیاز خاص حل یک مسأله انتخاب می‌شود. تنها نیاز الگوریتم انتشار برگشتی در این است که این توابع در همه جا مشتق‌پذیر باشند زیرا مشتق تابع محرک در این الگوریتم مورد استفاده قرار می گیرد.

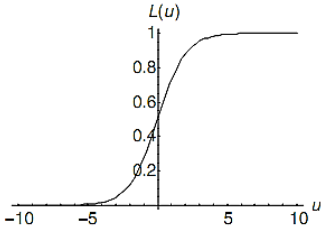
سه مورد از پرکاربردترین توابع انتقال که بسیار مورد استفاده قرار می گیرند عبارتند از:

**- تابع انتقال خطی[1]**

مشتق این تابع یک بوده و تابع مناسبی برای الگوریتم انتشار برگشتی می‌باشد.

**- تابع انتقال سیگموئید[2]**

تابع سیگموئید مشتق ساده‌ای دارد و حدود ورودی را فشرده می کند به گونه‌ای که مقدار خروجی بین صفر و یک قرار گیرد.



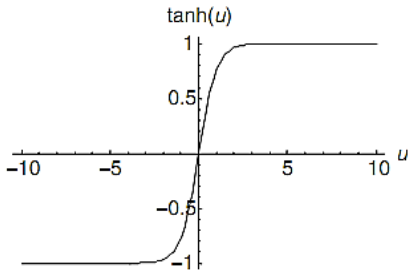

شکل(۱-۴): تابع سیگموئید[۶]

**- تابع انتقال تانژانت هیپربولیک[3]**

این تابع حدود ورودی را فشرده می کند به طوری که مقدار خروجی بین ۱+ و ۱- قرار می گیرد. این تابع نیز همانند تابع سیگموئید غیر خطی بودن مورد نیاز برای شبکه‌های چندلایه را فراهم می کند.

---

[1] Linear
[2] Sigmoid
[3] Tanh




شکل(۱-۵): تابع تانژانت هیپربولیک[۶]

فرمول این سه تابع انتقال در معادلات زیر آورده شده است.

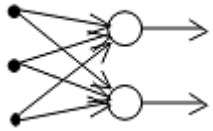
$$\text{Linear: } f(x) = x \tag{۱-۸}$$

$$\text{Sigmoid: } f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}} \tag{۱-۹}$$

$$\text{Tanh: } f(x) = \frac{e^{x} - e^{-x}}{e^{x} + e^{-x}} \tag{۱-۱۰}$$

**شبکه های عصبی تک لایه**

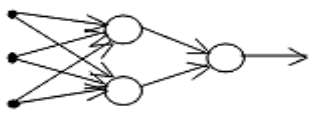
ساده ترین شبکه به صورت گروهی از گره های عصبی است که تنها دارای یک لایه می باشند. باید توجه داشت که قدرت یک شبکه عصبی از قدرت گره های عصبی که با یکدیگر در ارتباط هستند ناشی می‌شود. بنابراین قدرت و قابلیت چنین شبکه هایی خیلی زیاد نمی باشد.



شکل(۱-۶): شبکه عصبی پرسپترون تک لایه[۶]

### ۱-۲-۴ شبکه های عصبی چند لایه

شبکه های چند لایه بر خلاف شبکه های تک لایه توانایی محاسباتی بیشتری را دارا می باشند. البته این امر زمانی صورت می‌پذیرد که تابع تحریک غیر خطی بین لایه ها وجود داشته باشد. مثلاً اگر هیچ تابع تحریک غیر خطی در یک شبکه عصبی که دارای دو لایه است وجود نداشته باشد، این شبکه دقیقاً معادل شبکه ای است که ماتریس وزن آن برابر با حاصلضرب دو ماتریس وزن مربوط به هر کدام از لایه های آن است. بنابراین هر شبکه خطی چند لایه را می‌توان با یک شبکه خطی یک لایه معادل جایگزین کرد. بنابراین وجود توابع تحریک غیر خطی برای توسعه دادن توانایی شبکه های چند لایه ضروری می باشد.



شکل(۱-۷): شبکه عصبی پرسپترون چند لایه[۶]

### ۱-۲-۵ تعداد نرون‌های لایه میانی

تعیین تعداد نرون‌های لایه میانی در شبکه چند لایه در به جواب رسیدن شبکه تاثیر مستقیمی دارد. بنابراین تعداد نرون‌ها در لایه مخفی نقش عمده‌ای در قدرت توزیع داده ها در شبکه دارد. اگر تعداد نرون‌ها کم باشد، شبکه عصبی نمی‌تواند نگاشت غیرخطی بین ورودی و خروجی را با دقت لازم منعکس کند. از طرف دیگر اگر تعداد لایه میانی بیشتر از حد لزوم باشد شبکه نگاشت غیرخطی پیچیده‌ای تولید می‌کند که داده‌های آموزشی را به خوبی یاد می‌گیرد اما در مقابل داده‌های جدید عملکرد مناسبی ندارد و در واقع شبکه قدرت تعمیم خود را از دست می‌دهد.

### ۱-۲-۶ میزان یادگیری و عملکرد شبکه

منظور از میزان یادگیری و عملکرد این است که شبکه تا چه حد قادر است به ورودی‌هایی که توسط آن‌ها آموزش داده شده و به ورودی‌های جدیدی که در دسته آموزش نیستند جواب قابل قبول ارائه دهد. میزان یادگیری و عملکرد شبکه از روش‌های مختلفی سنجیده می‌شود. یادگیری در شبکه عصبی با انتشار برگشتی با نمونه‌های داده‌های آزمایشی انجام می‌شود و می‌تواند به صورت نظارت شده یا بدون نظارت باشد. یادگیری نظارت شده بر مبنای مقایسه مستقیم بین ورودی و خروجی‌ها است. این کار با حداقل کردن تابع خطا مثل حداقل مربعات خطا بین خروجی‌های واقعی و خروجی‌های موردنظر حاصل از جمع داده‌های موجود، صورت می‌گیرد. یادگیری بدون نظارت بر مبنای رابطه بین داده‌های ورودی است. هیچ اطلاعاتی از خروجی صحیح برای یادگیری وجود ندارد.

## ۱-۳ روش آموزش انتشار خطای پسرو(b.p)

یکی از مهمترین پیشرفت های شبکه های عصبی مصنوعی کشف الگوریتم یادگیری انتشار خطای پسرو برای تنظیم وزن ها در شبکه های چند لایه پیش رونده[1](شبکه های چند لایه پرسپترون[2]) می‌باشد. شبکه پیش رونده شبکه ای است که ورودی ها را از لایه قبلی دریافت می‌کند. به عنوان مثال، خروجی یک لایه ورودی لایه بعدی می باشد و برگشت به عقب از خروجی به لایه ورودی وجود ندارد. روش یادگیری انتشار خطای پسرو برای هر شبکه چند لایه که از توابع تحریک مشتق پذیر و روش آموزش با ناظر استفاده می‌کند، می تواند بکار برده شود. اساس این روش بر اساس نزول گرادیان می باشد. خطا توسط بررسی مقادیر خروجی با خروجی واقعی کاهش می یابد. یک روش برای کاهش خطا این است که از روش لونبرگ- مارکوارت استفاده کنیم. ترکیبی از تغذیه به جلو و انتشار به عقب، شبکه عصبی مصنوعی را بسیار قدرتمند ساخته و پیچیدگی را کمتر و انجام فرایند یادگیری را سریعتر میکند.

خطا بین خروجی شبکه و خروجی واقعی توسط خطای مربع میانگین (mse) نشان داده شده است. منظور از میانگین مربع خطاها در یک شبکه، میانگین مربع خطاهای ایجاد شده بین خروجی‌های حقیقی و دلخواه لایه خروجی است.

---

[1] Multi Layer Feedforward
[2] Multi Layer Percepetron

### ۱-۳-۱ اصول شبکه عصبی انتشار خطای پسرو

اصول شبکه عصبی مصنوعی به صورت زیر بیان می‌شود[۷]

- ماتریس وزنهای تمامی لایه ها به صورت تصادفی و با مقادیر کوچک به سمت لایه ورودی انتشار می یابند. گره های لایه ورودی اطلاعات را دریافت کرده و سپس مقادیر جمع وزن ها را محاسبه می‌کنند. سپس اطلاعات به سمت لایه های مخفی بر اساس تابع فعال سازی انتشار می یابد و سپس لایه های مخفی نیز اطلاعات را به سمت لایه خروجی طبق همان روش انتشار می‌دهند.

- شبکه بردار خروجی را با بردار خروجی مطلوب مقایسه می‌کند. اگر خطا بیش از خطای داده شده باشد، دوباره خطا به سمت عقب(از لایه خروجی به سمت لایه های ورودی)منتشر می‌شود. به همین ترتیب مقادیر وزنها درطی فرایند انتشار به عقب خطا در حال تغییر و اصلاح هستند.

نشان داده شده است که شبکه‌های چندلایه (MLP) با یک لایه میانی از نرون‌های با تابع محرک سیگموئید برای مدل کردن هر سطح پاسخ کافی است مشروط بر اینکه به اندازه کافی در لایه میانی نرون داشته باشیم. به عبارتی اگر نگاشتی موجود باشد، می‌توان شبکه MLP با یک لایه مخفی پیدا کرد که چنین نگاشتی را تخمین بزند. در این تحقیق نیز ساختارهای مختلف شبکه عصبی متشکل از یک لایه مخفی با توابع محرک مختلف در لایه میانی و لایه خروجی استفاده شده است.

## ۱-۴ الگوریتم های ژنتیک

### ۱-۴-۱ مقدمه[۸]

الگوریتم های ژنتیک از جمله روش های انطباقی است که از آنها برای حل مسائل و تحقیقات بهینه سازی مورد استفاده قرار می‌گیرند. الگوریتم های ژنتیک بر پایه فرایند های ژنتیکی ارگانیسم های طبیعی هستند. بسیاری از اصطلاحات زیستی و ژنتیکی اولین بار توسط فردی بنام چارلز داروین بیان شده است. قانون انتخاب طبیعی بدین صورت است که تنها گونه هایی از یک جمعیت ادامه نسل می‌دهند که بهترین خصوصیات را داشته باشند و آن‌هایی که این خصوصیات را نداشته باشند به تدریج و در طی زمان از بین می‌روند. به این معنی که طبیعت با بهره‌گیری از یک روش بسیار ساده (حذف تدریجی گونه های نامناسب و در عین حال تکثیر بهتر گونه های بهینه)توانسته است دائماً هر نسل را از لحاظ خصوصیات مختلف ارتقاء بخشد. با تقلید از این فرایند های طبیعی الگوریتم های ژنتیک، به شرطی که به درستی کد گذاری شده باشند، قادر به توسعه راه حل هایی برای ورود به مسائل و مشکلات موجود در دنیای واقعی هستند. به عنوان مثال از الگوریتم ژنتیک می‌توان در در طراحی ساختمان یک پل برای دسترسی به ویژگی بیشترین نسبت استحکام به وزن و یا برای تعیین کمترین میزان ضایعات در برش دادن شکل ها از روی لباس استفاده کرد.

اصول پایه ای الگوریتم های ژنتیک اولین بار توسط جان هالند[1] طرح و تنظیم شد. الگوریتم های ژنتیک فرایند هایی را که در جمعیت های طبیعی برای تکامل مناسب هستند شبیه سازی می‌کنند. اگر الگوریتم ژنتیک به خوبی

[1] John Holland