



استفاده از هوش مصنوعی جهت بهینه‌سازی پارامترهای مؤثر بر فرآیند ریسندگی چرخانه‌ای

میلاذ رازبین^۱/ سامان خزایی علی‌آباد^۱/ مجید صفر جوهری^۱

چکیده:

یافتن ارتباط بین پارامترهای مستقل و وابسته در فرآیند ریسندگی چرخانه‌ای از نظر کیفیت نخ و میزان تولید از اهمیت بسزایی برخوردار است. در این پژوهش داده‌های به دست آمده با استفاده از روش سطح پاسخ، مربوط به بررسی اثر پارامترهای سرعت چرخانه، فاکتور تاب و نسبت طول لیف به قطر چرخانه بر روی میزان کشش متوسط و کشش بیشینه از مطالعات پیشین استخراج شد. سپس، ارتباط بین پارامترهای پاسخ و متغیرهای مستقل با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی مدل شد. در مرحله بعد، با کویل کردن الگوریتم ژنتیک و انجام بهینه‌سازی خطی مقدار متوسط کشش افزایش یافته و همچنین میزان تفاوت بین کشش متوسط و کشش بیشینه به حداقل مقدار خود رسید. امید می‌رود با چنین روشی بتوان مسائل پیرامون تولید نخ‌های چرخانه‌ای از جمله پیچیدگی ارتباط بین متغیرها را برطرف ساخت.

۱-مقدمه

فرآیند ریسندگی یکی از مراحل مهم و تعیین‌کننده کیفیت محصولات مراحل بعد، از جمله بافندگی است. تاکنون روش‌های مختلفی از جمله ریسندگی رینگ، ریسندگی چرخانه‌ای، ریسندگی اصطکاکی و غیره برای تولید نخ ابداع شده‌اند.

در این میان، بیش از ۲۵ درصد نخ‌ها در سراسر جهان توسط سیستم ریسندگی چرخانه‌ای تولید می‌شوند. از این رو، توجه به پارامترهای مؤثر این سیستم جهت دستیابی به نخ‌های باکیفیت بالا و تولید بیشتر، توجه بسیاری از محققان را به خود جلب کرده است. در این سیستم ریسندگی، پارامترهای مستقل شامل سرعت چرخانه، فاکتور تاب و نسبت طول لیف به قطر چرخانه هستند. به طوری که هر سه پارامتر بر روی میزان کشش متوسط و بیشینه که تعیین‌کننده کیفیت و میزان تولید است، تأثیر می‌گذارند. تاکنون از روش‌های محاسبات نرم (شبکه عصبی مصنوعی، الگوریتم ژنتیک و منطق فازی) برای مدل‌سازی و بهینه‌سازی پارامترها استفاده شده است ولی در

واقعی پارامتر است.

۲-۲- شبکه عصبی مصنوعی

شبکه‌های عصبی مصنوعی با الهام از شبکه عصبی موجودات زنده، قادر به ایجاد تابعی جهت ارتباط مجموعه‌ای از پارامترهای مستقل به یک یا چند پارامتر وابسته هستند. ساختار شبکه‌های عصبی بدین گونه است که داده‌های ورودی پس از فرآیند نرمال‌سازی به شبکه تغذیه می‌شوند. سپس، توسط اتصالاتی که دارای وزن مشخصی هستند، به لایه پنهان منتقل می‌شوند.

خروجی این لایه با توجه به مقدار ورودی که مجموع ضرایب وزن اتصالات در ورودی و تابع انتقال است، تعیین می‌شود.

در نهایت، خروجی گره‌های لایه پنهان طی اتصالات بین این لایه و لایه خروجی، به گره یا گره‌های خروجی رسیده و بعد از عبور از تابع انتقال، پاسخ یا پاسخ‌های شبکه را نتیجه می‌دهد.

چنین روش مدل‌سازی برای پیاده‌سازی در کلیه فرآیندهای نساجی که همواره از پیچیدگی‌های زیادی برخوردار هستند، مناسب است. در این پژوهش از شبکه عصبی توزیع برگشتی خطا برای مدل‌سازی با استفاده از نرم‌افزار متلب با توجه به مقادیر پارامتر گزارش شده در جدول ۱ بهره گرفته شد.

لازم به ذکر است که برای افزایش برازش مدل شبکه عصبی مصنوعی، دو مدل موازی با پارامترهای یکسان ولی خروجی متفاوت در نظر گرفته شد. در مرحله آموزش و آزمایش شبکه، از روش مورد استفاده در منبع استفاده شد.

۳-۲- الگوریتم ژنتیک

یکی از حلگرهای معروف و کارا شامل الگوریتم ژنتیک است که از نظریه داروینی تبعیت می‌کند. در

هیچکدام از آنها، شبکه‌های عصبی مصنوعی با روش ارائه شده در این پژوهش آموزش داده نشده‌اند و تابع هزینه به صورت متفاوت بیان شده است. در این پژوهش یک روش عمومی برای مدل‌سازی و بهینه‌سازی پارامترهای مؤثر فرآیند ریسندگی چرخانه‌ای ارائه می‌شود.

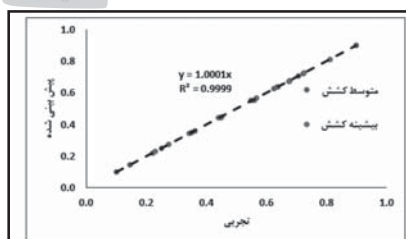
۲-۲- مدل‌سازی و بهینه‌سازی

۱-۲- داده‌های تجربی

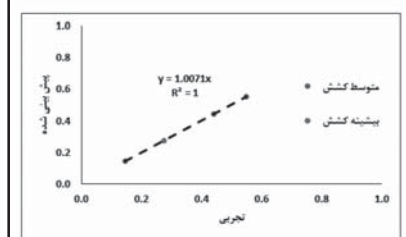
در این پژوهش برای مطالعه ارتباط بین پارامترهای مستقل شامل سرعت چرخانه، فاکتور تاب و نسبت طول لیف به قطر چرخانه و پارامترهای وابسته شامل متوسط کشش و بیشینه کشش، داده‌های تجربی که طی روش سطح پاسخ به دست آمده بودند، از منبع استخراج شدند. سپس، برای جلوگیری از اثر کمی داده‌ها روی یکدیگر، کلیه مقادیر با استفاده از رابطه ۱ بین ۰/۱ و ۰/۹ نرمال شدند.

$$N = (0.9 - 0.1) \left(\frac{A - \min(A)}{\max(A) - \min(A)} \right) + 0.1$$

به طوری که N و A به ترتیب مقدار نرمال شده و

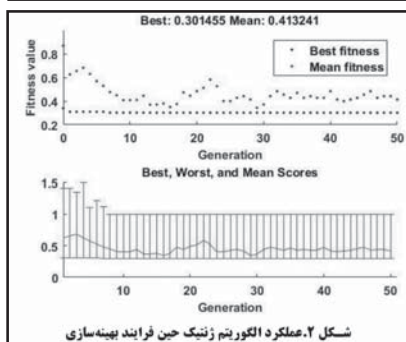


(الف)



(ب)

شکل ۱. عملکرد مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی (الف) مرحله آموزش و (ب) مرحله آزمایش



شکل ۲. عملکرد الگوریتم ژنتیک در فرایند بهینه‌سازی

استخراج داده‌ها طی روش سطح پاسخ، مدل‌سازی روابط بین پارامترها طی استفاده از شبکه عصبی مصنوعی توزیع برگشتی خطا، بهینه‌سازی پارامترهای ورودی طی استفاده از الگوریتم ژنتیک و تابع هزینه بر اساس روش بهینه‌سازی خطی (فاصله اقلیدسی) برای دستیابی به نتایج با کیفیت و تولید بالا در فرایند ریسندگی چرخانه‌ای است.

برای این منظور، نتایج تجربی از منبع استخراج شده و با پیاده‌سازی روش اشاره شده، نتایج نهایی با نتایج قبلی مقایسه شدند. نتایج حاکی از قدرت بالای مدل‌ها در بحث پیش‌بینی (عدد برازش کل تقریباً برابر ۱) و مقدار تابع هزینه کمتر (۰/۳۰۱۵) نسبت به کار پیشین (۰/۳۸۱۲) بوده است.

از طرفی، برابری مقدار کشش متوسط و بیشینه (تقریباً برابر ۷۷ گرم-نیرو) نوید دهنده دستیابی به کشش یکنواخت در فرایند ریسندگی است.

پی‌نوشت:

۱- دانشکده مهندسی نساجی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

شده در مرحله آموزش و آزمایش است. هیچ‌گونه نقطه تجمع در نواحی نمودارها وجود ندارد. از این رو می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که شبکه‌های آموزش داده شده در بحث پیش‌بینی پارامترهای وابسته دارای قدرت پیش‌بینی بالایی هستند. هر دو مدل شبکه عصبی مصنوعی دارای عدد برازش تقریباً برابر ۱ هستند.

۳-۲- نتایج بهینه‌سازی

شکل ۲ نشان دهنده عملکرد الگوریتم ژنتیک به هنگام یافتن بهینه‌ترین مقادیر پارامترهای ورودی با توجه به مقدار تابع هزینه است.

الگوریتم با وجود فضای جستجوی گوناگون، به مقدار نهایی (۰/۳۰۱۵) همگرا شده است. چنین نتیجه‌ای گویای کارایی بالای الگوریتم ژنتیک در مسئله تعیین شده در این پژوهش است. برای مقایسه مقادیر پارامترهای ورودی، خروجی و مقدار تابع هزینه، نتایج محاسبات در جدول ۳ نشان داده شده است.

بر اساس مقادیر به دست آمده می‌توان چنین ادعا کرد که روش مدل‌سازی و بهینه‌سازی ارائه شده در این پژوهش قادر است تا علاوه بر ارائه مقادیر ورودی با مقدار تابع هزینه پایین‌تر (۰/۳۰۱۵)، میزان تفاوت کشش بین متوسط کشش و بیشینه کشش را به حداقل مقدار خود (تقریباً برابر صفر) برساند. چنین امری موجب یکنواخت شدن میزان کشش و به طبع افزایش کیفیت و میزان تولید نخ‌های ریسندگی چرخانه‌ای خواهد شد.

۴- نتیجه‌گیری

هدف این پژوهش اعتبارسنجی یک روش مبتنی بر

این روش از مبانی زیست‌شناسی مانند وراثت، جهش و اصول انتخابی داروینی برای یافتن جواب مسئله استفاده می‌شود. در این پژوهش از الگوریتم ژنتیک برای بهینه‌سازی با استفاده از نرم‌افزار متلب با توجه به مقادیر پارامتر گزارش شده در جدول ۲ بهره گرفته شد. برای نوشتن تابع هزینه از بهینه‌سازی خطی بر اساس فاصله اقلیدسی بین خروجی‌های نرمال شده و کمینه یا بیشینه مقدار بازه نرمال‌سازی استفاده شد. رابطه ۲ گویای تابع هزینه در نظر گرفته شده در این پژوهش است.

$$\text{Minimize : } f(\vec{x}) = \sqrt{(MT_n(\vec{x}) - 0.9)^2 + (PT_n(\vec{x}) - 0.1)^2} \quad (2)$$

$$\vec{x}_i = \{A_i, B_i, C_i\} \text{ \& } i = 1, \dots, m \quad (3)$$

بردار $\vec{x}_i$ شامل پارامترهای ورودی (مستقل) است. لازم به ذکر است که هدف این تابع دستیابی به بیشینه کشش متوسط (MT) و کمینه کشش بیشینه (PT) با حفظ این شرط که کشش متوسط همیشه کمتر یا برابر کشش بیشینه باشد، است. کرانه‌ای بالا و پایین پارامترهای مستقل شامل:

$$40000 \leq A \leq 50000 \quad (4)$$

$$4 \leq B \leq 6 \quad (5)$$

$$0.7 \leq C \leq 0.9 \quad (6)$$

به طوری که A، B و C به ترتیب سرعت چرخانه، فاکتور تاب و نسبت طول لیف به قطر چرخانه هستند.

۳- تجزیه و تحلیل نتایج

۳-۱- نتایج بهینه‌سازی

شکل ۱ نشان دهنده عملکرد مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی متوسط کشش و بیشینه کشش نرمال

جدول ۱. پارامترهای مدل‌های شبکه عصبی			
نوع شبکه	Back-propagation	تابع برازش	Total goodness function [۵]
تعداد گره در لایه ورودی	۳	نرخ آموزش	۰/۶
تعداد گره در لایه پنهان	۴	مقدار ممنتوم	۰/۹
تعداد گره در لایه خروجی	۱	تعداد اپوک	۳۹
تابع انتقال لایه پنهان	تانژانت سیگموئید	الگوریتم آموزش	لونیبرگ مارکواردت
تابع انتقال لایه خروجی	خطی	نسبت داده‌های آموزش به آزمایش	۱۳:۲

جدول ۲. مقایسه بین نمونه بهینه و بهینه‌سازی شده							
نمونه	سرعت چرخانه	فاکتور تاب	نسبت طول لیف به قطر چرخانه	متوسط کشش (g.f)		بیشینه کشش (g.f)	
				تجربی	پیش‌بینی شده	تجربی	پیش‌بینی شده
نمونه [۳]	۴۵۰۰	۵/۰۰۰	۰/۸۰۰	۶۹/۵۰	-	۸۳/۰۰	-
بهینه‌سازی شده [۲]	۵۰۰۰	۶/۰۰۰	۰/۸۰۰	-	۸۵/۴۰۴۸	-	۹۷/۲۰۸۴
بهینه‌سازی شده [پژوهش حاضر]	۴۷۹۵۳	۴/۱۷۲۸	۰/۸۲۴۶	-	۷۶/۹۷۶۷	-	۷۶/۹۸