تکنولوژی نساجی

شناسایی و بهینه‌سازی عوامل مؤثر بر اختلاف شید رنگی البسه نیروهای مسلح در فرایند ریسندگی پنبه با استفاده از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره

محسن حیدرپور اشرفی - پژوهشگر مرکز تحقیقات و نوآوری سازمان اتکا

چکیده

یکی از مهم‌ترین و حساس‌ترین پارامترهای موجود در یک ارگان و سازمان نظامی، یکپارچگی در ساختار پوششی آن می‌باشد. پوشش خود به مؤلفه‌ی تعیین‌کننده‌ای همچون رنگ تقسیم‌بندی شده که دارای اهمیت و حساسیت خاصی می‌باشد. در واقع رنگ در یک ساختار نظامی مبین نظم، یکپارچگی، ویژگی‌ها و عناوین سازمانی افراد می‌باشد. از طرفی رنگ در البسه‌ی نظامی در مواقعی همچون استتار نیروها و همسان‌سازی با محیط پیرامون، حساسیت‌های بالایی پیدا می‌کند. بر این اساس، همواره توجه به این مهم، از دغدغه‌های تولیدکننده و تأمین‌کنندگان البسه‌ی نیروهای نظامی بوده است. به منظور جلوگیری از اختلاف در شید رنگی البسه‌ی تولیدشده و دست‌یابی به یک نظم، همواره می‌بایست به پارامترها و شرایط متعدد دخیل در حین تولید منسوج، توجه کامل و توأمان داشت. این پارامترها می‌توانند شامل عواملی همچون مواد اولیه (الیاف و رنگ‌های طبیعی و یا مصنوعی) و یا ماشین‌آلات تولیدی (خطوط ریسندگی و بافندگی و غیره) باشند. بدین منظور و در این پژوهش، مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر شید رنگی در حین فرآیند تولید البسه‌ی نظامی، مورد بررسی و برشماری قرار گرفت که هدف از انجام آن دست‌یابی به یک اولویت‌بندی مناسب بر اساس میزان تأثیرگذاری آن‌هاست. با توجه به گستردگی جنس و نوع البسه‌ی نظامی و فرایندها و پارامترهای موجود در هر یک، این بررسی تنها بر روی عوامل مربوط به فرایند ریسندگی الیاف پنبه و در خطوط رینگ و اپن‌اند صورت گرفته است. فرایند ریسندگی، خود به بخش‌های جداگانه و ویژگی‌های هر بخش تقسیم‌بندی گردید. به منظور وزن‌دهی به عوامل شناسایی‌شده و دست‌یابی به یک اولویت‌بندی منطقی، از روش تحلیل سلسله مراتبی استفاده گردید که برای استخراج داده‌های مورد نیاز آن، روش پرسشنامه‌ی خبرگان مورداستفاده قرار گرفت. بر این اساس، اولویت‌بندی پارامترهای مؤثر در اختلاف شید رنگی البسه نظامی به عنوان عنصر هدف، پارامترهایی همچون تناسب سرعت بین اجزای متحرک و ثابت، تناسب فاصله‌ی بین اجزای متحرک و ثابت و سلامت سطوح عبوری دسته‌ی الیاف به عنوان معیارها و بخش‌های حلاجی، کاردینگ، چندلاکنی، شانه‌زنی، فلایر، رینگ و اپن‌اند به عنوان گزینه‌های بررسی تعیین شدند. در نهایت اطلاعات حاصل از آن، توسط نرم‌افزار Expert Choice، مورد تحلیل قرار گرفت و مشخص گردید که در فرایند ریسندگی، معیارهای سرعت، فاصله و سلامت سطوح و گزینه‌های کاردینگ، شانه‌زنی، چندلاکنی، حلاجی، فلایر، رینگ و اپن‌اند به ترتیب دارای بیشترین و کمترین میزان تأثیر بر اختلاف شید رنگی البسه‌ی نظامی هستند و بر این اساس، اولویت ویژگی‌های موجود در هر یک از این بخش‌ها نیز مشخص گردید. با توجه به این اولویت‌بندی، شرکت‌ها و واحدهای تولیدکننده و یا تأمین‌کننده، در فرآیند ریسندگی، به منظور جلوگیری از بروز اختلاف شید رنگی نهایی، می‌بایست به تغییرات موجود با توجه به میزان اهمیت هریک، توجه بسیاری داشته باشند.

مقدمه

با توجه به حساسیت و اهمیت همسانی و نظم یک واحد نظامی از نظر پوشش، همواره یکی از دغدغه‌های تولیدکنندگان البسه‌ی نظامی دست‌یابی به یک راه‌کار برای ایجاد حالتی یکسان در پروسه‌ی تولید بوده که تحت آن بتوان علی‌رغم گستردگی و تعدد البسه‌ی و خطوط تولید آن، محصولاتی کاملاً مشابه از نظر خواص ظاهری و ساختاری مانند رنگ و یک طرح برای یک دسته از افراد که در یک منطقه‌ی جغرافیایی با یک عملکرد مشترک قرار دارند، ایجاد نمایند. حساسیت هرچه بیشتر این موضوع، در برخی شرایط و مصارف مانند استتار، به وضوح دیده می‌شود. برای تولید البسه‌ی نظامی، مراحل و مسیرهای مختلفی طی می‌شود که هر یک از این مسیرها دارای پارامترها و شرایط گوناگونی هستند که می‌توانند بر

روی خواص و ویژگی‌های این البسه تأثیرگذار باشند. همواره دست‌یابی به یک نوع پوشش با شرایط مشخص و موردنظر و توزیع این شرایط به صورت کاملاً یکسان در یک مقیاس گسترده، کاری بس دشوار و نیازمند بررسی‌های تئوری و عملی بسیاری است. یکی از این شرایط و پارامترهای حساس، رنگ پارچه‌های نظامی می‌باشد. در واقع دستیابی به شید رنگی کاملاً یکسان در متراژهای بالا در پروسه‌های تولید نیازمند به بررسی لحظه به لحظه است که در دست‌یابی به این مهم، عوامل بسیار زیادی دخیل هستند. عموماً در تولید البسه‌ی نظامی و خصوصاً برای افرادی در قالب گردان، گروهان و دسته‌هایی با تعداد نفرات زیاد، سفارش پارچه و به تبع آن، نخ و الیاف باید با حجم بالایی صورت پذیرد تا جواب‌گوی این تعداد از افراد باشد. به کثرت مشاهده شده که پس از توزیع البسه‌ی تولیدشده در یک سری از تولید، رنگ و شید رنگی برخی از لباس‌ها با یکدیگر متفاوت است. در صورتی که شرکت‌های صنعتی تولیدکننده و واحدهای بازرگانی تأمین‌کننده، همگی اذعان دارند که تمامی طول فرایند تولید برای همه‌ی مواد مورد استفاده به یک صورت انجام گرفته است. در اینجا این سؤال مطرح می‌گردد که چرا با وجود یکسان بودن فرایند تولید تمامی البسه، باز هم تفاوت شید رنگی در لباس نفرات مشاهده می‌گردد. بر این اساس، می‌توان بیان نمود که شرایط و فرایندهایی که در حین خطوط تولید قرار دارند، حاوی متغیرهایی هستند که هریک می‌توانند مسبب این تفاوت باشند. در این راستا می‌بایست تمامی این پارامترها به صورت صحیح شناسایی و میزان تأثیرگذاری هریک در خواص نهایی مورد نظر (میزان جذب و عمق نفوذ یکسان رنگ) مورد تحلیل و بازنگری قرار گیرند. لذا، در این مقاله با طرح این مسئله و تفکیک فرایندهای مؤثر بر اختلاف شید رنگی ایجاد شده در البسه‌ی نظامی، به برشماری پارامترها و متغیرهای موجود و میزان اثرگذاری آن بر خواص محصول نهایی پرداخته خواهد شد. یکی از مراحل بسیار مهم و تأثیرگذار بر خواص نهایی البسه‌ی تولیدی، فرایند ریسندگی است که در آن الیاف به واسطه‌ی درگیری با یکدیگر، ساختار نخ را تشکیل می‌دهند. تمامی عوامل و شرایط موجود در حین این فرایند، به نوعی بر دست‌یابی به نخی با خواص مشخص، تأثیر خواهند داشت. پژوهش صورت گرفته در این مقاله نیز، مربوط به فرایند ریسندگی الیاف پنبه در خطوط رینگ و اپن‌اند و شناسایی و اولویت‌بندی میزان تأثیرگذاری پارامترهای موجود در تولید نخ بر روی خواص نهایی البسه‌ی تولیدشده با استفاده از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره است.

ادبیات پژوهش

مراحل تولید البسه‌ی نظامی را می‌توان به دو بخش اصلی شامل عوامل مربوط به مواد اولیه و عوامل مربوط به فرایندهای تولید، تقسیم‌بندی نمود. بر همین اساس، مواد اولیه به الیاف و مواد مصرفی در فرایندهای رنگرزی، چاپ و تکمیل و فرایندها نیز به مراحل تولید یعنی ریسندگی، بافندگی، رنگرزی، چاپ و تکمیل قابل تفکیک هستند.

در برخی موارد، مشکلات ظاهری به وجود آمده در مرحله‌ی رنگرزی منسوجات، ناشی از فرایندهای رنگرزی نبوده و به عیوب پنهان ناشی از پروسه‌های قبلی باز می‌گردد. به‌عبارت دیگر عیوبی که بعد از رنگرزی مشاهده می‌شود ممکن است از مراحل قبل سرچشمه گرفته باشد. بنابراین عیوب البسه‌ی رنگی می‌تواند به دلایل گوناگونی از جمله کیفیت پایین الیاف، ریسندگی نامناسب، تهیه نامناسب بسته نخ، بافندگی نامناسب، آماده‌سازی نادرست کالای خام، انتخاب ناصحیح روش رنگرزی، املاح موجود در آب مورد مصرف در رنگرزی، انتخاب نادرست رنگ‌زا و مواد شیمیایی، عدم کنترل دقیق فرایندها و غیره نسبت داده شود. این وابستگی کیفیت رنگرزی منسوجات به متغیرهای مختلف که هر کدام به نوبه‌ی خود تأثیر بسزایی در خروجی فرایند دارند، سبب دشوار شدن رفع عیب در رنگرزی‌های نایکنواخت و معیوب می‌گردد. یک اپراتور در واحد رنگرزی بسته به میزان تجربه‌ای که دارد، می‌تواند در علت‌یابی و رفع عیوب حاصل از رنگرزی اقدام نماید، اما یافتن و رفع تمامی عیوب و نواقصی که می‌تواند سبب نایکنواختی و یا ایجاد مشکلات در رنگرزی کالا گردد کاری بس دشوار و هزینه‌بر است. نتیجه‌ی بررسی انواع عیوب پارچه‌های رنگرزی شده نشان می‌دهد که به علت تنوع بسیار زیادی که در این عیوب و دلایل به وجود آورنده‌ی آن‌ها وجود دارد، انرژی زیادی صرف شناسایی و رفع آن‌ها می‌گردد. بنابراین شناسایی و رفع دلایل احتمالی به وجود آورنده‌ی عیوب و نایکنواختی‌ها از اهمیت بسزایی برخوردار است [۱]. بدین منظور عوامل و متغیرهای احتمالی موجود در پروسه‌ی تولید البسه می‌بایست مورد شناسایی و بررسی قرار گیرند.

تصمیم‌گیری انتخاب یک گزینه از میان گزینه‌های مختلف است.[۲] تصمیم‌گیری یکی از مهم‌ترین و اساسی‌ترین وظایف مدیریت است و تحقق اهداف سازمانی به کیفیت آن بستگی دارد. تصمیم‌گیری شامل بیان درست اهداف، تعیین راه‌حل‌های مختلف و ممکن، ارزیابی امکان‌پذیری آنان، ارزیابی عواقب و نتایج ناشی از اجرای هر یک از راه‌حل‌ها و بالاخره انتخاب و اجرای آن می‌باشد [۳,۴].

یکی از تکنیک‌های تصمیم‌گیری با استفاده از داده‌های کمی، تصمیم‌گیری چندمعیاره می‌باشد. تصمیم‌گیری چندمعیاره به دو دسته تصمیم‌گیری چند شاخصه و تصمیم‌گیری چند هدفه تقسیم می‌شود. تفاوت اصلی مدل‌های تصمیم‌گیری چند هدفه با مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه آن است که اولی در فضای تصمیم‌گیری پیوسته و دومی در فضای تصمیم‌گیری گسسته تعریف می‌گردند. اگر مجموعه‌ی جواب‌های قابل‌قبول، قابل‌شمارش باشند، مسئله‌ی چندمعیاره را گسسته می‌نامیم و اگر مجموعه‌ی جواب‌های قابل‌قبول، غیرقابل شمارش باشند، مسئله‌ی چندمعیاره را پیوسته می‌نامیم [۵].

مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه از نظر نوع شاخص‌های مورد نظر به مدل‌های جبرانی و غیرجبرانی تقسیم می‌شوند. مدل‌های جبرانی مدل‌هایی که از شاخص‌هایی تشکیل شده‌اند که با یکدیگر در تعامل‌اند، به این معنی که مقادیر نامطلوب یک شاخص می‌تواند توسط مقادیر مطلوب شاخص دیگر پوشانده شود. از جمله مدل‌های جبرانی می‌توان به تاپسیس، تحلیل سلسله مراتبی فازی، تحلیل شبکه‌ای، تحلیل سلسله مراتبی و غیره اشاره داشت [۴].

فرایند تحلیل سلسله مراتبی اولین بار توسط توماس ال ساعتی در ۱۹۸۰ مطرح شد. فرایند تحلیل سلسله مراتبی روشی معتبر و قوی است و برای تصمیم‌گیری در شرایطی به کار می‌رود که معیارهای متضاد، تصمیم‌گیری بین گزینه‌ها را با مشکل مواجه می‌سازد [۶]. فرایند تحلیل سلسله مراتبی از جامع‌ترین نظام‌های

طراحی‌شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است؛ زیرا با بهره‌گیری از این فن، می‌توان مسئله را به صورت سلسله مراتبی در قالب معادلات درآورد و در آن، معیارهای مختلف کمی و کیفی را در نظر گرفت. این فرایند گزینه‌های مختلف را در تصمیم‌گیری دخالت می‌دهد و امکان تحلیل حساسیت روی معیارها و غیرمعیارها را فراهم می‌سازد. به علاوه بر مبنای مقایسات زوجی بنا نهاده شده که قضاوت و محاسبات را تسهیل می‌نماید. همچنین، میزان سازگاری و ناسازگاری تصمیم را نشان داده که از مزایای ممتاز این تکنیک است. این فرایند طوری طراحی شده که با ذهن انسان و طبیعت بشر مطابقت داشته و مجموعه‌ای از قضاوت‌ها و ارزش‌گذاری‌های شخصی به یک شیوه‌ی منطقی است [۷].

به طور کلی در حل یک مسئله و ایجاد یک سیستم تصمیم‌گیری، روش تحلیل سلسله مراتبی سه مرحله را دنبال می‌نماید که عبارت است از:

ساختن نمودار سلسله مراتبی: در واقع در این مرحله، یک گراف با سطوح مختلف از عوامل موجود در تصمیم‌گیری ساخته شده تا تحلیل را واضح و مرتبه‌بندی شده‌تر نماید.

محاسبه‌ی وزن: در فرایند تحلیل سلسله مراتبی، عناصر هر سطح نسبت به عنصر دیگر در سطوح بالاتر به صورت زوجی مقایسه شده و وزن هر یک محاسبه می‌گردد که این اوزان وزن نسبی نامیده می‌شوند. توماس ال ساعتی، در جدول زیر، پیشنهادی برای مقداردهی به صورت کمی برای مقایسه‌ی زوجی بین عناصر ارائه داده است که به طیف ۹ درجه معروف بوده و به صورت جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- طیف ۹ درجه‌ی مقادیر توماس ال ساعتی

ارزش	توضیح	
۱	ترجیح یکسان	گزینه A نسبت به B اهمیت برابر دارد و با ارجحیتی نسبت به هم ندارند
۳	کمی مرجح	گزینه A نسبت به B کمی مهمتر است
۵	خیلی مرجح	گزینه A نسبت به B مهمتر است
۷	خیلی زیاد مرجح	گزینه A دارای ارجحیت خیلی بیشتری از B است
۹	کاملاً مرجح	گزینه A از B مطلقاً مهمتر و قابل مقایسه با B نیست
۲،۴،۶،۸	میانه‌ی	ارزشهای بین ارزشهای ترجیحی را نشان می‌دهد مثلاً ۸ بیانگر اهمیتی زیادتر از ۷ و پایین‌تر از ۹ برای A است

سازگاری سیستم: یکی از مزایای این فرایند، کنترل سازگاری تصمیم است که می‌توان نسبت خوب و یا بد بودن و مردود یا قابل‌قبول بودن آن را قضاوت نمود [۴،۷].

از جمله روش‌های متعارف که با تکنیک تحلیل سلسله مراتبی به آنالیز داده می‌پردازد، روش نرم‌افزاری اکسپرت چویس است. در واقع این نرم‌افزار دارای توانایی‌های زیادی بوده و علاوه بر امکان طراحی نمودار سلسله مراتبی و طراحی سؤالات تعیین ترجیحات و اولویت‌ها و محاسبه‌ی وزن نهایی، قابلیت تحلیل حساسیت تصمیم‌گیری نسبت به تغییرات در پارامترهای مسئله را نیز داراست[۷].

در سال ۲۰۱۱، اوسترا ادومایتین و همکارانش، در مقاله‌ای با عنوان «اثر تنظیم پارامترهای ماشین بافندگی بر خواص ساختاری و مکانیکی پارچه‌های تاری پودی» به بررسی برخی تنظیمات ماشین بافندگی و تأثیر آن‌ها بر خواص ساختمانی همچون ضخامت پارچه، خواص پودی و ویژگی‌های سطح مقطع آن و خواص مکانیکی همانند نیرو تا حد پارگی، ازدیاد طول و نیروی اصطکاک استاتیکی پرداختند. با انجام آزمایش‌های عملی و اندازه‌گیری نیروها و پارامترهای موردبررسی و تحلیل نموداری داده بدین نتیجه رسیدند که:

میزان تغییرات ساختمانی پارچه رابطه مستقیمی به کشش اولیه نخ تار بر روی ماشین بافندگی دارد.

میزان تغییرات خواص مکانیکی پارچه مانند خواص سطحی پارچه با تنظیمات ماشین بافندگی رابطه مستقیمی دارد [۸].

در سال ۲۰۱۲، سئونگ جین کیم و همکارانش، در مقاله‌ای پژوهشی با عنوان «رابطه بین خواص فیزیکی پارچه‌ها با ویژگی‌های ماشین بافندگی» به بررسی روابط بین متغیرهای پارچه و ماشین بافندگی پرداختند و نتایج زیر را اعلام نمودند: بیش‌ترین کشش نخ تار حین عملیات بافندگی در وسط پارچه و کمترین آن در سمت راست پارچه قرار دارد.

میزان کشش نخ تار و اندازه‌ی دهنه‌ی ماشین بافندگی بر روی سختی خمشی پارچه تکمیل‌شده تأثیرگذار خواهد بود [۹].

در یک مقاله‌ی پژوهشی، دکتر محمود فیروزیان و بابک حاجی کریمی، با عنوان «مقایسه‌ی انتخاب بهینه‌ی ماشین‌آلات تکسچرایزینگ با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی و ارزش خالص فعلی در صنایع نساجی» در سال ۱۳۹۰، اقدام به بررسی و انتخاب مناسب‌ترین ماشین تکسچرایزینگ از سه شرکت تولید کننده بر اساس معیارهایی همچون قیمت، تعداد چشمه، خدمات پس از فروش و سرعت مکانیکی پرداختند. با استفاده از هر دو روش موجود، در نهایت به یک انتخاب با بیشترین وزن دست پیدا نمودند که دارای بیشترین ارجحیت در بین دیگر گزینه‌ها بود [۱۰].

در سال ۱۳۸۹، احمد توکلی و جلال دهقانی سانیج، در مقاله‌ای علمی–پژوهشی با عنوان «بررسی عوامل تأثیرگذار بر توسعه صادرات صنعت نساجی (مطالعه موردی: صنعت نساجی استان یزد)»، پس از بررسی تئوری‌ها و نظریات مختلف در زمینه تجارت بین‌الملل و صادرات، عوامل تأثیرگذار را شناسایی کرده و سپس با استفاده از پرسشنامه، نظرات مدیران صنایع نساجی استان یزد جمع‌آوری و با آزمون T استیودنت مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصله نشان داد تمام عوامل شناسایی‌شده مؤثر بودند. در ادامه با استفاده از آزمون تحلیل واریانس مشخص گردید که تأثیر عوامل ذکرشده یکسان نمی‌باشد. سپس پرسشنامه مقایسات زوجی عوامل اصلی و پرسشنامه مربوط به عوامل فرعی بین مدیران توزیع شد و پس از وزن عوامل اصلی به دست آمد و در نهایت با روش تحلیل سلسله مراتبی جمع‌آوری اطلاعات مورد نظر، با استفاده از تکنیک تاپسیس عوامل فرعی رتبه‌بندی شدند. نتایج حاکی از آن است که کیفیت محصولات استفاده از تکنیک و نگرش راهبردی شرکت‌ها جهت حضور در بازارهای جهانی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر توسعه صادرات این صنعت می‌باشد [۱۱].

در مقاله‌ای دیگر، در سال ۱۳۹۳، با عنوان «انتخاب منعقد کننده بهینه در تصفیه اولیه فاضلاب کارخانه نساجی مازندران با استفاده از جارتست و روش تحلیل سلسله مراتبی»، غلامرضا اسدالله فردی و همکارانش، ابتدا به پایش کیفیت پساب خروجی از کارخانه نساجی مازندران پرداخته و با استفاده از جارتست و ترسیب‌کننده‌های آلوم، آهک، سولفات آهن، کلرید آهن و باریم کلراید، میزان حداکثر حذف کل مواد جامد معلق با تغییرات PH مورد مطالعه

قرار گرفت و به بررسی عواملی همچون نوع منعقدکننده، قیمت منعقدکننده‌ها، میزان لجن تولیدی، میزان حساسیت به PH و عوارض جانبی در انتخاب منعقدکننده پرداختند.

در نهایت برای دست‌یابی به یک انتخاب بهینه، از روش تحلیل سلسله مراتبی، جمع‌آوری اطلاعات از طریق پرسشنامه و تحلیل اطلاعات به کمک نرم‌افزار اکسپرت چویس استفاده نمودند که در نهایت، آهک، به عنوان بهترین منعقدکننده در کاهش مواد معلق در پساب کارخانه معرفی گردید [۱۲].

در یک مقاله در سال ۱۳۸۰، آقایان مهرداد مدهوشی و محمدرضا امیرفضلی، با عنوان «بهینه کردن تولید در کارخانه‌ی نساجی با روش AHP»، با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای و تهیه‌ی پرسشنامه، عوامل مؤثر بر تعیین نوع پارچه در ترکیب تولید پارچه شناسایی شده و سپس نقش هر یک از عوامل توسط روش تحلیل سلسله مراتبی مشخص گردید و اولویت‌بندی شد. در نهایت با استفاده از برنامه‌ریزی خطی، نتایج حاصل از تحلیل سلسله مراتبی در مدل اعمال شد تا مقادیر هر یک از انواع پارچه جهت تولید در برهه‌ی زمانی مورد نظر تعیین گردد [۱۳].

دکتر ناصر حمیدی و همکاران، در سال ۱۳۹۰، در مقاله‌ای با عنوان «تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره گروهی فازی برای انتخاب مواد اولیه در صنعت ریسندگی (مطالعه موردی انتخاب الیاف)»، با هدف معرفی روش‌های نوین تصمیم‌گیری چندمعیاره که به سهولت توسط مدیران صنعت قابل استفاده هستند بوده تلاش شده تا با استفاده از تکنیک‌های چندمعیاره بهترین الیاف برای تولید نخ را انتخاب گردد.

در این مقاله از روش تاپسیس فازی ۳ و الکتر ۴ برای انتخاب الیاف پنبه در صنعت ریسندگی استفاده شد. نتایج به دست آمده نشان داده است که روش تاپسیس فازی و الکتر به منظور انتخاب مواد اولیه بسیار نتایج بهتری نسبت به روش‌های تصمیم‌گیری سنتی دارد [۱۴].

روش تحقیق

تبدیل موضوع یا مسئله مورد بررسی به ساختاری سلسله مراتبی مهم‌ترین قسمت فرایند تحلیل سلسله مراتبی است؛ زیرا در این قسمت، با تجزیهٔ مسائل پیچیده، فرایند تحلیل سلسله مراتبی آن‌ها را به شکلی ساده تبدیل می‌کند که با ذهن و

نمودار ۱- نمودار سلسله مراتبی

طبیعت انسان مطابقت داشته باشد.

بر طبق بررسی‌های صورت گرفته در خلال این پروژه، پارامترها و متغیرهایی در فرایند ریسندگی مورد مطالعه و برشماری قرار گرفتند که بر روی خواص نهایی جذب رنگ، عمق نفوذ رنگ و شید رنگی حاصل در البسه‌ی نظامی تأثیرگذارند. بر همین اساس و در راستای ایجاد و تعریف روابط بین پارامترها، متغیرها و گزینه‌ها و در راستای دست‌یابی به هدف از این بررسی، نمودار ۱ ارائه گردید. نمودار مذکور دارای ۳ سطح می‌باشد که در سطح اول آن، عنصر هدف، سطح دوم معیارها و سطح سوم گزینه‌ها قرار گرفته‌اند.

پس از مشخص شدن نحوه‌ی روابط بین عناصر ارائه‌شده، می‌بایست به مقایسه و وزن دهی به هر عنصر پرداخته شود.

به منظور تعیین وزن عناصر که همان معیارها و گزینه‌ها می‌باشند، می‌بایست در درجه‌ی اول، وزن هر معیار نسبت به دو معیار دیگر، سنجیده شود. با توجه به اصل شروط معکوس در فرایند تحلیل سلسله مراتبی(اگر ترجیح عنصر A بر B برابر با n باشد، ترجیح عنصر B بر A برابر با ۱/n خواهد بود) در هر مقایسه‌ی زوجی، دو مقدار a_ij و ۱/a_ij وجود خواهد داشت. از طرف دیگر، عناصر موجود بر روی قطر اصلی این ماتریس، به واسطه‌ی برابری ارزش هر معیار با خود، مساوی با یک می‌باشد [۶]. برای محاسبه‌ی ضریب اهمیت عناصر نسبت به یکدیگر، چهار روش حداقل مربعات، بردارهای ویژه، حداقل مربعات لگاریتمی، روش‌های تقریبی مورد استفاده قرار می‌گیرند [۷].

در بررسی روش تقریبی و با استفاده از میانگین‌های حسابی در دست‌یابی به وزن نسبی، سه مرحله وجود دارد. در مرحله‌ی اول جمع مقادیر هر یک از ستون‌های ماتریس A با یکدیگر است. مرحله‌ی دوم شامل تقسیم مؤلفه‌ها بر مجموع ستون مربوط به خود و یا همان نرمالیزه کردن ماتریس می‌باشد. در مرحله‌ی پایانی نیز از سطرهای موجود میانگین‌گیری به عمل آمده که مشخص کننده‌ی بردار ارجحیت یا بردار وزن می‌باشد.

به منظور بررسی صحت اعداد به دست آمده، می‌بایست مجموع آن‌ها برابر با یک شود که این امر نشان دهنده‌ی نسبی بودن اهمیت معیارها و عناصر مورد بررسی نسبت به سطح بالاتر از خود می‌باشد. در پایان این فرایند، در واقع وزن و یا ضریب اهمیت معیارها نسبت به عنصر هدف به دست خواهد آمد.

گزینه‌های به دست آمده که شامل حلاجی، کاردینگ، چندلاکنی، شانه، فلایر، رینگ و اپن‌اند هستند به صورت دسته‌ای و بر اساس معیارها شامل تناسب سرعت بین اجزای متحرک و ثابت، تناسب فاصله‌ی بین اجزای متحرک و ثابت و سلامت سطوح عبوری دسته‌ی الیاف، مورد مقایسه‌ی زوجی قرار خواهند گرفت. به همانند روش استفاده شده در وزن دهی به معیارها، ماتریس‌های به دست آمده نرمال شده و که در نهایت وزن هر گزینه نسبت به معیار مورد نظر به دست خواهد آمد. در فرایند نهایی محاسبات، تعیین امتیاز و یا اولویت نهایی گزینه‌ها قرار دارد که هدف اصلی این مقایسات می‌باشد.

از آن‌جایی که وزن معیارها، نشان‌دهنده‌ی اهمیت آن گزینه در معیار مربوطه می‌باشد، به سهولت می‌توان بیان نمود که وزن نهایی هر گزینه، از مجموع حاصل‌ضرب وزن هر معیار در وزن گزینه‌ی مربوطه از آن حاصل می‌شود. بر

همین اساس و طبق فرمول (۱)، اولویت گزینه‌ها نسبت به هدف اصلی به دست خواهند آمد.

(۱) وزن گزینه نسبت به معیار n×وزن معیار n +...+ وزن گزینه نسبت به معیار ۱×وزن معیار ۱=وزن نهایی گزینه

یکی از مزایای تصمیم‌گیری به روش تحلیل سلسله مراتبی، امکان بررسی سازگاری در قضاوت انجام‌شده در تعیین ضرایب اهمیت معیارها و گزینه‌هاست [۴,۷]. نتایج به دست آمده از این فرایند زمانی قابل‌قبول خواهد بود که ماتریس اولیه‌ی موجود، سازگار باشد. در غیر این صورت، نیاز به تعیین میزان ناسازگاری و در اصطلاح علمی، نرخ یا شاخص ناسازگاری در این ماتریس است. در واقع ماتریس ناسازگار ماتریسی است که ستون‌های آن یک ترکیب خطی از یکدیگر نبوده و بین آن‌ها همبستگی خطی وجود ندارد [۷]. نرخ ناسازگاری یا ضریب ناسازگاری نشان می‌دهد تا چه اندازه می‌توان به داده‌های گردآوری‌شده از دیدگاه هر کارشناس اعتماد کرد. اساس محاسبات فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی بر اساس قضاوت اولیه‌ی تصمیم‌گیرنده که در قالب ماتریس مقایسه‌ها زوجی ظاهر می‌شود، صورت می‌پذیرد. بنابراین هرگونه خطا و ناسازگاری در مقایسه عناصر، نتیجه نهایی به دست آمده از محاسبات را تحت تأثیر قرار می‌دهد [۵].

شاید بررسی سازگاری مقایسه سه عنصر ساده باشد، اما وقتی‌که تعداد مقایسه‌ها افزایش یابد اطمینان از سازگاری مقایسه‌ها به سادگی میسر نبوده که در این حالت از نرخ سازگاری استفاده می‌شود[۶].

لذا می‌بایست در ابتدا، میزان ناسازگاری اطلاعات به دست آمده را مورد بررسی قرار داد. بدین منظور، در ابتدا بردار وزن را همان‌گونه اشاره شد، به دست خواهد آمد. با ضرب بردار وزن در ماتریس مقایسه‌ی زوجی و تقسیم مؤلفه‌های آن بر مؤلفه‌های بردار وزن، ماتریسی با عنوان بزرگ‌ترین مقدار ویژه به دست خواهد آمد. با میانگین‌گیری مؤلفه‌های این ماتریس، نهایتاً عددی حاصل خواهد شد که به واسطه‌ی آن، می‌توان به مؤلفه‌ی دیگری با عنوان شاخص ناسازگاری دست‌یافت که مقدار عددی آن مشخص‌کننده‌ی قابل اتکا بودن داده‌هاست [۶]. فرمول (۲) نحوه‌ی محاسبه‌ی شاخص ناسازگاری را نشان می‌دهد. از تقسیم نمودن شاخص ناسازگاری بر شاخص تصادفی ، نرخ ناسازگاری به دست خواهد آمد. شاخص تصادفی بودن، با توجه به تعداد معیارها، از جدول ۲، قابل استخراج می‌باشد.

$$\text{شاخص ناسازگاری} = \frac{\lambda_{max}-n}{n-1} \qquad (۲)$$

طبق فرمول (۲) به جای مقدار ویژه‌ی ماکزیمم (λ_{max})، از مؤلفه‌ی L به عنوان میانگین هندسی استفاده می‌شود که از فرمول (۳) قابل استخراج است که در آن A_{Wi} برداری است که از ضریب ماتریس مقایسه‌ی زوجی معیارها در بردار ضرایب ارجحیت معیار (Wi) به دست می‌آید [۶].

$$L=\frac{1}{n}\left(\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{A_{Wi}}{Wi}\right)\right) \qquad (۳)$$

تجربه نشان داده است که اگر نرخ سازگاری کمتر از ۰/۱ باشد سازگاری مقایسه‌ها قابل قبول بوده و در غیر این صورت در روند اعداد حاصل از مقایسه‌ها باید تجدید نظر شود [۵,۶,۷]. تمامی مراحل نام برده شده، فرایندهای تئوری در دست‌یابی به پاسخ نهایی می‌باشد. در راستای کسب داده‌های اولیه‌ی ورودی نیاز به جمع‌آوری صحیح و مناسب اطلاعات است. به منظور جمع‌آوری اطلاعات، همواره روش‌ها و راه‌کارهایی وجود دارد تا به واسطه‌ی آن بتوان در مورد یک مسئله‌ی خاص، داده‌هایی حاصل نمود تا به کمک آن نتایجی استخراج شوند. از آن‌جایی که اطلاعات مورد نیاز برای تحلیل در این پروژه، بر اساس داده‌های کمی هستند، لذا برای جمع‌آوری آن‌ها نیاز است تا از روشی مطمئن و منطقی استفاده شود. یکی از این روش‌ها، روش استفاده از پرسشنامه می‌باشد. پرسشنامه یک ابزار تحقیقاتی با مجموعه‌ای از پرسش‌ها است که با هدف جمع‌آوری و ثبت اطلاعات مورد استفاده قرار می‌گیرد. این عملیات می‌تواند به دو نوع تعریف و تفکیک شود که شامل پرسشنامه‌ی باز و پرسشنامه‌ی بسته می‌باشد [۱۵].

همان‌طور که پیش‌تر بدان اشاره شد، هدف از تهیه‌ی این پرسشنامه، تعیین وزن و اولویت پارامترهای دخیل و تأثیرگذار بر اختلافشید رنگی البسه نظامی است که بررسی‌های انجام‌شده به منظور جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز در این پروژه، مربوط به پروسه‌ی ریسندگی الیاف پنبه می‌باشد. تکنیک طراحی این پرسشنامه به واسطه‌ی ماهیت روش تحلیل سلسله مراتبی بوده که از طریق مقایسات زوجی صورت می‌پذیرد. این پرسشنامه، به دو بخش مقایسه‌ای تقسیم شد که بخشی به منظور مقایسه معیارها با یکدیگر و بخش دیگر، مقایسه‌ی گزینه‌ها بر طبق معیار مورد نظر می‌باشد. عناصر موجود در این پرسشنامه از طریق سنجش بر اساس طیف ۹ درجه‌ی ال ساعتی، وزن دهی می‌گردند.

برای به دست آوردن داده‌های معتبر و صحیح، جامعه‌ی خبرگان از بین اساتید دانشگاه، مدیران و مهندسان شرکت فخر ایران و متخصصین و محققان بخش آزمایشگاهی کارخانجات و مؤسسات مرتبط با زمینه‌ی ریسندگی و خصوصاً آشنا با تولید البسه‌ی نظامی انتخاب شدند. در تعیین حجم نمونه و تناسب آن با جامعه‌ی آماری، از جدول مورگان استفاده شد. یکی از پرکاربردترین و بهترین روش‌های محاسبه حجم نمونه استفاده از جدول مورگان است. این جدول بر اساس یک فرمول خاص تهیه شده که به واسطه آن می‌توان با داشتن حجم جامعه، مقدار نمونه لازم را بدون استفاده از فرمول، تعیین نمود. تمامی اعداد حاصل‌شده در این

جدول۲- شاخص تصادفی بودن

تعداد معیار	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
شاخص تصادفی	۰	۰.۵۸	۰.۹	۱.۱۲	۱.۲۴	۱.۳۲	۱.۴۱	۱.۴۵	۱.۴۹	۱.۵۱	۱.۴۸	۱.۵۶	۱.۵۷	۱.۵۹

جدول با فرمول کوکران همخوانی دارد و در واقع در جدول مورگان یکسری اعداد مهم گردآوری شده است [۱۶]. جامعه آماری به دست آمده در حدود ۴۰ نفر بوده که بر همین اساس تعداد نمونه‌ی موردنیاز ۳۶ نفر می‌باشد. همانطور که مشخص شده است، اوزان‌دهی به هر پارامتر بر اساس میزان اهمیت و تأثیرگذاری آن بر روی خواص جذب رنگ نخ تولیدشده صورت گرفته است. پس از جمع‌آوری اطلاعات و نتایج حاصل از نظرات خبرگان، می‌بایست داده‌ها را با استفاده از تحلیل نرم‌افزاری، مورد بررسی و نهایتاً نتیجه‌گیری قرار داد که در ادامه بدان اشاره خواهد شد. داده‌های به دست آمده از پرسشنامه‌ها، می‌بایست تحت یک تحلیل صحیح قرار داده شوند تا نتایج به دست آمده از آن قابل اتکا و اطمینان باشند. به دلیل تعدد پرسشنامه‌ها و احتمال بروز خطا در محاسبات به صورت دستی، می‌بایست از نرم‌افزارهای مرتبط استفاده نمود. در همین این راستا، همان‌طور که قبلاً اشاره شد، از نرم‌افزار تصمیم‌گیری چندمعیاره استفاده گردید. به منظور ایجاد ساختار سلسله مراتبی در این نرم‌افزار، ابتدا عناصر هدف و سپس معیارهای مربوط به آن تعریف گردید. پس از آن، عناصر مربوط به گزینه‌ها قرار داده شدند.

نتیجه‌گیری

نظم مؤلفه‌ی اول یک ارگان نظامی است. این مؤلفه به بخش‌ها، ساختارها و تعاریف گوناگونی طبقه‌بندی و تقسیم می‌گردد. پوشش، یکی از مؤلفه‌ی استراتژیک و تعیین کننده در تعریف ساختار نظامی و نظم موجود در آن می‌باشد. مؤلفه‌ی پوشش، خود به پارامترهای دیگری تقسیم‌بندی می‌شود که یکی از آن‌ها رنگ البسه‌ی یک نیروی نظامی است. رنگ دارای تعاریفی همچون رده‌ی نظامی، دسته‌ی نظامی و ارگان نظامی می‌باشد که توجه به آن همواره از نکات اساسی در صنایع و ارگان‌های تأمین و تهیه‌کننده‌ی البسه‌ی نیروهای مسلح بوده است. در واقع تولید و تهیه‌ی البسه‌ی نظامی در تیراژهای بالا که همگی دارای ساختاری یکپارچه، چه از نظر طرح ساختمان پارچه و چه از نظر شید رنگی، امری مهم و تا حدی دشوار می‌باشد. در نگاه اول و به صورت غیرتخصصی، این‌گونه استنباط می‌شود که مشکلات و نایکنواختی‌های ایجادشده در دست‌یابی به یک شید رنگی یکسان و نزدیک، تنها فرایندهای شیمیایی مانند رنگرزی، چاپ و تکمیل هستند و لذا توجه تنها به شرایط و عوامل مربوط به این فرایندها معطوف می‌شود. در صورتی که در نگاهی دقیق‌تر و تخصصی این‌گونه نبوده و پارامترهای گوناگونی از ابتدای تولید الیاف تا انتهای فرایند تولید البسه، در خواص جذب و عمق نفوذ رنگ تأثیرگذار هستند.

به منظور دست‌یابی به این مهم و در این مقاله، تمامی عوامل، پارامترها، فرایندها و فاکتورهای موجود در مسیر تولید یک لباس نظامی با شید رنگی ثابت، مورد بررسی، برشماری و تحلیل قرار گرفت. در این بررسی، عوامل تأثیرگذار بر اختلاف شید رنگی البسه‌ی نظامی به دسته‌هایی همچون عوامل مربوط به مواد اولیه و عوامل مربوط به فرایندها، تقسیم‌بندی گردید و تا حد توان، در هر دسته، پارامترها و فاکتورهای موجود مورد شناسایی و برشماری قرار داده شد. فرایند مورد نظر در این پروژه، مربوط به خطوط ریسندگی پنبه‌ای بوده است که محصول نهایی آن نخ پنبه می‌باشد. هرگونه تغییر در شرایط تولید این محصول، خواص فیزیکی و ساختاری نخ را متفاوت خواهد نمود که این تفاوت در نهایت به تفاوت در اختلاف شید رنگی که ناشی از میزان جذب و عمق نفوذ نخ می‌باشد، خواهد شد. با انجام تحقیقات میدانی و کتابخانه‌ای، در نهایت ۳ پارامتر مشترک بین تمامی فرایندهای صورت گرفته در خطوط ریسندگی، استخراج گردید که شامل سرعت، فاصله و سلامت سطوح می‌باشد. این ۳ عامل در بین تمامی فرایندها مشترک بوده و از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار، در حین فرایند ریسندگی، بر روی خواص نخ خروجی می‌باشند. گزینه‌های موجود نیز در واقع بخش‌های مختلف فرایند ریسندگی یعنی حلاجی، کاردینگ، چندلاکنی، شانه، فلایر، رینگ و اپن‌اند می‌باشند.

بر همین اساس از روش تحلیل سلسله مراتبی و نرم‌افزار تصمیم‌گیری چندمعیاره استفاده گردید. در بحث جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز نرم‌افزار نیز، از تکنیک پرسشنامه‌ی خبرگان استفاده شد که در آن‌ها، معیارها نسبت به هدف و گزینه‌ها نسبت به معیار به صورت مقایسات زوجی، با یگدیگر مقایسه شده و پرسشنامه‌های تولیدشده، در جامعه‌ی آماری مشخص و دارای تخصص درزمینه‌ی ریسندگی توزیع و سپس جمع‌آوری گردید. پس از ورود اطلاعات حاصل از نظرات تمامی خبرگان شرکت‌کننده در این مقایسه به نرم‌افزار و ترکیب نهایی نظرات آن‌ها و انجام فرایند تحلیل بر اساس اصول روش سلسله مراتبی، داده‌های خروجی به صورت جداول و نمودارهایی به دست آمد. در جدول ۳، ماتریس نهایی مقایسه‌ی زوجی معیارها نسبت به عنصر هدف نشان داده شده است.

جدول ۳- ماتریس مقایسه‌ی زوجی معیارها نسبت به هدف

معیارها	تناسب سرعت بین اجزای متحرک و ثابت	تناسب فاصله بین اجزای متحرک و ثابت	سلامت سطوح عبوری دسته الیاف
تناسب سرعت بین اجزای متحرک و ثابت	۱	۲.۲۳۱	۲.۴۹۸
تناسب فاصله بین اجزای متحرک و ثابت	۰.۴۴۸	۱	۱.۷۰۸
سلامت سطوح عبوری دسته الیاف	۰.۴۰۰	۰.۵۸۶	۱

در جداول ۴ و ۵ و ۶ نیز ماتریس‌های نهایی بر اساس مقایسات زوجی بین گزینه‌ها نسبت به هر یک از معیارها مشخص گردیده نشان داده شده است.

نمودار ۱ نیز اولویت‌بندی معیارها نسبت به هدف و نمودار ۲ ارجحیت و ترتیب

جدول ٤- ماتریس مقایسه‌ی زوجی گزینه‌ها نسبت به معیار تناسب سرعت بین اجزای متحرک و ثابت

گزینه ها	حلاجی	کاردینگ	چندلاکنی	شانه	فلایر	رینگ	اپن اند
حلاجی	۱	۲.۶۲۲	۱.۴۰۴	۲.۵۴۶	۱.۳۶۰	۱.۳۷۸	۱.۷۱۷
کاردینگ	۰.۳۸۰	۱	۲.۴۵۳	۲.۱۳۹	۲.۲۸۶	۴.۶۵۶	۳.۲۶۲
چندلاکنی	۰.۷۱۲	۰.۴۹۰	۱	۲.۰۵۱	۱.۶۵۰	۲.۴۴۴	۱.۸۴۴
شانه	۰.۳۹۳	۰.۴۶۸	۰.۳۲۸	۱	۲.۲۸۳	۲.۲۸۰	۲.۰۸۱
فلایر	۰.۷۳۵	۰.۳۰۴	۰.۶۰۶	۰.۴۳۸	۱	۲.۲۶۲	۲.۳۷۲
رینگ	۰.۷۲۶	۰.۲۱۵	۰.۴۰۹	۰.۲۰۵	۰.۴۴۲	۱	۱.۲۱۱
اپن اند	۰.۵۸۲	۰.۲۰۷	۰.۵۴۲	۰.۲۲۵	۰.۴۲۲	۰.۷۶۳	۱

وزن گزینه‌ها نسبت به هدف را نشان می‌دهد. در نمودار ۳ و ۴ نیز نهایتاً نمودار

جدول ۵- ماتریس مقایسه‌ی زوجی گزینه‌ها نسبت به معیار تناسب فاصله بین اجزای متحرک و ثابت

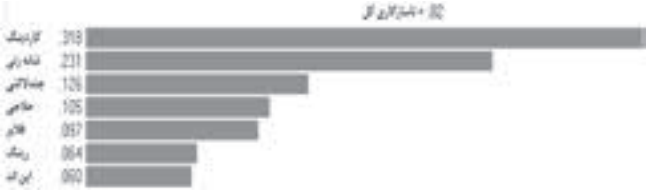
گزینه ها	حلاجی	کاردینگ	چندلاکنی	شانه	فلایر	رینگ	این اند
حلاجی	۱	۲.۳۶۶	۱.۱۹۱	۲.۴۸۲	۱.۲۰۴	۱.۷۹۹	۲.۳۹۲
کاردینگ	۰.۴۲۳	۱	۲.۵۵۸	۱.۹۶۰	۲.۹۱۸	۳.۹۰۶	۴.۳۵۰
چندلاکنی	۰.۸۳۹	۰.۳۹۱	۱	۲.۶۲۱	۱.۴۹۲	۲.۵۸۱	۲.۸۹۱
شانه	۰.۴۰۳	۰.۵۱۰	۰.۳۸۱	۱	۲.۷۴۹	۳.۷۵۲	۳.۵۲۴
فلایر	۰.۸۳۰	۰.۳۴۲	۰.۶۷۰	۰.۳۶۴	۱	۱.۹۹۴	۱.۸۴۲
رینگ	۰.۵۵۶	۰.۲۵۶	۰.۳۸۸	۰.۲۶۷	۰.۵۰۲	۱	۱.۳۷۱
این اند	۰.۴۱۸	۰.۲۳۰	۰.۳۴۶	۰.۲۸۴	۰.۵۴۳	۰.۷۲۹	۱

جدول ٦- ماتریس مقایسه‌ی زوجی گزینه‌ها نسبت به معیار سلامت سطوح عبوری دسته‌ی الیاف

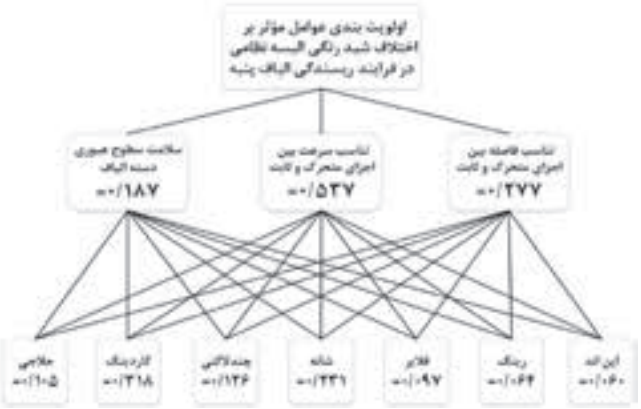
گزینه ها	حلاجی	کاردینگ	چندلاکنی	شانه	فلایر	رینگ	این اند
حلاجی	۱	۲.۶۹۲	۱.۴۸۴	۲.۱۶۷	۱.۴۶۹	۱.۴۲۹	۱.۶۵۳
کاردینگ	۰.۳۷۱	۱	۲.۵۳۵	۲.۰۸۰	۲.۴۴۰	۴.۰۹۰	۳.۸۵۲
چندلاکنی	۰.۶۷۴	۰.۳۸۳	۱	۲.۵۹۷	۲.۱۹۶	۱.۹۸۹	۲.۶۰۰
شانه	۰.۴۶۲	۰.۴۸۱	۰.۳۸۵	۱	۲.۱۴۳	۲.۶۲۸	۲.۹۳۷
فلایر	۰.۶۸۱	۰.۲۹۱	۰.۴۵۵	۰.۳۱۸	۱	۱.۴۰۳	۱.۵۷۱
رینگ	۰.۷۰۰	۰.۲۴۴	۰.۵۰۳	۰.۲۷۶	۰.۷۱۳	۱	۱.۳۸۶
این اند	۰.۶۰۵	۰.۲۶۰	۰.۳۸۵	۰.۳۴۰	۰.۶۳۷	۰.۷۲۱	۱

سلسله مراتبی کل و جزء با در نظرگیری سهم عددی هریک از عناصر نشان داده شده است. همان‌طور که قابل‌مشاهده است، نرخ ناسازگاری نهایی حاصل از این مقایسات معیارها و گزینه‌ها در حدود ۰/۰۲ می‌باشد که قابل تأیید بودن نتایج را نشان می‌دهد. نتایج به دست آمده از جداول و نمودارها به شرح زیر است:

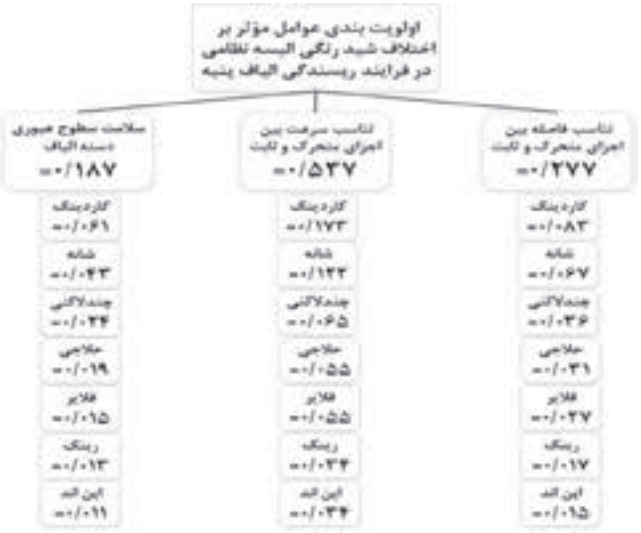
نمودار ۱- اولویت‌بندی معیارها نسبت به عنصر هدف



نمودار۲- اولویت‌بندی گزینه‌ها نسبت به عنصر هدف



نمودار۳- نمودار سلسله مراتبی کل با در نظرگیری سهم عددی هر یک از عناصر



نمودار٤- نمودار سلسله مراتبی جزء با در نظرگیری سهم عددی هر یک از عناصر

همان‌طور که در جدول ۳ و نمودار ۱ قابل‌مشاهده است، نتایج به دست آمده از تحلیل نرم‌افزاری و وزن‌ها و اولویت‌های ناشی از آن، نشان‌دهنده‌ی این امر است که در فرایند ریسندگی، اولویت تأثیرگذاری معیارها بر روی اختلاف شید رنگی و میزان و عمق جذب رنگ، به ترتیب، معیارهای تناسب سرعت بین اجزای متحرک و ثابت، تناسب فاصله‌ی بین اجزای متحرک و ثابت و در نهایت سلامت سطوح عبوری دسته‌ی الیاف می‌باشند.

بر طبق نمودار ۳، پس از وزن‌دهی گزینه‌ها نسبت به معیارهای موجود، در نهایت اولویت‌بندی در میزان اثرگذاری گزینه‌ها به دست آمد که بر اساس آن، گزینه‌های کاردینگ، شانه‌زنی، چندلاکنی، حلاجی، فلایر، رینگ و این‌اند به ترتیب دارای بیشترین وزن می‌باشند. در نهایت این اولویت‌بندی در قالب یک چک‌لیست و به عنوان داده‌ای قابل استناد، ارائه گردیده تا بر طبق آن، شرکت‌های تولیدی و تهیه‌کننده‌ی البسه‌ی نظامی، در فرایند مربوط به ریسندگی، بر اساس حساسیت آن‌ها که میزان اثرپذیری پارامترهای موجود را نشان می‌دهد، پروسه‌ی تولید را تحت نظارت و ارزیابی دائم قرار دهند.

منابع در دفتر مجله موجود است.