اندازه‌گیری عددی کیفیت محصولات نساجی

فاطمه داداشیان[۱] و محمدعلی صنیعی‌منفرد[۲]

دانشکده مهندسی نساجی دانشگاه صنعتی امیرکبیر[۱] dadashia@aut.ac.ir

دانشکده مهندسی دانشگاه الزهرا[۲] mas_monfared@alzahra.ac.ir

چکیده

در این مقاله، کیفیت محصولات نساجی در موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران مو رد ارزیابی قرار گرفته و روش هایی برای اندازه‌گیری عددی آن ارایه می‌گردد. این روش ها در پرتو داده‌های تجربی روی محصول پوشک بچه مورد شبیه‌سازی قرار گرفته و توانایی‌های آن در مقایسه با روش موجود ارزیابی می‌گردد. این روش ها به راحتی روی سایر محصولات نساجی قابل پیاده‌سازی می‌باشد.

کلید واژه‌ها: کنترل کیفی نساجی، تصمیم‌گیری چند معیاره، اندازه‌گیری کیفیت

۱- طرح مسأله

محصولی مانند پوشک بچه وقتی از طرف تولید کننده به مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران داده می‌شود، تا در مورد کیفیت آن اظهار نظر شود، دارای ۲۱ مشخصه یا فاکتور کیفی است [۱] و بنابراین تصمیم‌گیری در مورد کیفیت این محصول عملاً و طبیعتاً مسأله تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM) است. روشن است که تصمیم در مورد اندازه کیفیت محصولی با ۲۱ مشخصه کاری سرراست نیست. روشی که در حال حاضر مورد استفاده مؤسسه استاندارد قرار دارد روشی است که در آن کیفیت محصول فقط می‌تواند یکی از دو وضعیت "مطابق" یا "مغایر" را دریافت نماید. به همین دلیل اسم این روش را، روش صفر و یک می‌گذاریم و از آن به عنوان روشی مرجع در طراحی و ارزیابی روش های متکامل‌تر بهره می گیریم. برای اینکه روش صفر و یک را در عمل بکار گیریم لازم است در مورد مشخصه های ۲۱گانه آن، قضاوت صفر و یکی داشته باشیم، یعنی با توجه به نتایج آزمونها معلوم کنیم که کدام مشخصه مطابق و کدام مشخصه مغایر استاندارد تعریف شده برای آن مشخصه است. با این حساب لازم است هر مشخصه کیفی در یکی از سه وضعیت زیر تعریف شود:

۱) مشخصه دارای حداقل قابل قبول است (Lower Specification Limit)

۲) مشخصه دارای حداکثر قابل قبول است (Upper Specification Limit)

۳) مشخصه دارای حد بالا (USL) و حد پائین است (LSL).

بدین ترتیب وقتی مشخصه‌های کیفی مورد نظر ما آزمایش شدند (مثلاً در مورد پوشک بچه این آزمایشات از نوع فیزیکی، شیمیایی و میکروبیولوژیکی هستند) لازم است نتایج این آزمایشات را به صورت صفر یا یک بیان کنیم که در آن "صفر" به معنای مغایر بودن و "یک" به معنای مطابق بودن نتایج آزمایشات با حدود کنترلی است. برای بیان مشکل اساسی روش صفر و یک، فرض کنید نتایج آزمایشات روی هر یک از مشخصه‌ها بطور متوسط ۹۰ درصد اوقات مطابق و فقط ۱۰ درصد اوقات مغایر است (یعنی $q = 0.9$). آنگاه احتمال اینکه محصولی با n مشخصه کیفی مطابق استاندارد شناخته شود عبارت است از:

$$P = q^n$$

P: احتمال تأیید محصول

n : تعداد مشخصه‌های کیفی

q : احتمال قبولی هر مشخصه

اینک با مطالعه روی محصولاتی که در قسمت مدیریت چرم و نساجی مؤسسه استاندارد مورد بررسی قرار گرفته‌اند معلوم می‌شود که محصول دمپایی پلاستیکی با ۷ مشخصه کیفی کمترین و فرش ماشینی با ۳۱ مشخصه کیفی بیشترین تعداد مشخصه را دارند. در این صورت احتمال پذیرش این دو محصول عبارت خواهند شد از:

$$P_{(n=7)} = (0.9)^7 = 0.47$$

$$P_{(n=31)} = (0.9)^{31} = 0.04$$

بدین ترتیب محصولی مانند دمپایی، ۴۷ درصد شانس برای مطابقت داشتن با استاندارد دارد در حالی که محصولی مانند فرش ماشینی فقط ۴ درصد شانس قبول شدن را خواهد داشت! اگر این محاسبه را برای پوشک بچه با ۲۱

$n =$ انجام دهیم به قبولی ۸ درصد می‌رسیم! با این حساب محصول ما اگر دمپایی باشد ۵۳ درصد اوقات، اگر فرش ماشینی باشد ۹۶ درصد اوقات و اگر پوشک بچه باشد ۸۹ درصد اوقات رد می‌شود. این در حالی است که تولید کننده هیچ تقصیری ندارد بلکه تعداد زیاد مشخصه‌ها کار را برای تولید کننده سخت کرده است. با این حساب، در زمانی که استانداردها تدوین می‌شوند، هر چه تعداد مشخصه‌ها بیشتر شوند، که قاعدتاً نشانه دقت زیادتر است، تولید کننده دچار مشکلات بیشتری می‌گردد. درچنین حالتی اگر به جای ۹۰ درصد احتمال قبولی محصول، ۹۵ درصد را هم فرض بگیریم خیلی در وضعیت نهایی قبولی محصولات تأثیری نخواهد داشت چنانچه در جدول ۱ مشاهده می‌گردد.

جدول ۱- کاهش احتمال قبولی محصول با افزایش تعداد مشخصه‌ها

ردیف	نام محصول	تعداد مشخصه‌ها	احتمال قبولی محصول با فرض	
			q = 0.9	q = 0.95
۱	دمپایی پلاستیکی	۷	۰/۴۷	۰/۷۰
۲	پوشک بچه	۲۱	۰/۱۱	۰/۳۴
۳	فرش ماشینی	۳۱	۰/۰۴	۰/۲۰

بدین ترتیب روش موجود یا روش صفر و یک، از نظر ساختاری و متدولوژیکی دچار اشکال جدی است. چرا که درصد قبولی به تعداد فاکتورها یا مشخصه‌های کیفی بستگی دارد، هر چه تعداد مشخصه‌ها زیادتر می‌شود، نتایج متدلوژی ضعیف‌تر می‌گردد.اشکال دیگر روش موجود این است که فاقد درجه‌بندی کیفی برای محصول است زیرا وقتی یک فاکتور کیفی مغایر باشد محصول مغایر شناخته خواهد شد و اگر دو فاکتور یا بیشتر هم مغایر شناخته شوند، باز هم روی نتیجه کار اثر نمی‌گذارد، زیرا کماکان محصول مغایر شناخته خواهد شد و این مغایر شناخته شدن محصول نمی‌تواند درجه کیفی محصول را اندازه گیری کرده، آن را نشان دهد. این در حالی است که ما انتظار داریم یک متدلوژی مناسب قادر به اندازه‌گیری درجه کیفی محصول باشد، یعنی مثلاً بتوانیم بگوئیم این محصول ۵۰٪ و دیگری ۱۰۰٪ خوب است. اشکال سوم متدلوژی صفر و یک این است که در حال حاضر مشخصه‌های کیفی دارای اهمیت یکسانی هستند، یعنی خود مشخصه‌های کیفی فاقد درجه اهمیت هستند. به بیان دیگر همه مشخصه‌های کیفی در این روش حیاتی یا بحرانی (Critical) در نظر گرفته می‌شوند و این در حالی است که در واقعیت مثلاً در مورد پوشک بچه نمی‌توان مشخصه‌ای مانند وزن پوشک را با مشخصه دیگری مانند درصد خاکستر مواد جاذب یکی گرفت. درصد خاکستر عوارض بهداشتی برای کودک دارد در حالیکه وزن پوشک چنین اهمیتی ندارد. همچنین چگونه می‌توان قدرت جذب آب پوشک را با مشخصات بسته‌بندی پوشک یکسان گرفت و این علیرغم این است که هر دو از مشخصه‌های مورد آزمون در پوشک هستند و در متدلوژی صفر و یک، یکسان در نظر گرفته می‌شوند. با توجه به سه اشکال بالا، تحقیقاتی در فاصله سال های ۱۳۷۸ الی ۱۳۸۰ آغاز گردید که هدف آن توسعه روش جدیدی برای اندازه‌گیری کیفیت با توجه به عوامل تشکیل دهنده، درجه اهمیت و ساختار آنها باشد.

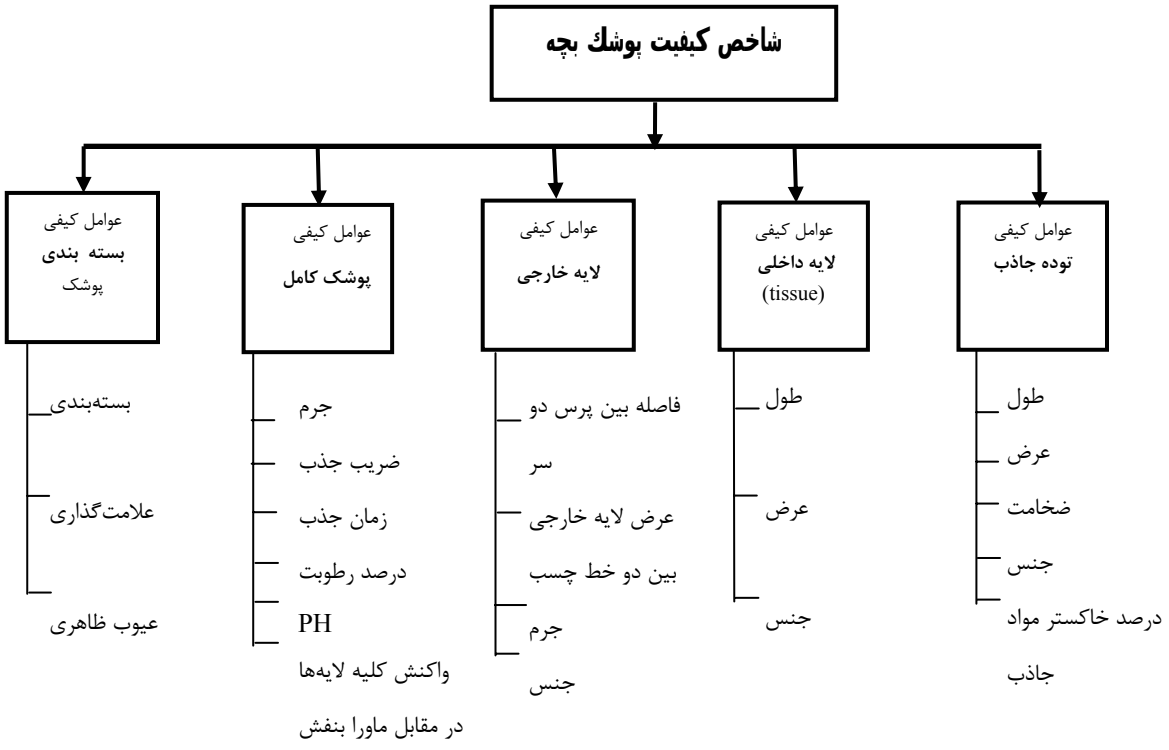
۲- خصوصیات محصول

مطابق جدول شماره ۲، عوامل ۲۱گانه اندازه‌گیری کیفیت پوشک بچه در سه سطح بحرانی، عمده و جزئی طبقه‌بندی شده‌اند (مطابق با استاندارد سال ۱۳۷۸) [۱]. هم چنین نگاه کنید به شکل ۱ برای ارایه ای از طبقه بندی عوامل ۲۱ گانه پوشک مطابق با روش موجود.

جدول ۲- مشخصه‌های کیفی پوشک بچه و طبقه بندی عوامل آن

طبقه‌بندی عوامل	نام مشخصه کیفی	حدود استاندارد	
		برای پوشک کوچک	برای پوشک بزرگ
عمده	۱- جرم پوشک (گرم)	حداقل ۲۰	حداقل ۲۷
عمده	۲- ضریب جذب	حداقل ۱۵	
عمده	۳- زمان جذب (ثانیه)	حداقل ۱۰	

عمده	۴- درصد رطوبت موجود	حداکثر ۵/۵
بحرانی	۵- PH	۵/۸-۷/۵
عمده	۶- عیوب ظاهری پوشک کامل	مطابق استاندارد
جزئی	۷- فاصله بین پرس دو سر در لایه خارجی (سانتی‌متر)	حداکثر ۳۳/۷
جزئی	۸- عرض لایه خارجی بین دو خط چسب (سانتی‌متر)	حداکثر ۲۴/۵
جزئی	۹- جرم متر مربع (گرم) لایه خارجی	حداکثر ۲۵
بحرانی	۱۰- جنس لایه خارجی	مطابق با استاندارد ۳۴۰۰
جزئی	۱۱- طول پوشش داخلی (Tissue)	حداقل ۹۵٪ طول توده جاذب
جزئی	۱۲- عرض پوشش داخلی	(پوشش کل سطح جانبی توده جاذب)
عمده	۱۳- جنس پوشش داخلی	(دستمال کاغذی)
عمده	۱۴- طول (سانتی‌متر) توده جاذب	حداقل ۲۷ حداقل ۳۲
عمده	۱۵- عرض (سانتی‌متر) توده جاذب	حداقل ۹/۵ حداقل ۱۱
عمده	۱۶- ضخامت (سانتی‌متر) توده جاذب	حداقل ۱/۴
عمده	۱۷- جنس (پالپ طبیعی) توده جاذب	
عمده	۱۸- درصد خاکستر مواد جاذب	(دستمال و پالپ حداکثر ۱/۵)
بحرانی	۱۹- واکنش کلیه لایه‌ها در برابر نور ماوراء بنفش (UV)	(مطابق / مغایر)
عمده	۲۰- بسته‌بندی	(مطابق / مغایر)
عمده	۲۱- علامت‌گذاری	(مطابق / مغایر)



شکل ۱- طبقه بندی عوامل کیفی پوشک

اینک با ملاحظه اطلاعات موجود در جدول ۲ و شکل ۱ می‌توان روش های جدیدی را برای اندازه‌گیری عددی کیفیت محصول طراحی کرد.

۳- بررسی ساختار سلسله مراتبی مشخصه‌های کیفی پوشک بچه

چندین روش را برای بررسی ساختار سلسله مراتبی کیفیت پوشک در این قسمت مورد مطالعه قرار می‌دهیم. اولین روش، روشی براساس ترتیب آزمایشات است، چنانچه در شکل ۱ دیده می‌شود. در این روش در مرحله اول عواملی مانند عیوب ظاهری یا علامت‌گذاری‌های لازم روی بسته‌بندی (مانند تاریخ، نام سازنده، اندازه پوشک و غیره) و سالم بودن بسته‌بندی (از نظر پرفراژها) مورد بررسی قرار می‌گیرد. سپس بسته پوشک باز می‌شود و روی یک عدد پوشک آزمایشاتی انجام می‌شود و به همین ترتیب تا به توده جاذب می‌رسیم. البته لزومی ندارد، همه آزمایشات روی یک پوشک خاص انجام شود و از پوشک‌های مختلف موجود در بسته استفاده می‌شود. با این حال مبنای طبقه‌بندی به صورت بالاست و باید ما قادر باشیم، امتیاز یا اهمیت هر طبقه را تعیین کنیم تا امکان محاسبه شاخص کیفیت بوجود آید. یعنی بنویسیم:

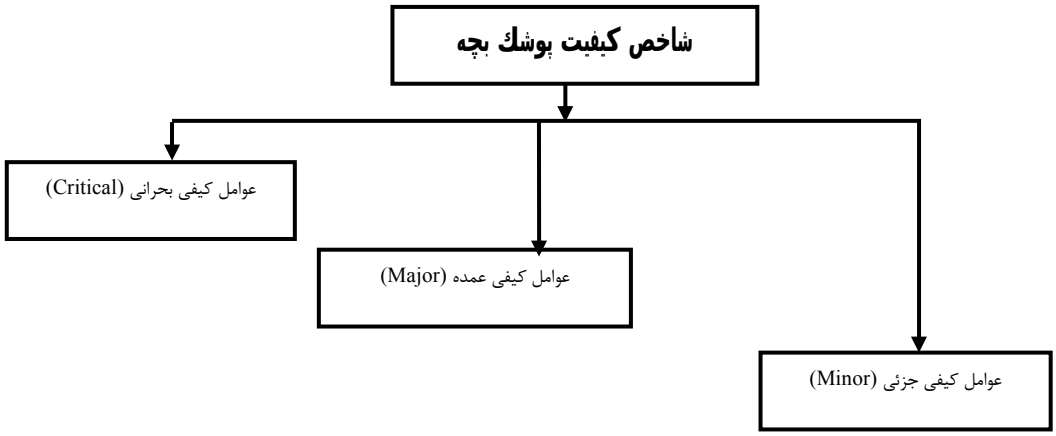
$$E(\text{پوشک بچه}) = E(f_1) + E(f_2) + E(f_3) + E(f_4) + E(f_5)$$

$$E(f_1) = E(f_{11}) + E(f_{12}) + E(f_{13})$$

$$E(f_2) = E(f_{21}) + E(f_{22}) + E(f_{23}) + E(f_{24}) + E(f_{25}) + E(f_{26}) \quad \text{و ...}$$

$$E(f_5) = E(f_{51}) + E(f_{52}) + E(f_{53}) + E(f_{54}) + E(f_{55})$$

که در آن $E(f_i)$ اثر کیفی عامل iام را نشان می دهد.و $E(f_{ij})$ اثر کیفی مولفه jام در عامل کیفی iام را نشان می دهد. بعنوان مثال ما باید بدانیم چقدر از تأثیر کیفیت کل به عوامل بسته پوشک (f_1) اختصاص دارد و چقدر به عوامل پوشک کامل (f_2) بستگی دارد، سپس در قدم بعد باید بتوانیم تأثیر بسته‌بندی(f_{11}) و علامت‌گذاری(f_{12}) و عیوب ظاهری (f_{11}) را اندازه بگیریم. با توجه به اینکه طبقه‌بندی بالا براساس محتوای کیفی پوشک نیست جداً پاسخ دادن به این سؤالات غیرممکن است. با این حساب شاید مناسب‌تر باشد تقسیم‌بندی فیزیکی مربوط به پوشک را کنار بگذاریم و نوعی طبقه‌بندی محتوایی را بکار گیریم و این روش دوم را می‌سازد. در روش دوم که براساس تقسیم مشخصه‌ها به بحرانی، عمده و جزئی انجام گرفته است به شکل ۲ می‌رسیم.

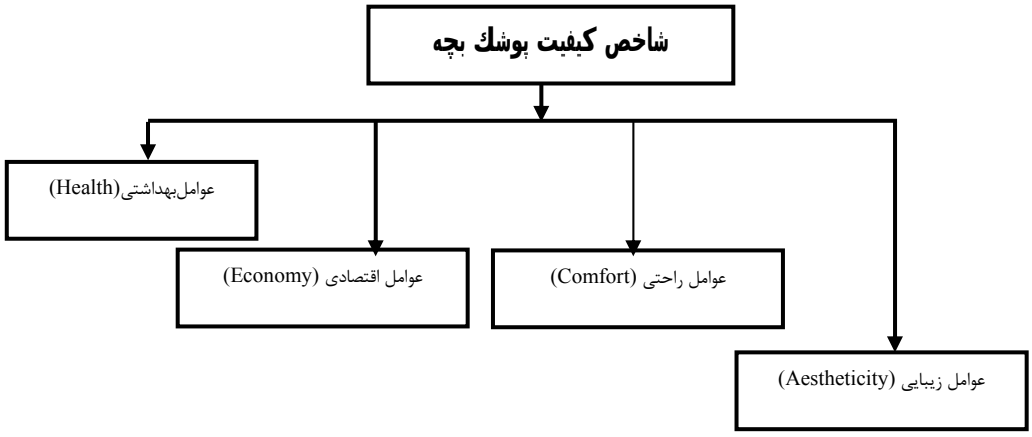


شکل ۲- طبقه‌بندی بحرانی، عمده و جزئی در سه سطح

در این روش فارغ از اینکه چه مشخصه‌ای چه زمانی و با چه ترتیبی آزمایش می‌شود ما همه عوامل کیفی را در سه سطح بحرانی، ۳۰ درصد را به عوامل عمده و ۱۰ درصد باقی‌مانده را به عوامل جزئی اختصاص دهیم. مشکل طبقه‌بندی بالا در تعریف عوامل است. در واقع ما می خواهیم بدانیم چرا یک عامل بحرانی می‌شود و عامل دیگر عمده یا جزئی می‌شود. چگونه؟ باچه‌تعریف‌روشنی؟

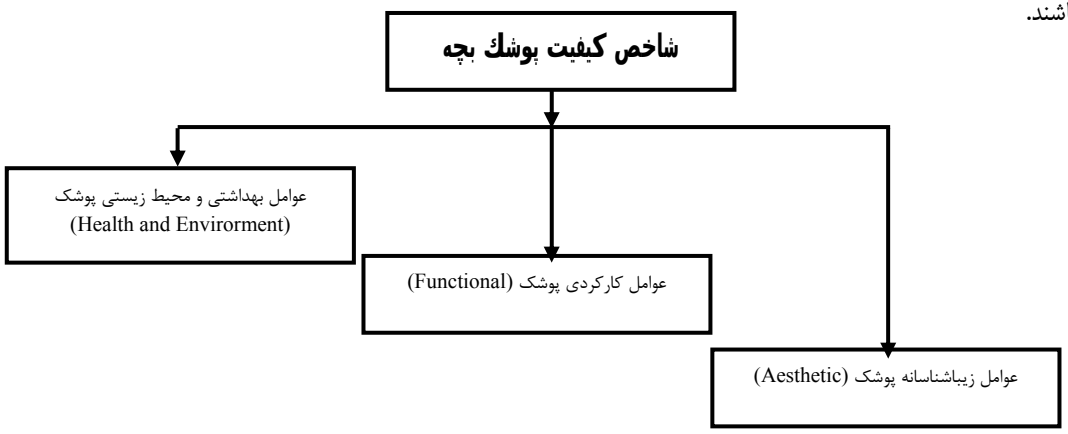
مطابق با یک نظر پوشک بچه دارای سه عامل بحرانی است که عبارتند از: «مقاومت در مقابل UV» و «جنس پوشش خارجی». از طرف دیگر مطابق با نظر دومی «درصد رطوبت» و «جنس پوشش داخلی» و ردصد خاستر هم بحرانی هستند. به همین ترتیب مطابق با نظر اول «بسته‌بندی» عامل عمده است در حالیکه مطابق با نظر دوم «بسته‌بندی» عامل جزئی است. با این حساب با چه تعریفی یک فاکتور بحرانی یا غیربحرانی است؟ به همین ترتیب چگونه یک فاکتور را عمده

(Major) و فاکتور دیگری را جزئی (Minor) در نظر بگیریم. برای این کار باید به تعریف و مرزبندی روشنی رسید. بنابراین بدون تعریف روشن از بحرانی،عمده و جزیی این طبقه‌بندی (شکل ۲) خیلی با طبقه‌بندی قبلی (شکل ۱)تفاوتی‌ندارد.یعنی مشکل ما را نمی‌تواند حل کند. هنوز این طبقه‌بندی محتوایی نیست. بدین ترتیب ما وارد روش سوم‌می‌شویم. در روش سوم که براساس ماهیت یا محتوای کاری پوشک قرار دارد چنانچه در شکل ۳ دیده می‌شود، مشخصه‌هایی کیفی مطابق با تأثیری که در کیفیت ایجاد می‌کنند طبقه‌بندی شده‌اند.



شکل ۳- طبقه‌بندی محتوایی فاکتورهای کیفی در سه سطح

واقعیت این است که عوامل بهداشتی در درجه اول اهمیت قرار دارد چرا که با سلامت و بهداشت کودک و مادر سر و کار دارد. سپس در مرحله دوم راحت بودن و اقتصادی بودن پوشک مورد توجه قرار می‌گیرد و در مرحله سوم عوامل زیباشناسانه مانند طرح روی بسته‌بندی یا نقاشی‌های روی پوشک (در مورد پوشک کامل) می‌تواند جذاب کننده پوشک باشد اما عوامل زیباشناسانه پس از اینکه پوشک بهداشتی است و اقتصادی است و راحتی می‌آورد مطرح است،چنانچه در شکل ۳ مشاهده می‌گردد. این طبقه‌بندی بهتر از طبقه‌بندی‌های قبلی است زیرا به محتوا و کارکرد پوشک توجه می‌کند و مثلاً راحتی و اقتصادی بودن را بصورت صریح مورد اعتنا قرار می‌دهد. حالا کاری که باید انجام شود اختصاص دادن عوامل موجود به گروه‌بندی بالاست. در این ارتباط می‌توان ظرفیت یا «ضریب جذب آب» و «سرعت جذب آب» را از جمله عوامل اقتصادی در نظر گرفت اگر چه قیمت یا هزینه تهیه پوشک هم به عنوان عامل دیگری می‌تواند در کنار عوامل فوق مطرح باشد. این سه عامل با هم اقتصادی بودن یا نبودن پوشک را تعریف می‌نمایند. عوامل راحتی در واقع مشخصات فیزیکی و ابعادی را در بر می‌گیرد و شامل عوامل مانند وزن، حجم و غیره می‌گردد. عوامل زیباشناسانه شامل عیوب ظاهری و احتمالاً طرح و نقاشی روی وشک کامل را در بر می‌گیرد. حالا اگر عوامل راحتی و اقتصادی با هم یکجا بگیریم و عوامل بهداشتی را شامل عوامل محیط زیستی هم قرار دهیم نگاه می‌توانیم در طبقه‌بندی محتوایی به ساختار مناسب‌تری برسیم. چنانچه در شکل ۴ مشاهده می‌گردد. در حال حاضر محیط زیست اهمیت فوق العاده ای دارد. باید اطمینان حاصل کرد که محصولاتی مانند پوشک به طبیعت زیان وارد نمی کنند. در محیط زیست دو عامل اساسی وجود دارد. یکی اینگه مواد مصرفی قابل بازیافت(Recycleability) باشند و اگر نیستند این مواد در چرخه طبیعت قابل متلاشی شدن(Degradability) باشند.



شکل ٤- طبقه بندی محتوایی و سه سطحی عوامل کیفی

پوشک

پس از عوامل بهداشتی و محیط زیستی که بالاترین سطح اهمیت دارند عوامل عملکردی یا کارکردی در سطح دوم مطرح می گردند چنانچه در شکل ۴ دیده می شود. عوامل کارکردی در واقع علت خرید پوشک از طرف خریدارند. وقتی پوشک کارکرد خوبی دارد آنگاه عوامل سطح سوم مطرح می گردند. برای پیاده سازی این روش لازم است عوامل کیفی مورد تعریف مجدد قرار گیرند که خارج از موضوع این مقاله است[۳-۲]. ما در بخش بعد روش هایی را مورد استفاده قرار می دهیم که در چارچوب شرایط موجود امکان محاسبه دارد.

٤- روش‌های اندازه‌گیری و ارزیابی کیفیت

طبیعی‌ترین و اولین روشی که برای اندازه‌گیری عددی کیفیت یک محصول به نظر می رسد روش کارنامه‌ای است. در این روش هر یک از عوامل توصیف کننده کیفیت، نمره‌ای را دریافت می‌دارند و معدل این نمرات، نمره نهایی محصول را تعیین می‌کند. مثلاً ما اگر فرض کنیم ۱۰۰ بهترین نمره کیفی یک محصول است آنگاه یک محصول ممکن است نمره ۷۵ بیاورد و محصول دیگر نمره ۸۵ در این صورت محصول دوم از محصول اول کیفی‌تر است و این کیفیت را می‌توان با تفاوت نمره ۷۵ از ۸۵ که ۱۰ نمره است مشخص کرد.

٤-۱- روش های محاسبه کیفیت

در این قسمت ما روش‌های مختلفی که به نظر می‌رسد اندازه کیفیت محصول به کمک این روش‌ها قابل اندازه‌گیری عددی باشد را مورد توجه قرار می‌دهیم و سپس به بررسی نقاط قوت و ضعف آن‌ها می‌پردازیم.

روش اول- روش صفر و یک (یا روش مرجع)

این روش جدید نیست بلکه روش مرسوم در مؤسسه استاندارد است. ما این روش را برای قابل مقایسه کردن نتایج می‌آوریم. در این روش امتیاز هر فاکتور کیفی صفر یا یک است. یک است اگر در محدوده کنترل کیفی تعیین شده قرار گیرد و صفر است اگر خارج باشد. در این صورت اندازه کیفیت محصول یک است وقتی همه فاکتورهای آن تک تک یک بگیرند. با فرض اینکه X_i نمره کیفی فاکتور i ام و Q اندازه کیفیت محصول باشد، در این صورت می‌توانیم بنویسیم:

$$Q = \text{minimum}(X1,X2,\ldots.Xn)$$
$$X1,X2,\ldots Xn \varepsilon\{1,0\}$$
$$Q \varepsilon\{1,0\}$$

روش دوم

در اولین روش جدید برای اندازه گیری کیفیت کماکان فرض می کنیم هر فاکتور کیفی دو حالت صفر و یک را می گیرد، یعنی $Xi \varepsilon\{1,0\}$. اما به هر فاکتور وزنی تعلق می گیرد، Wi، که نشان دهنده اهمیت آن فاکتور است. در این صورت اندازه کیفی محصول از وضعیت صفر یا یک، یا $Q \varepsilon\{1,0\}$ ، خارج می شود و به وضعیت صفر تا یک، یا $Q \varepsilon[1,0]$ می رسد. درست مشابه کارنامه یک دانشجو که معدل او از جمع آثار ناشی از نمرات درس های او بدست می آید. اثر هر درس در معدل ناشی از حاصل ضرب نمره درس و تعداد واحد درس است. در اینجا معدل یک محصول همان اندازه کیفی محصول یا Q است; نمره درس، اندازه کیفی فاکتور یا Xi است و تعداد واحد همان اهمیت فاکتور کیفی یا Wi است. در این صورت می‌توانیم بنویسیم: $Q=\sum WiXi/\sum W$

$$X1,X2,\ldots Xn \varepsilon\{1,0\}$$
$$Q \varepsilon[1,0]$$

با توجه به طبقه بندی مؤسسه استاندارد در مورد بحرانی، عمده و جزئی بودن مشخصه‌های کیفی و ارزیابی های انجام شده توسط کارشناسان انجمن صنایع سلولزی و بهداشتی ایران داریم W(بحرانی)=۷,۵ ، W(عمده)=۴ و W(جزیی)=۳ که اهمیت فاکتور های بحرانی، عمده و جزیی را مشخص می نماید و بنابراین اندازه کیفی یک محصول قابل

محاسبه است[1]. با توجه به اطلاعات جدول ۲ معلوم می گردد که در تعیین اندازه کیفی یک پوشک ۲۲ درصد بحرانی‌ها، ۶۰ درصد عمده‌ها و ۱۸ درصد فاکتورهای جزئی اثر دارند.

روش سوم

در این روش به خاطر سادگی فرض می کنیم درجه اهمیت فاکتورها را بتوان با ۳، ۲ و ۱ واحد برای سه گروه فاکتورهای بحرانی، عمده و جزئی اندازه‌گیری کرد. آیا تغییر اوزان می‌تواند تأثیر بسزایی روی رد و قبول و نیز اندازه کیفیت محصول داشته باشد؟ این سؤالی است که با انجام آزمایشات شبیه‌سازی بررسی خواهد شد.

$$Q=\sum WiXi/\sum Wi$$
$$X1,X2,\ldots Xn\ \varepsilon\{1,0\}$$
$$W(\text{بحرانی})=۳\ ,W(\text{عمده})=۲\ ,\ W(\text{جزیی})=۱$$
$$Q\ \varepsilon[1,0]$$

روش چهارم

در این روش محصول رد می‌شود اگر بحرانی‌ها رعایت نشده باشند و قبول می‌شود اگر بحرانی‌ها قبول شده باشند. اما به علاوه، شاخص کلی کیفیت کماکان محاسبه می‌شود بدون اینکه تاثیری در تصمیم‌گیری در رد وقبول داشته باشد. در این روش، ممکن است محصولی با اندازه کیفیت $Q= 0.8$ قبول شود و ممکن است محصولی با همان اندازه کیفیت رد شود.

روش پنجم

در این روش که تعدیل یافته روش چهارم است محصول قبول می‌شود اگر: اولا: بحرانی‌ها قبول شوند و ثانیا: شاخص کیفیت از حدی بالاتر باشد. بدین ترتیب، برای اینکه محصولی در این روش پذیرفته شود کافی نیست تنها مشخصه‌های بحرانی آن درست باشند بلکه در مجموع باید اندازه کیفیت از حد از پیش تعیین شده ای بالاتر باشد. این حد را می توان با بررسی نتایج شبیه سازی شده روی نمونه های موجود و نظرات کارشناسان تعیین نمود. مثلا اگر حد قبولی ۰,۷۵ باشد، آنگاه محصولاتی قبول می شوند که اولا بحرانی های خوبی داشته باشند و ثانیا شاخص کیفیت بالاتر از۰,۷۵ داشته باشد.

روش ششم

در روش پنجم ما حدی را روی اندازه کیفی محصول قرار دادیم. می توان این حد بسته به اینکه مشخصه های بحرانی، عمده یا جزیی هستند متفاوت انتخاب گردند و بدین ترتیب به روش متفاوتی برای اندازه گیری کیفیت برسیم. مثلا حد برای بحرانی‌ها ۹۰ درصد، برای عمده ها ۷۵ درصد و برای جزئی‌ها ۵۰ درصد در نظر گرفته شود. انتخاب حدود مناسب به استفاده از نظرکارشناسان و انجام ارزیابی‌های آماری روی سوابق محصولات بستگی دارد.

٤-۲ پیاده سازی روش های مختلف و ارزیابی نتایج آن

در این جا با توجه به داده‌های آماری موجود از روی ۹۶ نمونه محصولاتی که در سال ۱۳۷۸ به مؤسسه استاندارد تحویل شده است روشهای فوق‌الذکر را یکی یکی پیاده‌سازی می‌کنیم. بخشی از نتایج این بررسی‌ها در جدول ۳ مشاهده می‌نمایید [۲]. معنای این محاسبات این است که اگر این محصولات به کمک روشهای کارنامه‌ای ارزیابی شوند، اندازه‌های کیفی مطابق با جدول ۳ بدست می‌آورند مثلاً در روش مرجع (Test 1) بیشتر محصولات مغایر استاندارد شناخته شده اند، چنانچه با مقدار صفر نشان داده شده‌اند. در این محصولات حداقل یکی از استانداردها رعایت نشده است. در روش دوم (Test 2) با توجه به اوزانی که از آزمایشات می‌گیرند، اندازه کیفیت محصول به صورت عددی بین صفر و یک بدست می‌آید. تفاوت بین روش دوم و سوم در تفاوت اوزان می‌باشد. در روش چهارم (Test 4) محصول قبول می‌شود اگر آزمایشات بحرانی تأیید شوند. چنانچه در جدول ۳ مشاهده می‌گردد تنها معدودی از محصولات هستند که فاکتورهای بحرانی را رعایت نکرده و به این دلیل مغایر استاندارد شناخته شده‌اند. روش پنجم (Test 5) سخت‌گیرانه‌تر از روش چهارم است و به همین دلیل تعداد محصولاتی که مغایر شناخته شده‌اند بیشتر شده است. روش ششم کاملاً مشابه روش پنجم درآمده است، اگر چه در تعریف روش اندازه‌گیری تفاوت دارد. خلاصه نتایج این آزمایشات روی ۹۶ نمونه را در جدول ۴ مشاهده می‌نمایید.

[1] $Q=4X1+4X2+4X3+4X4+7.5X5+4X6+3X7+3X8+\ldots+4X21/(4+4+4+4+7.5+4+3+3+..+4)$

جدول ۳- شبیه‌سازی روش های جدید (نمونه محاسبات)

Product Code	Factory Name	Date	Test 1	Test 2	Test 3	Test 4	Test 5	Test 6
	ارمغان شیراز	۷۸/۲/۲۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۱۰۰۰	ارمغان شیراز	۷۸/۵/۱۱	۰	۰/۹۶	۰/۹۶	۱	۱	۱
۱۰۰۰	ارمغان شیراز	۷۸/۵/۲۷	۰	۰/۸۸	۰/۸۹	۱	۱	۱
۱۰۰۰	ارمغان شیراز	۷۸/۷/۱۱	۰	۰/۹۶	۰/۹۶	۱	۱	۱
۱۰۰۰	ارمغان شیراز	۷۸/۸/۹	۰	۰/۸۸	۰/۸۸	۰	۰	۰
۱۰۰۰	ارمغان شیراز	۷۸/۸/۲۴	۰	۰/۹۶	۰/۹۶	۱	۱	۱
۱۰۰۰	ارمغان شیراز	۷۸/۹/۱۴	۰	۰/۸۴	۰/۸۱	۰	۰	۰
۱۰۰۰	ارمغان شیراز	۷۸/۹/۲۸	۰	۰/۸۵	۰/۸۶	۰	۰	۰
۱۰۰۱	لارژ	۷۸/۶/۲۹	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۲۲۲۰	پاییزان	۷۸/۱۰/۶	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۲۷۸۰	ارغوان نو	۷۸/۳/۱۶	۰	۰/۹۲	۰/۹۳	۱	۱	۱
۲۸۵۰	آذربمان	۷۸/۷/۲۸	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۲۸۵۰	آذربمان	۷۸/۸/۳۰	۰	۰/۹۶	۰/۹۶	۱	۱	۱
۲۸۵۰	آذربمان	۷۸/۱۰/۱۲	۰	۰/۹۳	۰/۹۳	۱	۱	۱
۲۸۷۰	ارغوان نو	۷۸/۲/۲۵	۰	۰/۹۳	۰/۹۳	۱	۱	۱
۲۸۷۰	ارغوان نو	۷۸/۸/۱۸	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۲۸۷۰	ارغوان نو	۷۸/۱۰/۲۸	۰	۰/۷۴	۰/۷۷	۰	۰	۰
۲۹۰۰	ایران پوشک	۷۸/۵/۲۴	۰	۰/۹۶	۰/۹۶	۱	۱	۱
۲۹۱۰	مبارک	۷۸/۹/۲۰	۰	۰/۷۱	۰/۷۴	۰	۰	۰
۲۹۵۰	پاکان	۷۸/۱/۲۱	۰	۰/۷۴	۰/۷۶	۰	۰	۰
۲۹۵۰	پاکان	۷۸/۳/۳۱	۰	۰/۷۱	۰/۷۳	۰	۰	۰
۲۹۵۰	پاکان	۷۸/۲/۱۹	۰	۰/۷۱	۰/۷۳	۰	۰	۰
۲۹۵۰	پاکان	۷۸/۲/۲۵	۰	۰/۷۰	۰/۷۲	۰	۰	۰
۲۹۵۰	پاکان	۷۸/۳/۱۹	۰	۰/۸۲	۰/۸۳	۱	۱	۱
۳۰۰۰	پرتو شبنم لارستان	۷۸/۳/۱۶	۰	۰/۸۷	۰/۷۸	۰	۰	۰
۳۰۰۰	پرتو شبنم لارستان	۷۸/۴/۱	۰	۰/۸۸	۰/۸۸	۰	۰	۰
۳۰۰۰	پرتو شبنم لارستان	۷۸/۴/۱۶	۰	۰/۹۲	۰/۹۲	۰	۰	۰
۳۰۰۰	پرتو شبنم لارستان	۷۸/۵/۱۹	۰	۰/۸۹	۰/۸۹	۱	۱	۱
۳۰۰۰	پرتو شبنم لارستان	۷۸/۷/۱	۰	۰/۷۰	۰/۷۳	۰	۰	۰
۳۰۰۰	پرتو شبنم لارستان	۷۸/۷/۱۷	۰	۰/۷۰	۰/۷۳	۰	۰	۰
۳۰۰۰	پرتو شبنم لارستان	۷۸/۷/۲۱	۰	۰/۷۷	۰/۷۸	۰	۰	۰
۳۰۰۰	پرتو شبنم لارستان	۷۸/۸/۳	۰	۰/۷۰	۰/۷۳	۰	۰	۰

جدول ٤- خلاصه نتایج شبیه‌سازی

روش	آمار تعداد محصولات		توضیحات
	رد شده	قبول شده	
اول	۷۰	۲۶	حتی اگر یکی از فاکتورها نتواند حدود استاندارد را رعایت کند محصول مردود خواهد شد.

دوم و سوم	۶۰	۳۶	حداقل امتیاز قابل قبول ۹۴/ ۰ است
چهارم	۵۹	۳۷	حداقل امتیاز قابل قبول ۰/۹۴ است
پنجم	۳۶	۶۰	فاکتورهای PH, UV و جنس پوشش خارجی بحرانی هستند
ششم	۴۳	۵۳	اوزان مطابق با انجمن صنایع سلولزی

چنانچه در جدول شماره ۴ مشاهده می‌گردد اگر ما روش صفر و یک مرجع را مبنای کار قرار دهیم، از ۹۶ نمونه محصولی که مورد بررسی قرار گرفته تنها ۲۶ محصول حائز استاندارد و ۷۰ نمونه فاقد استاندارد لازم خواهند شد. در روش دوم که به فاکتورها درجه اهمیت ۷/۵، ۴ و ۳ اختصاص داده شده است (بسته به اینکه فاکتور بحرانی، عمده و یا جزئی باشد) تعداد نمونه محصولات پذیرفتنی به ۳۶ عدد ارتقاء می‌یابد و تنها ۶۰ نمونه مردود شناخته می‌شود چرا که در این روش نمره کیفی بالاتراز ۰/۹۴ قبول می‌شود. روش سوم تفاوتی با روش دوم ندارد اگر چه روش ساده‌تری است زیرا بجای ضرائب ۷/۵ و ۴ و ۳ از ضرایب ۳ و ۲و ۱ استفاده شده است.

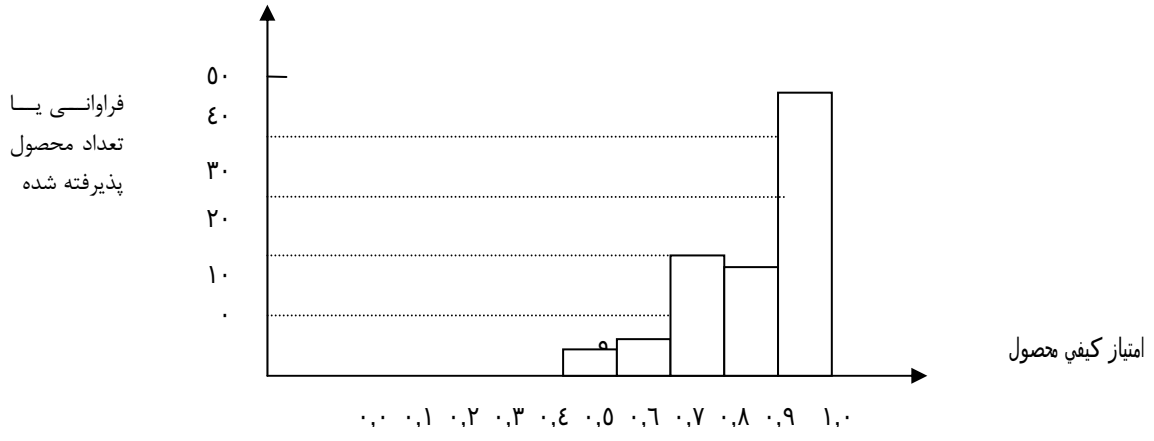
نتایج روش چهارم روی محصولات نمونه نشان می‌دهد که اگر ما فقط کنترل های استاندارد را روی فاکتورهای بحرانی اعمال کنیم یعنی فقط بخاطر فاکتورهای بحرانی محصول را رد کنیم، در این صورت از ۹۶ نمونه ارائه شده با مؤسسه استاندارد در سال ۱۳۷۸ تعداد ۶۰ نمونه قابل قبول شناخته می‌شوند و تنها ۳۶ نمونه محصول در یکی از فاکتورهای بحرانی مشکل داشته و بنابراین رد شده‌اند.

همچنین مثلاً در روش پنجم اگر فاکتورهای بحرانی ارضا شوند و نمره کیفی هم بالای ۰/۷۵ باشد نمونه را می‌پذیریم در این صورت تعداد نمونه‌های قبولی به ۵۳ عدد افزایش و مردودی‌ها به ۴۳ عدد کاهش می‌یابند. در روش ششم وقتی جمع نمرات بحرانی، عمده و جزئی از کران‌های تعریف شده بیشتر شوند محصول قابل قبول شناخته خواهد شد. این معیار باعث می‌شود از ۹۶ محصول در نمونه، ۵۲ مورد پذیرفته شوند . حالا برای اینکه بتوانیم تحلیل حساسیت بهتری روی نتایج داشته باشیم نتایج اجرای روش دوم را به صورت تفصیلی‌تر مورد بررسی قرار می‌دهیم. در اینجا می‌خواهیم نمرات کیفی ۹۶ محصول بررسی شده مطابق با روش آزمون دوم را طبقه‌بندی کنیم، چنانچه در جدول ۵ مشاهده می شود.

جدول ۵- بررسی نتایج تفصیلی روش آزمون دوم

گستره امتیاز کیفی محصول	تعداد یا فراوانی محصول در گستره	درصد	درصد تجمعی
۱	۲۶	۲۶,۸	۲۶,۸
۰,۹۹-۰,۹	۲۱	۲۲,۷	۴۹,۵
۰,۸۹-۰,۸	۱۸	۱۸,۵	۶۸,۰
۰,۷۹-۰,۷	۲۰	۲۰,۷	۸۸,۷
۰,۶۹-۰,۶	۶	۶,۱	۹۴,۸
۰,۵۹-۰,۵	۵	۵,۲	۱۰۰,۰
مجموع نمونه ها	۹۶	۱۰۰,۰	

در این روش همه محصولات و نمونه های عرضه شده به موسسه استاندارد نمره کیفی بالاتر از ۰,۵ را دریافت می نماید و هیچ محصولی گمتر از ۰,۵ نخواهد گرفت. مطابق ستون تجمعی جدول ۵ معلوم می گردد که ۹۴,۸ درصد نمونه ها نمره کیفی ۰,۶ به بالا در یافت می نمایند و نیز ۴۹,۵ در صد محصولات نمره ۰,۹ به بالا دریافت می نمایند. این نوع نتایج، از روش انداره گیری ما ناشی می شود. توزیع نتایج را در شکل ۵ نشان داده ایم.



شکل ۵- توزیع فراوانی نتایج روش دوم

۵- نتیجه‌گیری

هنگامی که می‌خواهیم کیفیت یک محصول را برآورد کنیم ناچاریم به عناصر تشکیل دهنده اصلی محصول توجه کنیم. سپس برای هر کدام از عناصر اصلی، اجزای فرعی مربوطه را شناسایی کنیم. بدین ترتیب یک ساختار سلسله مراتبی تشکیل می‌گردد تا به کمک آن ارزیابی کیفیت امکان‌پذیر گردد. در تعیین این ساختار سلسله مراتبی، حجم زیادی از کارشناسی فنی مورد نیاز است تا سطح‌بندی‌های مناسب تشخیص داده شوند. اگر قرار باشد عوامل را اصلی و فرعی نکنیم و سطح هر کدام را متناسب اختیار ننماییم، امکان ارزیابی کیفیت بوجود نمی آید. این روش البته منحصر به موضوع کیفیت محصول نیست بلکه اصولا فرموله کردن پدیده‌های پیچیده نیازمند سطح‌بندی سلسله مراتبی است که در ادبیات موضوعی تحت عنوان تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM) شناخته می شود[۴-۶].

بکارگیری تکنیک های پیشرفتهMCDM امکان توسعه روش های قدرتمندتری را نیز بوجود می آورد[۲]. نتایج حاصل از این مطالعه کاملاً قابلیت انطباق روی دیگر محصولات نساجی را دارد که بخاطر پرهیز از طولانی شدن مقاله از آوردن مثال‌های دیگر خودداری می کنیم[۳].

قدردانی

از حمایت موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران در انجام این تحقیق صمیمانه سپاسگزاری می کنیم.

منابع و مراجع

[۱] فصل ششم گزارشی که توسط مؤسسه استاندارد تهیه شده است و فهرست کلیه کالاهایی که در مدیریت چرم و نساجی آزمایش می‌شود و طبقه‌بندی بحرانی، عمده و جزئی بودن آنها را نشان می‌دهد. (صفحه ۱۵۴-۱۸۴).

[۲] محمدعلی صنیعی منفرد، فاطمه داداشیان، توسعه روش جدید برای اندازه‌گیری و تعیین کیفیت محصولات با استفاده از فازی تاگوچی سلسله مراتبی، پذیرفته شده برای چاپ در مجله علمی- پژوهشی امیرکبیر،۱۳۸۲ .

[۳] محمدعلی صنیعی منفرد، فاطمه داداشیان، گزارش طرح پژوهشی بازنگری روش شناسانه در نحوه رد و قبول و محصولات با توجه به آزمونهای کنترل کیفی و ارائه روش جدید برای اندازه‌گیری و تعیین کیفیت محصولات، مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مدیریت طرح‌های مطالعاتی و تحقیقاتی، ۱۳۷۹.

[۴] دکتر محمدجواد اصغرپور، تصمیم‌گیری چندمعیاره، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۸.

[۵] دکتر حسن قدسی‌پور، تحلیل سلسله مراتبی با AHP،انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، چاپ دوم، ۱۳۷۹.

[۶] محمدعلی صنیعی منفرد، مباحثی در تحقیق در عملیات پیشرفته با نگرش کاربردی، انتشارات دانشگاه الزهرا، چاپ اول، ۱۳۸۰.

Numerical Quality Assessment of Textile Products

F. Dadashian[1] & M. A. Saniee Monfared[2]
Textile Dept. of Amirkabir University of Technology, dadashia@aut.ac.ir
Engineering Dept. of Azzahra University, mas_monfared@alzahra.ac.ir

Abstract

In this paper we illustrate that the current method to accept and reject products using all or none method could not represent the complex nature of product

quality. Here, as the number of test factors is increased the chance of a product being accepted is reduced significantly, that is a serious pitfall for the current approach. We develop new methods for assessing textile product quality in which complex quality concept can well be represented.
We use real test data for nappies, provided by the standard organization of Iran, to illustrate the working nature of our methods.

Keywords; Textile quality assessment, Multiple criteria decision making, Numerical methods.