

مدل بررسی تأثیر عوامل زیست محیطی، در بسته‌بندی مهمات با استفاده از مدل سازی معادلات ساختاری (مطالعه موردی مهمات کالیبر کوچک)

مجتبی امیدیان^{۱*}، شهرام علی‌یاری^۲، مسعود موحدی^۳

تاریخ دریافت مقاله: اردیبهشت ماه ۱۳۹۵

تاریخ پذیرش مقاله: تیرماه ۱۳۹۵

چکیده

بسته‌بندی در حوزه نظامی و بخصوص در مورد مهمات پرمصرف کالیبر کوچک از اهمیت بسزایی برخوردار است چرا که اهداف و انتظارات زیادی از آن مانند کاهش هزینه‌ها، استفاده بهینه و کمک به صنعت انتظار می‌رود. مؤلفه‌های زیادی در طراحی و تولید بسته‌بندی این اقسام دخیل هستند. به اذعان خبرگان موضوع یکی از این مؤلفه‌ها، "تأثیر عوامل زیست محیطی" بر بسته‌بندی مهمات است. بر همین اساس، در این مقاله سعی بر آن شد که با توزیع پرسش‌نامه بین خبرگان، موضوع شاخص‌های دخیل در این مؤلفه احصا و تأیید گردد. شاخص‌های "قابلیت برگشت به چرخه صنعت"، "بازیابی و بازیافت" و "بازگشت به چرخه محیط زیست" شاخص‌هایی هستند که در این مقاله، پرسش‌نامه روایی و پایایی آن‌ها تأیید و بر اساس آن‌ها مدل پیشنهادی مطرح گردید. پس از آن با طراحی پرسش‌نامه‌های دیگری که حاوی سؤالاتی برای اندازه‌گیری شاخص‌ها و استفاده از آن در مدل‌سازی معادلات ساختاری بودند، روایی و پایایی آن سؤالات تأیید گردید و داده‌های به دست آمده برای تحلیل وارد نرم افزارهای Spss 23 و SmartPLS 2 شد. در نهایت شاخص "بازگشت به چرخه محیط زیست" بالاترین و شاخص "بازیابی و بازیافت" نیز کمترین اولویت را به خود اختصاص دادند. همچنین ارتباط بین دو شاخص "بازیابی و بازیافت" و قابلیت برگشت به چرخه صنعت" تأیید نشد ولی فرضیه ارتباط شاخص "بازگشت به چرخه محیط زیست" روی شاخص "بازیابی و بازیافت" با احتمال ۰/۹۹ تأیید گردید. بر همین مبنا باید اولویت طراحی، تولید یک بسته‌بندی مناسب، بازگشت به چرخه محیط زیست با قابلیت بازیافت آن، قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی

مهمات پرمصرف نظامی، مهمات کالیبر کوچک، بسته‌بندی، اکولوژی (عوامل زیست محیطی)، مدل‌سازی معادلات ساختاری

۱- کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشکده و پژوهشکده فنی مهندسی دانشگاه جامع امام حسین(ع)، تهران، ایران.

(*) نویسنده مسئول: Mojtaba.Omidian@Gmail.com

۲- استادیار، عضو هیئت علمی دانشگاه جامع امام حسین(ع)، گروه مهندسی صنایع (aliyari358@yahoo.com).

۳- دانشیار، عضو هیئت علمی دانشگاه جامع امام حسین(ع)، گروه مهندسی صنایع (mmovahedi1@gmail.com).

بسته‌بندی^۱ جزء لازم و ضروری یک محصول است که وظیفه شناساندن و نگهداری محصول را از تولید تا مصرف بر عهده دارد. علم طراحی بسته‌بندی^۲ علم، هنر و فناوری محافظت از محصول برای نگهداری، انبارش، انتقال و توزیع، ذخیره، فروش و استفاده از آن است به گونه‌ای که از سویی کمترین آزار در حین تولید تا مصرف به محتوای محصول و از سوی دیگر به محیط‌زیست وارد گردد [۱۱].

در کالاهای نظامی نیز مقوله بسته‌بندی نظامی یک ضرورت و حلقه‌ای اساسی بین صنعت و کاربر نظامی می‌باشد. با این وجود میزان تأکید بر کاربردهای آن در طی چند سال اخیر در سطح نظامیان به چشم می‌خورد [۱۲].

به طور کلی، مجموعه عواملی را که باید در طراحی و ساخت بسته‌بندی رعایت شوند تا با توجه به آن موضوعاتی چون «ضخامت، جنس و ابعاد بسته‌بندی اولیه، میانی، تکمیلی و همچنین نشانه‌گذاری و علامت‌گذاری آن» در هر یک از طبقات نه گانه انتخاب شود، مؤلفه و شاخص‌های بسته‌بندی مهمات می‌گویند. در تعیین و رعایت این الزامات، باید به شاخص‌ها و مؤلفه‌های متعددی از جنبه‌های مختلف، توجه شود، که یکی از مؤلفه‌های آن "عوامل زیست‌محیطی" می‌باشد [۳].

این مؤلفه دارای شاخص‌هایی است که ارائه و تحلیل مدلی جهت تعیین اولویت و اهمیت تأثیرگذاری آن‌ها روی یکدیگر و همچنین روی مؤلفه اصلی (عوامل زیست‌محیطی)، می‌تواند در تصمیم‌گیری برای طراحی و تولید بسته‌بندی مناسب، در این حیطة، کمک شایانی نماید. لذا در این مقاله پس از نهایی‌سازی مؤلفه و شاخص‌های آن با کمک دو پرسش‌نامه، توسط دو پرسش‌نامه دیگر سؤالات مربوط به مدل در اختیار خبرگان امر قرار گرفته و در نهایت مدل پیشنهادی تحلیل و نتایج ارائه شده است.

- بسته‌بندی: هرگونه ظرف، بسته، محافظ یا قالبی که محصول (یا کالا) در آن برای تولید، حمل و نقل، نگهداری، فروش، توزیع، مصرف و انتقال اطلاعات در آن قرار می‌گیرد [۴].

- اکولوژی^۳: مجموعه شناخت‌هایی است که انسان درباره اثرات محیط بر روی موجود زنده و اثرات موجود زنده بر روی محیط و اثرات متقابل زنده با هم دارند [۵].

مسائل مربوط به اکولوژی و زیست‌محیطی، حوزه‌ای بسیار مهم در بسته‌بندی را به خود اختصاص می‌دهند چرا که تأثیرات منفی بسته‌بندی بر محیط‌زیست باید به سادگی کاهش یابد و از پیچیدگی و مصرف زیاد انرژی در تولید آن پرهیز شود. همچنین ملاحظاتی مانند: مصرف حداقل انرژی، بازیافت و استفاده مجدد، دفع، استفاده صحیح از نمادها و عدم تخریب زیست‌محیطی را باید در نظر گرفت [۶].

از وظایف اصلی بسته‌بندی، حفظ شرایط مناسب بسته برای رسیدن به دست مصرف‌کننده، عدم آسیب به محیط زیست و کاهش هزینه‌های تولید است که با رعایت عواملی مانند بازیافت بسته‌بندی، حفظ محیط زیست، استفاده از مواد تجزیه‌پذیر در تولید، قابل استفاده مجدد بودن بسته‌بندی در صنعت و قابل دست‌یابی هستند [۷]. بنابراین تحلیل ارتباط شاخص‌های مرتبط به عوامل زیست‌محیطی در تبیین و بهبود وظایف اصلی بسته‌بندی نقش بسزایی خواهد داشت.

- مدل^۴: مدل نمادی از واقعیت است که مهم‌ترین ویژگی‌های دنیای واقعی را به صورتی ساده و کلی بیان می‌کند. مدل‌ها ابزارهایی عملی هستند که می‌توان به کمک آن‌ها به درکی از واقعیت البته نه کل آن بلکه بخش مفید و قابل فهم آن دست‌یافت. مدل‌ها می‌توانند درک چگونگی رفتار یک سیستم را میسر سازند و از این لحاظ حائز اهمیت می‌باشند [۸].

3- Ecology

4- Model

1- Packaging

2- Packaging Design Science

- مهمات پرمصرف نظامی: مهماتی که در بین سایر مهمات نظامی، بیشترین مصرف را داشته و از جایگاه ویژه‌ای در سیستم آماد و پشتیبانی برخوردار می‌باشند [۹].

- مهمات کالیبر کوچک: در طبقه‌بندی مهمات^۱، طبقه اول را مهمات جنگ‌افزار سبک^۲ نام‌گذاری کرده‌اند که کالیبر آن‌ها کمتر از ۱۵ میلی‌متر و یا به نقلی کمتر از ۳۰ میلی‌متر می‌باشد. به این ترتیب هر نوع مهمات با این مشخصه در طبقه مهمات کالیبر کوچک قرار می‌گیرد [۱۰].

- مدل‌سازی معادلات ساختاری^۳: ابزار و روشی قدرتمند از خانواده رگرسیون^۴ چند متغیری، در دست محققین است که بررسی ارتباطات میان چندین متغیر در یک مدل را فراهم می‌سازد [۱۰].

۳- شاخص‌های مؤلفه

در طی بررسی ادبیات تحقیق و مصاحبه با خبرگان، برای مؤلفه "عوامل زیست محیطی" شاخص‌های "بازگشت به چرخه محیط زیست، قابل برگشت به چرخه صنعت و بازیابی / بازیافت" احصا گردید.

۴- جامعه شناختی، نمونه و روش جمع‌آوری داده

این پژوهش از نظر هدف، کاربردی و از نظر روش، توصیفی، تحلیلی و موردی است. برای تحلیل ازن نرم‌افزارهای Spss 23 و اکسل^۵ برای روایی و پایایی پرسش‌نامه‌ها و مدل استفاده شده و همچنین برای تحلیل مدل، اولویت‌بندی و تعیین میزان ارتباط شاخص‌ها، نرم افزار SmartPLS2 به کار گرفته شده است. قلمرو این تحقیق، حوزه بسته‌بندی مهمات، در یکی از مراکز نظامی زیرمجموعه سپاه، انجام پذیرفته است. متخصصین امر نیز شامل مدیران

۱- طبقه‌بندی مشهور هشت‌گانه شامل: گروه مهمات جنگ‌افزار سبک، گروه مهمات توپخانه، گروه راکت‌ها، گروه موشک‌های هدایت‌شونده، گروه بمب‌ها و اژدرهای دریایی، گروه مین‌ها و بسته‌های تخریب، گروه نارنجک‌ها، گروه آتش‌افروها.

- 2- Small Arm Ammunition
- 3- Structural Equation Modeling (SEM)
- 4- Regression
- 5- Excel

ارشد و میانی، کارشناسان و برخی عوامل توزیع مهمات که آشنایی با بسته‌بندی مهمات پرمصرف نظامی را دارند، می‌باشند. جامعه آماری در این تحقیق، مجموعاً شامل ۶۰ نفر بوده که با توجه به جدول مورگان^۶ پرسش‌نامه‌های پایایی بین ۴۵ نفر (به عنوان نمونه به صورت تصادفی) توزیع گردید که در نهایت ۴۰ پرسش‌نامه سالم و قابل استناد، استفاده گردید.

در این تحقیق، جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز ادبیات تحقیق از مطالعات کتابخانه‌ای (مطالعه کتاب، پایان‌نامه و مقالات فارسی و غیرفارسی) و مطالعات میدانی (مصاحبه‌های حضوری با کارشناسان و خبرگان موضوع) استفاده شده و همچنین جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز برای سنجش و تجزیه و تحلیل مدل، از اطلاعات پرسشنامه‌های توزیع شده بین متخصصین جامعه آماری به دست آمده که در نهایت مدل پیشنهادی با استفاده از مدل‌سازی معادلات ساختاری، تجزیه و تحلیل گردیده است.

۵- روایی و پایایی شاخص‌های مؤلفه

۵-۱- روایی

روایی^۷ به معنی صحیح و درست بودن است و اینکه یک ابزار اندازه‌گیری تا چه حد چیزی را اندازه می‌گیرد که برای سنجش آن ساخته شده است. بدون آگاهی از روایی یا اعتبار ابزار اندازه‌گیری، نمی‌توان به دقت داده‌های حاصل از آن اطمینان داشت [۱].

جهت سنجش روایی شاخص‌های مؤلفه، پرسش‌نامه شماره ۱ که هر کدام از شاخص‌ها را با گزینه‌های "مؤثر است" و "مؤثر نیست" می‌سنجید، بین ۱۱ نفر از متخصصینی که آشنایی زیادی با موضوع بسته‌بندی مهمات پرمصرف نظامی کالیبر کوچک داشتند (به لحاظ علمی و عملی)، توزیع و جمع‌آوری گردید که بر اساس فرمول و

6- Morgan Sampling Table

7- Validity

۷- روش‌شناسی تحقیق

مدل‌سازی معادلات ساختاری^۲ (SEM) یک تحلیل چند متغیری بسیار کلی و نیرومند از خانواده رگرسیون چند متغیری و به بیان دقیق‌تر بسط مدل خطی کلی^۳ است که به پژوهشگر امکان می‌دهد مجموعه‌ای از معادلات رگرسیون را به گونه هم‌زمان مورد آزمون قرار دهد. مدل‌یابی معادله ساختاری یک رویکرد آماری جامع برای آزمون فرضیه‌های درباره روابط بین متغیرهای مشاهده شده و مکنون است، که گاه تحلیل ساختاری، مدل‌یابی علی نامیده شده است. نرم افزارهای SEM به‌عنوان یکی از پیشرفت‌های روش‌شناختی نویدبخش می‌تواند مدل‌های سستی را مورد آزمون قرار دهد و در عین حال، امکان بررسی روابط و مدل‌های پیچیده‌تری مانند تحلیل عامل (تأییدی و اکتشافی)^۴ را نیز فراهم آورد و کاربرد داده‌های همبستگی، آزمایشی و غیرآزمایشی را برای تعیین میزان موجه بودن مدهای نظری در یک جامعه بخصوص امکان‌پذیر سازد [۲].

همانطور که در بخش "روش جمع‌آوری داده" توضیح داده شد ابزار جمع‌آوری داده‌ها در این بخش از تحقیق، پرسش‌نامه بوده است و بر اساس ۴۰ پرسش‌نامه تکمیل شده از جامعه آماری، محاسبات انجام شده است. همان گونه که پیش از این بدان اشاره شد، مجموعه متغیرهایی که در مدل‌سازی معادلات ساختاری وجود دارند بر دو نوع (۱) متغیرهای مشاهده پذیر (یا آشکار)^۵ و (۲) متغیرهای مکنون (پنهان)^۶ تقسیم می‌شوند. متغیرهای مکنون بیانگر برخی مفاهیم انتزاعی بوده که مستقیماً قابل مشاهده نیستند و از طریق سایر متغیرهای مشاهده‌پذیر تعریف می‌شوند. متغیرهای مکنون به نوبه خود به دو نوع متغیرهای درون‌زا و متغیرهای برون‌زا تقسیم می‌شوند. متغیر در سیستم معادلات ساختاری می‌تواند هم به عنوان

ضریب ۰/۵۹ از جدول لاوشه روایی شاخص‌ها مطابق (جدول ۱) تأیید گردید.

جدول ۱- بررسی روایی شاخص‌ها

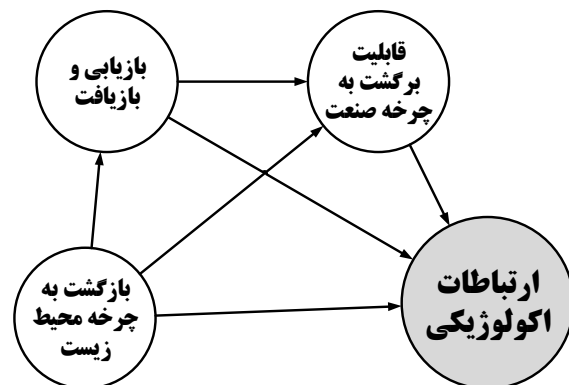
ارتباطات زیست محیطی	تعداد بله	تعداد خیر	ضریب لاوشه	نتیجه مقایسه با ۰/۵۹
بازگشت سریع به چرخه محیط زیست	۱۰	۱	۰/۸۲	تایید شد
قابلیت بازیابی/ بازیافت	۱۱	۰	۱/۰۰	تایید شد
قابل برگشت به چرخه صنعت	۱۰	۱	۰/۸۲	تایید شد

۵-۲- پایایی

پایایی^۱ میزان ثباتی است که یک ابزار اندازه‌گیری، در سنجش آنچه اندازه می‌گیرد، از خود نشان می‌دهد [۱]. در این مقاله با بهره‌گیری از ضریب آلفای کرونباخ، پایایی یا میزان ثبات اطلاعات با استفاده از نرم افزار Spss 23 و مقدار ۰/۷۹۲ حاصل گردید که خوب تلقی می‌شود.

۶- مدل پیشنهادی

مدل پیشنهادی این مقاله در (شکل ۱) آورده شده است. هدف این مقاله، بررسی و تحلیل روابط بین شاخص‌ها و همچنین تعیین میزان اولویت و اهمیت اثرگذاری شاخص‌ها روی مؤلفه عوامل زیست محیطی می‌باشد.



شکل ۱- مدل پیشنهادی مقاله

2- Structural Equation Model (SEM)

3- General Linear Model

4- Confirmatory

5- Observed Variables

6- Latent Variables

متغیر درون‌زا و هم‌متغیر برون‌زا، در نظر گرفته شود. متغیر درون‌زا متغیری است که از جانب سایر متغیرهای موجود در مدل تأثیر می‌پذیرد. در مقابل، متغیر برون‌زا، متغیری است که هیچ‌گونه تأثیر از سایر متغیرهای موجود در مدل دریافت نمی‌کند بلکه خود تأثیر می‌گذارد [۲]. با توجه به توضیحات ارائه شده و مدل پیشنهادی که در (شکل ۱) ارائه شده است، متغیر "بازگشت به چرخه محیط زیست" برون‌زا و سایر متغیرها درون‌زا می‌باشند.

۱-۷- روایی و پایایی سؤالات مدل

برای تحلیل مدل و اندازه‌گیری متغیرها، سؤالاتی با کمک خبرگان موضوع، طراحی گردید. مطابق آنچه پیش‌تر در قسمت پنجم مقاله اشاره شد، این سؤالات توسط پرسش‌نامه‌ای جهت سنجش روایی بین ۱۱ نفر توزیع و جمع‌آوری گردید که در نهایت روایی تمامی سؤالات تأیید شد.

پس از تأیید روایی سؤالات و مدل پیشنهادی در این مرحله با طراحی پرسش‌نامه چهارم و توزیع و گردآوری آن در بین ۴۰ نفر از خبرگان موضوع، با طیف لیکرت (پنج گزینه‌ای خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد)، پایایی سؤالات نیز با آلفای کرونباخ در نرم افزار Spss 23 مورد بررسی قرار گرفت که با کسب آلفای ۰/۹۰۲ از پایایی بسیار خوبی برخوردار می‌باشد.

۲-۷- انتخاب نرم افزار تحلیل مدل

همانطور که اشاره شد مدل‌سازی معادلات ساختاری روش تحلیل چند متغیری نیرومند از خانواده رگرسیون چند متغیری است که به پژوهشگر، این امکان را می‌دهد تا مجموعه‌ای از معادلات رگرسیونی را بر مبنای ماتریس کواریانس^۱ یا واریانس^۲ مورد آزمون قرار دهد.

در این مقاله با توجه به تعداد کم نمونه تصادفی، محدودیت وجود سؤالات مناسب اندازه‌گیری شاخص‌ها و

پیچیده بودن مدل اصلی تحقیق، از نرم‌افزار قدرتمند تحلیلی SmartPLS 2 که بر مبنای ماتریس واریانس است، استفاده گردید.

۳-۷- برازش مدل

۱-۳-۷- پیش پردازش داده‌ها

جهت ورود داده‌های پرسش‌نامه (۴) به نرم‌افزار SmartPLS 2 نیاز به پالایش و پیش‌پردازش داده‌ها می‌باشد که با استفاده از نرم‌افزارهای Spss 23 و Excel 2013 این مرحله انجام شده است.

الف: آلفای کرونباخ

مقادیر آلفا در قسمت‌های قبل بررسی و تأیید گردید.

ب: شناسایی داده‌های مفقود و مدیریت آن‌ها

داده‌های مفقود به این معنی است که برخی از سؤالات پرسش‌نامه توسط فرد پرسش‌گر خالی مانده و داده‌ای برای آن وجود ندارد. برای رفع این مشکل نرم‌افزار Spss 23 با الگوریتم^۳ موجود در آن از سایر داده‌های پرسش‌نامه استفاده نموده و داده مناسبی را قرار می‌دهد. در طیف لیکرت^۴ بهترین داده، میانه است. در این مقاله خوشبختانه پرسش‌نامه کامل و فاقد داده‌های مفقود بود.

ج: حذف کیس‌های بی‌تفاوت

کیس‌های بی‌تفاوت به این معنی است که باید پرسش‌نامه‌هایی که به صورت تصادفی و یا بدون اطلاع پرسش‌شده‌اند، کنار گذاشته شوند. برای تحقیق این موضوع با استفاده از نرم‌افزار اکسل انحراف معیار داده‌ها را محاسبه کرده و پرسش‌نامه‌های با انحراف معیار کمتر از ۰/۳ را حذف می‌کنیم [۱۳]. حتی مشاهده می‌شود که هیچ‌کدام از انحراف معیارها از ۰/۵ نیز کمتر نیستند که به این معنی است که پرسش‌نامه‌ها از اعتبار خوبی برخوردارند.

نتایج در (جدول ۲) آمده است که با توجه به آن هیچ‌کدام از پرسش‌نامه‌ها حذف نگردیدند.

3- Algorithm

4- Likert

1- Covariance

2- Variance

د: شناسایی داده‌های پرت و مدیریت آن‌ها

منظور از داده‌های پرت، داده‌هایی هستند که اعدادی جز اعداد ۱ الی ۵ که متعلق به طیف لیکرت هستند، را دارا می‌باشند. با استفاده از نرم‌افزار Spss 23 (شکل ۲) حاصل می‌شود که نشان می‌دهد داده پرتی وجود ندارد.

جدول ۲- انحراف معیار داده‌های پرسش‌نامه (۴) برای حذف کیس‌های بی تفاوت

پرسش نام	انحراف معیار	پرسش نام	انحراف معیار	پرسش نام	انحراف معیار	پرسش نام	انحراف معیار
۱	۰.۶۱	۲۱	۰.۷۴	۳۱	۰.۵۷	۴۱	۰.۶۲
۲	۰.۸۵	۲۲	۰.۵۴	۳۲	۰.۶۲	۴۲	۰.۷۴
۳	۱.۰۴	۲۳	۰.۷۱	۳۳	۰.۷۴	۴۳	۰.۹۱
۴	۰.۵۸	۲۴	۰.۷۶	۳۴	۰.۹۱	۴۴	۰.۹۲
۵	۰.۷۶	۲۵	۰.۷۳	۳۵	۰.۹۲	۴۵	۰.۹۷
۶	۰.۹	۲۶	۰.۸۹	۳۶	۰.۹۱	۴۶	۰.۸۷
۷	۰.۷۱	۲۷	۱.۰۱	۳۷	۰.۹۷	۴۷	۰.۸
۸	۱.۲۵	۲۸	۰.۸۹	۳۸	۰.۸۷	۴۸	۰.۷۴
۹	۱.۰۲	۲۹	۰.۹۶	۳۹	۰.۸	۴۹	۰.۷۴
۱۰	۰.۹	۳۰	۰.۸	۴۰	۰.۷۴		

ه: بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها

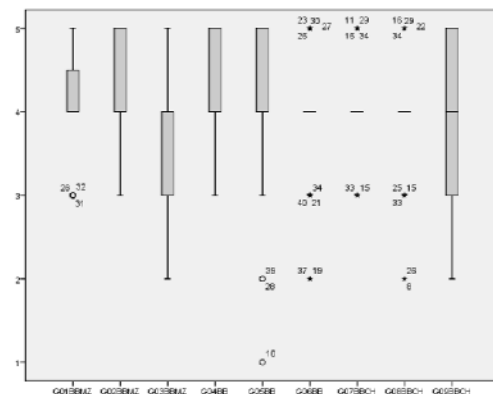
در مقاله حاضر از نرم افزار 2 SmartPLS استفاده گردیده است. این نرم افزار بدون نرمال بودن داده‌ها نیز نتایج تحلیل را به درستی ارائه خواهد داد، لذا به جهت اطمینان بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها نیز با استفاده از نرم افزار 23 Spss انجام و نرمال بودن آن‌ها تأیید شد. به این صورت که چولگی و کشیدگی متغیرها محاسبه و مطابق قوانین آماری برای نرمال بودن داده‌ها، مقادیر چولگی متغیرها باید در بازه [۳ و -۳] و مقادیر کشیدگی آن‌ها نیز در بازه [۷ و -۷] باشد که نتایج در (جدول ۳) آمده است.

جدول ۳- مقادیر چولگی و کشیدگی متغیرها

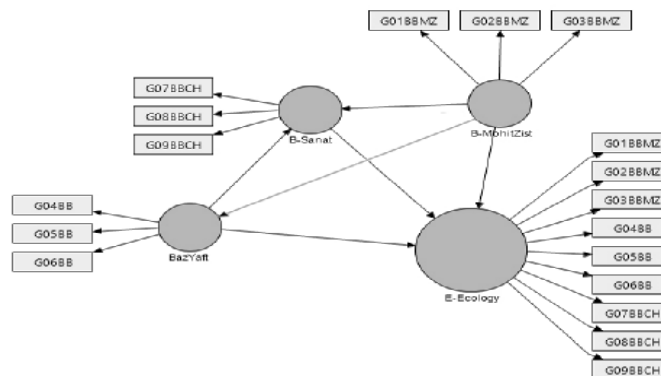
متغیرها	چولگی	کشیدگی
G01BBMZ	-۰.۰۰۶	-۰.۰۷۰۸
G02BBMZ	-۰.۰۱۷۷	-۰.۰۴۵۵
G03BBMZ	-۰.۰۵۷۱	-۰.۰۲۰۷
G04BB	-۰.۰۳۸	-۰.۰۶۳۶
G05BB	-۱.۱۹۴	۱.۰۸۷
G06BB	-۰.۰۷۱	۰.۰۴۱
G07BBCH	۰.۰۱۷	۳.۰۳۱
G08BBCH	-۰.۰۹۵۱	۲.۰۱۴
G09BBCH	-۰.۰۰۶	-۰.۰۷۰۸

۲-۳-۷- مدل اندازه‌گیری

پس از وارد کردن مدل اندازه‌گیری در نرم‌افزار و اجرای آن، آزمون‌های مربوط به برازش برای مدل اندازه‌گیری انجام و مدل برای ورود به مدل‌سازی ساختاری آماده می‌شود (شکل ۳).



شکل ۲- مدیریت داده‌های پرت در نرم افزار Spss



شکل ۳- مدل اندازه‌گیری در نرم افزار 2 Smart PLS

الف) آزمون همگن بودن سؤالات

سؤالات یک شاخص (متغیر) باید همگن باشند بدین معنی که کلیه بارهای عاملی (AVE) باید از ۰/۵ بزرگ‌تر باشند در غیر این صورت، سؤالات با بار عاملی کمتر از ۰/۵ حذف می‌گردند [۱۴]. نتایج در (جدول ۴) آمده است و مشاهده می‌شود سه مورد از سؤالات در مرحله اول این آزمون حذف و سایر سؤالات در مرحله دوم آزمون تأیید می‌شوند.

جدول ۴- بارهای عاملی در مدل اندازه‌گیری

سؤالات	بار عاملی AVE	بار عاملی جدید
G01BBMZ	۰/۸۱۵	۰/۸۵۵
G02BBMZ	۰/۸۹۳	۰/۸۹۹
G03BBMZ	۰/۳۸۴	-
G04BB	۰/۰۹۸	۱/۰۰۰
G05BB	۰/۳۸۶	-
G06BB	۰/۱۹۸	-
G07BBCH	۰/۸۹۶	۰/۸۹۶
G08BBCH	۰/۸۲۲	۰/۸۲۳
G09BBCH	۰/۰۸۲	۰/۰۸۲

ب) آزمون‌های پایایی

ب۱) آلفای کرونباخ

در مباحث قبلی به صورت کامل انجام و تأیید شد.

ب۲) پایایی ترکیبی^۱

پایایی ترکیبی (CR) یعنی همبستگی سؤالات با توجه به شاخص‌ها، خطاها و ... می‌باشد که برای هر شاخص از فرمول زیر به دست می‌آید و برای تأیید شدن باید $CR > 0.7$ باشد [۱۴]. نتایج در (جدول ۵) آمده است و مشاهده می‌شود که این آزمون تأیید شده است.

جدول ۵- مقادیر CR

شاخص	CR
بازگشت به محیط زیست	۰/۷۶
باز یافت	۰/۷۱۷
برگشت به چرخه صنعت	۱/۰۰۰
عوامل زیست محیطی	۰/۰۵۹

$$CR = \frac{(\text{مجموع بارهای عاملی})^2}{\text{مجموع خطاها} + (\text{مجموع بارهای عاملی})^2}$$

ب۳) پایایی اشتراکی^۲

پایایی اشتراکی میزان تعمیم پذیری هر شاخص را بیان می‌کند و برای تأیید شدن باید مقدار آن از ۰/۵ بیشتر باشد [۱۳].

در (جدول ۶) مشاهده می‌گردد که مدل اندازه‌گیری در این آزمون نیز با موفقیت تأیید شد.

جدول ۶- نتایج آزمون روایی مدل اندازه‌گیری

شاخص‌ها	AVE
B-MohitZist	۰/۷۶
B-Sanat	۰/۷۱۷
BazYaft	۱/۰۰۰
E-Ecology	۰/۰۵۹

ج) آزمون روایی

این آزمون جهت تأیید روایی مدل اندازه‌گیری می‌باشد. در این آزمون جهت تأیید، بارهای عاملی باید معنادار و بالای ۰/۵ بوده و همچنین مقادیر AVE که در خروجی نرم افزار آمده، برای شاخص‌ها بزرگ‌تر از ۰/۵ باشد [۱۳].

مقادیر بارهای عاملی در (جدول ۴) و همچنین مقادیر AVE در (جدول ۶) نشان‌دهنده تأیید آزمون و روایی خوب مدل اندازه‌گیری می‌باشد.

د) آزمون کیفیت مدل اندازه‌گیری

برای تضمین کیفیت مدل اندازه‌گیری، شاخص سنجش CV-Com توانایی مدل را در پیش‌بینی متغیرهای مشاهده‌پذیر از طریق مقادیر متغیر پنهان متناظرشان می‌سنجد. مقادیر مثبت شاخص CV-Com در (جدول ۷) نشان‌دهنده کیفیت مناسب مدل اندازه‌گیری می‌باشد [۱۴].

1- Composite Reliability

2- Commuality Reliability

✓ در این آزمون:

- فرضیه ارتباط شاخص "بازیافت" به شاخص "بازگشت به چرخه صنعت" معنادار نمی‌گردد.
- فرضیه ارتباط شاخص "بازیافت" به مؤلفه "عوامل زیست محیطی" به احتمال ۰/۹۹ معنادار گشته و ارتباط آن تأیید می‌شود.
- فرضیه ارتباط شاخص "بازگشت به چرخه صنعت" به شاخص "عوامل زیست محیطی" به احتمال ۰/۹۹ معنادار گشته و ارتباط آن تأیید می‌شود.
- فرضیه ارتباط شاخص "بازگشت به چرخه محیط زیست" به شاخص "قابلیت برگشت به چرخه صنعت" به احتمال ۰/۹۹ معنادار گشته و ارتباط آن تأیید می‌شود.
- فرضیه ارتباط شاخص "بازگشت به چرخه محیط زیست" به شاخص "بازیافت" به احتمال ۰/۹۹ معنادار گشته و ارتباط آن تأیید می‌شود.
- فرضیه ارتباط شاخص "بازگشت به چرخه محیط زیست" به مؤلفه "عوامل زیست محیطی" به احتمال ۰/۹۹ معنادار گشته و ارتباط آن تأیید می‌شود.

(ب) آزمون ضریب تعیین

این آزمون میزان پیش‌بینی تغییرات واریانس توسط متغیرها را مشخص می‌نماید. اگر ضریب تعیین (R^2) کمتر از ۰/۲۵ باشد، پیش‌بینی ضعیف، بین ۰/۲۵ و ۰/۷۵ متوسط و اگر بیشتر از ۰/۷۵ قوی است [۱۴]. همانگونه که در (جدول ۹) مشاهده می‌کنید مقادیر R^2 همگی بالای ۰/۶ می‌باشد که بیانگر پیش‌بینی تغییرات واریانس متوسط به بالای مدل مقاله حاضر می‌باشد.

جدول ۹- مقادیر R^2

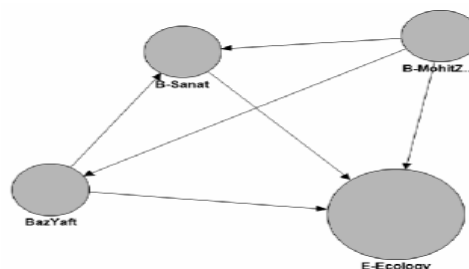
شاخص‌ها	R Square
B-MohitZist	۰/۷۹
B-Sanat	۰/۶۲
BazYaft	۰/۷۱
E-Ecology	۰/۹۹

جدول ۷- مقادیر شاخص CV Com

شاخص‌ها	CV Com.
B-MohitZist	۰/۲۷۷
B-Sanat	۰/۴۲۲
BazYaft	۰/۱۰۰
E-Ecology	۰/۳۰۰

۷-۴- مدل ساختاری

در این مرحله پس از تأیید برازش مدل، مدل ساختاری که در واقع مدل تأیید شده اندازه‌گیری می‌باشد، برای انجام محاسبات و تحلیل‌ها در نرم افزار SmartPLS وارد و نرم‌افزار اجرا می‌گردد. مدل ساختاری در (شکل ۴) آمده است.



شکل ۴- مدل ساختاری در نرم افزار SmartPLS 2

۷-۴-۱- آزمون‌های مدل ساختاری

الف) آزمون معناداری ضرائب

اگر مقدار t-Value فرضیات مدل (خطوط اتصال) در خارج از بازه (۱/۹۶ و -۱/۹۶) قرار داشته باشند، به احتمال ۹۵ درصد فرضیه تأیید و در غیر این صورت، رد خواهد شد. همچنین اگر t-Value خارج از بازه (۲/۵۸ و -۲/۵۸) قرار بگیرد، فرضیه به احتمال ۹۹ درصد تأیید می‌شود (جدول ۸) [۱۵].

جدول ۸ - مقادیر t-value

	B-SANAT	BAZYAFT	E-ECOLOGY
B-MOHITZIST	۳/۳۵۹	۲/۹۶۶	۷/۱۲۱
B-SANAT			۶/۹۰۶
BAZYAFT	۰/۴۱۲		۲/۳۹۵

ج) آزمون روایی

برای تضمین کیفیت مدل ساختاری، شاخص سنجش CV-Red توانایی مدل را در پیش‌بینی و تحلیل نتایج مدل نشان می‌دهد. مقادیر مثبت شاخص CV-Red نشان‌دهنده پیش‌بینی مناسب مدل ساختاری می‌باشد (جدول ۱۰) [۱].

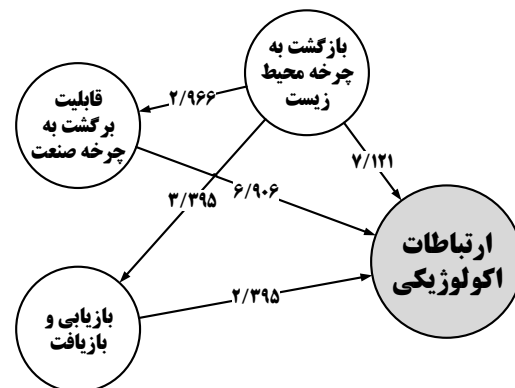
جدول ۱۰- مقادیر شاخص CV Red

شاخص‌ها	CV Red.
B-MohitZist	۰/۲۸۰
B-Sanat	۰/۱۴۶
BazYaft	۰/۱۰۰
E-Ecology	۰/۴۸۵

۸- نتیجه‌گیری

در این مقاله تلاش شد با استفاده از مدل‌سازی معادلات ساختاری، شاخص‌های مؤلفه "عوامل زیست محیطی" که از مؤلفه‌های تأثیرگذار در طراحی و تولید بسته‌بندی مناسب مهمات پرمصرف نظامی کالیبر کوچک است، مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرد.

در این مقاله، نشان داده شد که تمامی شاخص‌ها روی مؤلفه اصلی ارتباط و تأثیر دارند. همانگونه که در (شکل ۵) مشاهده می‌شود، به ترتیب شاخص‌های "بازگشت به چرخه محیط زیست، قابلیت برگشت به چرخه صنعت و قابلیت بازیافت" اولویت‌های اول تا سوم (از بالا به پایین) را به خود اختصاص می‌دهند. بنابراین سازمان مربوطه برای طراحی



شکل ۵- مدل نهایی مقاله

بسته‌بندی‌های خود در این مولفه، باید اولویت طراحی و ساخت بسته را قابلیت بازگشت بسته به محیط زیست، در نظر بگیرد. این مهم بخصوص در شرایط خاص و بحرانی مانند جنگ اهمیت خود را نمایان خواهد کرد چرا که باید تخریب محیط زیست در مناطق و شرایط مختلف کشور به حداقل و حتی به صفر برسد. همچنین طراحی بسته‌بندی باید به گونه‌ای باشد که بتوان مجدداً از آن برای بسته‌بندی کالا استفاده نمود. این مهم در کاهش هزینه‌های بسته‌بندی نقش بسزایی خواهد داشت. با فاصله نسبتاً زیادی شاخص بازیافت کمترین اولویت را به خود اختصاص داده است که حکایت از نیاز توجه کمتر سازمان به این شاخص دارد.

ارتباط شاخص "بازیافت" به قابلیت برگشت به چرخه صنعت" معنی‌دار نشد، بنابراین ارتباطی بین این دو شاخص در طراحی بسته وجود نخواهد داشت. به این معنی که بسته‌بندی که قابلیت بازیافت دارد لزوماً قابل برگشت به چرخه صنعت نخواهد بود. همچنین با توجه به معنی‌دار شدن تأثیر شاخص "بازگشت به چرخه محیط زیست" روی شاخص "قابلیت بازیافت" در خواهیم یافت بسته‌هایی که با اولویت بازگشت به چرخه محیط زیست طراحی می‌شوند باید قابلیت بازیافت آن‌ها نیز وجود داشته باشد تا در صورت نیاز پس از مصرف کالا، بتوان بسته‌بندی آن را مجدداً بازیافت و استفاده نمود.

در خاتمه جهت تحقیقات آتی می‌توان به شکستن شاخص‌های فعلی، در نظر گرفتن آن‌ها به عنوان مؤلفه و با شاخص‌های خاص هر کدام اقدام نمود و با استفاده از مدل‌سازی معادلات ساختاری مرتبه دوم به تحلیل آن پرداخت. همچنین می‌توان با افزایش جامعه آماری به تحلیل مدل با نرم افزارهای کوواریانس محور و تحلیل آن‌ها اقدام نمود.

12. "Selected ASTM standards on packaging". Fourth edition – ASTM. 1997.
13. JF Hair, M Sarstedt, CM Ringle, JA Mena; (2012). "An assessment of the use of partial least squares structural equation modeling in marketing research"; Journal of the academy of marketing science.
14. JF Hair Jr, GTM Hult, C Ringle, M Sarstedt; (2013). A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM).
15. Hair, J.F.; (2006). Multivariate data analysis; Publisher: Upper Saddle River, NJ [etc.]: Pearson Prentice Hall.

آدرس نویسنده

تهران- بزرگراه شهید بابایی - دانشگاه جامع
 امام حسین (علیه السلام) - دانشکده فنی و
 مهندسی - گروه مهندسی صنایع.

۱. سرمد، ز، بازرگان، ع و حجازی، ا؛ (۱۳۸۴). «روش‌های تحقیق در علوم رفتاری»، انتشارات آگاه، چاپ یازدهم.
۲. هومن، ح؛ ع؛ (۱۳۹۱). «مدل‌یابی معادلات ساختاری با کاربرد نرم‌افزار لیزرل (با اصلاحات)»؛ انتشارات سمت.
۳. صراف جوشقانی، ح و همکاران. (پاییز ۱۳۸۹). «بسته‌بندی و نشانه‌گذاری مهمات». فصلنامه علوم و فنون بسته‌بندی. سال اول. شماره سوم. ص. ۱۶.
۴. امام پور، م. (۱۳۸۹). «بسته‌بندی نظامی». فصلنامه علوم و فنون بسته‌بندی، سال اول، شماره چهارم، صفحات ۲۰ الی ۳۳.
۵. مرکز مطالعات و پژوهش‌های لجستیکی؛ (۱۳۸۸). «اکولوژی و بسته‌بندی»؛ انتشارات فرات.
۶. امام پور، م؛ (۱۳۸۸). «مبانی طراحی در بسته‌بندی»؛ انتشارات فرات.
۷. مرکز مطالعات و پژوهش‌های لجستیکی؛ (۱۳۸۸). «قوانین بسته‌بندی»؛ انتشارات فرات.
۸. ای شوماخر، ر؛ جی لومکس، ر؛ مترجم: قاسمی، و؛ (۱۳۸۹). «مقدمه‌ای بر مدل‌سازی معادله ساختاری با کاربرد برنامه‌های LISREL, Amos, EQS»؛ انتشارات جامعه‌شناسان، چاپ دوم.
۹. صفوی، ا؛ غفار، ا؛ حقیری، م؛ محمودی، ا؛ حسینی، س؛ روحی، ن؛ (۱۳۷۸). «فرهنگ لغات و اصطلاحات نظامی»؛ مؤسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاعی.
۱۰. داوری، ع؛ رضازاده، آ؛ (۱۳۹۲). «مدل‌سازی معادلات ساختاری با نرم‌افزار PLS»، انتشارات جهاد دانشگاهی، چاپ اول.

11. Bix, L; Rifon, Lockhart, de la Fuente, (2008). "The Packaging Matrix: Linking Package Design Criteria to the Marketing Mix", IDS Packaging, 2003, Retrieved December 11.