استفاده از هنر تاکردن در صنایع بسته‌بندی

محمد هادی آریائی منفرد [1*]، علیرضا مهرگان نیکو [2]

تاریخ دریافت مقاله: اسفند ماه ۱۳۹۰
تاریخ پذیرش مقاله: اردیبهشت ماه ۱۳۹۱

چکیده

اوریگامی[3] یا هنر تا زدن کاغذ از جمله بازی‌ها و سرگرمی‌هایی است که از کشورهای چین و ژاپن باستان به یادگار مانده است. امروزه با اهمیت یافتن مسائل زیست محیطی و افزایش تلاش‌ها برای کاهش مصرف انرژی، طراحی‌های متنوع و جدید و در عین حال دوستدار محیط زیست در صنایع بسته‌بندی هنر اوریگامی به سوی علمی شدن و استفاده وسیع در صنایع بسته‌بندی در حرکت است. در این مقاله ضمن بررسی تاریخچه پیدایش، سعی شده است تا به کاربردهای نوین این هنر در صنایع بسته‌بندی به ویژه بسته‌بندی مواد غذایی از جمله طراحی جعبه و فنّاوری روز تهیه جعبه‌های چهارگوش توسط دستگاه‌های بسته‌بندی پرداخته شود.

واژه‌های کلیدی

بسته‌بندی، مقوا، طراحی، اوریگامی و مواد غذایی.

۱- مقدمه

با توجّه به اینکه مصرف‌کنندگان بخش عمده‌ای از درآمد خود را به سفارش غذاهای آماده اختصاص می‌دهند، اهمیت بسته‌بندی محصول در تضمین کیفیت و سهولت استفاده از غذا بیش از گذشته مورد توجّه می‌باشد. یکی از گرایش‌های رایج در صنعت بسته‌بندی محصولات غذایی، استفاده از بسته‌بندی‌های پایدار[4] است. معنای بسته‌بندی پایدار، طراحی ساز و کار ویژه‌ای برای تولید و به‌کارگیری ظروفی است که با استفاده از منابع تجدید شونده تولید شده‌اند(۱). طبق تعریف کنسرسیوم[5]، بسته‌بندی پایدار متشکل از ۲۰۰ شرکت فعال صنعتی می‌باشد. بسته‌بندی پایدار دارای ویژگی‌های زیر است:

- تضمین سلامت، امنیت و سودمند واقع شدن برای مصرف‌کنندگان در طول دوره مصرف؛
- استفاده بهینه از منابع تجدید شونده و بازیافتی؛
- امکان تولید با فنّاوری‌های پاک و استفاده بهینه از فنّاوری؛
- به گونه‌ای طراحی شده باشند که از منابع اولیه و انرژی به شکل بهینه استفاده کنند؛
- امکان بازیابی مؤثر و استفاده در تمام چرخه‌های صنعتی و بیولوژیک[6] سازگار با محیط زیست.

۲- تاریخچه اوریگامی

اوریگامی هنر تاکردن کاغذ است. همه انواع بسته‌بندی از یک صفحه کاغذ با استفاده از این فن شکل می‌گیرند. مهندسی معکوس و مهندسی مجازی برای توسعه فنّاوری ما ضروری هستند. شبیه‌سازی‌های پیچیده‌ای مثل

۱- دانشجوی دکتری صنایع خمیر و کاغذ دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
(* نویسنده مسئول: Hadiaryaie@yahoo.com)
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد صنایع غذایی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

3- Origami
4- Sustainable packaging
5- Consortium
6- Biological

شبیه‌سازی صورت‌های احتمالی دینامیک، چندبعدی و کاملاً غیر خطی و نیز بهینه‌سازی طراحی، جزء فعالیت‌های روزمره ما محسوب می‌شوند.

تاریخ دقیق پیدایش هنر اوریگامی به طور دقیق مشخص نیست. برخلاف بیشتر هنرها، کاغذ به سرعت تجزیه شده و هیچ اثری از آن به جای نمی‌ماند تا در مورد منشأ و زمان و مکان دقیق پیدایش آن اطّلاعاتی به دست آید. کتب مختلف، اولین مخترع کاغذ را تسائی لون[1]، ۱۰۵ سال پیش از میلاد مسیح در کشور چین ذکر می‌کنند؛ اما یافته‌های باستان‌شناسی نشان می‌دهد این صنعت حتّی در زمان‌های پیش‌تر از این هم وجود داشته است. چیزی که می‌توان تصور نمود، این است که اگر کاغذی وجود داشته، ممکن است نیاز به تازدن داشته است و بنابراین علی‌رغم اینکه شواهد مستندی در این ارتباط وجود ندارد؛ اما می‌توان نتیجه گرفت که تازدن کاغذ از همین زمان آغاز گردیده است(شکل ۱)(۲).

طی قرن ۱۶، فن کاغذسازی توسط موبدان بودایی به ژاپن وارد گردید. از همین زمان بود که تازدن کاغذ به عنوان هنری که ما امروزه از آن به نام "اوریگامی" یاد می‌کنیم، پدید آید. در زبان ژاپنی "اوری" به معنی تازدن و "گامی" به معنی کاغذ می‌باشد. در ابتدا کاغذ گران بود و در دسترس عموم نبود. در آن زمان تازدن کاغذ یک سرگرمی به شمار نمی‌آمد، بلکه برخی کاربردهای مشخصی داشت.

پس از آن سال‌ها در دهه ۱۸۹۰ برای اولین بار به طور رسمی واژه اوریگامی جایگزین واژه‌های پیشین شد. در سال ۱۹۵۰ یوشیزانا[2] و رندلت[3] مجموعه شکل‌های استانداردی را برای توصیف چگونگی تازدن کاغذ جمع آوری نمودند. این شکل‌ها تاکنون باقی مانده‌اند و امروز به عنوان نمودارهای اوریگامی شناخته می‌شوند[4].

شکل ۱- یک نمونه از هنر تاکردن کاغذ برای پوشش دادن محصول

1- Ts'ai Lun

2- Yoshizana

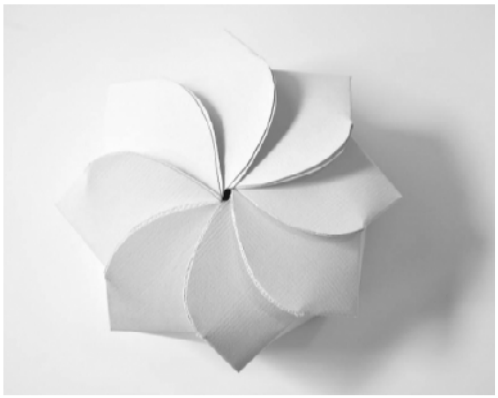
3- Randlett

4- Origami-resource-center.com

طی سال‌های اخیر روش‌های ابتکاری مختلفی در حوزه صنعت بسته‌بندی به کار گرفته شده است که استفاده از هنر اوریگامی از آن جمله است(۳).

۳- تحلیل استفاده از اوریگامی در صنعت بسته‌بندی کاغذی و مقوایی

از هنر اوریگامی می‌توان در صنعت کاغذسازی و کارتن جهت شکل‌دهی تولیدات مربوطه استفاده کرد. با آگاهی از این مطلب، می‌توان در وضعیت فرایند تولید آنها تغییراتی را حاصل کرد و در زیر به ضرورت این موضوع پرداخته شده است(شکل ۲)



شکل ۲- یک بسته کارتنی با روش تاکردن

۳-۱- وضعیت کنونی استفاده از کارتن و مقوا در صنایع بسته‌بندی

کاغذ و مقوا از پرمصرف‌ترین مواد اولیه در صنعت بسته‌بندی به شمار می‌آیند. سهم بسته‌های کاغذی و مقوایی از بسته‌بندی محصولات در جهان ٦٥ درصد می‌باشد. هنوز وقتی صحبت از بسته‌بندی می‌شود، ناخودآگاه به بسته‌ای مکعبی شکل از جنس مقوا می‌اندیشیم. آنچه که باعث می‌شود بسته‌های کاغذی و مقوایی علی‌رغم گذشت سالیان زیاد و کشف مواد اولیه جدید همچنان بدون جانشین باشند به مزیت‌های فراوان این نوع از بسته‌ها برمی‌گردد(٤).

با توجّه به قیمت مواد اولیه مصرفی در سایر بسته‌بندی‌ها، بسته‌بندی‌های مقوایی بسیار ارزان بوده و به دلیل شکل ساختاری و وزن کم، دارای کمترین هزینه حمل‌ونقل و انبارداری می‌باشند. به طور میانگین بهای یک بسته ساخته شده با مقوای کنگره‌ای(کروگیت[1])یک تا چهار درصد ارزش محصول تولید شده می‌باشد.

بسته‌های کاغذی و مقوایی دارای قابلیت چاپ‌پذیری بالا هستند و می‌توان با استفاده از چاپ افست[2]، گراور[3]، فلکسو[4] و سیلک اسکرین[5] همراه با طراحی مناسب، بسته‌هایی زیبا و جذّاب پدید آورد که تأثیر بسزایی در بالا رفتن میزان فروش محصولات تولیدی خواهند داشت.

یکی از مسائل امروز جهان، حفظ محیط زیست است. بشر امروز وظیفه دارد تا جهانی پاک را به نسل آینده تحویل دهد. بسته‌بندی تمام کالاها پس از استفاده از محصول تبدیل به زباله می‌گردد. دغدغه امروز، بازیافت این زباله‌ها به منظور جلوگیری از تخریب محیط زیست و استفاده بهینه مجدّد از آنهاست. کارتن‌های زاید و مقوا از منابع طبیعی تجدید شونده تولید می‌شوند، به راحتی قابل بازیافت هستند و می‌توان از آن‌ها مجدداً برای تهیه مقوا استفاده نمود(شکل ۳) (۵).

۳-۱-۱- دلایل استفاده از اوریگامی در صنعت بسته‌بندی

بسته‌بندی بازار جهانی ۳۰۰ میلیارد پوندی را تشکیل می‌دهد که شامل کاغذ و مقوا، پلاستیک، فلز و سایر موارد می‌شود. بازار بسته‌بندی ۱۰۰ میلیارد پوندی اروپا در سال ۲۰۰۲ با رشد سالانه‌ای معادل ١٦ درصد در سال ۲۰۰۷ به ۱۲۱ میلیارد پوند رسیده است. بخش بسته‌بندی به‌طور معمول به بخش‌های کاغذ و مقوا، فلز، پلاستیک و شیشه

1- Corrugate
2- Offset
3- Graver
4- Flexo
5- Silk screen

شکل ۳- یک نمونه از بسته‌های مقوایی با استفاده از هنر اوریگامی

تقسیم می‌شود. در اروپا بزرگ‌ترین بخش بسته‌بندی کاغذ و مقوا بوده و ۳۹ درصد از بازار بسته‌بندی را تشکیل داده و پس از آن پلاستیک است. در انگلستان نیز شرایط مشابهی حاکم است و بزرگ‌ترین بخش را کاغذ و مقوا و ۵۲ درصد از این بازار را به خود اختصاص می‌دهد. ارزش بسته‌بندی‌های کاغذی و مقوایی طی ۸ سال گذشته ۲ درصد رشد داشته و به ۱۵/۹ میلیارد پوند در سال ۲۰۰۷ رسید. در بازار مصرف‌کنندگان مواد غذایی و به ویژه بسته‌بندی‌های کاغذی و مقوایی، هنوز هم کارهای زیادی برای فراوری غذا از قبیل بسته‌بندی و حمل‌ونقل انجام می‌گیرد. این اتفاق در اغلب کشورهای در حال توسعه می‌افتد. به ویژه درخواست‌ها به طور ثابت در تغییر هستند و نوآوری‌هایی نیز برای دستیابی به این تغییرات ارائه شده است. این تغییرات معمولاً بیشترین مقدار را در صنایع غذایی داشته و موجب انجام حجم زیادی از حرکات کوتاه برای ایجاد بسته‌های کوچک می‌شود(٦).

۳-۲- نقش اوریگامی در فرایند بسته‌بندی دستگاه بسته‌بندی مواد غذایی

یک مثال معمول در این زمینه صنعت غذاهای آماده از قبیل برگرها[1]، ساندویچ‌ها و غیره است که تنوعی از بسته‌ها و کارتن‌ها برای بسته‌بندی آن صورت می‌گیرد و در صنعت شیرینی‌سازی که انواع مختلفی از بسته‌ها و کارتن‌ها در آن مورد استفاده قرار می‌گیرد. در عین حال اغلب ماشین‌های موجود، اختصاصی بوده و تنها می‌توانند در مورد بسته‌های با ابعاد و شکل مشابه مورد استفاده قرار گیرند و نمی‌توانند انواع مختلفی از بسته‌ها و پوشش‌ها و یا تمامی فرایند تولید را پوشش دهند. از سوی دیگر استفاده از یک ماشین اختصاصی برای تولید یک بسته کوچک، اقتصادی نمی‌باشد. این امر باعث استفاده گسترده از عملیات دستی(بلند کردن با دست و کارتن‌های بسته‌بندی) می‌شود. عملیات دستی باعث مسائل و مشکلات اجتماعی و ضایعات ایمنی و بهداشتی می‌شود. در مورد مسائل اجتماعی تولید با نیازهای فصلی از قبیل

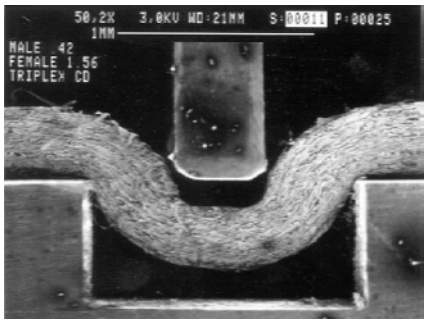
1- Burger

تخم مرغ‌های روز عید پاک[1] و تولیدات کریسمس[2] برای مثال مشکلات به‌کارگیری نیروی کار و بیکاری‌های متعاقب آن را شامل می‌شود. ارزیابی‌های یک شرکت معتبر و مشهور فعال در زمینه شیرینی‌سازی، نشان می‌دهد که در طی مراحل اولیه آموزش عملیات بلند کردن کارتن‌های پیچیده تا ۳۵ درصد هدر رفت در مواد اولیه مشاهده می‌شود. پس از آموزش، این ضایعات به مقدار ۱۰ تا ۱۵ درصد نیز کاهش می‌یابد. به لحاظ ایمنی، حرکات تکراری، سبب آسیب به انگشتان و مچ دست شده و لبه‌های تیز کاغذ و مقوا سبب بریدگی در انگشتان و دست می‌گردد. از جنبه بهداشتی نیز مشکلات ناشی از جراحات از قبیل خونریزی، سبب آلودگی محصولات و گاهی نیز نیاز به تمیز نمودن کامل بخش‌هایی از خط تولید ایجاد می‌گردد. مسیرهای کوتاه و تولید بسته‌های کوچک، مستعد این گونه مشکلات بوده و در صورت عدم وجود ماشین با قابلیت تغییر پیکربندی مشاغل به لحاظ اقتصادی قادر به ادامه حیات نمی‌باشند. در آینده بسته‌های معمول مانند بسته‌های اوریگامی که نیازمند استفاده از حلال‌ها در بسته‌بندی نمی‌باشند نیازمند ماشین‌هایی با کارایی بالا و فضای کم و قابلیت پیکربندی با انگشتان رباتیک[3] برای انجام عملیات مختلف و پیچیده برای برآورد نیازهای مشتریان هستند(۷).

تغییر پیکربندی ماشین نیازمند داشتن فن‌های تازدن کارتن و تطبیق پذیر بودن ماشین می‌باشد. در یک انستیتوی[4] تحقیقاتی از فن نصب تجهیزات برای توصیف تازدن کارتن بر اساس کارتن‌های مکعبی شکل معمول و به کار گرفتن شباهت توالی عملیات ربات برای توالی حرکتی کارتن استفاده شده است؛ اما این فنّاوری بر کارتن‌های قائم الزاویه تمرکز دارد. سایر تکمیل‌کننده‌ها برخی ماشین‌ها را تولید کرده‌اند که می‌توانند با کارتن‌های پیچیده‌تر در ارتباط باشند. با این حال ماشین‌ها اغلب تنها دامنه مشخصی از انواع کارتن را پوشش می‌دهند و فاقد قابلیت تغییر پیکربندی هستند. انتخاب مسیر جدید و یکسان فرض کردن کارتن‌های مقوایی با مکانیزمی که کارتن‌های کار شده را تولید می‌کند و ربات‌هایی تولید نموده که قابلیت تغییر شکل داشته و برای بسته‌بندی‌های اوریگامی مناسب می‌باشند. در نتیجه انگشتان رباتیک تکامل یافته برای تغییر شکل و تکمیل صفحات کارتن برای ایجاد طرح‌های جدید بسته‌بندی‌های اوریگامی مورد استفاده قرار می‌گیرد. طراحی به کمک ماشین نیز مسیری را برای مدل‌سازی و آنالیز[5] بسته‌بندی‌های ماشینی و طراح ماشین‌های قابل تغییر شکل برای تولید سریع‌تر بسته‌بندی‌های ساندویچی فراهم آورده است. روش‌های تکامل یافته توسط محققین، روندی را در مطالعات و ایجاد ابزارهای قابل تغییر برای بسته‌بندی کاغذ و مقوا برای به‌کارگیری در صنایع غذایی ارائه داده است.

۳-۳- کاربرد اوریگامی در فنّاوری تولید جعبه‌های چندلایه

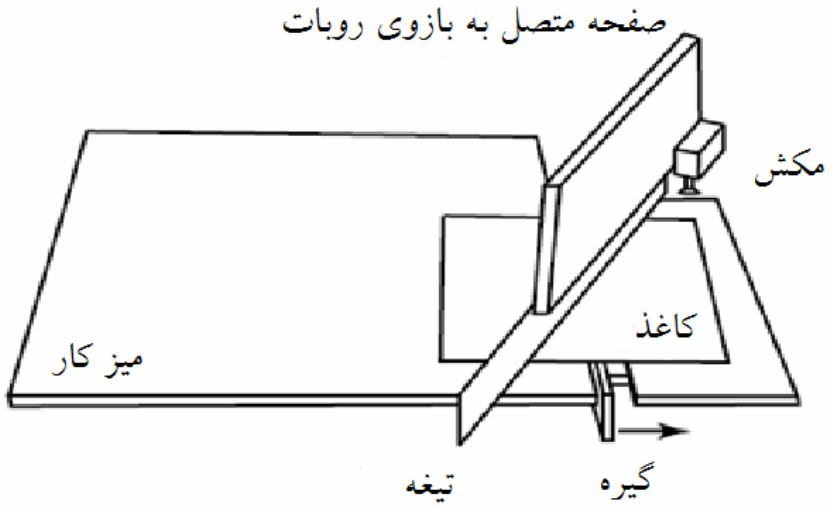
فرایند بسته‌بندی جعبه‌های چندلایه در دستگاه‌های پر کننده شکل می‌گیرند و از یک شبکه[6] یکدست شروع می‌شوند؛ ماده بسته‌بندی یک ماده ترکیبی چند لایه و دارای خطوط راهنمای تا می‌باشد(۹).



شکل٤- تصویر میکروسکوپی الکترونیکی[7] از نحوه ایجاد خط تا

1- Easter eggs
2- Christmas
3- Robotics
4- Institute

5- Analysis
6- Web
7- Electronic Microscopic



شکل ۵ – طرحی از یک ماشین تازن کاغذ برای تولید طرح‌های ساده اوریگامی(۲)

این خطوط راهنما با فشار دادن قالب برجسته به درون کانال مادگی نشان داده شده در(شکل ٤) ایجاد می‌شوند. این عمل از ورقه ورقه شدن بافت‌های لایه‌ای مقوا جلوگیری می‌کند.

در صورت نیاز به بسته‌بندی ضدعفونی شده[1]، ماده بسته‌بندی قبل از شکل‌گیری در درون دستگاه استریل[2] می‌شود. اولین مرحله از فرایند شکل‌دهی، تبدیل رول[3] به تیوب و سپس درزبندی طولی آن است. یک لوله پرکننده، تیوب را با ماده مورد نظر پر می‌کند و سپس بسته‌بندی‌ها در بخش دیگری از دستگاه با پیچیده شدن تیوب به دور خطوط تا و درزبندی و برش عرضی شکل می‌گیرند. در(شکل ۵) چگونگی تغییر شکل صفحه کاغذ به بسته در یک دستگاه پرکننده نشان داده شده است.

به منظور طراحی هرچه دقیق‌تر بسته‌های مبتنی بر اوریگامی از نرم افزارهای شبیه‌ساز استفاده می‌گردد. در این نرم افزارها مراحل تا شدن کاغذ به ترتیب و مطابق مراحل نشان داده شده در(اشکال ٦ و ٧) شبیه‌سازی می‌شوند.

از جمله این نرم‌افزارها که برای بسته‌بندی جعبه‌های چندلایه[4] مورد استفاده قرار می‌گیرند می‌توان به نرم افزار سیمُلا[5] اشاره کرد.

٤- کاربرد اوریگامی در فنّاوری تولید جعبه

این مقاله شرح می‌دهد که چگونه نرم افزارها با کمک ابزارهای خودکار در شبیه‌سازی مراحل اصلی فرایند شکل‌دهی موفق عمل کرده و در برخی موارد روند طراحی را نیز هدایت کرده است(۱۰).

این فرایند در دستگاه پرکننده با تغییر شکل صفحه کاغذ به استوانه شروع می‌شود و در بخش شکل‌دهی تکمیل می‌شود.

این بخش از تعدادی حلقه ساخته شده که هر یک از آنها از زنجیره‌ای از غلتک‌های متباین تشکیل شده است.

طراحی بخش شکل‌دهی، نقشی تعیین‌کننده در کل این فرایند دارد؛ به همین دلیل یک برنامه طراحی که شامل فن‌های شبیه‌سازی و بهینه‌سازی بوده؛ انتخاب شده است.

1- Aseptic
2- Sterile
3- Rool

4- Multilayer
5- Simulia

استفاده از هنر تاکردن در صنایع بسته‌بندی

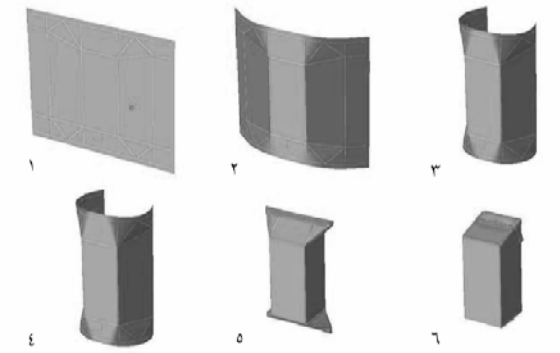
به عنوان مثال نرم افزار سفارشی‌سازی[1] برای بـه طـور کامـل خودکار کردن شبیه‌سازی فرایند فرم‌دهی تیـوپ ایجـاد شـده است.

برای درک اثرات مهم‌ترین شاخص‌هـای طراحـی بخـش شکل‌دهی در واکنش‌های مشخص مثل مقادیر خاص فشار و کشش در امتداد تیوپ، یک[2] توسط آی سایت[3] اجرا شـد کـه به شبیه‌سازی از طریق سفارشی‌سازی یاد شده می‌پردازد.

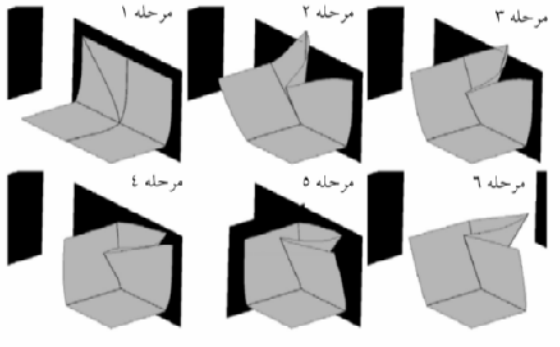
طراح بر پایه تجربیات خود و براساس نتایج DoE[4]، یـک طرح اولیه از بخش شکل‌دهی تیـوپ مـی‌سـازد و سـپس بـا اسـتفاده از سفارشـی‌سـازی، شـکل نهـایی تیـوب، فـشارها، کشش‌ها و خمیدگی‌ها را برآورد می‌کند.

اگـر ایـن طـرح اولیـه قابـل قبـول باشـد یـک فراینـد بهینه‌سازی با اهـداف چندگانـه بـا اسـتفاده از آی سـایت بـه جریان در می‌آید. لوپ[5] بهینه‌سازی مجدداً از شـبیه‌سـازی از طریق سفارشی‌سازی شکل یافته، استفاده می‌کند(۱۱).

طراحی به دست آمده باید در دستگاه مورد آزمایش قـرار گیرد؛ برای این کار"کیت بخش شکل‌دهی کلی" ایحـاد شـده است. این کیت می‌تواند هر شـکل محتمـل طراحـی شـده را مجسم کند و قابل نـصب در دسـتگاه‌هـای پرکننـده موجـود است. هنگامی که نتایج آزمایش رضـایت‌بخـش باشـد شـکل تیوب با استفاده از یک اسکنر[6] لیزری وارد سامانه نـرم افـزار CAD می‌شود و بـرای طراحـی واسـطه در بخـش آب‌بنـدی طولی مورد استفاده قرار می‌گیرد.



شکل ٦- مراحل شکل‌گیری بسته



شکل ۷- تا زدن با اجزاء واسط

۵- نتیجه گیری

امـروزه کمـک بـه گـسترش کـاربرد و اسـتفاده از بسته‌بندی‌های دوستدار محیط زیـست کاغـذی عـلاوه بـر جنبه‌های مثبت اقتصادی، حفظ هرچه بیشتر محیط زیـست را به دنبال خواهد داشت. بـه خـوبی مـشخص اسـت کـه استفاده از فنّاوری اوریگامی در صنعت بسته‌بندی در راستا و هم سو با فنّاوری‌های بسته‌بندی دوست‌دار محیط زیست می‌باشد. استفاده از فنّـاوری اوریگـامی عـلاوه بـر کـاهش هزینه‌های تولید و حذف مواد شیمیایی زائد نظیر چسب‌ها به تنوع و ابتکار در بـسته‌بنـدی‌هـای کاغـذی و در نتیجـه گسترش بیش از پیش آنها در میان مصرف‌کننـدگان کمـک خواهد نمود. با توجّه به نو بودن استفاده از هنر اوریگـامی

1- Out cade
2- Design of experiment
3- I Sight
4- Design of Experiments
5- Loop
6- Scanner

در صنایع بسته‌بندی و افق‌های روشن پیش‌روی آن در امر بهبود بسته‌بندی و گسترش صادرات جا دارد.

محققین کشور عزیزمان در رشته‌های مختلف از قبیل طراحی‌صنعتی، صنایع بسته‌بندی، صنایع غذایی و صنایع چوب و کاغذ ضمن توجّه به اهمیت موضوع و فرصت‌های بالقوه موجود در آن، به جمع پژوهشگران جهانی فعال در این حوزه بپیوندند.

٦- منابع

١. حیدر متکی، الهه. «اوریگامی با راهکارهای بسته‌بندی تتراپک». صنعت بسته‌بندی، سال دهم، شماره ١٢٦. ١٣٨٩.

2. Brody, Aaron, “Novel ideas in food packaging”. Institute of food technologists. 2008.

3. Cheong Chew and Hiromasa Suziki, “Geometrical properties of paper spring”. Repoted in mamoru mitsuishi, Kanji ueda, Fumihiko kimura, “Manufacturing systems and technologies for the new frontier”. (2008), p. 159.

4. Daia,b, J. S ., Caldwellb, D.G. 2010., “Origami-based robotic paper-andboard packaging for food industry”. Trends in food science & technology 21, 153-157.

5. “David lister on islamic arab and Moorish folding?”."Britishorigami. info.

6. Donna Serena da Riva. “Paper Folding in 15th century europe”."

7. Hatori Koshiro. 2010., “History of Origami"”. K's Origami.

8. Kelley L. Spence, Richard A. Venditti, Orlando J. Rojas, Youssef Habibi, Joel J. Pawlak., “The effect of chemical composition on microfibrillar cellulose films from wood pulps: water interactions and physical properties for packaging applications”. Cellulose. 17:835–848. 2010.

9. Laing, Ellen Johnston. “Up in flames”. Stanford university press. ISBN 9780804734554. 2004.

10. Lang, Robert J., “Origami design secrets" Dover publications”. ISBN 1-56881-194-2. 2003.

11. Mameli, Alberto., Borsari, Roberto., Costa, Stefano., “Origami with abaqus”. tetra pak packaging solutions, simulia customer conference. 2010.

آدرس نویسنده

گرگان- دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان- دانشکده مهندسی چوب و کاغذ.