اختبارجودة العبوات الزجاجية للأغذية كضمان لكفاءة الاستخدام

Quality tests of glass containers for foods to ensure their utility of efficiency

أ. د/ عز الدين عبد العزيز
أستاذ دكتوراه كلية الفنون التطبيقية، جامعة حلوان
Prof. Ezzeldeen Abdelazez
Professor at Faculty of Applied Arts, Helwan University
www.ezz.aziz@gmail.com
أ. د/ ابراهيم محمد ابراهيم يوسف
أستاذ دكتوراه كلية الفنون التطبيقية، جامعة حلوان
Prof. Ibrahim Mohamed Ibrahim Youssef
Professor at Faculty of Applied Arts, Helwan University
www.imyoussof@hotmail.com
د/ محمد عبد المطلب عتمان
دكتوراه كلية الهندسة
Dr. Mohamed abd elmoteleb Etman
PhD in the College of Engineering
www.m.etman@gmail.com
الباحثة/ مريم أحمد الهلالى
بكالوريوس - جامعة حلوان، كلية الفنون التطبيقية
Researcher. Mariam Ahmed ElHelali
glass department, applied arts, Helwan University
www.eos.mariam@gmail.com

ملخص البحث:

تعد العبوات الزجاجية الأكثر إنتشارا فى مجال تعبئة الأغذية، من أهم وظائفها الإحتواء والحماية والحفاظ على مادة المحتوى والإعلان عنها وبيعها، ويظهر دور إجراء الاختبارات بأنها وسيلة قياس واضحة البيانات لملائمة العبوة القيام بوظائفها وإحتواء المادة الغذائية وإيصالها للمستهلك سليمة دون أن تعرضها للتلف أو الضياع، وإجراء الاختبارات على العبوات الزجاجية يعطينا نتائج كمية حول خواص العبوة وقدرتها فى أداء وظائفها بأفضل جودة ممكنة، ويرتبط تحقيق الجودة ارتباط وثيق بتحقيق المواصفات عن طريق إجراء الاختبارات، وقد اهتم البحث بعرض أنواع العبوات الغذائية ووظائفها ودور الاختبارات فى تأكيد جودة العبوة وعرض لأهم اختبارات الجودة التى تجرى على أغلب العبوات الزجاجية بما يضمن كفاءة استخدامها طوال فترة حياتها والتى تتمثل فى اختبار مقاومة الحمل الرأسى والذى يفيد فى معرفة مقدار الوزن الذى تستطيع أن تتحملة العبوة فارغة أومعبأة فى إتجاهها الرأسى الأمر الذى يفيد فى تحديد أقصى وزن ممكن رصه من العبوات فوق بعضها البعض دون أن تسبب إجهادا للعبوات يؤدى لكسرها أثناء النقل والتخزين والعرض، واختبار مقاومة الضغط الداخلى يفيد فى معرفة مقدار الضغط الذى تتحملة جدران العبوة دون أن يحدث لها كسر ويفيد فى العبوات التى تعبأ تحت ضغط متغير وأيضا معرفة مقدار الضغط المحتمل للعبوات الخاصة بتعبئة المشروبات الغازية، واختبار الصدم الحرارى للعبوات الغذائية التى تعبأ تحت درجات حرارة عالية،إختبار نفاذية الضوء للعبوات الخاصة بتعبئة مواد غذائية تتأثر بالضوء ، أما اختبار قياس المقاومة الكيميائية عن طريق تحديد ذوبان الزجاج بالماء عند درجات حرارة عالية ويفيد فى حالة تعبئة مواد

(رطبة)، واختبار استقطاب الضوء لمعرفة مقدار جودة تخمر العبوة الأمر الذى يثر فى كافة الخواص الفيزيائية والكيميائية لها.

الكلمات المفتاحية:
عبوات زجاجية – اختبارات جودة – عبوات زجاجية غذائية – مواصفات مصرية

Abstract
Glass containers are used widely for packaging food, the most important functions are containing, protecting and preserving content material, and also advertising and sale it, the role of applying quality test standards is shown as a clear measurement method to ensure the glass container utility efficiency as a food packaging for both of contain and consumer, Quality tests give us quantitative results about package properties and clarify its quality functional performance, there is a great bond between achieving quality and standards by conducting tests. This research clarify the types of food glass containers and the glass containers functions towards the content and the role of applying quality tests and the most important applied tests on most kind of glass containers which ensure its utility efficiency throughout its life cycle, the tests which explained were the vertical load test which determined the amount of weight that container can withstand vertically without damage, the internal pressure resistance test and its impotency for narrow neck bottle for beverages contained carbon dioxide and for jars which filling high temperatures degrees, thermal shock test which important for containers that's use as a packaging in high temperatures, the light transmission test for coloured glass containers which used for packaging contends that affected by light, the chemical resistance test of glass containers by measuring the amount of melted glass granules in water at 98^0C, and finally polariscopic test for glass containers which determined the quality of glass annealing.

Keywords:
Glass containers – quality test – food glass packaging – Egyptian standards.

مقدمة:
تعتبر العبوات الزجاجية الأكثر انتشارا فى مجال تعبئة المواد الغذائية لما لها من قدرة عالية على الحفاظ على المحتوى دون تغير خواصه أو التفاعل معه، فالزجاج مادة خاملة كيميائيا وقابلة للتشكيل بسعات وأشكال مختلفة بما يلائم طبيعة مادة المحتوى (سائلة – معجنة – حبيبات صلبة)، وبما يتلائم مع مقدار المحتوى المراد توزيعه وعرضه. وللتأكد من جودة أداء العبوة الزجاجية لوظائفها من الإحتواء الأمثل والحفاظ على ما بداخلها وعدم تغيير خواصه والعمل على تيسير وسهولة تناول وتداول المحتوى، فيلزم إجراء الاختبارات لضمان سلامة العبوة والمحتوى أثناء العمليات المختلفة بداية من التعبئة وصولا بالعبوة ليد المستهلك والاستخدام المتعدد مما يعكس مدى قدرتها ورفع معدلات الثقة لتحقيقها الكفاءة المثلى أثناء استخدامها. وليتم التأكد من جودة أداء العبوة يتم اجراء الاختبارات الخاصة بقياس الخواص الفيزيائية والكيميائية للعبوات، فالاختبار هو الوسيلة الفعالة لتأكيد جودة العبوات الزجاجية الغذائية للتعبير عن مدى كفاءتها وتأكيد جودتها بقراءات كمية ملموسة تساعد على معرفة نقاط القوة وتعزيزها بالمنتج وتحديد وتقييم مواضع الضعف وتقويمها.

مما سبق تتضح أهمية إجراء الاختبارات على العبوات الزجاجية بجميع مراحل دورة حياتها، ومن الواجب إجراء الاختبارات طبقا لمتطلبات مادة المحتوى الأمر الذى يلبى متطلبات كل من المصنع للعبوات ومصنع التعبئة والمستهلك النهائى. فبالنسبة للمستهلك فإنها تؤكد التحقق من سلامة المنتج وعدم ضرره بصحة الإنسان من خلال اختبارات المقاومة الكيميائية واختبارات

نفاذية الضوء والتى تضمن عدم تغير المادة المخزنة كيميائي أو ضوئيا خلال فترات التخزين أو العرض. أما بالنسبة للوسيط (التاجر)، فإن إجراء الاختبارات يعرفه شروط التحمل للعبوات أثناء التخزين والعرض حتى لا تتعرض العبوات للكسر نتيجة الحمل الزائد عليها أو حتى لا تتعرض العبوة لإجهاد ذائد يؤثر عليها أثناء الاستخدام المتعدد مسببة كسرها أثناء الاستخدام. وبالنسبة للمنتج الثانى (مصنع تعبئة المادة الغذائية) فإن إجراء الاختبارات يؤكد أن العبوة محل التعبئة ملائمة لطرق وظروف التعبئة للمحتوى مما يضمن سلامة العبوة عند تعرضها للظروف المختلفة من ضغط أو حرارة بما يضمن سلامة وصول المحتوى للمستهلك النهائى. أما المنتج الأول للعبوة فإن إجراء الاختبارات على العبوات الزجاجية لديه يمثل ضمانا لا يقبل الشك عند العملاء (المنتج الثانى) أن العبوة ملائمة لإحتواء المادة الغذائية بما يسهم بشكل فعال فى تحديد سعر العبوة ورفع معدلات التسويق لها، لإن كسر عبوة واحدة أثناء التعبئة يؤدى إلى استبعادها واستبعاد ثلاثة عبوات قبلها وبعدها على الأقل، فكسر عبوة واحدة يكلف ثمن سبعة عبوات زجاجية فارغة وثمن المحتوى المهدر.

مشكلة البحث:

الحاجة لدراسة توضح أهم مجموعة الاختبارات المجراه على العبوة الزجاجية لأغراض تعبئة المواد الغذائية مجتمعة، والتى تأكد كفاءة استخدام العبوة أثناء المراحل المختلفة من دورة حياتها.

أهمية البحث:

يوضح البحث الأهمية والهدف من إجراء الاختبارات الخاصة بقياس الخواص الفيزيائية والكيميائية المختلفة للعبوات الزجاجية المستخدمة فى تعبئة المواد الغذائية بما يسهم فى رفع معدلات الأداء للعبوة وبما يضمن سلامة كل من العبوة والمحتوى والمستخدم النهائى طوال دورة حياة العبوة.

هدف البحث:

التوصل للأهمية والغرض من إجراء اختبارات قياس مدى جودة العبوات الزجاجية الخاصة بتعبئة المواد الغذائية وعلاقتها بضمان كفاءة الاستخدام.

فرض البحث:

توضيح دور مواصفات الاختبار فى دورة حياة المنتج يؤدى لزيادة تفعيل اجراء الاختبارات على العبوات الزجاجية بما يضمن كفاءة استخدامها طوال فترة حياتها.

منهجية البحث:

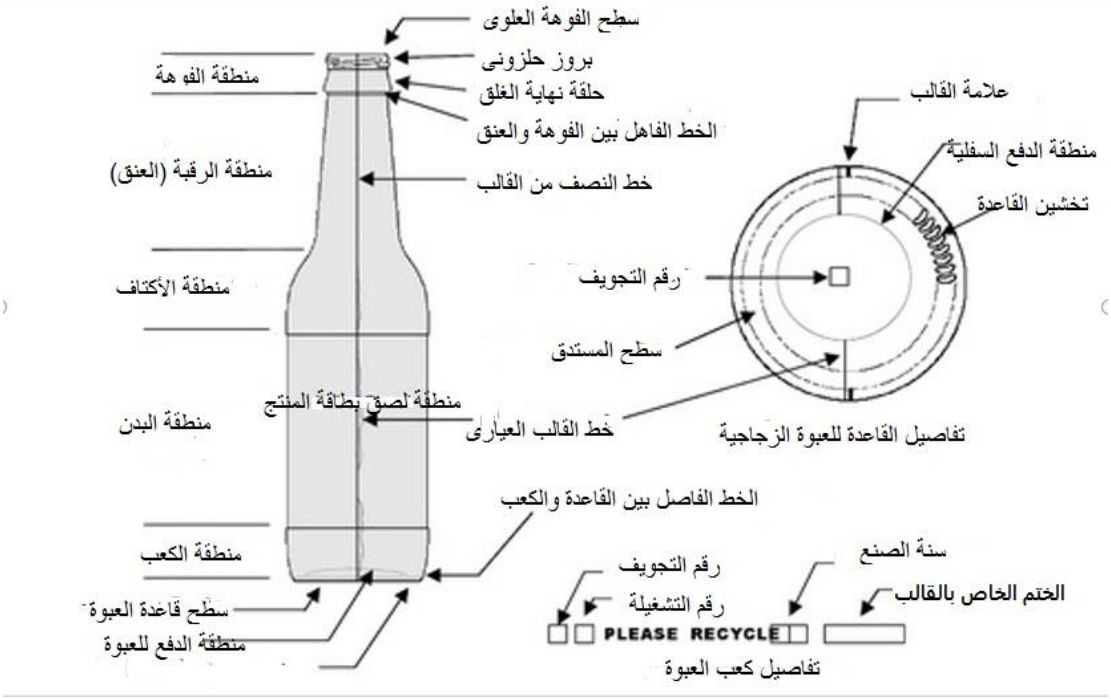
يتبع البحث المنهج التحليلى الوصفى.

1- العبوات الزجاجية الغذائية:

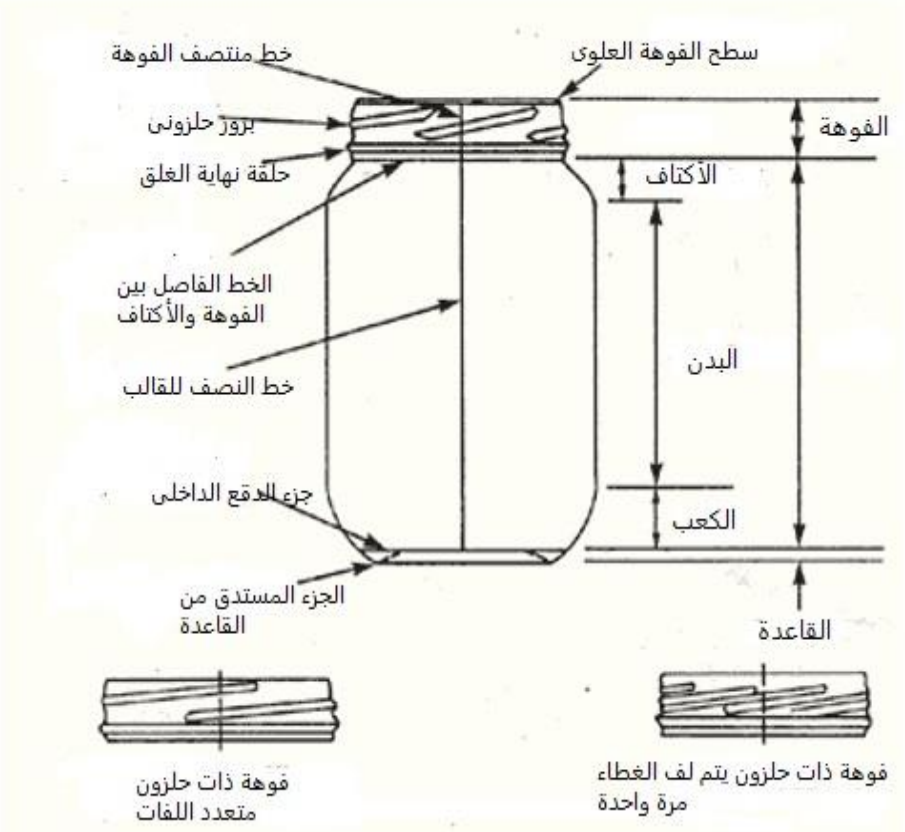
تعرف العبوة الزجاجية الغذائية بأنها وعاء زجاجى مستخدم فى تعبئة المادة الغذائية بحالاتها المختلفة (سائلة - نصف سائلة أو معجنة – صلبة أو حبيبات) وتعمل على حفظ المواد الغذائية لفترات طويلة، تبدأ من فترة تعبئتها وتمتد إلى طوال فترة صلاحية المنتج ووصوله للمستهلك النهائى واستخدام المحتوى مرورا بالعمليات المختلفة من نقل وتخزين وعرض، وتمتاز العبوات الزجاجية عن غيرها من أنواع العبوات بأنها قابلة للتدوير بنسبة تصل إلى 100% فالزجاج مادة صديقة للبيئة، وفى بعض الأحيان تصنع عبوات قابلة لإعادة الإستخدام لمرات متعددة، ويعتبر الزجاج مادة خاملة كيميائيا إلى حد كبير جدا فهو لا يتفاعل مع الكثير من المواد الغذائية، مما جعله يحتل المراتب الأولى فى تعبئة المواد الغذائية.

وتختلف وتتنوع أشكال العبوات الغذائية ولكنها تندرج تحت شكلين أساسين وهما الزجاجات (Bottles) وتتكون من فوهة وعنق وأكتاف وبدن وقاعدة وعادة تستخدم فى حفظ المواد السائلة أو ذات اللزوجة المنخفضة كما هى موضحة بالشكل رقم

(1) والشكل الأخر هو البرطمانات (Jars) ويكون بنفس الأجزاء السابقة للزجاجة ولكنها دون عنق ويتسع قطر فوهتها ليقارب قطر البدن ويستخدم فى تعبئة المواد الهلامية والحبيبات الصلبة وموضحة بالشكل رقم (2).



شكل رقم (1) : يوضح التركيب لأجزاء العبوة الزجاجية الخاصة بتعبئة المواد السائلة (زجاجة)



شكل رقم (2) : يوضح التركيب لأجزاء العبوة الزجاجية الخاصة بتعبئة الصلبة والسائلة (برطمان)

2- وظائف العبوة الزجاجية:

إن اختيار العبوة الزجاجية الملائمة لمادة المحتوى أمر له بالغ الأهمية فى تحقيق الهدف من التغليف بأفضل شكل ممكن ويساعد على تحقيق أفضل أداء للعبوة الزجاجية، الأمر الذى يضمن تحقيق مستوى الجودة المرجوة، ويتضح دور العبوة الزجاجية تجاه المحتوى فى التالى :

أ- إحتواء المادة الغذائية:

يراعى أن تكون العبوة الزجاجية الغذائية قادرة على احتواء الحجم المناسب المراد ترويجه من مادة المحتوى وأن تكون العبوة ذات وسيلة غلق مناسبة لإستخدام العبوة، فالعبوات ذات استخدام مرة واحدة لا تشترط بها أن تكون آلية الفتح والغلق مثلما فى العبوات متعددة الإستخدام، والتى يجب فيها اختيار آلية غلق محكمة مع الإستخدام المتكرر(عبوات الصلصة والمربى)، فمهمة الإحتواء هى أن تكون العبوة قادرة على نقل حجم المادة الغذائية المراد ترويجها بداية من مرحلة التعبئة حتى وصولها ليد المستهلك مع توفير سهولة استخراج جميع أجزاء المادة دون ضياعها بالسكب مثلا نتيجة لسوء آلية الغلق أو بالكسر وهدر المادة أثناء مراحل النقل المتعددة أو حتى بأن تكون العبوة ذات شكل لا يلائم طبيعة لزوجة المحتوى مما يصعب استخراج أجزاء منه وضياعها.

ب- حماية المادة الغذائية والحفاظ عليها:

يمتاز الزجاج بأنه مادة خاملة كيميائيا لا يتفاعل مع المواد الغذائية، ويمكن معالجة أسطح العبوات الداخلية بحيث تكون أكثر صلابة ومقاومة كيميائيا. ويظهر دور العبوة الزجاجية فى حماية المحتوى الغذائى عن طريق تقليل ومنع الأضرارا والتلفيات التى يمكن أن تحدث طوال فترة حياة المحتوى، والتى تبدأ منذ تعبئته داخل العبوة وصولا به ليد المستهلك واستخدامه طوال فترة صلاحيته، مع الحفاظ على عدم تغيير خواصه طوال فترة حياته. بالإضافة إلى حماية المحتوى فتقوم العبوة بدور الحفاظ علي المحتوى الغذائى ومنع وتقليل تغير خواصة البيولوجية، وألا تكون العبوة وسط لنمو البكتريا أو المواد الضارة داخلها.

ج- توفير سبل الراحة والأمان للمستخدم:

تحقق العبوة الزجاجية الراحة والأمان أثناء الاستخدام عندما تتلائم أبعادها مع ابعاد اليد البشرية، وتتوفر بها سبل الأمان فى الفتح والغلق دون التسبب فى تسريب المحتوى، وألا تسبب أى معوقات أثناء استخراج جميع أجزاء المحتوى. ويلزم أيضا أن تكون العبوة ذات قدرة تحمل ميكانيكي وكيميائى بما يلائم ظروف استخدامها ويضمن حماية المستهلك من التعرض لأى ضرر.

د- توصيل بيانات المحتوى وبيعه:

تعتبر العبوة الزجاجية وسيلة لعرض المنتج، وهى قناة الإتصال الأولى بين المحتوى والمستهلك ووسيلة لعرض البيانات الخاصة بمادة المحتوى، فالعبوة فى العديد من الأحيان تكون البائع الخفى للمحتوى وتحتوى العبوات الزجاجية بمختلف أشكالها وأنواعها على منطقة البدن التى تحمل الجزء الأكبر من المحتوى ولها دور إعلانى كبير عن طريق لصق البطاقات التعريفية بالعلامة التجارية والمحتويات وفترة الصلاحية وأية معلومات يرغب المصنع فى توفيرها وإيصالها للمستخدم.

3- دورة حياة العبوة الغذائية:

تعرف دورة حياة العبوة بأنها جميع المراحل التى تمر بها العبوة الزجاجية المستخدمة لأغراض تعبئة المواد الغذائية بداية من تصنيعها ونقلها لمصانع التعبئة لتعبئتها ونقلها وتخزينها ورصها على الأرفف للعرض، وصولا بها للمستهلك النهائى وتمتد لفترة استخدامها طوال فترة صلاحية المحتوى، والشكل رقم (3) يوضح مراحل دورة حياة العبوة الزجاجية بداية من إنتاجها وحتى وصولها للمستخدم الأخير لها.

تتعرض العبوة الزجاجية للعديد من الإجهادات والصدمات طوال فترة حياتها الأمر الذى يحتم على العبوة أن تكون ذات مقدار مناسب من التحمل الميكانيكى والكيميائى لتوفر الحماية لكل من المحتوى والمستخدم، ولتحقيق الجودة المثلى فى كفاءة استخدام العبوة الزجاجية خلال دورة حياتها يجب أن تتأكد سبل الجودة فى جميع مراحل انتاج العبوة ويتم فحص العبوة ظاهريا بداية من خروجها من فرن التبريد وهى المرحلة التى يتم التخلص فيها من الإجهادات الأمر الذى يؤثر بشكل مباشر فى خواص العبوة الزجاجية النهائية، بعد مراحل الفحص للعبوات يتم اختباراها معمليا طبقا لطرق اختبار مرجعية الأمر الذى يضمن كفاءة العبوات وتحقيقها لقيم المقاومة الكيميائية والميكانيكية المرجوة ويوضح حدود وقيم خواص العبوات الزجاجية بطريقة كمية، وتتم مرحلة الاختبار إما للتأكد من تلبية العبوات لخواصها طبقا لما هو مرجو منها أو لتحديد خواصها وتوظيفها فى ظروف التشغيل الملائمة لها.

شكل (3): يوضح مراحل دورة حياة العبوة الزجاجية منذ بداية التصنيع وحتى الاستخدام النهائى

4- مفهوم الجودة وتأكيدها

تعرف الجودة بأنها مدى تطابق مواصفات منتج أو خدمة للمواصفات المطلوبة، وهي تختص بصفات الشيء ذاته ويمكن قياسها، مثل الطول والعرض، والوزن، والنسب، وخواص المواد. وذلك المفهوم طبقا لمنظومة الأيزو 9000 حيث أن الحكم على الأشياء بأنها جميلة أو جيدة فى حد ذاتها لم يصبح كافيا فالجودة فى مفهومها الحديث تقيس مدى التطابق بطريقة كمية يمكن قراءتها.

ويختلف مقياس الجودة طبقا لعين الرائى أو بمعنى أدق تختلف المعايير بإختلاف المقيمين لها، فنجد أن مفهوم الجودة بالنسبة للمنتجين للسلعة هى مطابقة المنتجات لمواصفاتها الموضوعة لها (التصميم الأول) على نحو يؤدى الغرض المنشود بأكمل وجه بأقل تكلفة ممكنة، بينما الجودة عند مهندس الإنتاج هى عدد الوحدات الغير مطابقة وحجم المعيب بإجمالى الإنتاج، ويجد مفتش الجودة أن الجودة هى مقارنة المنتجات الفعلية طبقا لمواصفات المنتج المحددة وتحديد مدى التطابق طبقا لتحقيق مواصفات المنتج الأصلية، أما الجودة بمفهوم المستهلك النهائى للسلعة هى تتمثل فى مدى قبول شكل المنتج النهائى وسعرة ووظيفته ودرجة قيامه بها دون إلحاق الضرر به عند الإستخدام. وبالرغم من اختلاف معيار تحديد الجودة طبقا لكل محكم إلا أن كل شخص يرجع جودة المنتج طبقا لمواصفة ومعايير ويقيس مدى تطابقها لها الأمر الذى يظهر الترابط الوثيق بين المواصفات والتأكد من تحقيق مفهوم الجودة. وتهتم الجودة بشكل أساسى ومستمر برفع معدلات الإنتاج المطابق وتقليل نسب المعيب بأقصى قدر ممكن وذلك من خلال متابعة كل مراحل الإنتاج والعمليات وإجراء الاختبارات والفحص بشكل مستمر، فيتم اختبار المنتجات طبقا لمواصفات الاختبار الخاصة بتأكيد جودة خواصها، الأمر الذى يسهم بشكل فعال فى تحديد مقدار جودة المنتج وإظهار مواضع القصور لتقويمها وتلافيها.

وبتطبيق المفهوم على مجال صناعة العبوات الزجاجية لحفظ الأغذية، نجد أنه للتأكد من سلامة العبوة وجودتها فإنه يتم اختبارها طبقا للاختبارات الخاصة بتأكيد سلامة العبوة، وعند اجتياز العبوات للاختبار الخاصة بها فإن ذلك يعد ضمانا لا يقبل الشك بأن العبوات تلبى حاجة جميع الأطراف المستخدمة لها (مصانع التعبئة – المستهلك النهائى)، بما يسهم فى رفع معدلات التسويق للعبوة ورفع سعرها عن مثيلاتها كنتيجة حتمية لرفع معدلات الثقة بها عن غيرها.

5- دور إجراء الاختبارات فى تأكيد جودة العبوات:

أن إجراء اختبارات الجودة على العبوات الزجاجية لتعبئة المواد الغذائية من الأمور شديدة الأهمية والتى يجب أن تتم بصفة دورية لأنها السبيل الأكثر ضمانا لتوفير نتائج حقيقية حول مقدار جودة العبوة الزجاجية بناءا على قياسات كمية. ويتم اختبار وفحص العبوات الزجاجية للتأكد من مدى كفاءة أداءها لدورها تجاه المحتوى طوال فترة حياتها بالجودة المطلوبة، وكذلك لاستخدامها خلال دورة حياتها فى ظروف آمنة. وحيث أن هدف الجودة تقييم وتقويم العيوب بإكتشاف مواضع الضعف، والبحث عن الأسباب لعلاجها وتلافيها، لذا فدور الاختبارات يظهر جليا فى تأكيد وضمان كفاءة الاستخدام وتحديد مستوى جودة العبوات تحت ظروف التشغيل والاستخدام المختلفة، وأيضا لها دور فعال فى التوجيه لأسباب حدوث العيوب لتلافيها. يتم إجراء العديد من الاختبارات المعملية على العبوات الزجاجية الغذائية لاختبار كل من خواصها الفيزيائية لقياس الخواص الحرارية والخواص الميكانيكية واختبارات الخواص الكيميائية التى تهدف إلى تأكيد سلامة العبوة ومحتواها أثناء الاستخدام تجاه المصنع والمستهلك النهائى. وتعتبر الاختبارات التالية هى أهم الاختبارات المعملية وأكثرها تطبيقا على العبوات الزجاجية للأغذية بما يضمن كفاءة استخدامها طوال فترة حياتها:

أ- اختبار مقاومة الحمل الرأسى: Vertical load test

يتم هذا الاختبار بغرض معرفة مقدار الوزن الذى تتحمله العبوة فى اتجاهها الرأسى الأمر الذى يفيد فى تحديد أقصى وزن ممكن رصه من العبوات فوق بعضها البعض (قبل التعبئة، وبعد مرحلة التعبئة وأثناء مراحل النقل والتخزين والرص على الارفف اثناء العرض) مما يضمن عدم حدوث كسر العبوات نتيجة للحمل الزائد رأسيا ويحافظ على مادة المحتوى من الهدر وعلى المستخدم من تلافى حدوث المخاطر نتيجة للكسر ممايقلل من التلفيات فى العبوات ومحتواها.

يجرى اختبار مقاومة الحمل الرأسى للعبوات الزجاجية طبقًا للمواصفة القياسية المصرية رقم 2424 لسنة 2007 والمتماثلة فنيا مع المواصفة ISO 8113-2004 ، وجهاز الاختبار عبارة عن قرصين متقابلين إحدهما قاعدة لتثبيت العبوة والأخر يتم احكام ملامسته لفوهة العبوة ويكون قادر على توليد الضغط المناسب أو المطلوب الاختبار طبقا له وبدقة لا تقل عن 2.5%، ويراعى أن يكون الجهاز مزود بوسائد من المطاط أو البلاستك أو الكرتون المقوى لتضمن توزيع متساو من الحمل على فوهة العبوة ولتضمن عدم تلامس المعدن للجهاز بشكل مباشر مع سطح العبوة مما يسبب اجهادات تؤثر على النتيجة الفعلية للاختبار ويتم تغير الوسائد فى كل اختبار. ويتم الاختبار بتثبيت العبوة على قاعدة الجهاز فى اتجاه رأسى كما هو موضح بالشكل رقم (4) الموضح للجهاز المستخدم فى الاختبار، وتوضع الوسائد ويتم زيادة الضغط تدريجيا على العبوة بمعدل ثابت مسجل ويتم الاختبار كالتالى:

شكل (4): جهاز اختبار الحمل الرأسى على العبوات الزجاجية

اختبار الاجتياز: والذي يجرى فى حالة التأكد من سلامة العبوات طبقا للمواصفات المنتجة طبقا لها من حدود وقيم تحمل رأسى محددة مسبقًا ويتم عن طريق زيادة القوة المطبقة على العبوة بحيث تصل للقيمة المحددة أو المراد اختبار تحمل العبوات لها ويتم سحب الأقراص عند الوصول لتلك القوة وتكون نتيجة الاختبار محققة بعدم كسر العبوات تحت القوة الواقعة عليها.

اختبار الضغط المتزايد الكلي: يجرى فى حالة الرغبة فى معرفة أقصى حمل تستطيع العبوة تحمله ومن ثم تتعرض لإجهاد ويتم فيه زيادة الضغط تدريجيا بمعدل ثابت على العبوات حتى الوصول لكسر العبوات لها محل الاختبار وتسجل النتائج ويتم حساب متوسط القوة التى تم كسر جميع العبوات تحتها وتكون هى أقصى قوة تتحملها العبوة محل الاختبار والذي يحدد مقدار الوزن الأقصى الذي يمكن ان تتحملة العبوة فى اتجاه الرأسى.

ب- اختبار مقاومة الضغط الداخلى: inner pressure test

يهدف اجراء هذا الاختبار إلى معرفة مقدار الضغط التى تستطيع العبوة تحمله دون حدوث كسر أو اجهادات بها، الأمر الذي يفيد فى تعبئة المواد الغذائية تحت ضغط ناشىء عند درجات حرارة عالية. كما يهدف هذا الاختبار لمعرفة مقدار الضغط المتزايد الذي تتحمله العبوة دون كسر نتيجة لتمدد ثانى أكسيد الكربون عند التغير فى درجات الحرارة للمشروبات الغازية، التى ينشأ عنها اختلافات فى الضغوط على جدران العبوة الداخلية، ويختص هذا الاختبار بالزجاجات ذات العنق المخصصة لتعبئة المشروبات الغازية وعلى البرطمانات المعبأة تحت ظروف ضغط متغير أو درجات حرارة مرتفعة، ويجرى الاختبار طبقا للمواصفة المصرية القياسية 2147 لسنة 2006 والمتماثلة فنيا مع المواصفة القياسية ISO 7458-2004.

ويتكون الجهاز المستخدم فى الاختبار من وسيلة لتعليق العبوة من فوهتها دون أن تسبب ضغط على العنق أو غطاء العبوة مع وجود مانع للتسرب لإحكام غلق العبوة ويكون بين الرأس الضاغط للجهاز وسطح فوهة الوعاء، وذلك للمحافظة على الضغط الداخلى المطبق، ويجب أن يحتوي الجهاز على وسيلة مناسبة لتطبيق الضغط بمعدل (10±2) بار لكل الثانية، والشكل رقم (5) يوضح شكل جهاز اختبار مقاومة الضغط الداخلى للعبوات الزجاجية.

تملأ العبوات بالماء بحيث يكون الفارق فى درجات الحرارة للعبوة والماء ±5 درجة سيلزية، ويطبق الضغط على العبوة المملوءة بالماء ويحتفظ بها تحت الضغط لمدة (60 ± 2) ثانية وتجتاز العبوة الاختبار إذا تحملت الضغط المحدد طوال المدة دون حدوث كسر أو شروخ، أما اختبار الضغط المتزايد فيتم باستمرار زيادة الضغط بمعدل 1 بار (ضغط جوى) حتى ينكسر من 50 % إلى 100% من الأوعية المختبرة.

شكل (5): جهاز اختبار مقاومة الضغط الداخلي على العبوات الزجاجية

ج- اختبار الصدم الحرارى وتحمل الصدم للعبوات الزجاجية: Thermal resistance test

يهدف إجراء هذا الاختبار لمعرفة مقدار التحمل للعبوة الزجاجية للتغير المفاجىء فى درجات الحرارة، ويعتبر ذلك الاختبار غاية فى الأهمية للعبوات الزجاجية المستخدمة لتعبئة المواد الغذائية تحت درجات حرارة عالية، كما هو فى أغلب المواد الغذائية المعجنة والهلامية (مربى – صلصة). ويتم الاختبار طبقا للمواصفة القياسية المصرية 2423 لسنة 2007 والمتماثلة فنيا مع المواصفة ISO 7459 -2004.

والجهاز المستخدم فى الاختبار عبارة عن حوضين كما هو موضح بالشكل رقم (6) سعة كل واحد منهما 8 لتر من الماء لكل كيلو جرام من الزجاج احدهما حوض حمام ماء بارد t_1 بدرجة حرارة (5±22) □ س والأخر حوض حمام ماء ساخن t_2 يتم ضبطه بدرجة الحرارة المراد الاختبار طبقا لها، يجب أن يترافر بكلا الحوضين خاصية الاحتفاظ بدرجات الحرارة للماء (±1) □س، ويزود الجهاز بسلة من مادة خاملة موضحة بالشكل رقم (7) لا تسبب تلف للأوعية ومقسمة بحيث تستطيع استيعاب العبوات فى إتجاه رأسى ومزودة بغطاء مثقب لمنع طفو العبوات عند غمرها.

يتم إجراء الاختبار بملء كل من الحمامين المائيين الساخن والبارد بحيث تكون قمة حافة العبوات تحت مستوى سطح الماء بمسافة لا تقل عن 50 ملم، وتغمر العبوات فى الحمام المائى الساخن، ويتم ظبطه على أن يحتفظ بدرجة حرارته المحددة مسبقا لمدة 5 دقائق كاملة ثم ترفع السلة وتنقل خلال مدة زمنية لا تزيد عن 16 ثانية للحمام المائى البارد وتترك لمدة 30 ثانية، ثم ترفع السلة لمعاينة العبوات محل الاختبار بفحص كل وعاء لتحديد العبوات التى حدث بها شروخ أو كسور أثناء الاختبار.

يحدد اجتياز العبوة محل الاختبار إذا كان عدد العبوات المختبرة التى وجد بها كسور أو شروخ أقل من العدد المحدد أو المتفق عليه فى العينة، وذلك عند التعرض لفارق درجات الحرارة (مقدار الصدم) المحددة، ويحدد الاختبار المتزايد لتعيين النسبة المئوية للشروخ عن طريق رفع درجات الحرارة تدريجيا 5 درجات مئوية فى كل مرة وإعادة الاختبار حتى يتم كسر أو استبعاد 50% من حجم العينة محل الاختبار، بينما يحدد اختبار المتزايد الكلى بإعادة اختبار الاجتياز على العينات المجتازة حتى يتم كسر جميع العبوات محل الاختبار.

شكل (6): جهاز اختبار الصدم الحراري (حوضين مائيين بقلاب) شكل (7): سلة من مادة خاملة بحاجز يفصل العبوات ويمنع طفوها

د- اختبار نفاذية الضوء للعبوات الزجاجية: Spectrophotometric test

يجرى هذا الاختبار على العبوات الزجاجية للأغذية والتى تستخدم فى تعبئة مواد تتأثر بالضوء كما هو في بعض المشروبات الغازية التى تعبأ فى عبوات الزجاج ذات اللون الأخضر أو العسلى، أو كما هو فى بعض أنواع الزيوت الغذائية.

يتم الاختبار عن طريق استخدام جهاز المطياف الضوئى الموضح بالشكل رقم (8) ، وتقطع العبوة بآله مناسبة ثم تختار قطعة سمكها يمثل متوسط سمك جسم العبوة وتسوى حروفها لتناسب التركيب للجهاز مع مراعاة عدم خدش سطح الزجاج

. ثم تغسل العينة وتجفف بحذر ويجب أن يتم مسح العينة باحتراس بورقة تنظيف ناعمة مناسبة (أو الورق الخاص بتنظيف العدسات) قبل وضعها مباشرة فى الجهاز ، يمكن أن تثبت العينة بمادة شمعية لزجة أو أى وسيلة اخرى مناسبة مع مراعاة عدم طبع الأصابع أو أى علامات أخرى على العينة التى فى مسار الضوء.

توضـــع العينــة فى الجهــاز بحيــث يكون المحور الإسطوانى لها موازيا لمستوى الشق الطولى المار منه الضـــوء ويكون مركزها بقدر الإمكان على إســـتقامة واحدة مع مركز فتحة الضوء وذلك حتى يسقط شعاع الضـــوء المار من الفتحة عموديا على العينة ويكون انعكاس الضـــوء أقل ما يمكن، وتقاس نفاذية العينة للضـــوء بالمقارنة بالهواء فى منطقة الطيف المحددة وذلك إذا كان مقياس الطيف مزودا بجهاز تســـجيل أوتوماتيكيا ، أما إذا كان مقياس الطيف يدويا فتقاس كل 20 نانوميتر فى منطقة الطيف المحصـــورة بين 290 نـانوميتر و 450 نـانوميتر . ويجـب ألا تزيـد شـــدة الضوء النافذ خلال العينة للأوعية الزجاجية المستخدمة على 10% عند أى طول موجى فى المدى من 290 نانوميتر إلى 450 نانوميتير وذلك للزجاج العسلى.

شكل رقم (7): جهاز المطياف الضوئى

هـ - اختبار استقطاب الضوء للعبوات الزجاجية: Polariscopic test

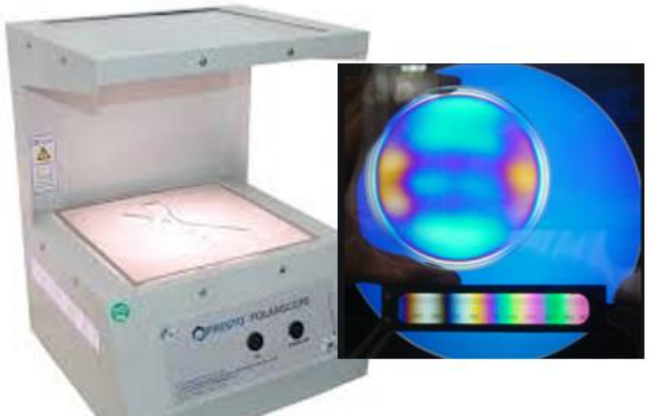
يهدف هذا الاختبار للتأكد من جودة التبريد للعبوات، وهى المرحلة التى يتم الخلص فيها من الإجهادات الأمر الذى يؤثر بشكل مباشر فى جميع خواص العبوة الفيزيائية والكيميائية على حد سواء، حيث أن وجود الاجهادات يقلل كل من المقاومة الكيميائية والميكانيكية للعبوة بشكل ملحوظ، فكلما ارتفع مقدار التخلص من الاجهادات أثناء تبريد العبوة كلما ارتفعت جودة أداءها فى جميع مراحل دورة حياتها. ويعتبر هذا الاختبار كاشفا فى حالة تكرر حدوث عيب أو كسر فيتم التأكد من أن العبوة ليست بها عيب تبريد بجانب أنه اختبار هام يتم بصفة دورية على عينات العبوات للتأكد من سير عملية التبريد بالشكل الملائم للعبوة. ويستخدم الضوء المستقطب (أشعة الضوء التى تسير فى إتجاه خطى واحد) للكشف عن مقدار الإجهادات للزجاج وذلك بأنه عند مرور الضوء المستقطب بعينة الزجاج التى بها اجهادات فإنه ينحرف عن مساره، هذا الانحراف يتناسب طرديا مع كمية الاجهادات الموجودة بالزجاج مما يدل على درجة جودة التخمر للعبوة (التبريد). يتم اجراء الاختبار طبقا للمواصفة القياسية المصرية 816 لسنة 2006 المتماثلة فنيا مع مواصفة الجمعية الأمريكية للمواد ASTM C148-2000

يقوم الاختبار على تحديد مقدار التأخر الضوئى للعينة ومقارنتها بأقراص مرجعية باستخدام البولاريسكوب، وذلك فى حالة العبوات ذات التأخر الضوئى الأقل من 150 نانومتر ويستخدم جهاز البولاريميتر فى حالة التأخر الضوئى الأقل من 565 نانومتر، ويجب ألا تقل درجة استقطاب الضوء عند جميع النقاط فى المجال عن 99%.

يتم الاختبار بطريقتين طبقا للجهاز المستخدم وهما:

الطريقة الأولى: المقارنة بأقراص قياسية مرجعية باستخدام منظار الاستقطاب (البولاريسكوب) شكل رقم (8)

ويستخدم لوح حساس ملون مقدار التأخير الضوئى الإسمى له 565 نانوميتر، بحيث لا يزيد التغير فى هذه القيمة عن 5 نانومتر عبر مجال الرؤية، ومحوره البطىء عند زاوية مقدارها 45^0 على مستوى الإستقطاب، ويؤدى توافر هذه الظروف إلى تلون الخلفية باللون الأزرق المحمر، ويجب ألا تقل شدة الإضاءة فى مجال الاستقطاب للعينة عن 300 شمعة /م2.



شكل (8): جهاز البولاريسكوب المستخدم لقياس الاجهادات بالعبوات الزجاجية

يظل تمييز اللون مقبولا عندما يكون التأخير الضوئى بين 510، 580 نانومتر، غير أن أفضل الظروف التى يمكن الوصول إليها تكون عند 565 نانومتر. ويتم الفحص لقاع الوعاء وأماكن الانحناءات وبالأشكال المربعة والبيضاوية كما يتم الكشف عن أماكن أنحناءات الجوانب.

شكل (9): جهاز البولاريميتر الرقمي المستخدم لقياس الاجهادات بالعبوات الزجاجية

الطريقة الثانية: تعيين الأثر الظاهرى باستخدام مقياس الاستقطاب (بولاريميتر) الموضح بالشكل رقم (9(

يجب أن يكون الحد الأدنى لقطر المجال أكبر بمقدار 51 مم على الأقل من قطر الوعاء الزجاجى المراد فحصه. كما يجب أن تكون المسافة بين عناصر كل من المستقطب والمحلل كافية لتسمح برؤية السطح الداخلى لقاع الوعاء المراد رؤيته من خلال فوهة الوعاء المفتوحة، ويجب أيضا ألا تقل شدة الإضاءة فى مجال الاستقطاب للعينة عن 300 شمعة /م2

و- اختبار قياس المقاومة الكيميائية للعبوات الزجاجية: Chemical durability test

يهدف اختبار المقاومة الكيميائية إلى معرفة مقدار التحمل الكيميائى للعبوة الزجاجية وعدم قابليتها للتفاعل مع محتوياتها ومقدار قابلية ذوبان بعض المكونات من أسطح العبوة الداخلية فى الماء، الأمر الذى يمكن أن يضر بخواص مادة المحتوى ويؤثر بشكل مباشر على صحة الانسان. لذا فى بعض الأحيان يتطلب الأمر لأخذ الاحتياطات الواجبة والتأكد من أن العبوة المستخدمة لن تتأثر بتعرضها لدرجات الحرارة المختلفة لذوبان أى من مكونات سطحها الداخلى مع مادة المحتوى. إن أغلب العبوات الزجاجية الغذائية تصنع من الزجاج الجير الصودى ويتم اختبار مقاومتها الكيميائية بإجراء اختبار مقاومة حبيبات الزجاج للماء عند درجة حرارة 98 درجة مئوية، ويتم التصنيف للعبوات طبقا للمواصفة القياسية المصرية 2005/4894 والمتماثلة فنيا مع المواصفة ISO 719-1985.

يتم الاختبار بطحن جزء من العبوة ونخلها بمناخل ذات أقطار محددة، ثم تغسل حبيبات الزجاج المطحون بالماء والأسيتونوبدها تجفف، ليتم تجميع 2 جرام من حبيبات الزجاج ذات حجم حبيبى يتراوح من 300-500 ميكرون، ويتم

إجراء الاختبار على حبيبات الزجاج بتعرضها لماء عالى النقاوة لمدة 60 دقيقة عند 98 □ س. ويتم تقييم الزجاج من خلال درجة مقاومة الزجاج للماء عن طريق معايرة المحاليل المستخلصة، ويحسب متوسط قيم النتائج بالمليلتر من محلول حامض الهيدروكلوريك المستخدم فى المعايرة لكل جرام من العينة. وبمكن أن يتم حساب المكافىء للحمض من القلوي المستخلص صورة أكسيد الصوديوم (Na_2O) بالميكروجرام لكل جرام من حبيبات الزجاج. ويصنف الزجاج طبقا للحامض المستهلك والمكافىء له من القلوى معبرا عنها بكمية أكسيد الصوديوم (Na_2O)، وتحدد رتب الزجاج من خلال الجدول رقم (1) ومدى ملازمتها لتعبئة المواد المختلفة.

الجدول (1): حدود قيم اختبار مقاومة حبيبات الزجاج للماء عند 98 □س لمدة 60 دقيقة

الرتبة	استهلاك محلول حامض الهيدوكلوريك (0.01 مول /لتر) لكل جرام من حبيبات الزجاج (مل/جرام)	المكافىء من القلوى ويعبر عنه بكتلة أكسيد الصوديوم (Na_2O) لكل جرام من حبيبات الزجاج (ميكروجرام /جرام)
HGA1	أقل من أو يساوى 0.1	أقل من أو يساوى 31
HGA2	أكبر من 0.1 وأقل من أو يساوى 0.2	أكبر من 31 وأقل من أو يساوى 62
HGA3	أكبر من 0.2 وأقل من أو يساوى 0.85	أكبر من 62 وأقل من أو يساوى 264
HGA4	أكبر من 0.85 وأقل من أو يساوى 2	أكبر من 264 وأقل من أو يساوى 620
HGA5	أكبر من 2 وأقل من أو يساوى 3.5	أكبر من 620 وأقل من أو يساوى 1085
يشير تعبير الرتبة HGA إلى مقاومة حبيبات الزجاج بطريقة اختبار حبيبات الماء.		

6- علاقة الجودة بالعمليات الانتاجية المختلفة:

تم إجراء استبيان للتحقق من مدى تطبيق الاختبارات فى مراحل الانتاج (صناعة العبوات الزجاجية – التعبئة)، وقد استهدف الاستبيان مسئولى الجودة لمصانع إنتاج العبوات وأيضا مصانع التعبئة للمواد الغذائية (خروج المنتج النهائى)، وقد ركزت الأسئلة حول رأى القائمين على الصناعة فى أهمية تطبيق اختبارات الجودة وأثرها على جودة العبوة والمنتج، وأيضا على مدى تطبيق هذه الاختبارات فى **مراحل الإنتاج وصولا للمنتج النهائى وقد تبين منها التالى:**

- ظهر أن عدد المصنعين للعبوات الغذائية يفوق عدد المصنعين للعبوات الدوائية، وقد أبدى جميع المصنعين للعبوات الزجاجية أهمية إجراء اختبارات جودة العبوات الزجاجية وأنها مؤثرة فى جودة العبوة بشكل ملحوظ.
- أبدى المصنعون للعبوات الزجاجية والقائمين بالتعبئة أن إجراء اختبارات جودة العبوات مؤثر فى جميع مراحل العبوة الزجاجية (دورة حياة العبوة) بدرجة ملحوظة، وأن الغالبية العظمى تقوم بإجراء الاختبارات على العبوة الزجاجية (مصانع العبوات)، أو تتعاقد على عبوات ذات مواصفات ونتائج اختبار مقبولة (مصانع التعبئة).

- اتضح من النتائج أهمية إجراء الاختبارات لعينة الاستبيان (مصنعين –معبئين)، والخاصة بالخواص الميكيانيكية (صدم حرارى – حمل رأسى – ضغط داخلى) والفيزيائية (نفاذية ضوء) والكيميائية (مقاومة كيميائية للماء)، وتأثيرها على الجودة النهائية للعبوات الزجاجية بما يضمن أداء العبوة لوظائفها بالشكل الأمثل الأمر الذى يرفع معدلات الإنتاج ويقلل من العيوب ويرفع معدلات التسويق.

- تتم بعض الاختبارات بطرق خاصة بالمؤسسة وقيم وحدود خارج المواصفات أحيانا، أو طبقا لبيانات المستخدم الخاصة بجهاز الاختبار وغير مبنية على طريقة مرجعية لمواصفة محلية أو دولية. ويرجع ذلك نتيجة عدم دراية المصنع بوجود مواصفة اختبار وعدم وجود تشريعات ملزمة بإجراء الاختبارات طبقا لمواصفات قياسية فى مجال العبوات الزجاجية. وعليه يلزم الحرص على متابعة مواقع الإنتاج والتنبيه عليها بالتوجه إلى إجراء الإختبارات الخاصة بالجودة وذلك لضمان كفاءة استخدام المنتج.

7- النتائج:

1- تم توضيح علاقة اختبارات جودة العبوات الزجاجية بالوظائف والاستخدامات.

2- اختبارات الجودة تعتبر ضمانا هاما لجودة أداء العبوات الزجاجية طوال فترة حياتها.

8- التوصيات:

1- تفعيل دور إجراء الاختبارات بما يضمن جودة العبوة الزجاجية الغذائية وتقليل نسب التلف منها والحفاظ على المحتوى طوال فترة حياتها.

2- عمل مواصفة شاملة توضح علاقة اختبارات الجودة بكفاءة الاستخدام للعبوات الزجاجية الغذائية.

9- المراجع:

الكتب العلمية Scientific published books

1- عبد المنعم محمد حمودة "المواصفات والمقاييس – مقومات عناصر التقنية فى الدول النامية"– دار النهضة العربية- مصر- 1997

- Abdelmene Mohamed Haouda "Al Mouasafat w al makayesss- Mokawmat Anaser Al taqneya fi Al Dowal Al Naeya"- Dar el Nahda Al arabeya- Misr- 1997

2- فتحى أحمد يحيى العالم- "نظام إدارة الجودة الشاملة والمواصفات العالمية – دراسة علمية وتطبيقية" – دار اليازورى – الأردن – 2010

- Fathi Ahmed Yehya Al Alem- " Nezam Edaret Al gawda Al shamla w Al Mouasafat Al Alameya"- Derasah Elmeya we Tatbeqeya"- Dar Al Yazoury – Al Ordon - 2010

3- Anna Embled & Harry Embled, "Packaging technology, fundamental، material and processes" Woodhead Publishing, USA, 2012.

4- Anon, Packaging material module, Glass, International Trade Center, 2010.

5-

المواصفات القياسية المصرية Egyptian standards

6- م.ق.م: 2424 /2007، أيزو 2004/8113 - الأوعية الزجاجية - اختبار مقاومة الحمل الرأسى.

- Mem.Kaf.Mem 2424-2007, ISO 8113-2004- "Al Aweya al Zogageya – Ekhtebar Mokawmet el Heml el Raasy"

7- م.ق.م : 2147 /2006، أيزو 2004/7458 -الأوعية الزجاجية - طريقة اختبار المقاومة للضغط الداخلى.

- Mem.Kaf. Mem 2147-2006, ISO 7458-2004- "Al aweya al zogageya – Ekhtebar Mokawmet el Dakht El Dakhely"

8- م.ق.م 2007/2423، أيزو: 7459 / 2004 -الأوعية الزجاجية - اختبار مقاومة الصدم الحرارى وتحمل الصدم الحرارى.

- Mem.Kaf. Mem 2423-2007, ISO 7459-2004- "Al Aweya Al Zogageya – Ekhtebar Mokawmet al Sadm Al Harary we Tahamoul al Sadm Al Harary"

9- م.ق.م : 816/ 2006 الأوعية الزجاجية - اختبار استقطاب الضوء.

- Mem.Kaf. Mem 816-2006 "Al Aweya Al Zogageya – Ekhtebar Esteqtab Al Doa"

10-م.ق.م :2007/2425 – اختبار نفاذية الضوء للأوعية الزجاجية المستخدمة فى تعبئة المستحضرات الدوائية التى تتأثر بالضوء.

- Mem.Kaf. Mem 2425-2007 "Ekhtebar Nafazeyat Al Doa Lel Aweya al Zogageya Al Mostakhdama Fi Tabeyat Al Mostahderat Al Dawaaeya Alaty Tataathar Bl Doa"

11-م.ق.م: 2005/4894 - أيزو: 719 / 1985 – اختبار مقاومة حبيبات الزجاج للماء عند درجة حرارة 98□ س، والتصنيف.

- Mem.Kaf. Mem 4894-2005, "Ekhtebar Mokawmet Hobibat Al Zogag lel Maa End Daraget hararet ^{0}98 Celicious Wa Al Tasneef"

مراجع من شبكة الانترنت Websites references

12- http://glassplantconfidential.com/glass-container-terminology-201.html
13- https://www.agrintl.com/de/produkt-kategorie/glass-de/
14- https://www.agrintl.com/product/ramp-pressure-tester-2/
15- https://www.dpmglass.com/production/strength/
16- https://www.kruess.com/en/produkte/polarimeters-en/p3000/
17- https://www.idavid.be/gemological-instruments/polariscope.html
18- http://glassplantconfidential.com/glass-container-terminology-202.html