Journal of
Design Sciences and Applied Arts

تصميم وحدات إضاءة قابلة للتركيب من البلاستيك المعاد تدويره لغرف الأطفال
دراسة تقييمية لخفض البصمة الكربونية

Designing of Recycled Plastic Mountable children's Rooms Lighting Units
An Evaluation Study to Reduce Carbon Footprint

محمد محى الدين محمود

أستاذ مساعد بقسم التصميم الصناعى - كلية الفنون التطبيقية جامعة بنى سويف – مصر

Submit Date:2025-04-04 17: 02: 29 | Revise Date:2025-06-08 18: 30: 33 | Accept Date: 2025-06-09 04: 05: 46

DOI:10.21608/jdsaa.2025.372790.1451

ملخص البحث:-

يواجه العالم خلال السنوات الأخيرة عدداً من التحديات الكبيرة مثل التزايد الكبير فى الطلب على المواد الخام ومصادر الطاقة ، الكميات الهائلة من المخلفات ، ناهيك عن الإرتفاع الملحوظ فى نسب الإنبعاثات الكربونية الأمر الذى يشكل تهديداً على حياة كلاً من الإنسان والحيوان والنبات . ولقد برز مفهوم إعادة التدوير خلال الحربين العالميتين الأولى والثانية فى ظل معاناة عدد من الدول من النقص فى المواد الخام ، مما دفعها إلى تجميع كميات من المخلفات وإعادة إستخدامها ، وبمرور الوقت أصبحت عمليات إعادة التدوير أحد أهم أساليب إدارة المخلفات الصلبة . وعلى الرغم من الإهتمام الكبير بعمليات إعادة التدوير والإرتفاع المتزايد فى معدلاتها إلا أنه ما تزال العديد من الدول العربية والإفريقية والأسيوية بحاجه إلى بذل المزيد من الجهود فى هذا الشأن وهو بمثابة مشكلة البحث . ويهدف البحث توضيح دور عمليات إعادة التدوير فى تحسين إدارة الموارد والتخلص الآمن من المخلفات خاصة المخلفات البلاستيكية بإعتبارها أحد أنواع المخلفات الصلبة بحسب قانون تنظيم إدارة المخلفات رقم 202 لعام 2020 ، حيث أنه إذا أمكن إستغلال جانب من المخلفات البلاستيكية فى تصميم وتنفيذ بعض المنتجات الجذابة التى تحمل قيمة جمالية ووظيفية نفعية فإنه يمكننا لفت النظر لما يمكن أن تمثله تلك المخلفات من قيمة والحث على إستغلالها وتخفيض إنبعاثاتها الغازية وبصمتها الكربونية وهو بمثابة فرض البحث. تم إتباع كلاً من المنهجين الوصفى التحليلى والتجريبى للوصول الى نتائج منطقيه . قدم الباحث عدداً من التصورات لبعض وحدات الإضاءة لغرف الأطفال ، من ألواح بلاستيكية معادة التدوير من مادة HDPE ، كما يمكن أيضاً أن يتم إستخدامها كألعاب للأطفال من هواة الفك والتركيب .

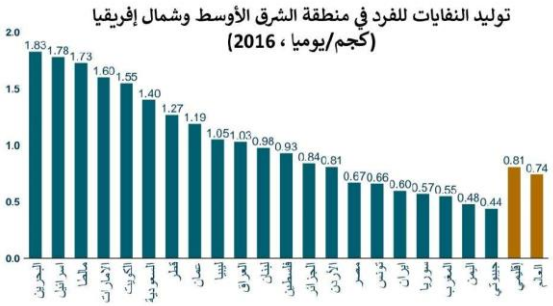
الكلمات المفتاحية:-

إعادة التدوير Recycling ، المخلفات الصلبة Solid Waste ، المخلفات البلاستيكية Plastic Waste ، البصمة الكربونية Carbon Footprint ، المواد الخام Raw Materials.

المقدمة :

فى ظل تزايد أعداد السكان وإرتفاع مستوى الدخل والمعيشة ومع التقدم الصناعى والتقنى السريع ، تزايد الطلب على المواد الخام من أجل تلبية العديد من الأغراض . إذ تشير بعض الدراسات إلى أنه من المتوقع أن يتزايد مقدار الطلب على الحديد الصلب بنحو الضعف وعلى الألومنيوم بنحو الثلاثة أضعاف ، أما البلاستيك فيتوقع أن يتزايد الطلب عليه بمقدار أربعة أضعاف ، وذلك بحلول عام ٢٠٥٠ . وتهدد إنبعاثات ثانى أكسيد الكربون المتزايدة و الناجمة عن عمليات إنتاج المواد الخام تلك بزيادة الأحترار العالمى بحوالى درجتين . (Recycled materials, Climate Action Accelerator , Feb. 2025)

كذلك فقد تزايدت كميات النفايات أو المخلفات الناتجة عن الأنشطة البشرية و تنوعت فى أشكالها وصورها ، الأمر الذى أصبحت معه عمليات التخلص منها أحد أبرز المشكلات التى تؤرق التجمعات البشرية (شكل ١) .



الشكل رقم (١) معدل توليد النفايات للفرد الواحد بالشرق الأوسط وشمال إفريقيا (أصيل البسام ، ٢٠٢١)

وتنقسم النفايات أو المخلفات الناتجة عن الأنشطة والممارسات البشرية إلى ما يلى : (سيبكو للبيئة ، مارس ٢٠٢٥)

- النفايات أو المخلفات السائلة .
- النفايات أو المخلفات الغازية .
- النفايات أو المخلفات الخطرة .
- النفايات أو المخلفات الإلكترونية .
- النفايات أو المخلفات الصلبة : وهى ما سيتم التركيز عليه خلال هذا البحث .

المخلفات الصلبة Solid Waste :

تعرف المخلفات عموماً على أنها جميع نواتج الأنشطة البشرية والتى يتم الإستغناء عنها عند إنتهاء منفعتها أو ربما لزيادتها عن الحاجة . (شيماء عبد العزيز حامد شاكر ، ٢٠٢٣)

أو أنها كل ما يتبقى عن عمليات الإنتاج أو الإستخدام أو التحويل من مواد أو أشياء منقولة ، والتى يتم التخلص أو ينوى التخلص منها أو إزالتها بواسطة حائزيها كى لا تتسبب فى أية أضرار سواء للإنسان أو البيئة . (على فالح الشوابكة وأخرون ، ٢٠٠٩)

ويمكن أن تعرف أيضاً على أنها تلك المواد التى يتم التخلص منها عند مصادر تولدها كمخلفات لا تستحق الإحتفاظ بها لكونها عديمة القيمة ، ولكن يمكن أن يكون لها قيمة إقتصادية فى موقع مختلف أو ظروف مختلفة . (عبد الله سالم المالكى وأخرون ، ٢٠١١)

أو أنها أية مادة مستهلكة أو ناتجة عن نشاط أو عملية ما ، والتى تصبح عديمة الفائدة بسبب خصائصها الفيزيائية أو البيولوجية ، لذا يتم إهمالها أو يعتزم التخلص منها .(أحمد طلال الخضر وأخرون ، ٢٠٢٣)

أما المخلفات الصلبة فيمكن تعريفها على أنها كل مادة لم يعد من الممكن أن يتم إستخدامها إقتصادياً ولا يمكن إستعادتها أو إسترادها ، وذلك فى توقيت ما أو مكان ما ، فيتم التخلص منها فى الماء أو الهواء أو التراب الأمر الذى يتسبب فى الإضرار بالإنسان وغيره من الكائنات الحية بالإضافة إلى الإضرار بالبيئة نفسها .

أو أنها المواد عديمة النفع ذات المحتوى المنخفض من السوائل ، والتى تتسم بالخطورة أحياناً وتشمل المخلفات البلدية ، المخلفات الصناعية والتجارية ، المخلفات الزراعية وتربية الحيوانات ، مخلفات الهدم والبناء ومخلفات عمليات التعدين .

وتشير بعض الدراسات إلى إنتاج مصر لما يزيد عن ١٦ مليون طن من المخلفات الصلبة سنوياً ، تنقسم بحسب كمياتها إلى حوالى ٢٥ % مخلفات منزلية ، ٧ % مخلفات هدم و بناء ، ١٠ % مخلفات صناعية ، ٦ % مخلفات زراعية ، ٣ % حمأة و٤٩ مخلفات تطهير الترع والمصارف . (محمد حسين محمد عبد ربه و أخرون ، ٢٠٢٢)

وتصل كمية المخلفات البلاستيكية بتلك المخلفات إلى ما يقارب ١٠٠ ألف طن سنوياً ، وخاصة بعد تزايد إستهلاك البلاستيك السنوى ليصل إلى نحو مليون طن ، الأمر الذى تزايدت معه الحاجة إلى التخلص من تلك المخلفات ، وأصبحت هناك ضرورة ملحة لإعادة تدوير البلاستيك وإعادة إستخدامه فى سبيل تخفيض كمية المخلفات البلاستيكية التى يصعب التخلص منها لكونها عسرة الهضم بيئياً .

البصمة الكربونية Carbon Footprint : (محمد عبد الرحمن سلامة ، مايو ٢٠٢٣)

هى مصطلح تم إطلاقه للإشارة إلى الإنبعاثات المتولدة عن أية أنشطة إنسانية من ثانى أكسيد الكربون وكذلك من الغازات الأخرى والتى يمكن أن تؤثر على تغير المناخ (شكل ٢) .

الشكل رقم (٢) البصمة الكربونية من إعداد الباحث

ويمكننا القول أيضاً أنها وسيلة قياسية يمكن عن طريقها تحديد تأثير نشاط أو خدمة أو منتج ما على تغير المناخ سواء كان هذا النشاط على مستوى الفرد أو المؤسسات أو حتى الدول ، وسواء كان هذا التأثير بالسلب أو بالإيجاب عن طريق تقدير كمية الإنبعاثات سواء من ثانى أكسيد الكربون أو من غيره من الغازات الدفينة والمتولدة بشكل مباشر أو غير مباشر ، والتى يعبر عنها غالباً بوحدة الطن .

إعادة التدوير Recycling :

يقصد بإعادة التدوير إعادة إسترجاع أو إستعادة المخلفات لإستخدامها فى إنتاج منتجات أو أشياء أخرى ، ولقد مارس الإنسان تلك العمليات منذ القدم بداية من العصر البرونزى ، حيث كان يقوم بإذابة بعض المواد والأشياء المعدنية لتحويلها إلى أدوات وأشياء أخرى . (فايزة مصطفى زهران وأخرون ، أكتوبر ٢٠٢٣)

ويمكننا تعريف إعادة التدوير على أنها إعادة إستخدام المنتج مرة أخرى فى صورة مادة أولية للمنتج نفسه أو كجزء أو مكون يدخل فى تصنيع منتج أخر بعد أن تم تغيير المنتج القديم نتيجة الإستخدام .(أمل محمود محمد وأخرون ، ٢٠٢٤)

أو أنها تلك العملية أو مجموعة العمليات التى يتم فيها إستخدام عنصر أو مكوناته للوصول إلى شئ جديد . (ميرنا محمد حسين كامل مرعى ، يوليو ٢٠١٨)

أو أنها تلك العمليات التى يتم فيها إعادة تصنيع وإستخدام المخلفات سواء المنزلية أو الزراعية أو الصناعية لتخفيض تراكمها والحد من تأثيرها على البيئة.

كما يمكننا تعريف إعادة التدوير على أنها سلسلة من الخطوات أو الأنشطة التى تتضمن تجميع المواد القابلة للتدوير مثل الورق ، الزجاج ، القطع المعدنية ، الأخشاب ، البطاريات و الإطارات ، وفصلها وجعلها مواد خام تدخل فى صناعة منتجات أو أشياء جديدة .

أو أنها العملية التى يتم عن طريقها تحويل المخلفات إلى مواد قابلة لإعادة التصنيع وعمل منتجات جديدة منها. (مروة محمود سليمان محمد ، ٢٠٢٢)

كذلك يمكننا تعريف إعادة التدوير على أنها مجموعة من التقنيات مثل الإنحلال الحرارى ، فصل المعادن والعمليات الحرارية المائية ، والتى يتم اللجوء إليها لتخفيض حجم النفايات والمخلفات الصلبة والإستفادة منها مرة أخرى . (Dan Cudjoe and others, October 2021)

أو أنها مجموعة من الإجراءات التى تهدف إلى تخفيض كميات المخلفات الصلبة الناتجة عن العمليات الصناعية وذلك فى سبيل الحفاظ على الموارد والإسهام فى تحسين جودة الحياة . (أمل محمود محمد وأخرون ، ٢٠٢٤)

وإجمالاً يمكننا تعريف إعادة التدوير بأنها عملية إعادة تصنيع وإستخدام مخلفات المواد أو المنتجات وإستعادة أو إسترجاع المواد المهملة والمتبقية سواء كانت فى صورة ورق ، مطاط ، زجاج ....إلخ والإستفادة منها سواء بالطريق المباشر أو عن طريق

تحويلها إلى مواد خام يمكن إستخدامها فى إنتاج مواد أو منتجات أو أشياء جديدة ذات منفعة بيئية وإقتصادية .

وتعد إعادة تدوير المخلفات إحدى الإستراتيجيات الرئيسية لتحقيق التحول الأخضر .

و هناك نوعان من إعادة التدوير يمكن إجمالهم على النحو التالى :

- إعادة تدوير المنتج بأكمله مع الحفاظ على شكله وهيئته وقيمته العالية ، وهو النوع الأعلى قيمة .
- إعادة تدوير الأجزاء والمكونات بعد تفكيكها من المنتج الأصلى ، وهو النوع الأقل قيمة من النوع السابق وفيه تتم إعادة تدوير المواد إما عن طريق العمليات الصناعية أو عن طريق المعالجات الكيميائية والحرارية و إستخدامها كمواد تشغيلية أو كمواد خام جديدة .

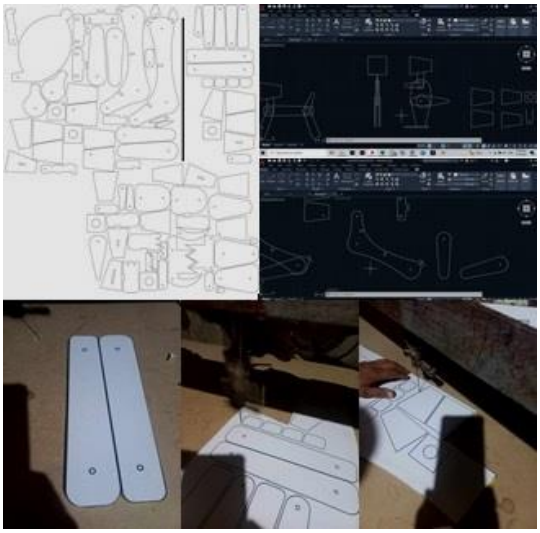
وعلى الرغم من الجدوى الإقتصادية والمنفعة البيئية الكبيرة العائدة من عمليات إعادة التدوير ، حيث أشارت إحدى الدراسات إلى أنه قد أمكن تحقيق حوالى ٤٣ % من الوفر فى الطاقة الكهربية عن طريق إعادة تدوير المخلفات الصلبة ، مع تجنب الإضرار الناجمة عما يزيد عن ٤٧٠٠ بليون كجم من ثانى أكسيد الكربون ، حوالى ٢٢ بليون كجم من الميثان وحوالى ١٠٧٠٠ مليون كجم من أكاسيد النيتروجين ، وذلك خلال الفترة بين عامى ٢٠٠٥ و ٢٠١٧ ، الأمر الذى أولت معه بعض الدول الكثير من الإهتمام بعمليات إعادة تدوير المخلفات الصلبة من بينها ألمانيا ، والتى بلغت معدلات إعادة التدوير بها ٦٢ % تقريباً ، كوريا وسنغافورة بمعدلات إعادة تدوير تبلغ حوالى ٦٠ % ، بلجيكا ٥٨ % ، إلا أنه ما تزال هناك العديد من الدول بالمنطقة العربية وفى كلاً من القارتين الإفريقية والآسيوية وعلى رأسها الصين ، تحتاج إلى بذل المزيد من الجهود فى سبيل تشجيع المبادرات وتبنى سياسات إعادة التدوير وهو ما يمكن إعتباره بمثابة مشكلة البحث . (Dan Cudjoe and others, October 2021)

فى حين يهدف هذا البحث إلى توضيح دور عمليات إعادة التدوير فى تحسين إدارة الموارد بداية من عدم إهدار أو إستنزاف المواد الخام وصولاً إلى عمليات التخلص الآمن من المخلفات خاصة المخلفات البلاستيكية بإعتبارها أحد أنواع المخلفات الصلبة كما ينص قانون تنظيم إدارة المخلفات رقم ٢٠٢ لعام ٢٠٢٠ ، حيث أنه إذا أمكن إستغلال جانب من المخلفات البلاستيكية فى تصميم وتنفيذ بعض من المنتجات الجذابة التى تحمل قيمة جمالية و قيمة نفعية إستخدامية فإنه يمكننا لفت الإنتباه لما يمكن أن تمثله تلك المخلفات من قيمة وثروة و من ثم تشجيع المبادرات و الكيانات الهادفة إلى حسن إستغلالها والمساهمة فى الحد من أضرارها ومخاطرها وتخفيض إنبعاثاتها الغازية وبصمتها الكربونية وهو ما يمثل فرض البحث .

تم إتباع كلاً من المنهجين البحثيين الوصفى التحليلى والتجريبى سعياً للحصول على نتائج وتصورات منطقية .

مقترحات تصميمية لبعض وحدات الإضاءة لغرف الأطفال :

على ضوء ما تقدم سعى الباحث إلى تنفيذ بعض وحدات الإضاءة الجانبية المبتكرة ، والقابلة للفك والتركيب والتجميع والخاصة بغرف الأطفال كما هو موضح بالأشكال (٣، ٤، ٥، ٦، ٧) .



الشكل رقم (٣) جانب من أعمال الرسم والتنفيذ

للنماذج المقترحة

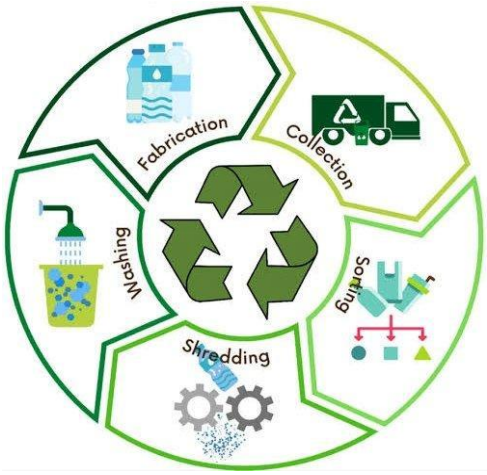
شكل رقم (٤) التصور الأول لوحدة الإضاءة على هيئة شكل تجريدى لجرو صغير

الشكل رقم (٥) التصور الثانى لوحدة الإضاءة والمستلهم من شكل الأرنب مع شئ من التجريد

الشكل رقم (٦) التصورين الثالث والرابع لوحدة الإضاءة على هيئة ديناصورات وشخصيات كرتونية خيالية مجردة

شكل رقم (٧) التصور الخامس لوحدة الإضاءة والستوحى من شكل الكلب

تم الإستعانة بعدد من الألواح البلاستيكية المعاد تدويرها ، ذات التشكيلات اللونية المختلفة من مادة البولى إيثيلين عالى الكثافة HDPE بسمك ٥ مم ، والتى تم إنتاجها وتصنيعها وفق الخطوات والمراحل التالية (شكل ٨) :

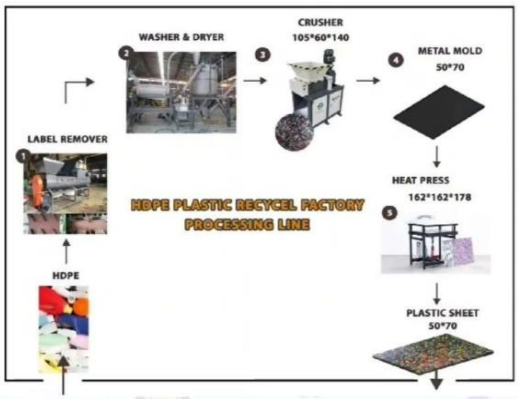


الشكل رقم (٨) مراحل إنتاج وتصنيع المخلفات البلاستيكية من إعداد الباحث

تم تجميع العديد من المخلفات البلاستيكية (زجاجات مياه معدنيه فارغة وعبوات الشامبو والمنظفات ...إلخ) من مياه نهر النيل بواسطة أهالى وسكان جزيرة القرصايه محافظة الجيزة ممن يعملون بالصيد .

بعد الفرز والتصنيف Sorting بحسب اللون ونوعية الخامة وإختيار المخلفات من خامة البولى إيثيلين عالى الكثافة HDPE ، خضعت المخلفات

لـدورتى غسـيل بعـد أن تـم جرشـها Shredding وخلطها بحسب النسب اللونية المطلوبة ، ليتم بعد ذلك رشها وتوزيعها على سطح مستوى وداخل إطار معـدنى بحسـب المقـاس والسـمك المطلـوب ووضـعها تحـت درجـة حـرارة ١٨٠ درجـة مئويـة وضغط ٦٠ كجم لمدة نصف ساعة ، لتصبح على هيئة ألواح جاهزة للإستخدام بعد أن تترك لحوالى ساعة ونصف حتى تبرد (شكل ٩).



شكل رقم (٩) خطوات إنتاج ألواح البولى إيثيلين عالى الكثافة

المعاد تدويره

نتائج البحث :

- تم إعداد هذا الإستبيان لقياس مدى رضاء وتقبل الأفراد لإستخدام وحدات إضاءة تصلح كألعاب أو للإضاءة بغرف الأطفال قابلة للفك والتركيب ، تم صناعتها من ألواح بلاستيكية معادة التدوير من خامة البولى إيثيلين عالى الكثافة HDPE ذات تشكيلات لونية مختلفة . حيث تم إستطلاع آراء ٢٠ حكماً من الأطفال من الجنسين تتراوح أعمارهم ما بين ٩ إلى ١٥ عام ، ١٣ من الطالبات والطلاب من فئات عمرية مختلفة ومن مختلف التخصصات والفرق الدراسية بكلية الفنون التطبيقية جامعة بنى سويف ١٢ من السادة الأكاديميين و٨ من العمال و الإداريين بالإضافة إلى ٧ من الفئات الخاصة والأهل والأقارب

ولأجل تحديد معامل الثبات للأستبيان تم حساب معامل ألفا كرونباخ على أساس الإجابات لجميع العبارات سويا بعدد ٥ أسئله ل ٦٠ محكم والخاصه باستطلاع الراى عن قابلية الإستخدام ومدى الملاءمة للغرض أو الوظيفة وكانت قيمه معامل ألفا = ٠,٨١٥ وهى قيمه جيده تدل على ثبات إجابات المشمولين بالدراسة

مفتاح تصحيح الإستبيان :

تحدد الإستجابات على أسئلة الإستبيان وفقا لأربع إختيارات إما بكلمة (مناسب جدا) أو (مناسب) أو (مقبول) أو (غير مقبول) بحيث تمثل الموافقه للعبارت الإيجابيه
مناسب جدا : بأربع درجات , مناسب : ثلاث درجات , مقبول: درجتين , غير مقبول : درجه واحده فقط .

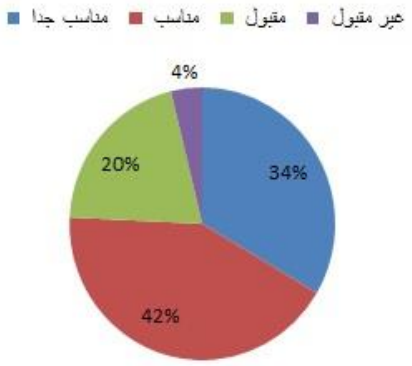
التطبيق الميدانى :

قام الباحث بتوزيع الإستبيان على عينه مقدارها ٦٠ فرد(٢٠ من الأطفال من الجنسين تتراوح أعمارهم ما بين ٩ إلى ١٥ عام - ١٣ من الطلاب من الجنسين ومن مختلف التخصصات و الفرق الدراسية بكلية الفنون التطبيقية جامعة بنى سويف – ١٢ من أعضاء هيئة التدريس – ٨ من العمال والإداريين - ٧ فئات خاصة أهل وأقارب) , حيث تم إجراء العمليات التالية بعد الإنتهاء من جمع الإستمارات :
أ- مراجعه كافة الإستمارات وإستبعاد الغير مكتمل منها.
ب- تم ترقيم الإستمارات وترميز الأسئله.
ج - تم تفريغ البيانات على الحاسب الآلي وتحليلها بإستخدام برنامجى (SPSS) و (Stat) وكذلك برنامج (Excel) وذلك لحساب التكرارات، والنسب المئويه، والمتوسطات الحسابيه، درجات الإنحراف المعياري ومعرفة كلاً من العلاقات ، الإرتباطات والإختلافات بين متغيرات الدراسه بالإضافة إلى تحليل التباين للتعرف على الفروق المعنويه ومستوى الدلاله وكذلك رسم الأشكال البيانيه لتوضيح العلاقات المختلفه.

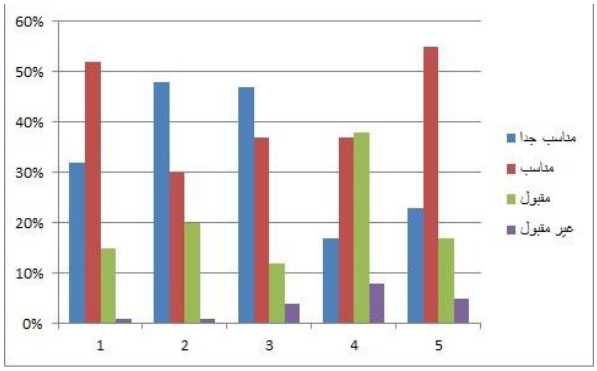
الأسئله موضوع الإستبيان :

١. مدى ملائمة المنتج أو العينة للغرض أو الوظيفة المطلوبة.
٢. مدى حب الأطفال وتقبلهم للمنتج.
٣. مدى مناسبة المنتج أو العينة للبيئة الإستخدامية.
٤. مدى تأثير المنتج على زيادة الوعى البيئى وتحسين إدارة المخلفات والموارد.
٥. هل يتماشى المنتج مع الإتجاهات الحديثه فى التصميم

نتائج الإستبيان :



	مناسب جدا= 4		مناسب= 3		مقبول= 2		غير مقبول= 1		المتوسط الوزن	الانحراف المعياري	الخطأ المعياري	
	التكرار	%	التكرار	%	التكرار	%	التكرار	%				
q1	32%	0.64	52%	1.04	15%	0.3	1%	0.02	0.0315	0.220151483	0.007875	
q2	48%	0.96	30%	0.6	20%	0.4	1%	0.02	0.0323	0.196192932	0.008075	
q3	47%	0.94	37%	0.74	12%	0.24	4%	0.08	0.0327	0.203141986	0.008175	
q4	17%	0.34	37%	0.74	38%	0.76	8%	0.16	0.0283	0.148996644	0.006575	
q5	23%	0.46	55%	1.1	17%	0.34	5%	0.1	0.0296	0.213541565	0.0074	



- يتضح من الجدول والرسوم البيانية المرفقة أن العينه محل الدراسة قد حصلت على مناسب/مناسب جدا فى غالبية الأسئلة .
- لاقت الفكرة إنبهاراً كبيراً من كل من شاهدها إذ أنه قد كان من الصعب توقع أن ينتج مثل هذا الجمال مما يتم إلقاؤه فى الطرقات ليدهس بالأقدام .
- يمكن إستهلاك قدر كبير من أغطية الزجاجات المهملة والمصنوعة من مادة البولى إيثيلين عالى الكثافة HDPE كلما زاد التوسع فى إنتاج الألواح البلاستيكية معادة التدوير على إختلاف تخاناتها وتطبيق الفكرة موضوع البحث ، إذ أنه قد تم إستهلاك حوالى 2.5 كجم أى حوالى ١٢٠٠ غطاء من أغطية الزجاجات لإنتاج الألواح البلاستيكية المستخدمة فى وحدات الإضاءة المقدمة فى البحث فقط .
- يعيب الموضوع فقط التقيد بمجموعات لونية أو ألوان محددة والمتعلقة بألوان المخلفات الأصلية ، وكذلك التقيد بمقاسات ألواح محددة تبعاً لحجم وأبعاد المكبس الحرارى المستخدم فى كبس الألواح البلاستيكية .

فى سبيل الحصول على نتائج وجودة أفضل خاصة فى عملية القطع ، يوصى الباحث بدراسة مدى إمكانية إستخدام ماكينات الليزر قصيرة الطول الموجى التى تعتمد على الأشعة فوق البنفسجية فى عملها وخاصة عند عمليات القص أو القطع أو الحفر للخامة موضوع البحث كونها لا تتسبب فى أى إرتفاع لدرجة حرارة سطح الخامة المقطوعة ومن ثم نتجنب تضررها أو إشتعالها ، بخلاف ماكينات الليزر الكربونى التقليدية ، والتى تعتمد فى عملها على الأشعة تحت الحمراء مرتفعة الطول الموجى لزيادة درجة حرارة سطح الخامة الأمر الذى قد يؤدى إلى ذوبانها أو إشتعالها مع تصاعد الكثير من الأبخرة والدخان ومن ثم فشل العملية ، كما يوصى الباحث بضرورة جرش المخلفات البلاستيكية إلى أقصى درجة نعومة ممكنة لتجنب حدوث أى فجوات أو فراغات (تعشيش) داخل الألواح البلاستيكية عند تشكيلها .

مراجع البحث :

أولاً المراجع العربية :

١- أحمد ،طلال الخضر (د) وآخرون ، ٢٠٢٣ ، إنتخاب مواقع لمصانع إعادة تدوير النفايات الصلبة فى الجانب الأيسر من مدينة الموصل ، مجلة مداد الآداب ، كلية التربية للعلوم الإنسانية ، جامعة الموصل ، المجلد الثالث عشر .

٢- أصيل البسام ، ٢٠٢١ ، إعادة تدوير النفايات البلاستيكية ومفهوم الإقتصاد التدويرى ، الإتحاد الخليجى للبتروكيماويات والكيماويات (جيبكا) .

٣- أمل محمود محمد (د) و آخرون ، ٢٠٢٤ ، " الإدارة المستدامة للمخلفات الصلبة " ، مجلة البحوث التطبيقية فى العلوم والإنسانيات ، المجلد الأول قطاع العلوم الإنسانية ، قسم الجغرافيا .

٤- شيماء عبد العزيز حامد شاكر (د) ، أكتوبر ٢٠٢٣ ،" إعادة التدوير كإستراتيجية لنظم تصميم طباعة

أقمشة السيدات " ، مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية ، المجلد الثامن ، العدد التاسع .

٥- عبد الله سالم المالكى (د) ، آمال صالح الكعبى (د) ، ٢٠١١ ، مشكلة النفايات الصلبة فى مدينة البصرة وتأثيراتها البيئية ، مجلة آداب البصرة ، العدد ٥٩ .

٦- على فالح الشوابكة (د) و آخرون ، ٢٠٠٩ ،"تحسين نوعية الحبيبات البلاستيكية المنتجة من عمليات إعادة تدوير البلاستيك فى الأردن "، مجلة بحوث التربية النوعية ، جامعة المنصورة ، العدد الثالث عشر .

٧- فايزة مصطفى زهران وآخرون ، أكتوبر ٢٠٢٣ ،" إعادة تدوير المخلفات الصلبة وتأثيرها على البيئة والتنمية المستدامة – الأسر المصرية (دراسة تطبيقية) " ، مجلة العلوم البيئية ، كلية الدراسات العليا والبحوث البيئية ، جامعة عين شمس ، المجلد الثانى والخمسون ، العدد العاشر ، الجزء الثالث .

٨- محمد حسين محمد عبد ربه وآخرون ، ٢٠٢٢ ، " إعادة تدوير وتصنيع البلاستيك " ، Journal of Environmental Studies and Researches ، معهد الدراسات والبحوث البيئية ، جامعة مدينة السادات .

٩- محمد عبد الرحمن سلامة (أ.د) ، مايو ٢٠٢٣ ، " ما هى البصمة الكربونية ؟ وطرق حسابها وطرق تخفيضها " ، مجلة الأرصاد الجوية ، العدد ٦٩ .

١٠-مروة محمود سليمان محمد (د) ، مايو ٢٠٢٢ ، إعادة تدوير المخلفات البيئية برؤية تصويرية لمواكبة سوق العمل" ، مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية ، المجلد السابع ، العدد الثالث والثلاثون .

١١-ميرنا محمد حسين كامل مرعى ، يوليو ٢٠١٨ ، "التصميم لإعادة التدوير كأحد المتطلبات البيئية فى تصميم المنتج" ، مجلة العمارة والفنون ، العدد الحادى عشر ، الجزء الثانى ،

١٢-قانون رقم ٢٠٢ لسنة ٢٠٢٠ ، ١٣ أكتوبر ٢٠٢٠ ، " قانون تنظيم إدارة المخلفات " ، الجريدة الرسمية ، العدد ٤١ مكرر (ب) .

ثانياً المراجع الأجنبية :

1. Dan Cudjoe and others, October 2021, Assessment of the potential energy and environmental benefits of solid waste recycling in china, Journal of Environmental Management, Volume 295.

ثالثاً مواقع الإنترنت :

1. Recycled materials, Climate Action Accelerator, (Accessed : 28 Feb. 2025) URL: https://climateactionaccelerator.org/solutions/recycled-materials/

٢. البصمة الكربونية ، الهيئة المصرية العامة للمواصفات و الجودة ، وحدة الأداء البيئى ، (Accessed : 19 March 2025) URL : https://www.eos.org.eg/ar/page/210

٣. سيبكو للبيئة ، (Accessed 7 March 2025) URL: https://x.com/sepcoSaudi/status/1059671808356614144