" تطبيقات الذكاء الاصطناعي لتصميم ملابس مستلهمة من البيئات الصحراوية باستخدام البوليستر المعاد تدويره"

"Artificial intelligence applications to design desert-inspired clothing using recycled polyester"

م.د/ دعاء محمد محمود أحمد
مدرس بقسم تكنولوجيا الملابس والموضة – كلية الفنون التطبيقية- جامعة بنها
Dr. Doaa Mohammed Mahmoud Ahmed
Lecturer in Department of Apparel Design and Technology - Faculty of applied arts- Benha University -Egypt.
doaa.ahmed@fapa.bu.edu.eg

ملخص البحث:

إن تطبيق الذكاء الاصطناعي (AI) في تصميم الملابس المستوحاة من البيئات الصحراوية باستخدام البوليستر المعاد تدويره من نفايات البلاستيك ينطوي على استخدام خوارزميات متقدمة لإنشاء قطع أزياء مبتكرة. تبدأ العملية بجمع البيانات والرؤى من المناظر الطبيعية الصحراوية، مثل أنظمة الألوان والأنسجة والأنماط. ثم تقوم تطبيقات الذكاء الاصطناعي بتحليل هذه المعلومات لتوليد مفاهيم تصميمية فريدة تعكس جمالية وخصائص البيئات الصحراوية.

يمثل البوليستر المعاد تدويره، المشتق من النفايات البلاستيكية، بديلاً صديقًا للبيئة عن البوليستر التقليدي، المشتق من موارد غير متجددة مثل البترول، مما يساعد المصممين على تقليل طلب المواد الخام وتحويل الملوثات الضارة من مدافن النفايات والمحيطات.

فالتصميم المعتمد على الذكاء الاصطناعي، لتصميم الملابس الناتجة ليست فقط مبهجة من الناحية الجمالية، ولكنها أيضًا صديقة للبيئة، مما يعزز من استخدام التكنولوجيا لإحداث ثورة في صناعة الأزياء نحو الاستدامة.

فقد تناول البحث، كشف إمكانات الذكاء الاصطناعي لإحداث ثورة في تصميم الملابس، مستوحاة من البيئات الصحراوية باستخدام البوليستر المعاد تدويره، فقد تضمن الجانب التطبيقي بالبحث على جزئين هما:

أولاً: إنشاء ٢٤ تصميم مستلهمة من البيئات الصحراوية بمصر (واحة سيوة) باستخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي وهي برنامج Midjourney, Stable Diffusion, Lexica، وتم بناء التصميمات على محورين هما:(المحور الأول: تحقق تطبيقات الذكاء الاصطناعي وصلتها بمصدر الاستلهام)، (المحور الثاني: الابتكارية وملائمة التصميمات مع الخامة)، وتم التحقق من الصدق والثبات لعبارات المحورين، وإجراء الاستبانة على التصميمات للتأكد من تحقق من المحورين.

ثانياً: إجراء بعض الاختبارات المعملية (بإحدى المراكز المختصة) على خامة البوليستر المعاد تدويره من البلاستيك للتعرف على خواصه ومقارنته بالبوليستر التقليدي، والتأكد من صلاحيته لاستخدامه في صناعة الملابس المستدامة اشتملت الاختبارات على (مقاومة الانفجار- نفاذية الهواء- مقاومة الكهرباء الاستاتيكية– مقاومة التكور (التوبير)- الاحتكاك- تقدير الاستطالة والرجوعية في الأقمشة– درجة المظهرية- الالتواء- درجة ثبات اللون للضوء- مقاومة الاشتعال).

ومن خلال دمج الذكاء الاصطناعي والخامات المستدامة، نستنتج نهج أكثر مسؤولية ووعيًا بالبيئة في مجال الموضة، يحتفل بجمال الطبيعة مع تقليل التأثيرات الضارة على الكوكب.

الكلمات المفتاحية:
الذكاء الاصطناعي لتصميم الأزياء- الاستلهام- البيئات الصحراوية– البوليستر المعاد تدويره– الاستدامة.

Abstract:

Applying artificial intelligence (AI) in designing clothing inspired by desert environments using recycled polyester from plastic waste involves using advanced algorithms to create innovative fashion pieces. The process begins with gathering data and insights from the desert landscape, such as color schemes, textures and patterns. Artificial intelligence applications then analyze this information to generate unique design concepts that reflect the aesthetics and characteristics of desert environments.

Derived from plastic waste, recycled polyester represents an environmentally friendly alternative to traditional polyester, derived from non-renewable resources such as petroleum, helping designers reduce raw material demand and divert harmful pollutants from landfills and oceans.

The AI-driven design of the resulting garments is not only aesthetically pleasing, but also environmentally friendly, leveraging the use of technology to revolutionize the fashion industry towards sustainability.

The research dealt with revealing the potential of artificial intelligence to revolutionize the design of clothing, inspired by desert environments using recycled polyester. The applied aspect of the research included two parts:

First: creating 24 designs inspired by the desert environments in Egypt (Siwa Oasis) using artificial intelligence applications, namely Lexica, Stable Diffusion, and Midjourney. The designs were built on two axes: (the first axis: verifying the applications of artificial intelligence and their connection to the source of inspiration), (the second axis). (Innovativeness and compatibility of designs with materials). The validity and reliability of the statements of the two axes were verified, and a questionnaire was conducted on the designs to ensure verification of the two axes.

Second: Conducting some laboratory tests (in one of the specialized centers) on the recycled polyester material from plastic to identify its properties and compare it to traditional polyester, and to ensure its suitability for use in the manufacture of sustainable clothing. The tests included (resistance to explosion - air permeability - resistance to static electricity - resistance to balling) Topping - Friction - Estimation of elongation and resilience in fabrics - Degree of appearance - Twisting - Degree of color fastness to light - Resistance to ignition).

By integrating artificial intelligence and sustainable materials, we create a more responsible and environmentally conscious approach to fashion, celebrating the beauty of nature while minimizing harmful impacts on the planet.

Key words:

Artificial intelligence for fashion design - inspiration - desert environments - recycled polyester - sustainability.

مقدمة:

أدى الدمج بين التكنولوجيا والاستدامة إلى ظهور ابتكارات رائدة في الأزياء، وقد برز الذكاء الاصطناعي (AI) كأداة قوية في هذا المجال، حيث يوفر فرصاً فريدة لتصميم الملابس التي تجسد الإبداع، وذلك من خلال استلهام ملابس من البيئات الصحراوية، ومصنوعة باستخدام البوليستر المعاد تدويره، المشتق من القوارير البلاستيكية، كبديل عملي للأقمشة التقليدية في صناعة الأزياء والذى يستهلك إنتاجه موارد أقل ويقلل الاعتماد على المواد الخام، مما يجعله خيارًا أكثر صداقة للبيئة، ويعزز الموضة المستدامة للأزياء بالإضافة إلى ذلك، يسلط الضوء على فوائد استخدام المواد المعاد تدويرها في تقليل الأثر البيئي لصناعة الأزياء. من خلال الجمع بين الابتكار التكنولوجي والاستدامة، يهدف البحث إلى تقديم حلول عملية وبيئية لتعزيز الوعي البيئي وتحقيق كفاءة عالية في صناعة الملابس .باستخدام هذه التقنيات يمكننا تصميم ملابس تجمع بين الاستدامة والابتكار، مما يساهم في تقليل الأثر البيئي لصناعة الملابس وتعزيز الوعي البيئي بين المستهلكين.

مشكلة البحث:

الدمج بين التصميمات المستلهمة من البيئات الصحراوية والمصممة بأسلوب مبتكر من خلال استخدام الذكاء الاصطناعي والخامات المستدامة مثل البوليستر المعاد تدويره ودراسة خصائصه ومقارنته بالبوليستر التقليدي نهج أكثر مسؤولية ووعيًا بالبيئة لم ينال القدر الأكاديمي الكافي من قبل.

تساؤلات البحث:

1- ما مدى تأثير البوليستر المعاد تدويره المشتق من النفايات البلاستيكية كمادة مستدامة في إنتاج الملابس، بما في ذلك خصائصه وتأثيره على البيئة ومقارنته بالبوليستر التقليدي؟

2- ما أمكانية تصميم ملابس مبتكرة ومستلهمة من البيئات الصحراوية باستخدام خوارزميات الذكاء الاصطناعي؟

3- ما أراء المتخصصبن في التصميمات المعدة باستخدام خوارزميات الذكاء الاصطناعي؟

أهداف البحث:

1- الاستفادة من الذكاء الاصطناعي في تصميم ملابس مبتكرة ومستلهمة من البيئات الصحراوية.

2- استخدام خامة البوليستر المعاد تدويره من قوارير البلاستيك لتصميم ملابس مستدامة.

3- مدى صلاحية البوليستر المعاد تدويره من قوارير البلاستيك كخامة مستدامة لتصميم الملابس، من خلال دراسة خصائصه ومقارنته بالبوليستر التقليدي.

أهمية البحث:

1- تطويع الذكاء الاصطناعي لإنتاج تصميمات ملابس صديقة للبيئة وممتعة من الناحية الجمالية مستوحاة من المناظر الطبيعية.

2- تعزيز الاقتصاد الدائري في صناعة الأزياء من خلال الدمج بين استلهام تصميمات من البيئات الصحراوية وتصميمها بواسطة تطبيقات الذكاء الاصطناعي واستخدام البوليستر المعاد تدويره.

فرضية البحث:

1- تفترض الباحثة أن تصميم تصميمات مستلهمة من البيئات الصحراوية باستخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي تساعد على خلق تصميمات تتميز بالابتكارية والمعاصرة.

2- تفترض الباحثة أن دراسة خصائص البوليستر المعاد تدويره المشتق من النفايات البلاستيكية كمادة مستدامة في إنتاج الملابس، ومقارنته بالبوليستر التقليدي يساعد على تعزيز الموضة المستدامة في صناعة الملابس ويساهم في الحفاظ على البيئة.

منهج البحث:

المنهج الوصفى القائم على التحليل من خلال الدراسة التحليلية والقائم أيضا على التطبيق من خلال الدراسة التطبيقية: (وضع مجموعة من المقترحات لتصميمات باستخدام الذكاء الاصطناعى)، مع المنهج الشبه تجريبي: (من خلال اجراء مجموعة من الاختبارات على خصائص خامة البوليستر المعاد تدويرها).

أدوات البحث:

1- تقنين أدوات الصدق والثبات - الاستبيان.

2- الأدوات المستخدمة لتنفيذ التطبيق العملي للبحث:

الاستعانة بتطبيقات الذكاء الاصطناعي برنامج Midjourney, Stable Diffusion, Lexica.

3- الاختبارات المعملية على خامة البوليستر المعاد تدويرها.

عينة البحث:

تتمثل عينة البحث تصميم ملابس تناسب النساء المهتمة بالموضة المستدامة، من سن ١٨ الى ٣٠ سنة.

حدود البحث:

- **حدود مكانية:** جمهورية مصر العربية البيئات الصحراوية بمصر (واحة سيوة).
- **حدود زمانية:** اتجاهات الموضة للسيدات ٢٠٢٤.
- **حدود تقنية:**

1- بتطبيقات الذكاء الاصطناعي برنامج Midjourney, Stable Diffusion, Lexica.

2- تصميم تصميمات لقطع متنوعة من ملابس السيدات (التطريز الآلى – الطباعة الرقمية).

3- الأجهزة المعملية لعمل الاختبارات.

الخطوات الإجرائية للبحث:

- الذكاء الاصطناعي في تصميم الأزياء.
- الاستلهام من البيئات الصحراوية لتصميم الملابس.
- الموضة المستدامة.
- البوليستر المعاد تدويره.

- الدراسة التطبيقية

- نتائج البحث ومناقشتها.

- توصيات البحث.

- مراجع البحث.

الذكاء الاصطناعي في تصميم الأزياء:

تعريف الذكاء الاصطناعي:

أنه ذلك الفرع من علم الحاسوب الذي يتعلق بميكنة تصرف ذكي ومن هذا المنطلق فهو يجب أن يقوم على مبادئ نظرية وتطبيقية في هذا المجال، وتتضمن هذه المبادئ هياكل البيانات المستخدمة في تمثيل المعرفة المطلوبة لتطبيق تلك المعرفة واللغات وتقنيات البرمجة المستخدمة في معالجتها. (١)

الذكاء هو مبادئ وتطبيقات خوارزميات الحاسوب التي تحاول تقليد الذكاء البشرى لأنه تم تطوير برامج كمبيوتر بحيث يمكنها أن تفكر مثل البشر من خلال قدراتها على استخلاص استنتاجات مختلفة والتعلم من أخطائها مما يسمح لها بإكمال المهام والعمل بسرعة ومهارة. (٢)

أهمية الذكاء الاصطناعي في تصميم الأزياء:

– يلعب الذكاء الاصطناعي (AI) دورًا حيويًا بشكل متزايد في مختلف الصناعات، بما في ذلك تصميم الأزياء ومن الأسباب التي تجعل الذكاء الاصطناعي مهمًا في مجال تصميم الأزياء.

– التنبؤ بالاتجاهات الموضة حيث يمكن خوارزميات الذكاء الاصطناعي تحليل كميات هائلة من البيانات من وسائل التواصل الاجتماعي ومدونات الموضة وعروض الأزياء واتجاهات المبيعات للتنبؤ باتجاهات الموضة المستقبلية بدقة يتيح ذلك للمصممين إنشاء تصميمات تلقى صدى لدى المستهلكين.

– تساعد أدوات الذكاء الاصطناعي مساعدة المصممين في العملية الإبداعية من خلال توليد أفكار التصميم، واقتراح لوحات الألوان، وحتى إنشاء نماذج أولية افتراضية. يؤدي ذلك إلى تبسيط عملية التصميم ويسمح للمصممين باستكشاف نطاق أوسع من الإمكانيات.

– يمكن للذكاء الاصطناعي أن يساعد العلامات التجارية للأزياء على اتخاذ قرارات أكثر استدامة من خلال تحليل بيانات التأثير البيئي واقتراح مواد وعمليات تصنيع صديقة للبيئة. وهذا يمكّن العلامات التجارية من تقليل بصمتها الكربونية وتلبية الطلب المتزايد على الأزياء المستدامة.

– تتيح تقنية التجارب الافتراضية المدعومة بالذكاء الاصطناعي للمستهلكين تصور كيف ستبدو الملابس عليهم قبل إجراء عملية الشراء. وهذا يقلل من الحاجة إلى غرف القياس المادية والعوائد، مما يؤدي إلى تجربة تسوق أكثر سلاسة للمستهلكين وتوفير التكاليف لعلامات الأزياء التجارية.

– من خلال الذكاء الاصطناعي يمكن تحليل بيانات العملاء وتفضيلاتهم لتقديم توصيات خاصة بالملابس. وهذا لا يعزز تجربة التسوق للمستهلكين فحسب، بل يساعد أيضًا العلامات التجارية للأزياء على زيادة المبيعات وولاء العملاء.(٣)، (٤)

الاستلهام من البيئات الصحراوية لتصميم الملابس:

الاستلهام والاقتباس:

الإلهام هو عملية التحفيز الذهني للقيام بشئ ما أو الشعور به، وخاصةً الشيء الإبداعي. غالبًا ما يأتي من مصادر مختلفة مثل الطبيعة والفن والموسيقى، والأدب، والتجارب، والملاحظات. عندما يتعلق الأمر بتصميم الملابس، فإن استلهام عناصر مختلفة مثل البيئات الصحراوية يمكن أن يؤدي إلى تصميمات فريدة ومبتكرة تجسد جوهر تلك المناظر الطبيعية.

الاقتباس عبارة عن مجموعة كلمات مأخوذة من نص أو خطاب ويكررها شخص آخر. يمكن استخدامه للتعبير عن فكرة معينة، أو نقل المشاعر، أو تقديم نظرة ثاقبة، أو دعم حجة ما. في سياق الإبداع والتصميم، يمكن أن تكون الاقتباسات أداة قوية لتوصيل الإلهام وراء مجموعة ما.

الاستلهام: يعني الاستنتاجات التي تستخلصها من الطبيعة والبيئة، والتي يتم التعبير عنها بالأشكال والهياكل والآليات والألوان، والتي تساعد على إيجاد الحلول التصميمية. (٥)

أو إثارة مزاج، أو موضوع معين، أو إضافة عمق إلى جانب سرد القصص في الموضة.

الاستلهام والاقتباس لتصميم الأزياء من البيئات الصحراوية:

تشتهر المناظر الطبيعية الصحراوية بألوانها الترابية الدافئة مثل البيج الرملي والبرتقالي المحروق والبني، وتتميز البيئات الصحراوية بمجموعة متنوعة من الزخارف والنباتات والحيوانات والمناظر الطبيعية الصحراوية بألوانها الساحرة، الكثبان الرملية الناعمة إلى التضاريس الصخرية الوعرة مما يجعلها مصدر استلهام ثرى لتصميم أزياء فضفاضة وذات ألوان زاهية وتنعكس في الفساتين الطويلة، والسراويل واسعة الساق، والقمصان كبيرة الحجم، كما يمكن الاستلهام من أزهار الصحراء والمطبوعات القبلية والأنماط الهندسية وزخارف أزياء سكان المناطق الصحراوية.

بعض دور الأزياء والماركات التي استلهمت من البيئات الصحراوية

صورة (١) لفستان لعروس بلون بيج مستلهمة من كثبان الرمل الذهبية للمصمم إيلي صعب

https://aawsat.com/

صورة (٢) لفستان مستلهمة من وردة الصحراء بالمغرب للمصمم إيلي صعب لربيع ٢٠٢٤

صورة توضح (٣) فستان مستوحاة من الصحراء الإفريقية المصممة يويما ناكازاتو في عرض الأزياء الراقية في باريس لربيع ٢٠٢٣

https://www.designartmagazine.com/2023

صورة (٤) لفستان من تصميم ديور ٢٠١٥ مستلهمة من الصحراء

صورة (٥) لفستان من مجموعة ألبرتا فيريتيتى ربيع ٢٠١٦ مستلهمة من الصحراء

صورة (٦) لفستان من تصميم شادي زين الدين ٢٠١٣ مستلهمة من الصحراء

صورة (٧) لفستان من كلوى مستلهم من زخارف ملابس التقليدية لواحة سيوة
https://thezay.org/siwa-oasis_2/

واحة سيوة:

أعلنت منطقة واحة سيوة بمحافظة مطروح محميةً طبيعيةً بقرار السيد رئيس مجلس الوزراء رقم ١٢١٩ لسنة ٢٠٠٢ والتي تبلغ مساحتها حوالي ٧٨٠٠ كم٢، وتضم المحمية ثلاثة قطاعات: أحدهم في الشرق على الحد الغربي من منخفض القطارة وتبلغ مساحته حوالي ٦٠٠٠ كم٢ ويضم كلاً من حطيات ستره ونواميسه والعرج والبحرين وتبغبغ وأم الصغير، والآخر في الغرب مع الحدود الليبية ويضم أم الغزلان وجربا وشياطة والملفا وتبلغ مساحته حوالي ١٧٠٠كم٢، أما القطاع الأوسط فيضم منطقة بئر واحد وجزء من بحر الرمال الأعظم وتبلغ مساحته حوالي ١٠٠كم٢.

شكل (١) توضح خريطة واحة سيوة
https://www.google.com/maps/place/Siwa+Oasis,+Siwa,+Marsa+Matrouh+Governorate/data

صورة (٨) توضح شكل البيوت وبحيرة سيوة

صورة (٩) توضح شكل الطبيعة الجبلية في واحة سيوة

https://www.sis.gov.eg

صورة (١٠) توضح أطلال مدينة شالى سيوة

صورة (١١) توضح شكل العيون في واحة سيوة

الثقافة المادية:

أولاً: الملابس الشعبية:

صورة (١٢) توضح شكل التطريز السيوى على الملابس التي تظهر على شكل الشمس

(ملك ياسين: توثيق فن التطريز التقليدي في شمال سيناء-واحة سيوة-صعيد مصر، مشروع دعم دور النساء كحافظات للحرف اليدوية المصرية وكمشتغلات بها، المجلس القومي للمرأة، الطبعة الأولى ٢٠١٠)

ثانياً: الحرف:

صورة (١٣) توضح جانب من صناعة الكليم بواحة سيوة
www.marefa.org/index

الموضة المستدامة:

يمكن تعريفها بأنها الملابس والأحذية والإكسسوارات التي يتم تصنيعها وتسويقها واستخدامها بأكثر الطرق استدامة مع الأخذ في الاعتبار الإمكانيات البيئية والاجتماعية والاقتصادية. يتضمن ذلك تحسين جميع مراحل دورة حياة المنتج، بدءًا من التصميم وإنتاج المواد الخام والتصنيع والنقل والتخزين والتسويق وحتى البيع النهائي والاستخدام وإعادة الاستخدام وإعادة التدوير للمنتج، بهدف تقليل أي آثار بيئية غير ضرورية، وذلك من خلال:

- ضمان الاستخدام الفعال للموارد الطبيعية (المياه، الطاقة، الأرض، التربة، الحيوانات، النباتات، التنوع البيولوجي، النظم البيئية... إلخ).
- اختيار مصادر الطاقة المتجددة (طاقة الرياح، الطاقة الشمسية، وغيرها) في كل مرحلة.
- إمكانية تغيير المنتجات وإعادة تصنيعها وإعادة استخدامها وإعادة تدويرها من منظور اجتماعي واقتصادي.
- تحسين ظروف العمل للعاملين. (٦) (٧)

البصمة الكربونية للأزياء المستدامة:

الأزياء الأيكولوجية: يعتمد إنتاجها على استخدام الموارد بطريقة أخلاقية ومسئولة، دون تهديد التوازن الاجتماعي والبيئي، وقال المصمم أوسكار دي لا رنتا: الملابس البيئية تعني استخدام تقنيات التصنيع التقليدية، وليس فقط فن صناعة الأزياء.

تهدف الأزياء الأيكولوجية إلى إنشاء نظام صديق للبيئة هذه الموضة هي جزء من اتجاه جديد يشمل جميع المراحل التي تمر بها صناعة الملابس ويركز على "البصمة الكربونية" الشاملة، والتي هي نتيجة تصرفات وممارسات الشخص المباشرة على البيئة المتعلقة بانبعاثات ثاني أكسيد الكربون. أكاسيد الكربون.

يمكن قياس البصمة الكربونية للفرد أو البلد أو المنظمة من خلال تقييم انبعاثات الغازات الدفيئة بمجرد معرفة حجم البصمة الكربونية الخاصة، يمكن أن توضع استراتيجيات لتقليلها. (٧) (٨) (٩)

بعض دور الأزياء والماركات التي تحقق الاستدامة في الملابس:

عرف هذه العلامة التجارية بأنها أحد رواد التصميم الأخلاقي والتحديات النمطية، من عدم استخدام جلود أو فراء الحيوانات إلى مساعدة البيئة، من خلال حماية الغابات المهددة بالانقراض، صورة (١٤). وغابرييلا هيرست هي من أكثر المصممين تأثيراً في نيويورك، ومعروفة بمجموعاتها الأنيقة، التي تركز على الاستدامة التي هي جوهر العلامة التجارية. في سبتمبر

الماضي، نظمت هيرست أول عرض أزياء محايد للكربون، خلال أسبوع الموضة في نيويورك، صورة (١٥). وتضع هذه العلامة التجارية الممارسات المسؤولة والمستدامة في أولى أولوياتها، كما أنها تتبرع بـ ٩٠% من أرباحها للأشخاص الذين يصنعون مجموعاتها، صورة (١٦).

صورة (١٤) من عرض أزياء ستيلا مكارتني لخريف وشتاء ٢٢/٢٣

صورة (١٥) من عرض أزياء غابرييلا هيرست لخريف وشتاء ٢٢/٢٣

صورة (١٦) أزياء مستدامة من مجموعة نايننتي بيرسنت

https://www.zahratalkhaleej.ae/article/4424475

اعتمد Chloé على مبدأ الاستدامة لخريف ٢٠٢١ أكثر من مجموعتها للعام الماضي ٤ مرات، كما أنها اعتمدت على قماش الكشمير بنسبة ٨٠% أثناء تصنيعها، واستخدمت أيضًا الخيوط المعاد تدويرها، وفي النهاية تبرعت ببقايا القماش المطبوع إلى إحدى المؤسسات الخيرية المهتمة بتصنيع أكياس نوم للمشردين في الشوارع، ومعاطف مقاومة للمطر للمحتاجين، صور (١٧، ١٨، ١٩).

صورة (١٧) من عرض أزياء Chloé لخريف ٢٠٢١

صورة (١٨) من عرض عرض أزياء Chloéلخريف ٢٠٢١

صورة (١٩) من عرض عرض أزياء Chloé لخريف ٢٠٢١

https://www.youm7.com/story/2021/3/5

جلد نباتي تم تطويره باستخدام بقايا قشور وبذور العنب. تم ابتكار هذه المادة من قبل شركة Vegea التي تأسست في عام ٢٠١٦ في ميلانو. كانت فكرة المؤسسين هي إضافة قيمة إلى الكتلة الحيوية للصناعة الزراعية ومخلفات العنب عن طريق تحويلها إلى مواد جديدة تصلح للاستخدام في الأزياء والأثاث والسيارات، صورة (٢٠).

وجلد Ohoskin مصنوع من نفايات البرتقال والصبار مع البلاستيك المعاد تدويره هدف علامة Ganni التوقف عن استخدام الجلد البكر بحلول نهاية عام ٢٠٢٣، وتقليل الانبعاثات المطلقة بنسبة ٥٠% بحلول عام ٢٠٢٧، وهذا هو السبب في استخدام Ganni بدائل جلدية مثل Mylo، المصنوع من mycelium أو جذور الفطر، صورة (٢١).

وهو نوع من الجلد النباتي المصنوع من إعادة استخدام أوراق نبات الأناناس، والتي تعتبر نفايات زراعية. اخترعت الدكتورة Carmen Hijosaالنسيج بعد سنوات من البحث، وحالياً، حقوق Piñatex مملوكة لشركتها .Ananas Anam المصدر الوحيد لهذا الجلد النباتي هو أوراق الأناناس الطويلة التي تُترك بعد حصاد الثمرة. بمساعدة آلات خاصة، يتم استخلاص ألياف طويلة من هذه الأوراق، ثم يتم غسلها وتجفيفها وتنقيتها لإزالة الشوائب، صورة (٢٢).

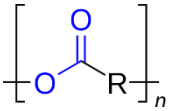
صورة (٢٠) تصميم مميّز من قماش Vegea من مجموعة Marni لخريف وشتاء ٢٠٢٠

صورة (٢١) جلد Ohoskin مصنوع من نفايات البرتقال والصبار والفطر مع البلاستيك المعاد تدويره
/https://www.hiamag.com

صورة (٢٢) علامة Evelinfink ابتكرت مجموعة باستخدام جلد الأناناس

البوليستر المعاد تدويره:

البوليستر التقليدي:



ألياف النسيج: البوليستر هو فئة من البوليمرات التي تحتوي على مجموعة الإستير الوظيفية في كل وحدة متكررة من سلسلتها الرئيسية. باعتبارها مادة محددة، فإنها تشير في الغالب إلى نوع يسمى البولي إيثيلين تيريفثاليت. (١٠)

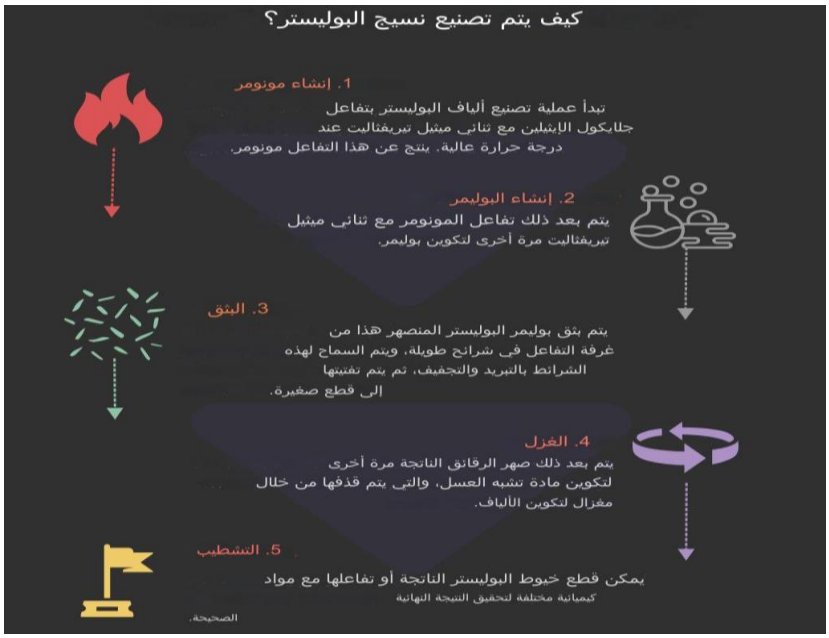
يعتبر نسيج البوليستر من أهم الألياف الصناعية كما أن تركيبته هي الأكثر استخداماً، فهو مصنوع من مواد أولية مستخرجة من البترول ويمكن أن تكون خيوط مستمرة أو خيوط مجعدة، ومن بينها اسمه البوليستر (الترجال – الداكرون..) يتم خلط ألياف البوليستر مع الألياف الطبيعية ليمنحها بعض الوظائف الجديدة أو تحسين بعض الخصائص. (١١)

يستخدم نسيج البوليستر عادة في الملابس والمفروشات وتطبيقات النسيج الأخرى. وهي مصنوعة من ألياف البوليمر المشتقة من المواد البترولية. يُعرف نسيج البوليستر بمتانته ومقاومته للتجاعيد وخصائص التجفيف السريع، مما يجعله خيارًا شائعًا لمختلف عناصر الملابس مثل القمصان والفساتين والسترات والملابس الرياضية. يمكن نسج أقمشة البوليستر أو حياكتها بأنسجة وأوزان مختلفة، تتراوح من خيارات خفيفة الوزن وقابلة للتنفس إلى خيارات أثقل وأكثر عزلًا. غالبًا ما يتم مزجها مع ألياف أخرى مثل القطن أو الألياف اللدنة أو النايلون لتعزيز خصائص أدائها، مثل قابلية التمدد أو قدرة امتصاص الرطوبة أو النعومة.

أحد الانتقادات الموجهة إلى نسيج البوليستر هو تأثيره البيئي، لأنه مشتق من موارد غير متجددة ويمكن أن يساهم في التلوث باللدائن الدقيقة عند غسله. ومع ذلك، هناك جهود في صناعة النسيج لتطوير بدائل أكثر استدامة للبوليستر التقليدي، مثل البوليستر المعاد تدويره (المصنوع من القوارير البلاستيكية بعد الاستهلاك) والبوليستر الحيوي (المشتق من مصادر متجددة مثل المواد النباتية أو النفايات الزراعية المعاد تدويرها). (١٢)

صورة (٢٣) توضح شكل نسيج البوليستر التقليدى
//https://khoyott.com

صورة (٢٤) توضح شكل خيط البوليستر التقليدى
https://sa.cn-polyester.com/product/



شكل (٢) يوضح كيف يتم تصنيع نسيج البوليستر
:#https://sewport.com/fabrics-directory/polyester-fabric

خصائص البوليستر التقليدي:

- ألياف البوليستر عبارة عن نسيج يمكنه تحمل المواد القلوية الضعيفة والحمضية الضعيفة، ولكنها يمكن أن تسبب التآكل في التركيزات العالية والبيئات ذات درجات الحرارة المرتفعة.
- يمكن للبوليستر أن يتحمل معظم منظفات إزالة البقع دون آثار سلبية، لكن بعض المنظفات قد تسبب التآكل، مثل تلك التي تحتوي على مطهرات الفينول والكلوروفورم.
- من مميزات البوليستر أنه يتحمل أشعة الشمس ولا يتآكل بسبب أشعة الشمس.
- يتمتع البوليستر بقدرة قوية على امتصاص الزيت، وبمجرد امتصاص الزيت يصعب إزالته.
- من السهل تغيير خصائص البوليستر وزيادة مرونته ومقاومته للظروف المختلفة.
- أكثر مقاومة للتمزق والتمدد والتكديس من الألياف الطبيعية، مما يجعله أحد الأقمشة المثالية لصناعة الملابس الخارجية.
- يمكن للملابس المصنوعة من البوليستر إزالة التجاعيد بسهولة، على عكس الألياف الطبيعية مثل الكتان والقطن، التي تتطلب الكي.

– البوليستر مقاوم للماء، أي أنه لا يمتص الرطوبة ولا يتخلل بينها، وهذا يجعله مقاوماً للبقع أيضاً، لذا فهو مناسب لصنع الخيام والملابس المقاومة للمطر، ولكنه يمكن أن يحبس الرطوبة تحتها، لذا ينصح باستخدامه تجنب ارتدائه في الطقس الحار.

– تؤثر طريقة إنتاج قماش البوليستر على ملمسه، فبعضها ذو ملمس خشن، وبعضها ذو ملمس ناعم يشبه نعومة الحرير الطبيعي.

– من الصعب تحلله بالمقارنة بالألياف الطبيعية، مما يجعله يسبب ضرر للبيئة. (١٣)

البوليستر المعاد تدويره من البلاستيك:

يعد البوليستر المعاد تدويره من البلاستيك خيارًا مستدامًا بشكل متزايد يستخدم في إنتاج الملابس. ويتضمن تحويل القوارير البلاستيكية بعد الاستهلاك أو غيرها من النفايات البلاستيكية إلى ألياف بوليستر لتصنيع المنسوجات. تساعد هذه العملية على تقليل النفايات البلاستيكية في مدافن النفايات والمحيطات مع الحفاظ أيضًا على الطاقة والموارد مقارنة بإنتاج البوليستر البكر. يساهم استخدام البوليستر المعاد تدويره في الملابس في الاستدامة البيئية وهو جزء من الاتجاه الأوسع نحو الممارسات الصديقة للبيئة في صناعة الأزياء. (١٤)

صورة (٢٥) توضح شكل النفايات البلاستيكية

https://arabic.cnn.com/business/video/2021/03/22/v103433-dgrade-recycling-plastic-bottles-yarn-dubai-think-big

البوليستر المعاد تدويره هو إعادة التدوير المتكرر لعدد كبير من نفايات المنتجات البلاستيكية. يمكن التخلص بشكل فعال من الاعتماد المفرط على الموارد البترولية، وتقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، وحماية البيئة، وتقليل التلوث، ولعب دور جيد في حماية البيئة والحفاظ على الطاقة. تأثير. يعد استرداد الموارد وإعادة تدويرها حاليًا من الأساليب الشائعة جدًا لتقليل انبعاثات الكربون. ومن بينها، يتم إعادة تدوير قوارير PET (القوارير البلاستيكية) إلى ألياف البوليستر المعاد تدويرها، والتي تستخدم على نطاق واسع في المنسوجات. إعادة تدوير لتر واحد من PET (قارورة بلاستيكية) يعمل على تقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بمقدار ٠,٠٤٢ كجم، أقمشة البوليستر المعاد تدويرها توفير ما يقرب من ٨٠% من الطاقة مقارنة بأقمشة البوليستر المنتجة تقليديًا، مما يقلل بشكل كبير من استخدام البترول. تشير البيانات إلى أن كل طن من خيوط البوليستر المعاد تدويرها يمكن أن يوفر طنًا واحدًا من الزيت و٦ أطنان من الماء. (١٢) (١٤)

صورة (٢٦) توضح شكل نسيج البوليستير المعاد تدويره من البلاستيك

صورة (٢٧) توضح شكل خيط البوليستير المعاد تدويره من البلاستيك

/https://www.dgrade.com

شكل (٢) توضح الانبعاثات الكربونية للبوليستر المعاد تدويره من البلاستيك مقارنة بالبوليستر التقليدي
https://www.dgrade.com/

أسباب تصنيع الملابس من البوليستر المعاد تدويره من البلاستيك:

– بلاستيك البولي إيثيلين تيريفثاليت أو PET وهي مادة تستخدم في القوارير والمنتجات النسيجية بسبب هيكلها القوي والمرن والخفيف. هي في الاساس عبارة عن بوليستر قبل أن تجري معالجته، ومن وبما أن ألياف البوليستر المستخدمة في الملابس تستهلك كمية كبيرة من النفط. لذا، لابد من معالجة البوليستر واستخدامه في صناعة الملابس، وإنتاجه من دون استهلاك النفط.

– توفر الملابس المصنوعة من البلاستيك المعاد تدويره العديد من العمليات التي تحتاج الى موارد مثل الماء على عكس القطن التقليدي الذي يحتاج الى عمليات عديدة في زراعته وتجهيزه لصنع الملابس.

– تستغرق قوارير البلاستيك فترة زمنية طويلة لكي تحلل، على سبيل المثال ٤ مليار قارورة ممكن ان تستغرق ما بين ٤٥٠ – ١٠٠٠ سنة لكي تحلل مما يسبب ضرر بالبيئة. (١٥) (١٦)

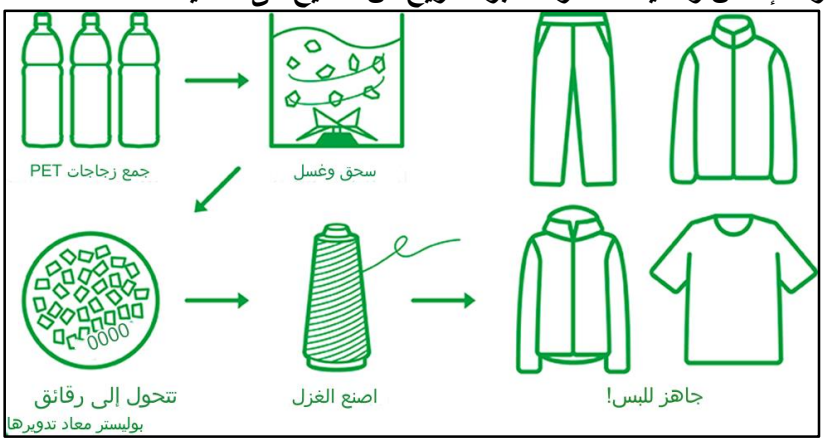
صورة (٢٨) توضح استهلاك مياه أقل عند استخدام البوليستر المعاد تدويره من البلاستيك
https://www.dgrade.com/

صورة (٢٩) توضح الطاقة أقل عند استخدام البوليستر المعاد تدويره من البلاستيك
https://www.dgrade.com/

كيف تتم عملية إعادة تدوير البلاستيك إلى ملابس:

يتم جمع النفايات البلاستيكية وضغطها ووضعها في بالات قبل نقلها إلى المصانع التي تعالج النفايات البلاستيكية. عند الوصول إلى المنشأة، تتحلل النفايات البلاستيكية إلى رقائق صغيرة. يتم بعد ذلك صهرها قبل تصفيتها وتمريرها عبر فوهة تحول البلاستيك إلى خيوط فسيكوز لمزيد من المعالجة. تهدف العملية برمتها إلى صنع ملابس يمكنها البقاء في عملية إعادة التدوير، مما يعني أنه يمكننا إعادة تدوير تلك الملابس مرارًا وتكرارًا.

كما ينخرط العديد من مصممي الأزياء حول العالم في هذا الأسلوب، المعروف باسم الاقتصاد الدائري، لاتخاذ نهج أكثر استدامة. (١٧)



شكل (٣) يوضح مراحل إعادة تدوير البلاستيك الى البوليستر ينتج منه الملابس
https://www.dcey.co.uk/blog/plastic-in-the-fashion-industry

الدراسات السابقة التى أكدت أن البوليستر المعاد تدويره من الخامات الصديقة للبيئة ويعزز الاستدامة:

١- بحث الدراسة التي أجرتها "جامعة ولاية كارولينا الشمالية "في الفوائد البيئية للبوليستر المعاد تدويره المشتق من الزجاجات البلاستيكية مقارنة بالبوليستر التقليدي. ووجد الباحثون أن البوليستر المعاد تدويره يساعد في تقليل النفايات والحفاظ على الموارد الطبيعية وتقليل انبعاثات الغازات الدفيئة أثناء الإنتاج مقارنة بالبوليستر البكر. يساهم هذا في تقليل البصمة الكربونية ويدعم الاقتصاد الدائري من خلال إعادة استخدام النفايات البلاستيكية وتحويلها إلى مواد قابلة للاستخدام. (١٨)

٢- دراسة "باتاغونيا" بتوثيق فوائد استخدام البوليستر المعاد تدويره من الزجاجات البلاستيكية على نطاق واسع في منتجاتها. ووفقا لتقاريرهم، فإن استخدام البوليستر المعاد تدويره يساعد في تقليل اعتمادهم على النفط، ويحد من نفايات مدافن النفايات، ويقلل من الانبعاثات السامة الناتجة عن الحرق. وقد أظهرت جهودهم أن البوليستر المعاد تدويره يؤدي أداءً بنفس جودة البوليستر البكر، إن لم يكن أفضل. (19)

٣- بحث مجلة "النسيج المستدام" التي تقدم مراجعة منهجية لفوائد إعادة تدوير البلاستيك يسلط هذا البحث الضوء على كيف تساعد إعادة تدوير النفايات البلاستيكية في التخفيف من التلوث البيئي والحفاظ على الموارد وتقليل استخدام الطاقة مقارنة بإنتاج البلاستيك البكر كما توضح دراسة تفصيلية حول تأثير إعادة تدوير النفايات البلاستيكية على تقليل التلوث البلاستيكي واستهلاك الطاقة. (٢٠)

أنواع المنتجات التي يمكن إنتاجها من البوليستر المعاد تدويره:

عندما يتم تحويل البلاستيك إلى خيوط، يمكن استخدامه في إنتاج العديد من الملابس المختلفة. الملابس المنتجة بهذه الطريقة تلبي كافة المتطلبات، كونها عصرية وصديقة للبيئة. أصبحت العديد من ماركات الأزياء تدرك بشكل متزايد نفاياتها وبدائل المواد الخام، مما يسمح للمستهلكين بالعثور على مجموعة واسعة من المنتجات المصنوعة من البلاستيك، من الفساتين إلى الحقائب، ومن السترات إلى القمصان. (١٥) (١٧)

بدأت العلامات التجارية والمصممون في إظهار حساسيتهم تجاه البيئة. وهذا بالتأكيد يثير الآمال بشأن معدل النجاح المستقبلي لمدى تميز صناعة الأزياء وسرعتها واستدامتها.

مع تقدم التكنولوجيا وزيادة وعي الشركات المصنعة بالوضع الذي نعيشه، تبدو صناعة الملابس مستعدة للتحول والقيام بدورها للمساعدة في الحد من تأثير الاحتباس الحراري والتلوث. (١٧)

وسوف يتم عرض لبعض العلامات التجارية ومصممي الأزياء الذين قاموا بتصميم ملابس من البوليستر المعاد تدويره من البلاستيك:

شركة DGrade:

شركة إماراتية تهدف الى الحد من التلوث البلاستيكي، وتوفير الموارد ومعالجة تغير المناخ للمساهمة في مستقبل مستدام.

نقوم بإنتاج الملابس والإكسسوارات من قوارير البلاستيك بحيث تعيد تدويرها لتحصل على نسيج أخضر أطلقت عليه (Greenspun).

شكل (٤) توضح مراحل وطريقة إنتاج خيوط Greenspun والملابس

https://www.dgrade.com/

صورة (٣٠) توضح تصميم زى رسمي من القبعة إلى البنطلون، من إنتاج DGrade، وكلها مصنوعة من خيوط Greenspun™ المستدامة (البوليستر المعاد تدويره من البلاستيك)

صورة (٣١) توضح تصميم زى رسمي للأطباء، من إنتاج DGrade، وكلها مصنوعة من خيوط Greenspun™ المستدامة (البوليستر المعاد تدويره من البلاستيك)

صورة (٣٢) توضح تصميم تيشيرت، من إنتاج DGrade، وكلها مصنوعة من خيوط Greenspun™ المستدامة (البوليستر المعاد تدويره من البلاستيك)

/https://www.dgrade.com

ديكاتلون Decathlon:

سلسلة متاجر فرنسية تم تأسيسها عام ١٩٧٦م لإنتاج وبيع الأدوات والملابس والمكملات الرياضية.

Decathlon store

صورة (٣٣) توضح تجهيز البلاستيك قبل تحويله إلى بوليستر

صورة (٣٤) توضح عدد قوارير البلاستيك وألياف البوليستر المعاد تدويره لإنتاج تشيرت منه

Decathlon store

صورة (٣٥) توضح تيشيرت رياضي من البوليستر المعاد تدوير من البلاستيك

صورة (٣٦) توضح طقم أطفال رياضي مكون من تيشيرت وشورت مصنوع من البوليستر المعاد تدويره

الدراسة التطبيقية:

وتمت على مرحلتين سوف يتم توضيحها كالتالي:

أولاً: الاختبارات المعملية:

تم إجراء فحوص والاختبارات المعملية على عينات من البوليستر المعاد تدويره من البلاستيك، والبوليستر البيور فإحدى الجهات المختصة، للتعرف على خواص البوليستر المعاد تدويره من البلاستيك ومقارنته بالبوليستر البيور، والتأكد من صلاحيته لاستخدامه في صناعة الملابس المستدامة.

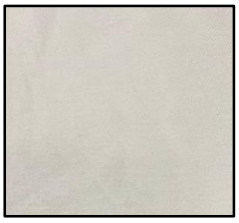
الاختبارات: (مقاومة الانفجار- نفاذية الهواء- مقاومة الكهرباء الاستاتيكية– مقاومة التكور (التوبير)- الاحتكاك- تقدير الاستطالة والرجوعية في الأقمشة– درجة المظهرية والالتواء- درجة ثبات اللون للضوء- مقاومة الاشتعال).

وتم التوصل إلى ذلك:

الخواص الفيزيائية للبوليستر المعاد تدويره:

التركيب النسجي:	سنجل جيرسيه	**عدد الأعمدة:**	١٤/ ١سم	**نوع العزل:**	بوليستر اسبن
عدد الصفوف:	٢٠,٥/ ١ سم	**وزن المتر المربع:**	١٧٥,٨ جرام	**نوع الغرزة:**	٢٤/١ انجليزي

المقارنة بين البوليستر المعاد تدويره والبوليستر البيور:



صورة (٣٧) خامة البوليستر المعاد تدويره

صورة (٣٨) خامة البوليستر البيور

صورة (٣٩) ألياف البوليستر المعاد تدويره

صورة (٤٠) ألياف البوليستر البيور

تم إجراء مجموعة من الاختبارات على العينة طبقاً للمواصفة القياسية المصرية رقم ٧٦٨٤ لسنة ٢٠١٣ "متطلبات الأداء العامة للملابس الجاهزة"، وطبقاً للمواصفات القياسية وبناءً عليها تم عمل المقارنة بين البوليستر المعاد تدويره من البلاستيك والبوليستر البيور.

١- متوسط مقاومة الانفجار بالكيلو بسكال (Kpa)

(ASTM D3786 / D3786M-2018: "Standard Test Method for Bursting Strength of Textile Fabrics", AFC 45o Automatic Flammability Tester)

وجه المقارنة	البوليستر المعاد تدويره	البوليستر البيور
متوسط مقاومة الانفجار بالكيلو بسكال (Kpa)	٧٤٨	٧٦٠

٢- متوسط نفاذية الهواء (لتر/م^{٢} / ثانية) عند ضغط ١٠٠ باسكال:

(ASTM D737:2016 "Standard Test Method for Air Permeability of Textile Fabrics")

وجه المقارنة	البوليستر المعاد تدويره	البوليستر البيور
متوسط نفاذية الهواء (لتر/م^{٢} / ثانية) عند ضغط ١٠٠ باسكال	٥٥٠	٤٩٠

٣- تقدير مقاومة الكهرباء الاستاتيكية (فولت):

(ISO 18080-2/2015 "Test Method for Evaluating the Electrostatic Prosperity of Fabrics)

وجه المقارنة		البوليستر المعاد تدويره	البوليستر البيور
تقدير مقاومة الكهرباء الاستاتيكية (فولت)	في الاتجاه الطولى	٤٠٠٥	٤٠١٠
	في الاتجاه العرضى	٤٠٢٠	٤٠٢٩

٤- تقدير مقاومة التكور (التوبير) بطريقة "المارتندال" وجه في وجه:

(ASTM D4970/D4970M:2022 "Standard Test Method for Pilling Resistance and Other Related Surface Changes of Textile Fabrics: Martindale Tester")

وجه المقارنة		البوليستر المعاد تدويره	البوليستر البيور
تقدير مقاومة التكور (التوبير) بطريقة "المارتندال" وجه في وجه: تقييم التغير في المظهرية	بعد ١٢٥ دورة	٤	٤
	بعد ٥٠٠ دورة	٣	٤
	بعد ١٠٠٠ دورة	٢	٤
	بعد ٢٠٠٠ دورة	٢	٣
	بعد ٥٠٠٠ دورة	٢	٣

٥- الاحتكاك (Abrasion) بطريقة " مارتندال ":

(ASTM D4966:2022 "Standard Test Method for Abrasion Resistance of Textile Fabrics (Martindale Abrasion Tester Method)، Gray Scale")

وجه المقارنة	البوليستر المعاد تدويره	البوليستر البيور
الاحتكاك (Abrasion) بطريقة " مارتندال ": تقدير الإتلاف الواقع على العينة "عدد الدورات لانفصال خيطين"– بعد ٥٠٠٠ دورة.	لم يحدث	لم يحدث

٦- تقدير الاستطالة والرجوعية في الأقمشة: ("Stretch and Recovery" BS 4952:1992)

وجه المقارنة			البوليستر المعاد تدويره	البوليستر البيور
تقدير الاستطالة والرجوعية في الاقمشة				
في الاتجاه الطولى	النسبة المئوية لاضمحلال الحمل		٧,٩٧	٩,٨
	النسبة المئوية لعدم الرجوعية (الاجهاد الواقع على العينة)		٢٢,٠٢	١٩
	النسبة المئوية للرجوعية		٧٠,٠١	٧٩
	الحمل اللازم للاستطالة بالكيلو جرام	عند (٣٠%)	٠,٠٨٢	٠,٠٧٥
		عند (٤٠%)	٦,٧٥٠	٥,٢٨٠
		عند (٥٠%)	١٤,٦٦٠	١٢,٣٢٠
في الاتجاه العرضى	النسبة المئوية لاضمحلال الحمل		٥,٠٤	٧,١٤
	النسبة المئوية لعدم الرجوعية (الاجهاد الواقع على العينة)		١٧,٨٧	١٥,٣٤
	النسبة المئوية للرجوعية		٧٧,٠٩	٨٧,٠٠٢
	الحمل اللازم للاستطالة بالكيلو جرام	عند (٣٠%)	٠,١٦٨	٠,٠٨٤
		عند (٤٠%)	٢,٠٣٩	١,٠٢٥
		عند (٥٠%)	٤,٠٧٩	٢,٠٥١

٧- درجة المظهرية بعد الغسيل المتكرر (بعد ثلاث غسلات):

(ASTM 179/1996 "Skewness change in fabrics and garment twist resulting from home laundering")

وجه المقارنة	البوليستر المعاد تدويره	البوليستر البيور
درجة المظهرية بعد الغسيل المتكرر (بعد ثلاث غسلات)	٤	٥,١٤

٨- النسبة المئوية لتقدير الميل قبل الغسيل (الحياكة الخارجية):

(ASTM 179/1996 "Skewness change in fabrics and garment twist resulting from home laundering")

وجه المقارنة	البوليستر المعاد تدويره	البوليستر البيور
النسبة المئوية لتقدير الميل قبل الغسيل (الحياكة الخارجية)	٠,٢	٠,٢

٩- النسبة المئوية لتقدير الميل بعد الغسيل (الالتواء):

(ASTM 179/1996 "Skewness change in fabrics and garment twist resulting from home laundering")

وجه المقارنة	البوليستر المعاد تدويره	البوليستر البيور
النسبة المئوية لتقدير الميل بعد الغسيل (الالتواء)	%١,٢	% ١,١

١٠- درجة ثبات اللون للضوء (درجة البياض):

(ISO 105 B02/2013 " The Colour fastness following exposure to light)

وجه المقارنة	البوليستر المعاد تدويره	البوليستر البيور
درجة ثبات اللون للضوء (درجة البياض)	%٦	%٦

تم قياس درجة البياض بقياس تقدير اللون للمنسوجات.

١١- اختبار الاشتعال:

(ASTM D1230-22aStandard Test Method for Flammability of Apparel Textiles)

وجه المقارنة	البوليستر المعاد تدويره	البوليستر البيور
اختبار الاشتعال عند تعرضه للهب لمدة ٣ ثوانى	لا يشتعل	لا يشتعل

البوليستر المعاد تدويره من البلاستيك يصلح للاستخدام الأدمي عند تعرضه للهب لمدة ثلاث ثواني.

نتائج الاختبارات والمقارنة:

كل الاختبارات تقع في حدود المواصفة القياسية المصرية رقم ٧٦٨٤ لسنة ٢٠١٣ "متطلبات الأداء العامة للملابس الجاهزة " وبناءً على ذلك نستنتج أن الألياف المعاد تدويرها من البلاستيك يمكن استخدامها في صنع الملابس وليس لها تأثير سيئ في الاستخدام مما يعكس التنمية المستدامة والحفاظ على البيئة.

ثانيًا: محاور التصميمات والتصميمات المقترحة:

تم إنشاء ٢٤ تصميم مستلهم من البيئة الصحراوية واحة سيوة بمصر، باستخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي ,Midjourney Stable Diffusion, Lexica.

لم يقتصر دور الباحث على إدخال البيانات فقط، ولكن هناك بعض الأدوار الأساسية للمصمم في هذا السياق:

١. *الإبداع والتوجيه الفني*: حتى مع استخدام تقنيات AI، يبقى المصمم هو المصدر الرئيسي للإبداع والتوجيه الفني. يقوم المصمم بوضع الرؤية العامة والتوجه الجمالي للتصميمات، بينما يمكن للـ AI تقديم اقتراحات وتوليد أنماط بناءً على هذه الرؤية.

٢. *تفسير وتحليل مخرجات AI*: تقوم تقنيات AI بتوليد مجموعة من التصميمات أو الأنماط، ولكن يبقى الدور الأساسي للمصمم في تحليل وتفسير هذه المخرجات واختيار الأنسب منها، وفقًا لمعايير الجمال والملاءمة التي يحددها والمحاور التصميم التي بنيت عليها التصميمات.

٣. *التجريب والتعديل*: يقوم المصمم بالتجريب على مخرجات AI وتعديلها لتلائم احتياجات السوق أو لرؤية جمالية معينة.

٤. *إضافة اللمسة الشخصية*: كل مصمم لديه لمسة شخصية وأسلوب خاص يتميز به. الذكاء الاصطناعي يمكنه تقديم تصميمات متعددة، ولكن المصمم هو من يضيف اللمسة النهائية ويجعل التصميم يعبر عن رؤيته وأسلوبه الفريدة ويلائم محاور التصميم.

محاور التصميم: (المحور الأول: تحقق تطبيقات الذكاء الاصطناعي وصلتها بمصدر الاستلهام)، (المحور الثاني: الابتكارية وملائمة التصميمات مع الخامة)، كما هو موضح بالجدول (١).

تم التحقق من مدى الصدق والثبات لهم إلى جانب التحقق من مدى تحقيق هذه المحاور من خلال الاستبيانات المقررة من قبل المحكمين المتخصصين، وقد استنتج منه تحقق المحاور في التصميمات.

جدول (١) المحور الأول والمحور الثاني

المحور الأول: تحقق تطبيقات الذكاء الاصطناعي وصلتها بمصدر الاستلهام	المحور الثاني: الابتكارية وملائمة التصميمات مع الخامة
١- هل يتضح تطبيقات الذكاء الاصطناعي؟	١- هل يعكس التصميم الزخارف بالمصدر؟
٢- هل يتم توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في التصميم؟	٢- هل يعكس التصميم بنائيات المصدر؟
٣-هل يعكس التصميم مصدر الالهام بوضوح؟	٣- هل يحقق التصميم عنصر الراحة؟
٤-هل قام التصميم بمعالجة مصدر الالهام بشكل مبتكر بالتصميم؟	٤- هل يتناسب التصميم مع الخامة المستخدمة؟
٥- هل يتسبب التصميم بإنشاء مجموعة متناسقة؟	٥- هل يتميز التصميم بالإبداع؟
	٦- هل التصميم يلبى متطلبات المجتمع؟

وقد تم التحقق من مدى الصدق والثبات لهم والتحقق من مدى تتحقق هذه المحاور من خلال الاستبيانات المقدرة من قبل محكمين متخصصين.

ملحوظة: تم ترتيب التصميمات بالجدول طبقا لنتائج الاستبيانات، وأعطاء كل تصميم اسم (رقم) لتوضيح هوية التصميم كما هو موضح بالجدول.

التصميمات المقترحة:

اسم التصميم	التصميم (١)	التصميم (٢)	التصميم (٣)
ترتيب التصميم	الثانى	السابع	السابع
التصميم			

اسم التصميم	التصميم (٤)	التصميم (٥)	التصميم (٦)
ترتيب التصميم	الثانى	العاشر	التاسع
التصميم			

اسم التصميم	التصميم (٧)	التصميم (٨)	التصميم (٩)
ترتيب التصميم	الخامس	الثامن	التاسع
التصميم			

اسم التصميم	التصميم (٩)	التصميم (١١)	التصميم (١٢)
ترتيب التصميم	التاسع	الأول	العاشر
التصميم			

اسم التصميم	التصميم (١٣)	التصميم (١٤)	التصميم (١٥)
ترتيب التصميم	السابع	السادس	السادس
التصميم			

اسم التصميم	التصميم (١٦)	التصميم (١٧)	التصميم (١٨)
ترتيب التصميم	الثامن	الرابع	التاسع
التصميم			

اسم التصميم	التصميم (١٩)	التصميم (٢٠)	التصميم (٢١)
ترتيب التصميم	الرابع	الحادى عشر	الثامن
التصميم			

اسم التصميم	التصميم (٢٢)	التصميم (٢٣)	التصميم (٢٤)
ترتيب التصميم	الثالث	السادس	الثانى عشر
التصميم			

تقنين الأدوات (صدق والثبات):

أولاً: استبيان تقييم التصميمات:

تم إعداد استبيان موجه للأكاديميين المتخصصين بمجال الملابس والموضة– لتحكيم مدى صدق وثبات الاستبيان: وتتضمن الاستبيان على محورين:

المحور الأول: تحقق تطبيقات الذكاء الاصطناعي وصلتها بمصدر الاستلهام وتتضمن (٥) عبارات.

المحور الثاني: الابتكارية وملائمة التصميمات مع الخامة (٦) عبارات.

وقد استخدم ميزان تقدير ليكرت خماسي المستويات بحيث تعطي الإجابة وكانت درجة المحور الأول (٣٠) درجة، والمحور الثاني (٢٥) درجة وكانت الدرجة الكلية للاستبيان (٥٥) درجة.

صدق محتوي الاستبيان: صدق المتخصصين:

ويقصد به قدرة الاستبيان على قياس ما وضع لقياسه. وللتحقق من صدق محتوي الاستبيان تم عرضه في صورته المبدئية على مجموعة من للأكاديميين المتخصصين بمجال الملابس والموضة عددهم (٣٠) وذلك للحكم على مدي مناسبة العبارة للمحور الخاص به، وصياغة العبارات وتحديد وإضافة أي عبارات مقترحة، وقد تم التعديل بناء على آراء المتخصصين كما هو موضح بالجدول التالي:

جدول (٢) معامل اتفاق السادة المتخصصين على بنود استبيان تقييم التصميمات

بنود التحكيم	عدد مرات الاتفاق	عدد مرات عدم الاتفاق	معامل الاتفاق
الصياغة اللغوية	١٥	٠	%١٠٠
سهولة ووضوح العبارات	١٥	٠	%١٠٠
تناسب عدد المحاور مع الهدف	١٤	١	%٩٣,٣
تناسب عدد العبارات مع كل محور	١٤	١	%٩٣,٣
تسلسل العبارات مع كل محور	١٥	٠	%١٠٠

وقد تم الاستبيان من محمكين البالغ عددهم (٣٠) في حساب ثبات الملاحظين لتحديد بنود التحكيم التي يتم تنفيذها بشرط أن يسجل كل منهم ملاحظاته مستقلاً عن الآخر، وتم تحديد عدد مرات الاتفاق بين الملاحظين باستخدام معادلة كوبر Cooper حيث نسبة الاتفاق= (عدد مرات الاتفاق / (عدد مرات الاتفاق + عدد مرات عدم الاتفاق)) x١٠٠ وتراوحت نسبة الاتفاق بين ١٠٠%، ٩٣,٣% وهي نسب اتفاق مقبولة.

الصدق باستخدام الاتساق الداخلي بين الدرجة الكلية لكل محور والدرجة الكلية للاستبيان:

تم حساب الصدق باستخدام الاتساق الداخلي وذلك بحساب معامل ارتباط بيرسون بين الدرجة الكلية لكل محور والدرجة الكلية للاستبيان، والجدول التالي يوضح ذلك:

جدول (٣) قيم معاملات الارتباط بين درجة كل محور ودرجة الاستبيان

المحور	الارتباط
تحقق تطبيقات الذكاء الاصطناعي وصلتها بمصدر الاستلهام	٠,٨٩٠ **
الابتكارية وملائمة التصميمات مع الخامة	٠,٨٨٨ **

ويتضح أن معاملات الارتباط كلها دالة عند مستوي (٠,٠١) لاقترابها من الواحد الصحيح، ومن ثم يمكن القول أن هناك اتساق داخليًا بين المحاور المكونة لهذا الاستبيان، كما أنه يقيس بالفعل ما وضع لقياسه، مما يدل علي صدق وتجانس محاور الاستبيان.

ثبات الاستبيان:

دقة الاختبار في القياس والملاحظة، وعدم تناقضه مع نفسه، وهو النسبة بين تباين الدرجة على ratability يقصد Alpha Cronbac المقياس التي تشير إلى الأداء الفعلي للمفحوص، وتم حساب الثبات عن طريق معامل ألفا.

جدول (٤) قيم معامل الثبات لمحاور الاستبيان

المحور	الارتباط
تحقق تطبيقات الذكاء الاصطناعي وصلتها بمصدر الاستلهام	٠,٨٣٥ **
الابتكارية وملائمة التصميمات مع الخامة	٠,٨٣٧ **
ثبات الاستبيان (ككل)	٠,٨٣٦ **

ويتضح من جدول (٤) أن جميع قيم معاملات الثبات دالة عند مستوي ٠,٠١ مما يدل على ثبات الاستبيان.

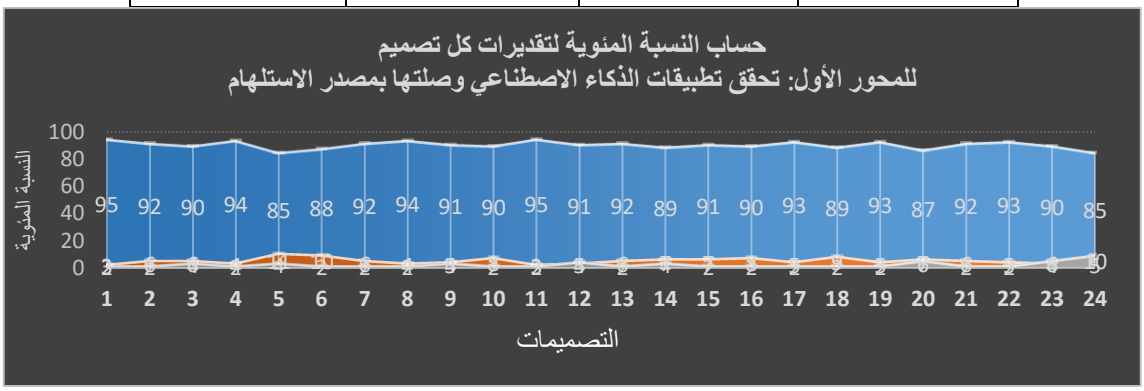
نتائج البحث ومناقشتها:

وجد فروق ذات دلالة إحصائية بين التصميمات في جوانب التقييم ككل (وفقا لآراء المتخصصين) وللتحقق من هذا الفرض تم حساب النسبة المئوية لتقديرات كل تصميم في كل محور على حدي.

جدول (٥) حساب النسبة المئوية لتقديرات كل تصميم في المحور الأول: تحقق تطبيقات الذكاء الاصطناعي وصلتها بمصدر الاستلهام

التصميم	التقييم بالنسبة المئوية		
	ملائم %	إلى حد ما %	غير ملائم %
١	95	3	2
٢	92	6	2
٣	90	6	4
٤	94	4	2
٥	85	11	4
٦	88	10	2
٧	92	6	2
٨	94	4	2
٩	91	5	4
١٠	90	8	2
١١	95	3	2
١٢	91	4	5
١٣	92	6	2
١٤	89	7	4
١٥	91	7	2
١٦	90	8	2

التصميم	التقييم بالنسبة المئوية		
	ملائم %	إلى حد ما %	غير ملائم %
١٧	93	5	2
١٨	89	9	2
١٩	93	5	2
٢٠	87	7	6
٢١	92	6	2
٢٢	93	5	2
٢٣	90	4	6
٢٤	85	5	10



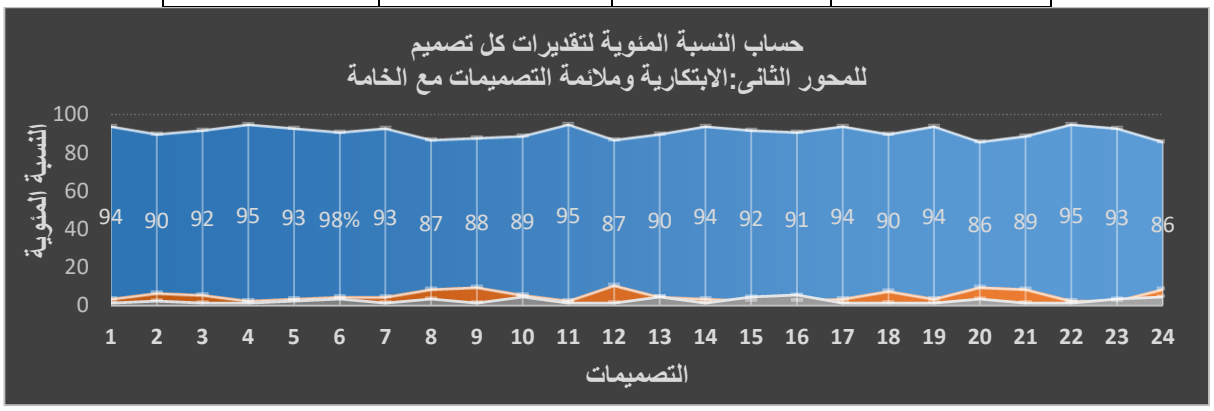
شكل بياني (١) حساب النسبة المئوية لتقديرات كل تصميم للمحور الأول تحقق تطبيقات الذكاء الاصطناعي وصلتها بمصدر الاستلهام

يتضح أن الحد الأعلى لتصميم فى **المحور الأول (تحقق تطبيقات الذكاء الاصطناعي وصلتها بمصدر الاستلهام)** هي ٩٥%، والحد الأدنى هو ٨٥%

جدول (٦) حساب النسبة المئوية لتقديرات كل تصميم في المحور الثاني: الابتكارية وملائمة التصميمات مع الخامة:

التصميم	التقييم بالنسبة المئوية		
	ملائم %	إلى حد ما %	غير ملائم %
١	94	4	2
٢	90	7	3
٣	92	6	2
٤	95	3	2
٥	93	4	3
٦	91	5	4
٧	93	5	2
٨	87	9	4
٩	88	10	2
١٠	89	6	5
١١	95	3	2
١٢	87	11	2
١٣	90	5	5
١٤	94	4	2

التصميم	التقييم بالنسبة المئوية		
	ملائم %	إلى حد ما %	غير ملائم %
١٥	92	3	5
١٦	91	3	6
١٧	94	4	2
١٨	90	8	2
١٩	94	4	2
٢٠	86	10	4
٢١	89	9	2
٢٢	95	3	2
٢٣	93	3	4
٢٤	86	9	5

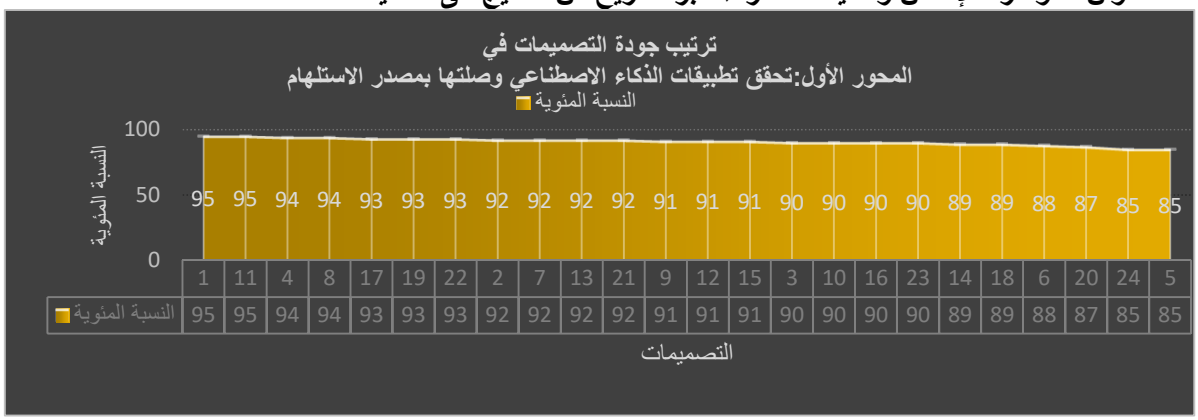


شكل بياني (٢) حساب النسبة المئوية لتقديرات كل تصميم للمحور الثاني: الابتكارية وملائمة التصميمات مع الخامة

يتضح أن الحد الأعلى لتصميم في **المحور الثاني (الابتكارية وملائمة التصميمات مع الخامة)** هو ٩٥%، والحد الأدنى ٨٦%

جدول (٧) ترتيب جودة التصميمات في كل محور: المحور الأول: تحقق تطبيقات الذكاء الاصطناعي وصلتها بمصدر الاستلهام

التسلسل	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢
التصميم	١	١١	٤	٨	١٧	١٩	٢٢	٢	٧	١٣	٢١	٩
النسبة	95	95	94	94	93	93	93	92	92	92	92	91
الرتبة	الأول	الأول	الثاني	الثاني	الثالث	الثالث	الثالث	الرابع	الرابع	الرابع	الرابع	الخامس
التسلسل	١٣	١٤	١٥	١٦	١٧	١٨	١٩	٢٠	٢١	٢٢	٢٣	٢٧
التصميم	١٢	١٥	٣	١٠	١٦	٢٣	١٤	١٨	٦	٢٠	٢٤	٥
النسبة	91	91	90	90	90	90	89	89	88	87	85	85
الرتبة	الخامس	الخامس	السادس	السادس	السادس	السادس	السابع	السابع	الثامن	التاسع	العاشر	العاشر

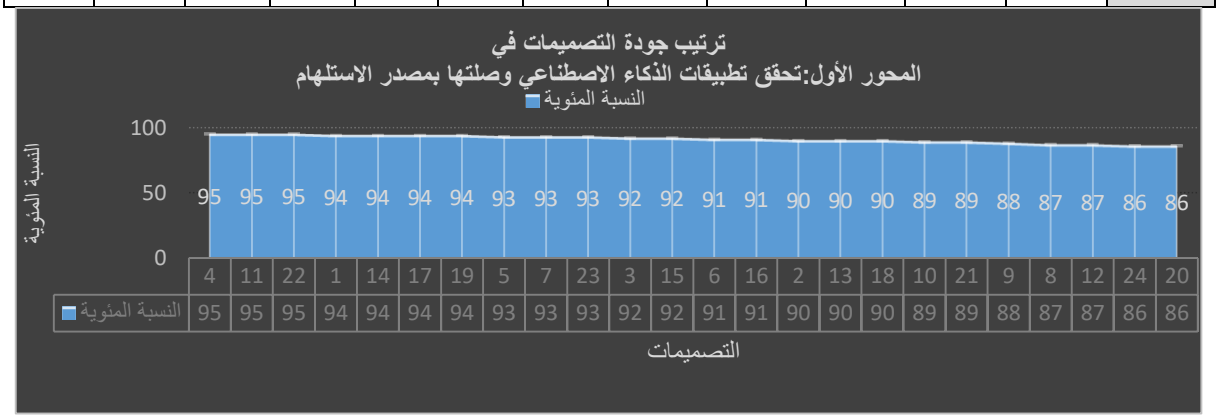


شكل لرسم بياني (٣) ترتيب جودة التصميمات في المحور الأول: تحقق تطبيقات الذكاء الاصطناعي وصلتها بمصدر الاستلهام

يتضح أن في المحور الأول (تحقق تطبيقات الذكاء الاصطناعي وصلتها بمصدر الاستلهام) حصل التصميم الأول و الحادي عشر الترتيب الأول لجودة التصميم في المحور ونسبة كل منها ٩٥%، وحصل التصميم الرابع والعشرون على آخر ترتيب لجودة التصميم في المحور ونسبته ٨٥%.

جدول (٨) ترتيب جودة التصميمات في كل محور: المحور الثاني: الابتكارية وملائمة التصميمات مع الخام

التسلسل	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢
التصميم	٤	١١	٢٢	١	١٤	١٧	١٩	٥	٧	٢٣	٣	١٥
النسبة	95	95	95	94	94	94	94	93	93	93	92	92
الرتبة	الأول	الأول	الأول	الثاني	الثاني	الثاني	الثاني	الثالث	الثالث	الثالث	الرابع	الرابع
التسلسل	١٣	١٤	١٥	١٦	١٧	١٨	١٩	٢٠	٢١	٢٢	٢٣	٢٤
التصميم	٦	١٦	٢	١٣	١٨	١٠	٢١	٩	٨	١٢	٢٤	٢٠
النسبة	91	91	90	90	90	89	89	88	87	87	86	86
الرتبة	الخامس	الخامس	السادس	السادس	السادس	السابع	السابع	الثامن	التاسع	التاسع	العاشر	العاشر



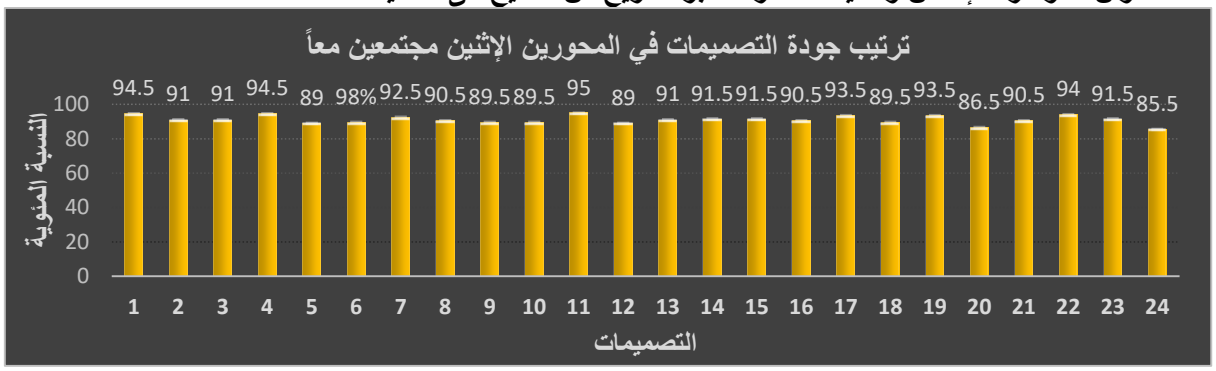
شكل بياني (٤) ترتيب جودة التصميمات في المحور الثاني الابتكارية وملائمة التصميمات مع الخامة

يتضح أن في المحور الثاني (الابتكارية وملائمة التصميمات مع الخامة) قد حصل التصميم الرابع والتصميم الحادي عشر والتصميم الثاني وعشرون على الترتيب الأول لجودة التصميمات في المحور الثاني نسبة كل منهما ٩٥% وحصل التصميم الرابع والعشرون على الترتيب الأخير لجودة التصميمات في المحور الثاني ونسبته ٨٦%

جدول (٩) ترتيب جودة التصميمات في المحورين الإثنين مجتمعين معاً

المحور الأول تحقق تطبيقات الذكاء الاصطناعي وصلتها بمصدر الاستلهام، المحور الثاني: الابتكارية وملائمة التصميمات مع الخامة

التصميمات	المجموع			النسبة المئوية	ترتيب التصميم
	ملائم %	إلى حد ما %	غير ملائم %		
١	189	7	4	94.5	الثانى
٢	182	13	5	91	السابع
٣	182	12	6	91	السابع
٤	189	7	4	94.5	الثانى
٥	178	15	7	89	العاشر
٦	179	15	6	89.5	التاسع
٧	185	11	4	92.5	الخامس
٨	181	13	6	90.5	الثامن
٩	179	15	6	89.5	التاسع
١٠	179	14	7	89.5	التاسع
١١	190	6	4	95	الأول
١٢	178	15	7	89	العاشر
١٣	182	11	7	91	السابع
١٤	183	11	6	91.5	السادس
١٥	183	10	7	91.5	السادس
١٦	181	11	8	90.5	الثامن
١٧	187	9	4	93.5	الرابع
١٨	179	17	4	89.5	التاسع
١٩	187	9	4	93.5	الرابع
٢٠	173	17	10	86.5	الحادى عشر
٢١	181	15	4	90.5	الثامن
٢٢	188	8	4	94	الثالث
٢٣	183	7	10	91.5	السادس
٢٤	171	14	15	85.5	الثانى عشر



شكل لرسم بياني (٦) ترتيب جودة التصميمات في المحاورين الإثنين مجتمعين معاً

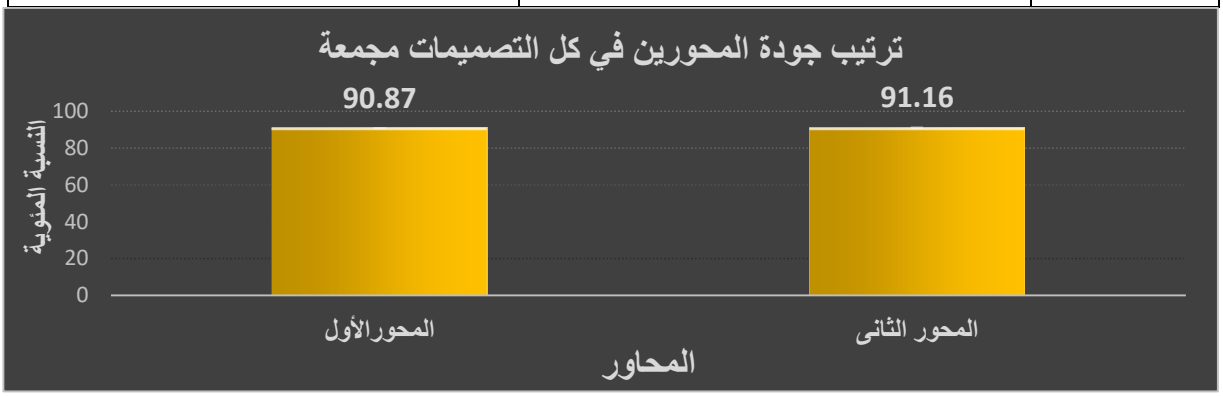
قد حصل التصميم الحادي عشر على الترتيب الأول في ترتيب جودة التصميمات في المحورين معاً ونسبته ٩٥%، والتصميم الأخير هو التصميم الرابع والعشرون ونسبته ٨٥,٥% وهي نسبة جيدة لتحقيق الغرض من البحث.

جدول (١٠) ترتيب جودة المحورين في كل التصميمات مجمعة

المحور الأول: تحقق تطبيقات الذكاء الاصطناعي وصلتها بمصدر الاستلهام، المحور الثاني: الابتكارية وملائمة التصميمات مع الخامة

المحاور	المحور الأول: تحقق تطبيقات الذكاء الاصطناعي وصلتها بمصدر الاستلهام			المحور الثاني: الابتكارية وملائمة التصميمات مع الخامة:		
التقدير	ملائم	إلى حد ما	غير ملائم	ملائم	إلى حد ما	غير ملائم
١	95	3	2	94	4	2
٢	92	6	2	90	7	3
٣	90	6	4	92	6	2
٤	94	4	2	95	3	2
٥	85	11	4	93	4	3
٦	88	10	2	91	5	4
٧	92	6	2	93	5	2
٨	94	4	2	87	9	4
٩	91	5	4	88	10	2
١٠	90	8	2	89	6	5
١١	95	3	2	95	3	2
١٢	91	4	5	87	11	2
١٣	92	6	2	90	5	5

١٤	89	7	4	94	4	2
١٥	91	7	2	92	3	5
١٦	90	8	2	91	3	6
١٧	93	5	2	94	4	2
١٨	89	9	2	90	8	2
١٩	93	5	2	94	4	2
٢٠	87	7	6	86	10	4
٢١	92	6	2	89	9	2
٢٢	93	5	2	95	3	2
٢٣	90	4	6	93	3	4
٢٤	85	5	10	86	9	5
المجموع	2181%	144%	75%	2188%	138%	74%
المتوسط	90.875 %	6 %	3.125 %	91.16 %	5.75 %	3 %
النسبة المئوية	90.87 %			91.16 %		



شكل بياني (٧) ترتيب جودة المحورين في كل التصميمات مجمعة

ترتيب جودة المحورين في كل التصميمات مجمعة **المحور الثاني (الابتكارية وملائمة التصميمات مع الخامة)** نسبته ٩١,١٦% أعلى من **المحور الأول (تحقق تطبيقات الذكاء الاصطناعي وصلتها بمصدر الاستلهام)** ونسبته ٩٠,٨٧%، وبالتالي قد حققت الغرض.

نتائج البحث ومناقشتها:

قد تضمنت فرضية البحث على:

أولا: تصميم تصميمات مستلهمة من البيئات الصحراوية باستخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي تساعد على خلق تصميمات تتميز بالابتكارية والمعاصرة. وقد تم تحقيقها من خلال:

قد تم إنشاء ٢٤ تصميم لملابس السيدات باستخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي Midjourney, Stable Diffusion, Lexica مستلهمة من البيئات الصحراوية (واحة سيوة) وتتميز بالابتكارية والمعاصرة. نتائج البحث تعزز هذه الفكرة من خلال تقديم أدلة على أن التصاميم المستوحاة من البيئات الصحراوية يمكن أن تكون جذابة وفعالة.

حيث أوضحت االدراسة السابقة https://www.skynewsarabia.com/varieties/1659390 أهمية الذكاء الاصطناعي وتأثيره على مجال الموضة، وذلك وفقا لدراسة لشركة ماكنزي الأميركية للدراسات سيلجأ مصممو الأزياء إلى هذه التقنيات للتنبؤ باتجاهات الموضة، وأنشاء الصيحات الحديثة في مجال الأزياء والمساعدة في تحقيق أهداف الاستدامة.

ثانيًا: دراسة خصائص البوليستر المعاد تدويره المشتق من النفايات البلاستيكية كمادة مستدامة في إنتاج الملابس، ومقارنته بالبوليستر التقليدي يعزز من الموضة المستدامة في صناعة الملابس وقد تم تحقيقها من خلال:

إجراء مجموعة من الاختبارات المعملية المختصة على خامة البوليستر المعاد تدويره من قوارير البلاستيك للتعرف على خواصه ومقارنته بخامة البوليستر البيور، نتائج الاختبارات أظهرت أن البوليستر المعاد تدويره يحتفظ بجودته ومتانته حتى بعد إعادة التدوير. كما توصلت الى إمكانية استخدام خامة البوليستر المعاد تدويره من النفايات البلاستيكية في صناعة الملابس ومكملاتها، مما يعزز من الموضة المستدامة في صناعة الأزياء.

وذلك وفقا للدراسة محمد محمود، دعاء: "التنمية المستدامة للأزياء في ظل تحديات المناخ"، منصة الكترونية (ايساء)، القاهرة، ٢٠٢٣م. التي توضح أهمية وأبعاد الاستدامة وكيفية تعزيز الموضة المستدامة الى جانب عرض مجموعة من انتاج البراندات العالمية ومصممى الأزياء العالمين المهتمين بالأزياء المستدامة.

تتفق هذه النتائج مع دراسة "Smith et al., 2020" التي وجدت أن استخدام المواد المستدامة يمكن أن يقلل من انبعاثات الكربون بنسبة ٢٥-٣٥%.

تحليل نتائج البحث يظهر أن استخدام الذكاء الاصطناعي في تصميم ملابس مستلهمة من البيئات الصحراوية، باستخدام البوليستر المعاد تدويره، يمكن أن يحقق توازنًا مثاليًا بين الجماليات والاستدامة. هذه النتائج ليست فقط متوافقة مع الدراسات السابقة، بل تضيف أيضًا قيمة جديدة للمجال من خلال تقديم حلول مبتكرة ومستدامة للتحديات البيئية في صناعة الأزياء.

توصيات البحث:

1- إقامة المؤتمرات والندوات وورش العمل للاطلاع على الاتجاهات والابتكارات المستندة إلى الذكاء الاصطناعي في مجال تصميم الأزياء والأزياء المستدامة.

2- دراسة الخصائص الفريدة للبيئات الصحراوية بما تتضمنه من الألوان والأنسجة والأنماط والعناصر الوظيفية المستوحاة من النباتات والحيوانات والمناظر الطبيعية الصحراوية، التي يمكن ترجمتها إلى تصميمات للأزياء مبتكرة ومعاصرة ومستدامة مع استخدام التقنيات المختلفة والتكنولوجيا الحديثة.

3- اهتمام الجهات المعنية بصناعة الموضة وتصميم الأزياء بتعزيز الموضة المستدامة من خلال التعمق في دراسة خواص البوليستر المعاد تدويره، واستخدام التكنولوجيا الحديثة في تحسين خواصه.

4- يفضل خلط البوليستر المعاد تدويره من البلاستيك بخامات أخرى مستدامة مثل القطن العضوي لكي يزيد من كفاءته وجودته وعمره الافتراضي.

المراجع:

١- بونيه، آلان، ترجمة: علي صبري فرغلي: " الذكاء الاصطناعي واقعة ومستقبلة "، سلسلة عالم المعرفة، يصدرها المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت ٢٠٠٣ م.

2- Al-Hadi, Mohammad Mohammad: "Artificial intelligence, its features and applications, and its developmental and societal impacts". The Egyptian Lebanese House for printing and publishing. Cairo. (2021).

3- https://www.skynewsarabia.com/varieties/1659390

مقال الذكاء الاصطناعي يقترب من مجال الموضة. / 2023.

4- https://www.fashionied.com/design

كيف تستخدم الذكاء الاصطناعي في تصميم الأزياء / ٢٠٢٣.

٥- حسونة، عمرو محمد جمال الدين: "أثر الاقتباس والاستلهام في تصميم الأزياء"، بحث منشور، مجلة علوم وفنون، ص ٦.

6- http://www.greenstrategy.se/sustainable-fashion/what-is-sustainable-fashion.

٧- محمد محمود، دعاء: "التنمية المستدامة للأزياء في ظل تحديات المناخ"، منصة الكترونية (ايساء)، القاهرة، ٢٠٢٣م.

٨- عبيد، مروة عبد الظاهر: "دور البعد البيئي في تحقيق الاستدامة في مصانع الملابس الجاهزة: الفرص والتحديات"، رسالة ماجستير، كلية الفنون التطبيقية، قسم الملابس الجاهزة، جامعة حلوان، مصر، ٢٠١٧م.

٩- محمد محمود، دعاء: "دمج الرموز الهيروغليفية وعناصر التصميم كمصدر لتصميم الملابس الرياضية القطنية العضوية "مجلة التصميم الدولية، مجلد ١٣، ع ٥، ٢٠٢٣م.

10- Köpnick H, Schmidt M, Brügging W, Rüter J, Kaminsky W (June 2000). "Polyesters". Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry". Weinheim, Germany: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.

١١- السيد، نهى محمد عبده، عطا الله، أحمد رمزي السيد: " إمكانية صباغة أقمشة البوليستر والبوليستر قطن بالصبغات الفسفورية "مجلة الاقتصاد المنزلي، جامعة المنوفية، شبين الكوم، مصر، مجلد ٣٢، ع ١، ٢٠٢٢م.

12- https://textileexchange.org/knowledge-center/reports/sustainability-of-biosynthetics/

13-https://www.masterclass.com/articles/polyester-fabric-guide#what-are-the-characteristics-of-polyester-fabric٢٠٢٠

14-https://techpacker.com/blog/design/the-top-sustainable-and-eco-friendly-fashion-materials-of-2024/#google_vignette

15- https://www.almaktouminitiatives.org/ar/middle-east-exchange

16-https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/ S0921344920302330 Resources, Conservation and Recycling panel Abhijit Majumdar, Sandeep Shukla, Anshu Anjali Singh, Sanchi Arora :"Circular fashion Properties of fabrics made from mechanically recycled poly-ethylene terephthalate (PET) bottles", Volume 161, October 2020, 104915

17- https://www.dcey.co.uk/blog/plastic-in-the-fashion-industry

18-(https://news.ncsu.edu/2023/03/researchers-separate-cotton-from-polyester-in-blened-fabric/

19- (https://www.patagonia.com/stories/what-were-doing-about-our-plastic-problem/story

20- (https://www.mdpi.com/2071-1050/14/24/16340)).