EXPLORING THE LATEST FASHION AND TEXTILE TRENDS

الاتجاهات الحديثة في مجال الملابس والنسيج

بقلم: أ.م.د. هبة زكريا أبو حشيش

أستاذ مساعد الملابس والنسيج بقسم الاقتصاد المنزلي
بكلية البنات للأداب والعلوم والتربية - جامعة عين شمس

10.21608/smnar.2024.382793

مقدمة:

عالم الملابس والنسيج له دور هام وحيوي لأنه يمس العديد من المجالات والصناعات. فهو يساهم بقدر كبير في الاقتصادات المحلية، ويخلق ملايين الوظائف، كما أن له آثاراً اجتماعية كبيرة أيضًا. ولذلك يصبح التطوير لهذا المجال أكثر إلحاحًا عاماً بعد عام. ومن خلال نظرة عامة على الأبحاث في مجال الملابس والنسيج يمكننا القول إن من أبرز الاتجاهات التي تؤثر على تطور هذا المجال هي: النهج نحو الاستدامة وسياسة صفر نفايات، المنسوجات التقنية والذكاء الاصطناعي، الواقعان الافتراضي والمعزز، المنسوجات الحرفية، الطباعة الرقمية للمنسوجات، والطباعة ثلاثية الأبعاد.

تتسبب صناعة الملابس في أنواعاً مختلفة من الأذى للبيئة، ولذلك، في الآونة الأخيرة كان هناك تحول كبير في النهج نحو الاستدامة: حيث تتحرك الحكومات والشركات والمستهلكون في نفس الاتجاه. ولأن حجم الصناعة وتأثيرها كبيرين فإن لدي مجال الملابس والنسيج فرصة ممتازة للتأثير بشكل إيجابي على البيئة بنفس الدرجة التي يؤثر بيها على الاقتصاد، والحد من الآثار البيئية السلبية لتنفيذ أهداف التنمية المستدامة.

على صعيد آخر، أصبح الذكاء الاصطناعي مستخدماً في جميع الصناعات الحالية. وهو عبارة عن محاكاة الذكاء البشري بواسطة أجهزة الحاسب الآلي والبرامج والآلات. وتشمل تطبيقاته مجال الملابس والنسيج تحليل الاتجاهات والتنبؤ بها وفهم أنماط الشراء وتحسين عملية الشراء، وحتى فهم جماليات الموضة وتفضيلات اللون والملمس. ومن ملامح التقدم التكنولوجي التزايد في استخدام تقنيتا الواقعين الافتراضي والمعزز في مجالي الملابس والمنسوجات لدمج العالمين المادي والرقمي.

كما أحدثت الطباعة الرقمية للمنسوجات ثورة في عالم تصميم المنسوجات، فأصبحت تتضمن استخدام مواد كيميائية أقل ضررًا مع التركيز المتزايد على الطباعة الخضراء والإنتاج الفعال قليل التكلفة. ونجد أن الابتكار في تكنولوجيا الطباعة لم تتوقف عند هذا الحد، حيث تمكن المصممون من إنشاء منتجات حقيقية من التصميمات الرقمية عن طريق الطباعة ثلاثية الأبعاد. هذه التكنولوجيا قادرة على انتاج منتجات أكثر استدامة وحفاظا على البيئة مع توفير المال والوقت والجهد، إضافة إلى خيارات التصميم غير المحدودة المساعدة على الإبداع، مما ينتج عنه تصميمات أكثر إبداعاً وإثارة من أي وقت مضى.

وسط كل هذا التقدم التكنولوجي كان يجب ألا نغفل أبداً عن المنسوجات الحرفية والتي تصنع بأيدي عمال مهرة، ودورها الهام في الحفاظ على تراث الشعوب وتنمية المهارات، عن طريق تعلمها وتوظيفها ودمجها مع أساليب التكنولوجيا المتقدمة لإنتاج منتجات حديثة ومعاصرة.

كل هذا سوف نستعرضه في هذا المقال من واقع الاتجاهات والابحاث العلمية الحديثة، العربية والاجنبية، في مجال تخصص الملابس والمنسوجات.

Sustainability and Zero Waste Policy

الاستدامة وسياسة صفر نفايات

صناعة النسيج هي الأكبر والأكثر تلويثًا في العالم (Shen & Sethi, 2021)، لذلك يجب أن تكون الأزياء والمنسوجات مستدامة للحد من تأثيرها على البيئة. بلغ توليد النفايات ذروته في العقود القليلة الماضية بسبب التوسع السريع في المستوطنات البشرية نتيجة للتوسع الحضري، مما أدى إلى تراكمها في النظام البيئي. يتم إرسال النفايات الناتجة إلى مدافن النفايات، حيث تتحلل وتؤدي إلى إنتاج غاز الميثان، وهو أحد الغازات الدفيئة القوية التي تساهم في ظاهرة الاحتباس الحراري (Gupta & Saini, 2020). ولمعالجة هذه المشكلة، يتم تطوير وتنفيذ طرق معينة مثل إنتاج الملابس بدون نفايات مع اتباع نهج الاستدامة.

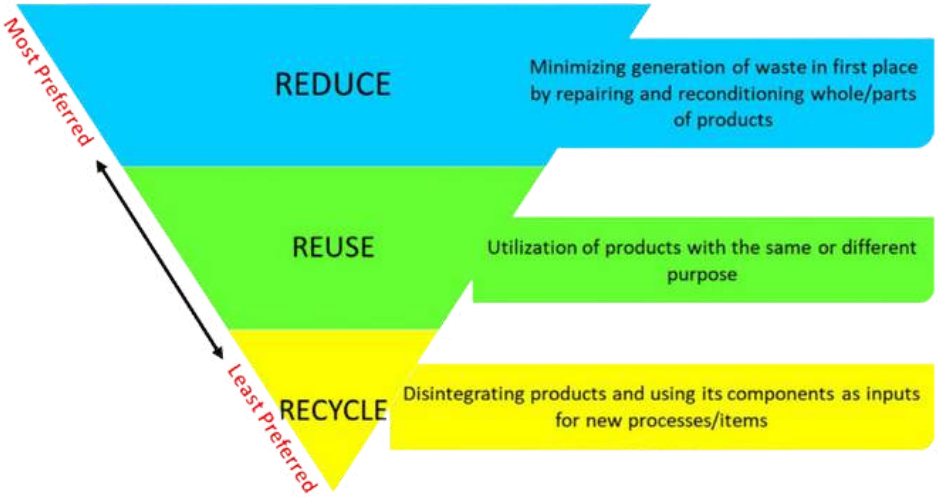
يمكن أن يؤدي استخدام مخلفات المنسوجات إلى تقليل إنتاج منسوجات جديدة من مواد جديدة، وتحسين الصرف الصحي، وإبطاء معدل ملء مساحات مدافن النفايات، وتقليل استخدام المياه والطاقة والمواد الكيميائية في سلسلة الإنتاج، ويدعو نهج "صفر نفايات" إلى ممارسة "لا نفايات" في جميع المجتمعات، بدءًا من الأفراد والأسر وحتى المؤسسات والصناعات (Awogbemi, Kallon, & Bello, 2022). الجدير بالذكر أن الجهود المبذولة لإدارة النفايات بطريقة علمية ترجع إلى نصف القرن الماضي (Kumar & Bhati, 2022).

فيما يلي بعض الطرق لتحقيق صفر نفايات والاستدامة في الملابس والمنسوجات:

❶ استخدام النفايات وإعادة التدوير

أصبح استخدام النفايات عملية هامة وصعبة في جميع أنحاء العالم. لذا، قادت التنمية المستدامة صناعة النسيج إلى إعادة استخدام ألياف النفايات ذات المصادر الحيوية (Devi , 2020).

كما أن إعادة التدوير أصبحت من المصطلحات الرنانة التي تستخدم لتقليل الأضرار البيئية (Chaudhuri, Chakraborty, & Maulik, 2020). فالمنتجات المستخدمة يمكن إعادة تدويرها لإنتاج منتجات جديدة. وتعمل إعادة تدوير المنسوجات على إعادة استخدام الأقمشة والألياف والموارد الطبيعية المتجددة وبقايا الملابس المستخدمة لتقليل النفايات والحد من التلوث البيئي(Zhang, Leung, Boriskina, & Tao, 2023).



Textile waste treatment strategies 3R concept (Gupta, Kushwaha, Dave, & Mahanta, 2022)

إعادة التدوير لنفس الغرض
Recycling

تتضمن إعادة التدوير تفكيك المنسوجات المستخدمة إلى موادها الخام، مثل الألياف والقماش والعناصر الاخرى، والتي يمكن بعد ذلك استخدامها لإنشاء منتجات جديدة. تعد إعادة التدوير خيارًا جيدًا للمنسوجات التي لم تعد قابلة للارتداء أو الاستخدام بشكلها الحالي ولكن لا يزال من الممكن تقسيمها إلى الأجزاء المكونة لها. مثال على ذلك هو إعادة تدوير قطع ملبسيه تالفة من مخلفات مرحلة ما قبل الاستهلاك في صناعة الملابس (Han, et al., 2017).

Recycling defective T-shirt into Kid's A-line skirt (Vadicherla, Saravanan, Ram, & Suganya, 2017)

إعادة التدوير للأعلى قيمة
Upcycling

تتضمن إعادة التدوير للأفضل تحويل المنسوجات المستعملة إلى منتجات جديدة ذات قيمة وجودة أعلى. أمثلة على ذلك: الحقائب المصنوعة من الجينز القديم، والألحفة المصنوعة من القمصان القديمة، والفساتين المصنوعة من الأوشحة العتيقة. يعد إعادة التدوير للأفضل خيارًا جيدًا للمنسوجات التي لا تزال في حالة جيدة ولكنها لم تعد عصرية أو مفيدة في شكلها الحالي (Han, et al., 2017).

Knitted remnants vest (Koch, 2021)

A Dress from waste collection (Koch, 2021)

إعادة التدوير للأقل قيمة
Downcycling

تتضمن هذه الطريقة أخذ المنسوجات المستعملة وتحويلها إلى منتجات ذات قيمة أقل. تشمل الأمثلة على ذلك تدوير المنسوجات إلى مواد عازلة وحشو السجاد وخرق المسح الصناعية. تعد إعادة التدوير للقيمة الأقل خيارًا جيدًا للمنسوجات التي لم تعد قابلة للارتداء أو الاستخدام بشكلها الحالي، ولكن لا يمكن إعادة استخدامها بسبب حالتها السيئة (Han, et al., 2017).

Cotton Incorporated started the Blue Jeans Go Green™ denim recycling program 11 years ago, an initiative the firm describes as a "call to action to give old denim new life" by recycling it into natural cotton fiber insulation (SALFINO, 2017)

② الألياف المستدامة

الألياف الطبيعية هامة لمستقبل أخضر ومستدام، حيث درس العديد من الباحثين إمكانيات استخدام الألياف المختلفة لتحسين المعيشة في جميع أنحاء العالم (Devi, 2020).

Criteria for sustainable fibers (Maiti, et al., 2022).

③ الإنتاج المستدام

قادت فكرة نظام الأزياء الخالية من النفايات المصممين إلى التخفيف من نفايات النسيج من خلال مراعاة المواد المستخدمة والبيئة في عملية التصميم، وهذا يتطلب تحدي النهج التقليدي لتصميم الأزياء (ElShishtawy, Sinha, & Bennell, 2021). وقد بدأت العلامات التجارية إعادة استخدام المنسوجات حيث تساعد تقييمات المخاطر وحساباتها في التطبيقات الصناعية على تقييم اعتبارات الاستدامة (Rajasekaran, 2022). وفيما يلي بعض العلامات التجارية الشهيرة للمنسوجات والمعروفة بجهودها في مجال الاستدامة (Akter, Baral, Auntu, Abdul Alim, & Rashed, 2022):

- **Levi's**: هي علامة تجارية معروفة للدنيم حققت خطوات كبيرة في مجال الاستدامة. لقد طبقوا تقنيات توفير المياه في عمليات الإنتاج ولديهم برنامج لاستعادة الجينز الخاص بهم.
- **Nike**: وهي علامة تجارية رائدة في مجال الملابس الرياضية، حيث عملت على مبادرات الاستدامة لسنوات عديدة. لقد بذلوا جهودًا لتقليل بصمتهم الكربونية، واستخدام مواد أكثر استدامة، وتعزيز ممارسات العمل العادلة.
- **H&M**: هي علامة تجارية للأزياء السريعة واجهت انتقادات بسبب تأثيرها البيئي والاجتماعي. ومع ذلك، فقد بذلوا أيضًا جهودًا لتحسين استدامتهم، مثل إطلاق برنامج لجمع الملابس واستخدام مواد أكثر استدامة في منتجاتهم.
- **Adidas**: هي علامة تجارية أخرى للملابس الرياضية تعمل على مبادرات الاستدامة. لقد وضعوا أهدافًا لتقليل انبعاثات الكربون واستخدام المياه، ويستخدمون مواد أكثر استدامة في منتجاتهم.
- **Zara**: وهي علامة تجارية للأزياء السريعة مملوكة لشركة Inditex، وتعمل أيضًا على مبادرات الاستدامة. لقد وضعوا أهدافًا لاستخدام مواد أكثر استدامة وتقليل انبعاثات الكربون.

④ طرق تصميم الأزياء الخالية من النفايات

يعد تصميم الأزياء الخالية من النفايات جانبًا مهمًا للأزياء المستدامة، حيث أن صناعة الأزياء لها تأثير كبير على البيئة بسبب توليدها لنفايات النسيج المختلفة. فقد قادت فكرة نظام الأزياء الخالية من النفايات المصممين إلى التخفيف من نفايات النسيج من خلال مراعاة البيئة والمواد المستخدمة في عملية التصميم، وهذا يتطلب تحدي النهج التقليدي لتصميم الأزياء من خلال اتباع أسلوب لتصميم الملابس يهدف إلى تقليل نفايات القماش في عملية الإنتاج واتباع نهج التصميم الدائري (Circular Design) الذي يعيد استخدام المواد بدلاً من التخلص منها. ومن خلال استخدام تقنيات تصميم الأزياء الخالية من النفايات، يمكن للمصممين انتاج ملابس أنيقة وصديقة للبيئة (ElShishtawy, Sinha, & Bennell, 2021).

التصميم الإبداعي للباترونات
Creative Pattern Making

التصميم الإبداعي للباترونات هي عملية تطوير للباترون المسطح والباترون الذي يتم تشكيله على الجسم أو المانيكان بطريقة أكثر فنية وابتكارًا. فهو يسمح لمصممي الأزياء بإضفاء الحيوية على رؤاهم الفريدة وإنشاء ملابس ليست أنيقة فحسب، بل أيضًا جذابة وملائمة لجسم الانسان تمامًا. وسوف نستعرض هنا أهم الطرق المستخدمة في تصميم الموضة والأزياء كالتالي:

باترون مسطح من قطعة واحدة
One-Piece Flat Pattern

تصميم الملابس بناءاً على عرض القماش هي الطريقة الأكثر تقليلاً للنفايات الناتجة عن صناعة الملابس. علاوة على ذلك، فإن استخدام الباترونات ذات الأشكال الهندسية يقلل من نفايات الأقمشة في مرحلة القص. وقد شجَّع مبدأ "التصميم لتقليل النفايات" المتخصصين على ابتكار تصميمات أقل إهدارًا للخامات، واتباع استراتيجيات تقليل نفايات الأقمشة الناتجة عن عمليتي القص والحياكة، حيث تعتبر هذه النفايات هي الفئة الأكثر أهمية من نفايات ما قبل الاستهلاك.

وفي دراسة سابقة (Abou Hashish & El Zean, 2023)، كان التركيز على الحفاظ على البيئة وتحقيق الاستدامة عن طريق تقليل نفايات القص والحياكة من خلال تصميم وإنتاج ملابس الشاطئ المطبوعة، بدءًا من الباترون المسطح المكون من قطعة واحدة وحتى المنتج النهائي المطبوع والذي لا يحتاج للحياكات، للحصول على قطع ملبسيه مستدامة ومبتكرة.

حيث تم التوصل في هذه الدراسة إلى أن تصميم الملابس بناءً على عرض القماش هي الطريقة الأكثر تقليلاً للنفايات الناتجة عن صناعة الملابس. علاوة على ذلك، فإن استخدام الباترونات ذات الأشكال الهندسية يقلل من نفايات الأقمشة في مرحلة القص.

التطوير الإبداعي للباترونات يسمح للمصممين بإنشاء ملابس فريدة وجذابة وملائمة للجسم، باستخدام طرق مبتكرة في تصميم الموضة والأزياء.

قطع البازل المدمجة | Embedded Jigsaw

في هذه الطريقة يتم تضمين قطع الباترون الخاصة بالتصميم على طول القماش، تمامًا مثل قطع البازل (McQuillan & Rissanen, 2011).

Embedded jigsaw pattern (McQuillan & Rissanen, 2011)

قطع البازل | Jigsaw

يمكن للمصممين بناء التصميم حول شكل معين. يتم توزيع قطع الباترون لتتشابك مع بعضها البعض وتشترك في نفس حافة القص (Liu, 2023).

Jigsaw/Pattern Puzzle (Liu, 2023)

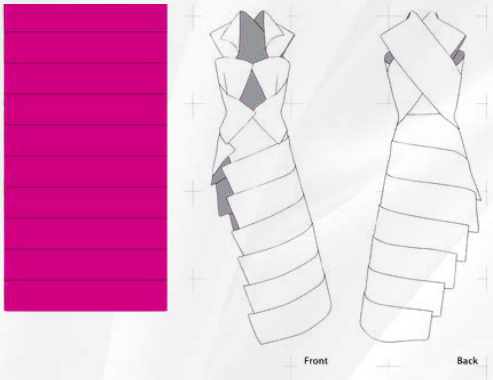
القص الإبداعي | Creative Cut

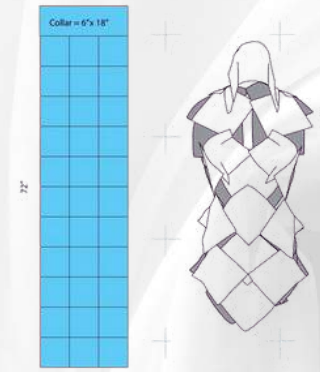
يحاول المصممون في هذا النوع بدء تصميماتهم بكلمة عن طريق رسم الحروف على القماش ومن ثم بناء قطع الباترون حولها (Rissanen & McQuillan, 2016).

Creative Cut for "LOVE" word (Rissanen & McQuillan, 2016)

الفسيفساء | Tessellation

في هذه الطريقة يتم قص القماش لقطع متساوية من نفس الشكل ثم يتم توزيع القطع وتشكيلها لعمل التصميم (Villamil، 2023).





Pattern Tessellation (Villamil، 2023)

التشكيل على المانيكان | Draping

للتشكيل على المانيكان تاريخ طويل ومتميز في عالم تصميم الأزياء. حيث يقوم المصممون المعاصرون بتجربة لف الاقمشة ذات الخامات المختلفة حول الجسم لتصميم أزياء مبتكرة. تساعد هذه الطريقة أيضًا المصممين على الابتكار والإبداع، واستخدام أدوات وتقنيات مختلفة.

الطي | Folding

يعد طي القماش تقنية أساسية في تصميم الأزياء وبناء الملابس، ومن أمثلتها المشهورة: الكسرات والبليسية. هذه التقنية تسمح للمصممين بإنشاء تفاصيل فريدة ومعقدة، وإضافة الحجم والملمس، وتعزيز الجمالية العامة للملابس.

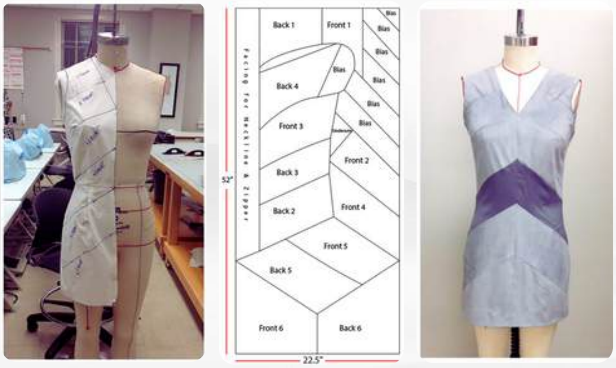
التصميم بالمساحات المتبقية من القماش بعد القص | Subtraction Cut

يعتمد التصميم بهذه الطريقة على استخدام المساحة المتبقية من القماش - بعد قص الباترون بالطريقة التقليدية - لتشكيلها على الجسم وعمل تصميمات للملابس(McQuillan & Rissanen, 2011).

(McQuillan & Rissanen, 2011)

إعادة البناء | Transformation Reconstruction (TR)

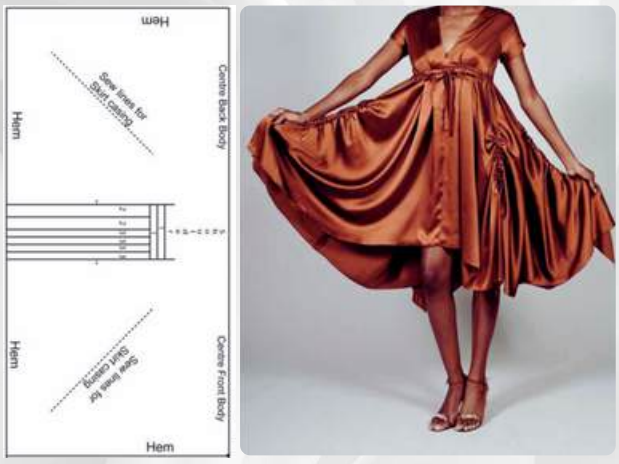
يبدأ التصميم بخطوط مرسومة على الباترون الأساسي، ثم يتحول إلى باترون مسطح حيث يتم تعديل المساحات عن طريق الطي والتشكيل (Saeidi & Wimberley, 2017).



Zero-waste dress with TR technique (Saeidi & Wimberley, 2017)

الحد الأدنى من القص | Minimum Cut

يعتمد التصميم على الثنيات والسماح بحد أدنى من القطع في القماش (Carrico & Kim, 2014).



(Carrico & Kim, 2014)

الأورجامي | Origami

يتم إنشاء الباترون من خلال تقنية طي الأورجامي ثم تحويلها إلى باترون مسطح ليتم بعد ذلك قصه وخياطته (Choi, 2016).

A Glider Design (Wool/Polyester/Rayon/Taffeta)
(Saeidi & Wimberley, 2017)

الكسرات والبليسية من أشهر الأمثلة على استخدام تقنية طي القماش في تصميم الأزياء وبناء الملابس

⑤ تعليم الاستدامة في الأزياء والمنسوجات

يعد تدريس الأزياء المستدامة جانبًا أساسيًا في مواجهة التحديات البيئية والاجتماعية التي تطرحها صناعة الأزياء. ونظرًا لأن مصممي الأزياء يديرون الصناعة، فقد وجد أنه يجب على مدارس الأزياء تعليم الخريجين الاستدامة. حيث أنه في دراسة تجريبية سابقه استطاع المشاركون تعريف تصميم الأزياء، وصنع الباترونات، والتشكيل على المانيكان، ولكن لم يكن لديهم أية معلومات حول الموضة المستدامة (Shen & Sethi, 2021). وهذا يسلط الضوء على الحاجة إلى دمج مبادئ الموضة المستدامة في تعليم تصميم الأزياء. وبما أن المعرفة هي المفتاح، فلا يمكن تحسينها بشكل شامل وإحداث تغيير كبير في العقليات والعادات إلا من خلال النظر بشكل خاص في أنظمة التعليم العالي (Lettmann, 2019).

المشروع البحثي الأوروبي "Fashion DIET - لتدريس مناهج الموضة المستدامة في جامعات النسيج في أوروبا

نظراً لوجود توجه دولي قوي لتحويل صناعة النسيج والأزياء نحو الاستدامة فقد تم إنشاء المشروع البحثي الأوروبي "Fashion DIET - لتدريس مناهج الموضة المستدامة في جامعات النسيج في أوروبا عن طريق تطوير وتنفيذ وتقييم وحدة تعليمية للمعلمين" Education for Sustainable Development (ESD)، بتمويل مشترك من برنامج إيراسموس + التابع للاتحاد الأوروبي، والذي يهدف إلى إنشاء وحدة التعليم من أجل التنمية المستدامة للمحاضرين الجامعيين ومواد التدريس والتعلم القائمة على البحث والتي يتم تقديمها من خلال بوابة التعلم الإلكتروني (Mirela, et al., 2021).

في هذه الدراسة تم طرح استبيان عبر الإنترنت لتقييم مواقف أعضاء هيئة التدريس بالجامعة تجاه محتوى وأساليب التعليم من أجل التنمية المستدامة واحتياجاتهم. كما تم استخدام التعلم الإلكتروني كأداة لتنفيذ مناهج الأزياء المستدامة من خلال تطوير بوابة للتعلم الإلكتروني لتقديم مواد تعليمية قائمة على الأبحاث لتعليم الأزياء المستدامة. يتيح هذا النهج تعلمًا مرنًا وسهل الوصول إليه، مما يمكّن المعلمين والطلاب من التعامل مع المواد بالسرعة التي تناسبهم، وبالتالي فهو يضمن إمكانية استخدام المواد التعليمية بشكل مستدام خلال الفصل الدراسي.

باختصار، يعمل هذا المشروع على تعزيز جودة التعلم وتوفير أحدث التطورات في أبحاث النسيج والابتكار بأسلوب أكثر استدامة.

التعليم التجريبي للأشغال اليدوية لتحسين مخرجات التعلم وتحقيق الاستدامة

من الدراسات التي اهتمت بالاستدامة في التعليم، كان هناك بحثاً يدرس دور التعليم التجريبي للكروشيه اليدوي لطالبات التعليم العالي في قسم الاقتصاد المنزلي، بكلية البنات جامعة عين شمس (Abou Hashish & Sakr, 2023). هذا البحث كان امتداداً لعمل سابق لتعليم الطالبات الكروشيه اليدوي من خلال منهج مصمم خصيصًا للتعليم من البداية وحتى الاحتراف (Abou Hashish H. Z., 2017) والذي تم تطويره أثناء فترة جائحة الكورونا (كوفيد 19) ، حيث تمت إضافة مقاطع فيديو تعليمية عبر الإنترنت لتتوافق مع حالة الدراسة في ذلك الوقت (التعليم الهجين) (Abou Hashish H., n.d.) والتي ساعدت الطالبات على التعلم الذاتي والمستدام.

وقد دمجت الدراسة فن الجرافيتي في نموذج تعلم الأشغال اليدوية (Abou Hashish H. Z., 2019) والذي كان من أهدافه تحقيق الاستدامة من خلال إعادة استخدام بقايا الخيوط وعينات الكروشيه التي تم إنتاجها أثناء التعلم من خلال عمل تكوينات جذابة لتزيين الأشياء الكائنة في حرم الكلية بطريقة فنية وصديقة للبيئة.

Yarn graffiti designs with training samples

Yarn graffiti designs with yarn leftovers

Artificial Intelligence (Ai)

استخدام الذكاء الاصطناعي

يتم استخدام الذكاء الاصطناعي (AI) بشكل تدريجي في مجالات النسيج والملابس بطرق مختلفة لرقمنه الصناعة وإعادة تشكيلها، وفيما يلي بعض الأمثلة:

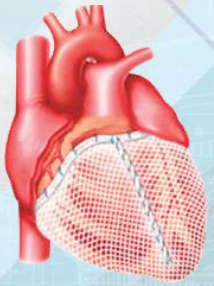
① تطبيقات الذكاء الاصطناعي في الملابس الذكية

يساعد الذكاء الاصطناعي في تطوير الملابس عالية التقنية التي تدمج التكنولوجيا الذكية باستخدام إنترنت الأشياء Internet of Things (IoT) وأجهزة الاستشعار الإلكترونية. يتم دمج تقنيات الذكاء الاصطناعي بشكل متزايد في المنسوجات والملابس للاستفادة منها في العديد من التطبيقات.

Functions of smart textiles (Çelikel, 2020)

تطبيق الذكاء الاصطناعي في مجال الصحة والتشخيص الطبي

لقد أتاح دمج الأجهزة الإلكترونية المصغرة في المنسوجات تطوير الملابس التي تراقب بشكل مستمر الظروف الصحية للإنسان Ahsan, Teay, Sayem, &) Albarbar, 2022). حيث تم اختيار أجهزة الاستشعار والمواد النسيجية المستخدمة في الملابس الذكية بعناية لضمان المرونة والراحة. وتتم معالجة البيانات التي تم جمعها بواسطة هذه المستشعرات وتحليلها باستخدام خوارزميات الذكاء الاصطناعي لتوفير التشخيص الطبي.



Medical textiles working as a cardiac support device

قصور القلب هو مرض يتم علاجه دوائياً أو جراحياً، ولكنها علاجات مؤقتة، فالعلاج الدائم الوحيد هو زرع القلب. ومع ذلك، فإن معظم المرضى لا يمكنهم التأهل لعملية زراعة القلب. لذلك، كانت هناك محاولات لاستخدام الأقمشة المنسوجة أو أقمشة التريكو كأجهزة داعمة للقلب. حيث تم تصنيع جهاز طبي مبتكر باستخدام هذه الأقمشة بحيث يعمل على تصحيح الحالات التي تهدد حياة القلب والأوعية الدموية (Çelikel, 2020).

تطبيق الذكاء الاصطناعي لتوفير الراحة والأمان لرجال الإطفاء

تمثل درجة الحرارة تحديًا كبيرًا في مهام الطوارئ لخدمات الإطفاء والإنقاذ والمناجم ومواقع البناء، غالبًا ما تسبب ظروف العمل إجهادًا بدنيًا شديدًا. غالبًا ما يؤدي العمل في المواقف الحارة دون الملابس والمعدات الواقية المناسبة إلى ارتفاع الضغط الحراري. سيكون مثاليًا للمراقبة في الوقت الفعلي لمثل هذا الضغط أثناء مهام العمل المختلفة. طور الباحثون والشركات حلاً تكنولوجيًا يمكن ارتداؤه لرجال الإطفاء لحل هذه المشكلة. فهو يسمح بمراقبة الإجهاد الحراري في الوقت الحقيقي، وبالتالي تحسين الصحة والسلامة المهنية في درجات الحرارة العالية (Çelikel, 2020).

تطبيق الذكاء الاصطناعي في نسيج الفيلم الذكي | Smart Film Fabric

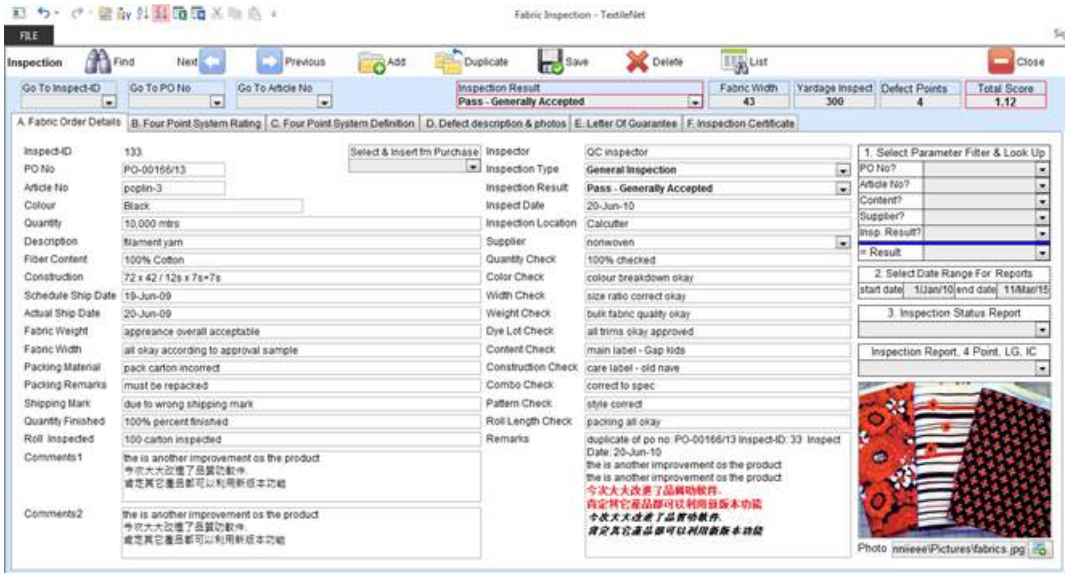
تم تطوير حبر وفيلم إلكتروني يحول القماش بسلاسة إلى ملابس ذكية، حيث يتم دمج هذه التقنية مباشرة في النسيج أثناء تصنيع الملابس، مما يوفر سهولة التكامل والتصميم لمراقبة الاشارات البيومترية ونقلها. يتم الاستفادة منه حاليًا في ثلاثة تطبيقات: اللياقة البدنية (لمراقبة إشارات الجسم)، التطبيق الحراري (توليد الحرارة لتدفئة الجسم)، الصحة (مراقبة الحمل، واضطرابات الجهاز التنفسي، فضلا عن العلاج بالحرارة والتحفيز الكهربائي) (Çelikel, 2020).

Smart denim jacket (Çelikel, 2020)

Smart film fabric

② تحديد وتصنيف مواد النسيج

يعتمد تصميم الأزياء وتجارة التجزئة وإعادة التدوير على تحديد وتصنيف مواد النسيج، حيث يتم استخدام قاعدة البيانات يطلق عليها TextileNet لتصنيف المنسوجات وتحسين سلسلة التوريد وتفاعل المستهلكين. كما أنها تستخدم لتحسين تجربة التسوق لمنتجات الأزياء. TextileNet هو حل برمجي مصمم لصناعة النسيج يساعد في إدارة عملية سلسلة التوريد بأكملها، من المواد الخام إلى المنتجات النهائية (Textiles software, n.d). ويوفر ميزات مثل إدارة المخزون، وتخطيط الإنتاج، وإدارة المبيعات وأوامر الشراء، ومراقبة الجودة. يمكن لـ TextileNet أيضًا إنشاء تقارير وتحليلات لمساعدة الشركات على اتخاذ قرارات مستنيرة. البرنامج قابل للتخصيص ويمكن تصميمه لتلبية الاحتياجات المحددة لشركة الغزل والنسيج. وبشكل عام، يعد TextileNet حلاً شاملاً يهدف إلى تبسيط العمليات وتحسين الكفاءة في صناعة النسيج.



The inspection module TextileNet software interface (Textiles software, n.d.)

③ أدوات التصميم المؤتمتة
Automated design tools

يمكن لأدوات التصميم المدعومة بالذكاء الاصطناعي أن توصي بأنماط جديدة بناءً على التصميمات السابقة أو الشائعة، مما يحسن الإبداع ويقلل من تكرار التصميمات.

نظام Chat-to-Design لتصميم الأزياء

هو نظام تفاعلي متعدد الوسائط لتصميم الأزياء الشخصية (Zhuang, Ye, Xu, Mao, & Zhang, 2022). يتيح هذا النظام للمستخدمين تصميم الملابس في خطوتين:
1) الاختيار الدقيق عبر المحادثة، 2) التحرير الدقيق عبر واجهة تفاعلية. وهو يشمل ثلاثة أنظمة: نظام محادثة لقبول طلبات المستخدمين، نظام متعدد الوسائط لاستعادة الملابس المطلوبة، نظام تصميم أزياء مدعوم بالتقنيات التوليدية الناشئة لتعديل سمات الملابس.

وقد وجد أنه يمكن دمج هذا النظام في مواقع التجارة الإلكترونية لتلبية احتياجات المستهلكين بشكل أفضل ودعم التصنيع. علاوة على ذلك، يمكن للمستخدمين مشاركة صورهم وهم يرتدون ملابس مصممة ذاتيًا على وسائل التواصل الاجتماعي ومقاطع فيديو قصيرة.

Chat-to-Design: AI Assisted Personalized Fashion Design
(Zhuang, Ye, Xu, Mao, & Zhang, 2022)

④ مولدات الصور بالذكاء الاصطناعي | AI image generators

يمكن لمولدات صور الذكاء الاصطناعي، Lexica وDreamlike وLeonardo وNightcafe وMidjourney وغيرها، إنشاء تصميمات أزياء مذهلة من نصوص أو صور بسيطة. إنهم يعتبروا مساعدين لمصممي الأزياء على تجربة وإنشاء تصميمات جديدة.

توظيف أدوات الذكاء الاصطناعي لاستحداث تصميمات لملابس المرأة

من خلال دراسة تحليلية مقارنة لتوظيف أدوات الذكاء الاصطناعي في استحداث تصميمات متنوعة لملابس المرأة (Kotry & Abo Rady, 2023)، تم عمل حصر لأدوات الذكاء الاصطناعي للتعرف على خصائصها وطريقة استخدامها وقدراتها على استحداث وتوليد تصميمات متنوعة لملابس المرأة من خلال النص المكتوب Prompt.

وقد اختار الباحثون في هذه الدراسة ثلاث أدوات: (Lexica - Dreamlike - Midjourney)، لتكون محل الدراسة التطبيقية، والتي نتج عنها تفوق أداة Midjourney من حيث تحقق أسس وعناصر التصميم، وتحقق القيم الابتكارية والوظيفية للتصميمات المستحدثة.

Prompt: A woman wears a long, knee-length winter coat of reddish-brown color, made of broadcloth, with a wide fur collar, side pockets, and long sleeves covered with fur at the wrists, with wide-legged black leather pants, brown chamois shoes and a bag with delicate details (Kotry & Abo Rady, 2023)
امرأة ترتدي معطفاً شتوياً طويلاً يصل إلى الركبة من اللون البني المحمر، مصنوع من قماش سميك، مع ياقة عريضة من الفرو، وجيوب جانبية، وأكمام طويلة مغطاة بالفراء عند الرسغين، مع بنطال جلدي أسود واسع الأرجل، مع حذاء وحقيبة من قماش الشمواه البني بتفاصيل دقيقة.

استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في ابتكار تصميمات طباعية لإثراء القيمة الجمالية للتصميم الملبسي

قام هذا البحث باستخدام أحد تطبيقات الذكاء الاصطناعي - ميدجورني Midjourney - لابتكار تصميمات تصلح للطباعة على الملابس مستوحاة من بعض رموز الحضارة الفرعونية للتأكيد على الهوية المصرية وإضافة قيمة فنية وجمالية إلى التصميم الملبسي المستهدف "تي- شيرت" (Hagag, 2023). وتوصل البحث عن طريق عمل عدد من التصميمات المقترحة إلى إمكانية الاستفادة من تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي في العديد من التطبيقات حيث تتميز بسهولة الاستخدام، والدقة في التنفيذ، وتوفير الوقت والجهد، وعدم الحاجة إلى خبرة فنية أو مهارية للتطبيق.

من أمثلة المعالجة الرمزية للقط الفرعوني

من أمثلة المعالجة الرمزية لحورس

من أمثلة المعالجة الرمزية للملك الفرعوني

التصميم الحاصل على الترتيب الأول في هذه الدراسة وشكله بعد الطباعة والتنفيذ (Hagag, 2023)

Virtual and Augmented Reality
تقنيات الواقع الافتراضي والمعزز

يتم استخدام الواقع الافتراضي (VR) والواقع المعزز (AR) في صناعة الأزياء لتعزيز المستوى العام لتصميم الأزياء وإنشاء جماليات حية (Shi, 2022). ومع ذلك، تختلف تصورات المستخدمين للمميزات التكنولوجية في الواقع المعزز والواقع الافتراضي (Wu & Kim, 2022). تستخدم تقنيات الواقع الافتراضي والواقع المعزز في صناعة الملابس والمنسوجات لتحسين تجربة التسوق وزيادة فرص الشراء(Silva, Rupasinghe, & Apeagyei, 2018).

الواقع المعزز والواقع الافتراضي في الموضة

يقع كلاً من الواقع المعزز والواقع الافتراضي تحت نفس مظلة تقنيات "الواقع المختلط Mixed Reality" لكنهما مختلفان بشكل واضح فيما يتعلق بالتكنولوجيا المعنية والخبرة المقدمة. بينما يضيف الواقع المعزز عناصر رقمية إلى العالم المادي، ينقل الواقع الافتراضي المستخدم إلى العالم الرقمي (SHOPEXP, 2022).

على عكس الواقع المعزز (AR)، يتطلب الواقع الافتراضي (VR) من المستخدم ارتداء جهاز سماعة رأس، والذي يمكنه استخدامه للوصول إلى العوالم الافتراضية ثلاثية الأبعاد واستكشافها. ويشير الواقع الافتراضي (VR) في الموضة إلى المنتجات والتجارب التي تمت محاكاتها داخل هذه البيئات. يمكن أن تكون هذه ملابس الواقع الافتراضي التي يمكن للمستخدم أن يرتديها بنفسه في الأحداث والعروض الصناعية التي تجري بالكامل في العالم الرقمي.

على الرغم من التشابه من حيث أن كلاهما يسمحان للمستخدمين بعرض واستكشاف العناصر والبيئات التي لا توجد إلا في المجال الرقمي، فإن تجارب الواقع المعزز (AR) مختلفة إلى حد كبير - ولا يمكن الوصول إليها إلا باستخدام جهاز هاتف ذكي.

باختصار، يتم استخدام الواقع المعزز (AR) لتعزيز تجربة المستخدم في تجارة الأزياء بالتجزئة، بينما يتم استخدام الواقع الافتراضي (VR) لأغراض التدريب والتعليم. يوفر الواقع المعزز (AR) للمستخدمين التحكم والبساطة، بينما يوفر الواقع الافتراضي (VR) تجربة ممتعة.

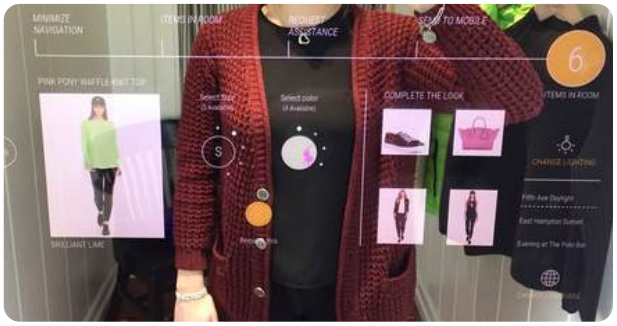
① التجربة الافتراضية | Virtual try-on

تعزز هذه التقنية نوايا الشراء لدى المستهلكين حيث يزيد من الحيوية والتفاعل، مما يجعل تجربة التسوق عبر الواقع الافتراضي هو أكثر متعة لعشاق الموضة (Hur, Jung, & Choo, 2019).

Virtual try-on (Mezbah Uddin, 2022)

② متاجر الواقع الافتراضي
Virtual Stores

يمكن لتقنية الواقع الافتراضي أن تخلق إحساسًا بالواقع في تصميم عرض متاجر الملابس (Lai & Lee, 2020) حيث توفر متاجر الواقع الافتراضي تجربة تسوق جديدة تعزز الاندماج من خلال الصور عالية الدقة وتحفيز الحواس باستخدام الرسوم المتحركة (Jang & Chun, 2018). كما يمكن للعملاء الوصول إلى كل ما يجدونه عادةً في المتجر الفعلي، مثل الملابس وغرف تبديل الملابس. بدأت العلامات التجارية المعترف بها عالميًا في اختبار تطبيقات الواقع الافتراضي في متاجرها لإنشاء تجارب تفاعلية وغامرة للعملاء.



In-store navigation (Mezbah Uddin, 2022)

③ عرض الأزياء الافتراضي
Virtual fashion show

أصبحت عروض الأزياء الافتراضية ذات شعبية متزايدة في السنوات الأخيرة، خاصة في أثناء التعرض لوباء كوفيد-19 حيث استخدمت عروض الأزياء الافتراضية التكنولوجيا الرقمية لعرض الملابس (Bunnell, 2023). أتاحت التكنولوجيا الرقمية قدرًا أكبر من التفاعل والانغماس مقارنة بعروض الأزياء التقليدية حيث تمكن الجمهور من تجربة عوالم ثلاثية الأبعاد والاقتراب من الملابس عبر الانترنت أكثر من أي وقت مضى.

The Virtual runway experience (Bunnell, 2023)

④ سلوك المستهلكين
Consumer Behaviour

يستخدم تجار الملابس بالتجزئة الواقع المعزز للسماح للمتسوقين تجربة الملابس قبل الشراء (Park & Kim, 2023). نظرًا لأن المستهلكين يتوقون بشكل متزايد إلى تجارب تسوق مخصصة وجذابة، فإن تقنية الواقع المعزز تسمح للعملاء بتجربة الملابس والإكسسوارات والمكياج افتراضيًا، دون أن تطأ أقدامهم المتجر فعليًا. يعمل هذا النهج كأداة قوية للعلامات التجارية لعرض منتجاتها بطريقة ديناميكية وسهلة الوصول.

Virtual fitting rooms (Mezbah Uddin, 2022)

Artisanal Textiles
المنسوجات الحرفية

المنسوجات الحرفية هي المنسوجات التي يتم تصنيعها يدوياً باستخدام التقنيات والأساليب التقليدية بواسطة حرفيين مهرة. ترجع أهمية هذه المنسوجات لصفاتها الجمالية الفريدة وأهميتها في تعزيز الثقافة المحلية، والحفاظ على التراث الثقافي، ودورها في دعم الاقتصاد ودخل الافراد، والممارسات المستدامة (Ghosh & Mohan, 2021)، حيث يمكن أن تكون مصدرًا مهمًا للدخل للمجتمعات، لا سيما في البلدان النامية حيث تشكل جزءًا مهمًا من الاقتصاد المحلي. يمكن صناعة المنسوجات الحرفية من مواد مختلفة، بما في ذلك القطن والصوف والحرير والكتان. وقد تكون منسوجة أو تريكو/كروشيه أو مطرزة، وتتميز بأنماط أو تصميمات معقدة.

في السنوات الأخيرة، أصبح المستهلكون يقدرون المنسوجات المصنوعة يدويًا والفريدة من نوعها، حيث زادت المنسوجات التقليدية التي يصنعها الحرفيون المهرة بسبب هذا الاتجاه. الحرفية والأصالة تجعل هذه المنسوجات ذات قيمة عالية، وتحظى بشعبية كبيرة لدى المستهلكين الواعين لأنها تدعم المجتمعات المحلية وتعزز الاستدامة. الجدير بالذكر أن الدافع وراء الاتجاه نحو المنسوجات الحرفية هو الرغبة في الحصول على منتجات يدوية عالية الجودة وفريدة من نوعها لا يتم إنتاجها بكميات كبيرة، لذلك من المتوقع أن يستمر هذا الاتجاه (Zhu & Wang, 2020).

① النسيج اليدوي | Handloom Weaving

النسيج هو عملية تشابك مجموعتين من الخيوط، السداة واللحمة، لتكوين القماش. تُستخدم هذه التقنية في العديد من أنواع المنسوجات المختلفة، بدءًا من الأقمشة القطنية البسيطة وحتى المفروشات المعقدة.

ألياف النخيل النسيجية | Palm fiber textiles

تستخدم ألياف النخيل النسيجية من منطقة الأمازون الحيوية في صناعة الأقمشة والمشغولات اليدوية والخيوط وشباك الصيد (Pennas, et al., 2019). هذه الالياف ذات استخدامات متعددة، خاصة للمنتجات اليدوية. يتم استخدام هذه الألياف باستمرار من قبل سكان ضفاف نهر الأمازون والحرفيين في الحرف اليدوية وغيرها لإنتاج العديد من المنتجات السياحية. ترجع أهمية هذه الصناعة لتعزيز الاستدامة وتوفير فرص عمل من خلال صناعات يدوية بخامات طبيعية وصديقة للبيئة.

Obtention from grown palm leaves | *Processing of obtained fibers* | *Macrame fabric*

Obtention of "linen" and "draff" fibers from the young leaves | *Dyeing of fibers* | *Working in manual looms*

Sac covering the fruits in the palm and after collection | *Drying after dyeing* | *Mat, bags and composite*

The obtention of Palm fibers, processing, and manufacture of final products (Pennas, et al., 2019)

النسيج اليدوي الهندي | Indian Handlooms

يستخدم المصممون الهنود النول اليدوي بذكاء، عن طريق إعادة إحياء أنماط النسيج اليدوي القديم وتصميماته على مواد جديدة يمكن ارتداؤها (Rajeswari, 2020). وترجع أهمية إحياء المنسوجات اليدوية إلى تمكين النساجين من تحقيق سبل عيش مستدامة من خلال مجموعات النساجين، الذين يتم تدريبهم على العمل بمواد مبتكرة من ألياف طبيعية.

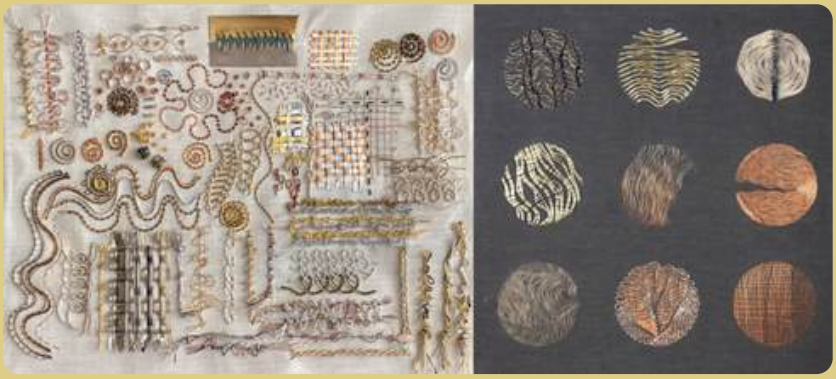
② التطريز اليدوي | Embroidery

التطريز هو عملية تزيين القماش باستخدام الإبرة والخيط. يمكن استخدام هذه التقنية لإنشاء تصميمات وأنماط معقدة على مجموعة متنوعة من المنسوجات، بدءًا من الملابس وحتى ديكور المنزل. يعد التطريز ممارسة عمرها قرون في الحرف التقليدية لمختلف الثقافات.

التطريز بالخيوط الذهبية والألياف المعدنية الموصلة
Embroidery with Golden Threads and Generated Metallic Fibers

تم المزج بين التطريز كحرفة يدوية قديمة وتكنولوجيا الحاسب الآلي عن طريق التطريز باستخدام الخيوط الذهبية والمواد المعدنية الموصلة. حيث يتعامل الحرفيون مع هذه المواد بشكل مختلف عن الخيوط والألياف غير المعدنية العادية (Jones & Nabil, 2022). بشكل عام، قدمت تلك الطريقة تحليلاً متعمقًا لمجموعة من المواد وكيف يمكن استخدامها في أبحاث المنسوجات الإلكترونية المستقبلية حتى يتمكن الباحثون من الاستفادة من هذه مماسة هذه الحرفة بطريقة معاصرة.

Goldwork pieces being embroidered on slate frames (Jones & Nabil, 2022)



Embroidery practice samplers' developing with metal threads (Jones & Nabil, 2022)

مهارات التطريز والطباعة الرقمية لإنتاج لوحات فنية معاصرة
Embroidery and Digital Printing Skills to Produce Contemporary Artistic Paintings

في هذا العمل قامت الباحثة بتوظيف مهارات التطريز اليدوي والطباعة الرقمية في إنتاج لوحات فنية معاصرة مستوحاة من التراث، من خلال توجيه طلاب تصميم الأزياء بجامعة فاروس بالإسكندرية إلى توظيف مهاراتهم في التطريز والطباعة بطريقة جديدة ومبتكرة لإنتاج قطع فنية ذات طابع مستوحى من التراث العربي لإحيائه وإنتاج أعمال فنية متطورة وجمالية باستخدام التكنولوجيا. حيث تمكن هذا النهج من إدخال تقنيات جديدة للتطبيق في مجال الطباعة الرقمية، وربطها بالمجتمع، وتشجيع الابتكار والإبداع، والاستفادة من المهارات المكتسبة خلال سنوات الدراسة (Abdel Hamid, 2021).

Digitally printed on denim, using different colored threads, to manually embroider, using the plant cross stitch, the chain stitch, the herringbone stitch, and the blanket stitch (Abdel Hamid, 2021).

Digitally printed on denim using black, gold, and fuschia threads. Various stitches were chosen, such as the plant cross stitch, filling stitches, and the French knot. Accessories, such as beading and gold hoops, were used (Abdel Hamid, 2021)

3 الرقمنة | Digitalization

تتضمن رقمنه المنسوجات الحرفية اليدوية دمج التكنولوجيا والعمليات الرقمية في أساليب إنتاج المنسوجات التقليدية. يمكن أن يكون لهذا فوائد مختلفة، بما في ذلك زيادة الكفاءة، وتحسين قدرات التصميم، والتنوع، وتوسيع نطاق الوصول إلى السوق. غالبًا ما تمثل المنسوجات الحرفية اليدوية هوية وثقافة الأشخاص الذين يصنعونها. ويمكن للرقمة أن تساعد في الحفاظ على هذه التقاليد الثقافية من خلال جعلها في متناول جمهور أوسع وضمان استمرار أهميتها في عالم سريع التغير. تُقدر المنسوجات المصنوعة يدويًا لأهميتها الفنية والثقافية. وحتى في عصر التكنولوجيا الرقمية، لا يزال هناك طلب على هذه الإبداعات الفريدة من نوعها.

تجمع بعض المشاريع بين تقنيات التصنيع الرقمية والحرفية لإنشاء منتجات فريدة. مثال على ذلك هو الجمع بين الحرفة اليدوية (الكروشيه) والحرفة الرقمية لابتكار تصميمات تصلح للطباعة الرقمية للمنسوجات وتطبيقها على الطرح الشيفون والساتان لإضافة حس حديث للكروشيه كحرفة تقليدية، ومواكبة الموضة وإنشاء منتج تنافسي(Abou Hashish & El Zean, 2022). تم إنتاج وحدات مختلفة من الكروشيه يدويًا بالطريقة التقليدية باستخدام إبرة الكروشيه ثم تصوير الوحدة لتحويلها إلى ملف رقمي ليتم استخدامه لعمل تصميمات عن طريق التكرار، وتغيير الحجم، والتوزيع، والجمع بين أكثر من وحدة من وحدات الكروشيه في مساحة التصميم بأبعاد محددة مسبقًا، ثم طباعتها على القماش.

The printed scarf designs on Chiffon fabric (rectangular scarf) and on Satin fabric (square scarf) (Abou Hashish & El Zean, 2022)

Digital Textile Printing

الطباعة الرقمية للمنسوجات

أصبحت طباعة المنسوجات الرقمية اتجاهًا متناميًا في السنوات الأخيرة، مع التقدم التكنولوجي الذي سمح بطرق إنتاج أكثر كفاءة وفعالية من حيث التكلفة. فيما يلي بعض الاتجاهات الجديدة في تصميم طباعة المنسوجات الرقمية:

ارتداء الفن | Wearing Art

هذا العمل تضمن تحويل الفن الرقمي للفنانة اليابانية المعروفة ناوكو توسا - فن التصميم الرقمي لإنشاء أشكال فريدة من خلال الاهتزازات الصوتية - إلى موضة من خلال دمج الفن الرقمي وطباعة المنسوجات الرقمية. وكان الهدف من ذلك هو الحفاظ على الجودة العالية للفن بدلاً من أن يكون مجرد تصميم مستهلك. ومن ناحية أخرى، تتم طباعة صورة تصميمية من البيانات الرقمية مباشرة ونقلها على الملابس، على عكس الطباعة اليدوية التقليدية للمنسوجات. وبذلك يمكن تحويل الفن إلى موضة بسهولة أكبر. لهذا السبب، سيكون للفن الرقمي المزيد من الفرص ليتم قبوله على نطاق واسع من قبل المجتمع، وسيكون فرصة ممتازة لتحسين قيمته في طباعة المنسوجات الرقمية.

A completed dress shirt printed with the scene from “Sound of Ikebana”. (Kawamura, et al., 2023).

فن الكولاج لتصميم طباعة أقمشة مكملات ملابس السيدات

Collage Art in the design of printed Ladies' Clothes Appurtenances

يمكن لفن الكولاج أن يلهم تصميم ملحقات الملابس النسائية المطبوعة. حيث يمثل فن الكولاج أسلوبًا متمردًا ضد الفنون الجميلة الكلاسيكية. ويتيح إعادة تقييم الواقع والبحث عن أفضل الأساليب للتعبير عنه وتجسيده في العمل الفني. ومن خلال تطبيق فن الكولاج، يستطيع المصممون إنشاء تصميمات مطبوعة معاصرة تعكس روح العصر (Fekry, Anwar, Fekry, & Hamouda, 2021). هذا العمل يتضمن استخدام الكولاج المصري والاستفادة بما يحتويه من القيم الجمالية والبصرية من خلال دراسة تحليلية لسبع لوحات من كولاج مدارس الفن الحديث والفن المصري لإنتاج تصميمات طباعية عصرية تصلح لأقمشة مكملات ملابس السيدات. وقد توصل البحث إلى أنه باستخدام برامج الحاسب الآلي المتخصصة وتقنيات الطباعة الرقمية المناسبة والحديثة أمكن إنتاج تصميمات طباعية لأقمشة مكملات ملابس السيدات تواكب تكنولوجيا العصر وتثرى مجال طباعة المنسوجات.

تصميم الكولاج والتطبيق المقترح منفذ بالطباعة الرقمية
(Fekry, Anwar, Fekry, & Hamouda, 2021)

تصميمات للطباعة الرقمية للمنسوجات مستوحاه من وحدات الكروشيه اليدوي

Digital Printing Designs Inspired by Handmade Crochet Motifs

كما تم الجمع بين الحرف اليدوية التقليدية (الكروشيه) والحرف الرقمية المعاصرة (برامج التصميم الرقمية) لإنتاج تصميمات تصلح للطباعة الرقمية على أقمشة التريكو (80٪ بوليستر - 20٪ سباندكس) أبيض اللون، مستوحاه من الحياة البحرية وذات قيم مستدامة، وتطبيقها في مجال ملابس الشاطئ (Abou Hashish & El Zean, 2023).

Printed cover-up with digital crochet printing pattern designs
(Abou Hashish & El Zean, 2023)

3D Printing Technology

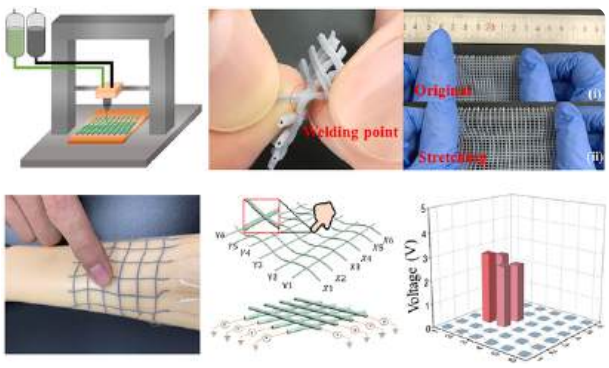
الطباعة ثلاثية الأبعاد

لقد اكتسبت تكنولوجيا الطباعة ثلاثية الأبعاد اهتمامًا كبيرًا وتظهر وعدًا كبيرًا في مجال تصميم المنسوجات والأزياء. تنشئ الطباعة ثلاثية الأبعاد عناصر ثلاثية الأبعاد من الملفات الرقمية. ويشمل ذلك وضع طبقات من البلاستيك أو المعدن لبناء المنتج. تعد تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد للمنسوجات مجالًا سريع التطور ولديه القدرة على إحداث ثورة في صناعة المنسوجات والأزياء. إنه يوفر التخصيص للمستخدمين الفرديين ويسمح بإنشاء منتجات معقدة للغاية (Xiao & Kan, 2022).

تتم الطباعة ثلاثية الأبعاد للمنسوجات باستخدام ألياف خاصة للطباعة ولعمل هياكل مرنة لطباعة هياكل تشبه النسيج بأشكال هندسية مختلفة (Arikan, Doğan, & Muck, 2023)، (Xiao & Kan 2022). متتميز هذه الطريقة بأنها صديقة للبيئة لاعتمادها على مصادر الطاقة النظيفة واستراتيجيات التصميم المستدام الخالي من النفايات (Dehghani & Goyal, 2022)، وتطبيقاتها في العديد من المجالات مثل صناعة الملابس الوظيفية وتصميم المنسوجات الإلكترونية (Xiao & Kan , 2022).

❶ التطبيقات في مجال المنسوجات الإلكترونية

تعتبر المنسوجات الإلكترونية القابلة للارتداء ضرورية في المستقبل. حيث قام الباحثون بتطوير طريقة طباعة ثلاثية الأبعاد لتصنيع ألياف مرنة قابلة للتمدد ذات هيكل محوري وقلب موصل وجسم عازل. تم إنتاج المنسوجات الذكية القابلة للتمدد بحيث يسمح التأثير الكهربائي الاحتكاكي للألياف المرنة بإجراء استشعار عن طريق اللمس. يمكن ارتداء هذا النوع من المنسوجات كجلد إلكتروني ونسيج ذكي لإجراء الاستشعارات. يعد هذا النوع من النسيج الذكي واعدًا نظرًا لقابليته للغسل والتهوية والمطاطية الفائقة والمتانة.



Schematic illustration of smart clothes for energy management and their performances (Chen, et al., 2021)

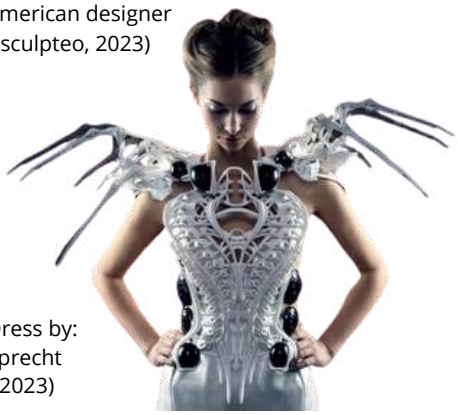
❷ التطبيقات في مجال الموضة وتصميم الأزياء

من ضمن مجالات التطور التي أسهمت بها تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد هو مجال الملابس والتي تحتاج للمرونة والقوة والليونة للامتثال لحركة جسم المستهلك وضمان راحته، خاصة وأن مستقبل هذه التكنولوجيا يرتبط بتحقيق الاستدامة والتجديد في المجالات المتعلقة بالمنسوجات والموضة (Nabawy, 2021)، (Al Gamal, 2016). وفيما يلي بعض الأمثلة على تصميمات للأزياء باستخدام هذه التقنية:

3D Fashion design by: Danit Peleg (Alexandrea, 2022)

3D printed knit blazer (sculpteo, 2023)

Multicolor 3D printed garment made by the American designer Travis Fitch (sculpteo, 2023)



The Spider Dress by: Anouk Wipprecht (sculpteo, 2023)

③ التطبيقات في مجال المنسوجات الطبية

أصبحت استراتيجيات الطباعة ثلاثية الأبعاد أمر مفيد بشكل خاص للصناعة الطبية. حيث أن التطورات الحديثة في طباعة البوليمر ثلاثية الأبعاد تتيح إمكانات جديدة في مجال الطب (Arefin, Khatri, Kulkarni, & Egan, 2021).

تتضمن بعض الأمثلة على المنسوجات الطبية التي يمكن طباعتها بتقنية ثلاثية الأبعاد ما يلي:

(A) سقالات الأنسجة - Tissue Scaffolds: قفص دمج العمود الفقري.

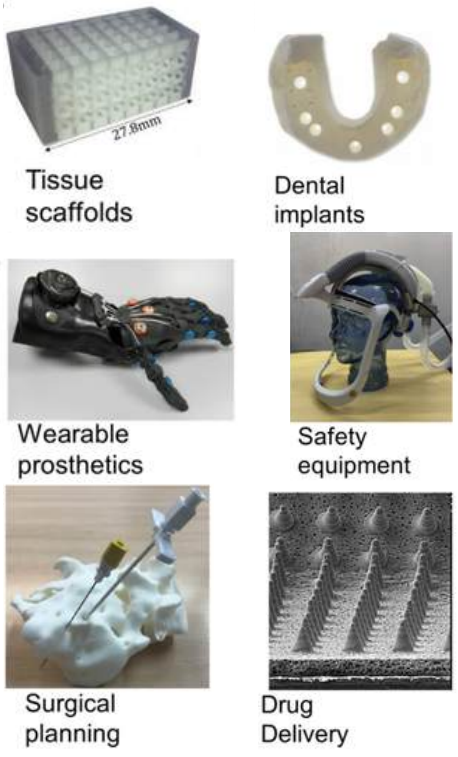
(B) زراعة الأسنان - Dental Implants: يمكن استخدام الطباعة ثلاثية الأبعاد لإنشاء زراعة أسنان مخصصة تناسب فم المريض تمامًا.

(C) الأطراف الصناعية - Wearable Prosthetics: يمكن استخدام الطباعة ثلاثية الأبعاد لإنشاء أطراف صناعية مخصصة تتميز بخفة الوزن والمتانة والمصممة خصيصًا لتلبية احتياجات الفرد.

(D) معدات السلامة - Safety Equipment: يمكن استخدام الطباعة ثلاثية الأبعاد لإنشاء معدات أمان مخصصة، مثل الأقنعة والقفازات الواقية، التي تناسب التشريح الفريد للفرد.

(E) التخطيط للجراحة - Surgical Planning

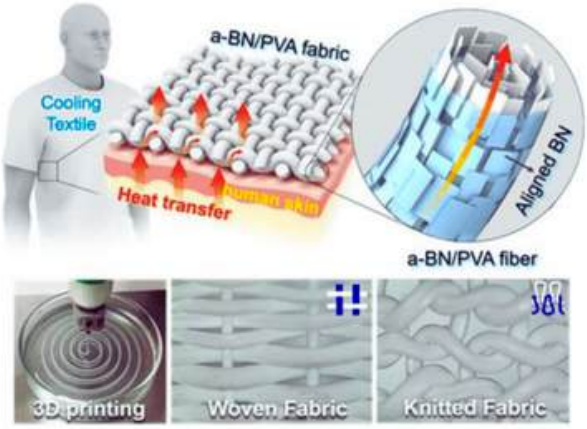
(F) أنظمة توصيل الأدوية - Drug Delivery: يمكن استخدام الطباعة ثلاثية الأبعاد لإنشاء أنظمة مخصصة لتوصيل الأدوية، مثل الغرسات أو الكبسولات، التي تطلق الدواء بطريقة خاضعة للرقابة.



Medical 3D printing applications (Arefin, Khatri, Kulkarni, & Egan, 2021)

④ التطبيقات في مجال الملابس الوظيفية

يعد استخدام تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد لإنشاء ملابس وظيفية بمثابة تيار آخر مثير للاهتمام من الأبحاث لأنه يمكنه إنشاء بنية نسيجية خاصة أو إضافة مواد وظيفية لإنتاج الألياف أو القماش. فقد قام باحثون بإعداد أليافًا موصلة حرارياً عبر الطباعة ثلاثية الأبعاد للبولي (كحول الفينيل) (PVA) ونيتريد البورون (BN) لتعزيز خصائص النقل الحراري للمنسوجات للتبريد الشخصي. أظهرت هذه الألياف خواصًا ميكانيكية ممتازة واستخدمت لتحضير أقمشة التريكو والأقمشة المنسوجة لتطوير منسوجات التنظيم الحراري (Xiao & Kan , 2022).



Schematic illustration of the thermal regulation textile made with 3D printing (Xiao & Kan , 2022)

صمم باحثون آخرون نسيجًا شبكيًا مرنًا بخصائص ميكانيكية وهندسة مصممة رقميًا عبر طباعة ثلاثية الأبعاد. وقد وجد أنه عندما كانت موجات الشبكة أعلى، كانت قادرة على التمدد أكثر عند إجهاد منخفض قبل أن تصبح أكثر صلابة، مما يمكن أن يساعد في ضبط درجة مرونة الشبكة من أجل تقليد الأنسجة الرخوة (Xiao & Kan , 2022).

A mesh, featuring anisotropic mechanics and showing the ability to conform to a knee.

The mesh is sewn onto a glove and, this mesh-enhanced glove exerts a restoring force on the fingers when the fist is clenched (Xiao & Kan , 2022)

References | المراجع

- **Abd-alrazaq, A., AlSaad, R., Aziz, S., Ahmed, A., Denecke, K., Househ, M., . . . Sheikh, J.** (2023). *Wearable Artificial Intelligence for Anxiety and Depression: Scoping Review.* J Med Internet Res. doi:10.2196/42672
- **Abdel Hamid, M. M.** (2021). *Employing Embroidery and Digital Printing Skills in the Production of Contemporary Artistic Paintings Inspired by Heritage.* International Journal of Multidisciplinary Studies in Art and Technology, 4(1), 195-173. doi:https://doi.org/10.21608/ijmsat.2021.186786
- **Abou Hashish, H.** (n.d.). *Home [YouTube Channel].* Retrieved October 6, 2022, from YouTube: https://www.youtube.com/c/HebaAbouHashish
- **Abou Hashish, H. Z.** (2017, December). *Handicrafts role in the development of the contemporary creative economy.* Journal of Specific Education and Technology (Scientific and Applied Researches), 1, 838-879. Retrieved from http://search.mandumah.com/Record/1049163
- **Abou Hashish, H. Z.** (2019). *Yarn Bombing Glow in the Dark.* Journal of Specific Education and Technology (Scientific and Applied Researches), 14(5), 550-574. doi:https://doi.org/10.21608/maat.2019.270373
- **Abou Hashish, H. Z., & El Zean, C. M.** (2022). *Innovative Printed Scarf Designs Utilizing Crochet Motifs.* International Design Journal, 12(2), 185-195.
- **Abou Hashish, H. Z., & El Zean, C.** (2023). *One-Piece Flat Pattern for Printed Beachwear Cover-Ups to Minimize Cut-and-Sew Waste and Achieve Sustainability.* Journal of Design Sciences and Applied Arts, 4(2), 206-221. doi:10.21608/JDSAA.2023.191526.1253
- **Abou Hashish, H. Z., & Sakr, E. M.** (2023). *Yarn Graffiti in The Handicraft Experiential Learning to Improve Students' Soft Skills and Attain Sustainability.* Journal of Design Sciences and Applied Arts, 4(2), 59-69. doi:https://dx.doi.org/10.21608/jdsaa.2023.171176.1234
- **Ahsan, M., Teay, S. H., Sayem, A. M., & Albarbar, A.** (2022). *Smart Clothing Framework for Health Monitoring Applications.* Signals, 3, 113-145. doi:https://doi.org/10.3390/signals3010009
- **Akter, N., Baral, L. M., Auntu, S. K., Abdul Alim, M., & Rashed, M. R.** (2022). *Exploration of Barriers and Success Factors of Sustainability at Producer Level in Textile Industry: A Study of Bangladesh Perspective.* Textile & Leather Review, 430-450. doi:https://doi.org/10.31881/TLR.2022.40
- **Al Gamal, G.** (2016). *3D Printed Ladies Clothes Fabrics.* International Design Journal, 6(3).
- **Alexandrea, P.** (2022, August 4). *3D Printed Fashion: The Top Designs.* Retrieved September 21, 2023, from 3Dnatives: https://www.3dnatives.com/en/3d-printing-fashion-designs150620174/
- **Arefin, A. M., Khatri, N. R., Kulkarni, N., & Egan, P. F.** (2021). *Polymer 3D Printing Review: Materials, Process, and Design Strategies for Medical Applications.* Polymers, 13, 1-24. doi:https://doi.org/10.3390%2Fpolym13091499
- **Arikan, C., Doğan, S., & Muck, D.** (2023). *Geometric Structures in Textile Design Made with 3D Printing.* Tekstilec, 1-15. doi:10.14502/tekstilec.65.2022092
- **Awogbemi, O., Kallon, D., & Bello, K.** (2022). *Resource Recycling with the Aim of Achieving Zero-Waste Manufacturing.* Sustainability. doi:https://doi.org/10.3390/su14084503
- **Bunnell, J.** (2023, September 20). *VIRTUAL RUNWAY: IS DIGITAL THE FUTURE OF FASHION SHOWS?* Retrieved from FASHION INNOVATION: https://fashinnovation.nyc/virtual-runway-is-digital-the-future-of-fashion-shows/
- **Carrico, M., & Kim, V.** (2014). *Expanding zero-waste design practices: a discussion paper.* International Journal of Fashion Design, Technology and Education, 7(1), 58-64. doi:http://dx.doi.org/10.1080/17543266.2013.837967
- **Çelikel, D. C.** (2020). *Smart E-Textile Materials. In Advanced Functional Materials* (pp.1-16). doi:http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.92439
- **Chaudhuri, A., Chakraborty, L., & Maulik, S. R.** (2020). *Recycling– an Approach towards Sustainability.* International Journal for Modern Trends in Science and Technology, 6(9S), 169-174. doi:https://doi.org/10.46501/ijmtst0609s28
- **Chen, Y., Deng, Z., Ouyang, R., Zheng, R., Jiang, Z., Bai, H., & Xue, H.** (2021, June). *3D printed stretchable smart fibers and textiles for self-powered e-skin.* Nano Energy, 84. doi:https://doi.org/10.1016/j.nanoen.2021.105866
- **Choi, K.-H.** (2016). *Practice-led origami-inspired fashion design: out of the frame: flight by paper plan.* International Journal of Fashion Design, Technology and Education, 9(3), 210-221. doi:http://dx.doi.org/10.1080/17543266.2016.1158872
- **Dabbous, Y.** (2022). *Fabric Heals: Analyzing Conceptual Textile Work at a Beirut-Based Art School.* Journal of Textile Design Research and Practice, 10(2), 121-140. doi:https://doi.org/10.1080/20511787.2022.2125219
- **Dai, J., Dai, H., Xie, Y., & Indumathi, T.** (2022). *Environmental Protection and Energy Color Changing Clothing Design under the Background of Sustainable Development.* Journal of Renewable Materials, 10(11), 2717-2728. doi:https://doi.org/10.32604/jrm.2022.019735
- **Dehghani, M., & Goyal, P.** (2022, April 24). *Design and Development of Textile Fabrics Using 3D Printing Technology.* ECS Transactions, 107(1). doi:https://doi.org/10.1149/10701.19313ecst
- **Devi , O. R.** (2020, October 16). *New Sustainable Fibres and their application in Textiles: A Review.* International Journal for Modern Trends in Science and Technology, 6(9S), 136-141. doi:https://doi.org/10.46501/ijmtst0609s22
- **ElShishtawy, N., Sinha, P., & Bennell, J. A.** (2021). *A comparative review of zero-waste fashion design thinking and operational research on cutting and packing optimisation.* International Journal of Fashion Design, Technology and Education, 15(2), 187-199. doi:https://doi.org/10.1080/17543266.2021.1990416
- **Fekry, M., Anwar, M., Fekry, D., & Hamouda, M. E.** (2021, February). *Experimentation on collage in the design of printed Ladies Clothes Appurtenances.* International Design Journal, 11(1), 165-180. doi:https://dx.doi.org/10.21608/idj.2021.132955
- **Ghosh, B., & Mohan, A. P.** (2021, February 2). *Recent Trends in Sustainable Textiles and Apparel Production.* International Journal of Current Science Research and Review, 4(2), 78-81. doi:https://doi.org/10.47191/ijcsrr/V4-i2-02
- **Gupta, L., & Saini, H. K.** (2020, August 30). *Achieving Sustainability through Zero Waste Fashion-A Review.* Current World Environment, 154-162.
- **Gupta, R., Kushwaha, A., Dave, D., & Mahanta, N. R.** (2022). *Waste management in fashion and textile industry: Recent advances and trends, life-cycle assessment, and circular economy.* In Emerging Trends to Approaching Zero Waste (pp. 215-242). Elsevier. doi:https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85403-0.00011-6
- **Hagag, M. A.-H.** (2023). *Using Artificial Intelligence Techniques to Create Printable Designs and Enrich the Aesthetic Value of Clothing Design.* Journal of Research in the Fields of Specific Education, 9(45), 2275-2331. doi:https://doi.org/10.21608/jedu.2023.196720.1842
- **Han, S. L., Chan, P. Y., Venkatraman, P., Apeagyei, P., Cassidy, T., & Tyler, D. J.** (2017). *Standard vs. Upcycled Fashion Design and Production.* Fashion Practice, 9(1), 69-94. doi:http://dx.doi.org/10.1080/17569370.2016.1227146
- **Hur, H., Jung, J., & Choo, H.** (2019). *The Effect of VR Fashion Shopping Channel Characteristics and Consumer's Involvement in Channel Acceptance -Focusing on the Vividness, Interactivity and Fashion Involvement-.* Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles, 43(5), 725-741. doi:https://doi.org/10.5850/JKSCT.2019.43.5.725
- **Jang, J. Y., & Chun, J.** (2018, August 31). *A Research on the Characteristics of Virtual Reality Stores -Focused on Hyundai VR Store and eBay VR Department Store-.* Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles, 42(4), 671-688. doi:https://doi.org/10.5850/JKSCT.2018.42.4.671

- **Jeon, Y., Jin, S., Shih, P. C., & Han, K.** (2021). *FashionQ: An AI-Driven Creativity Support Tool for Facilitating Ideation in Fashion Design.* CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. New York, United States: Association for Computing Machinery. doi:https://doi.org/10.1145/3411764.3445093
- **Jones, L., & Nabil, S.** (2022). *Goldwork Embroidery: Interviews with Practitioners on Working with Metal Threads and Opportunities for E-textile Hybrid Crafts.* Proceedings of the 14th Conference on Creativity and Cognition (pp. 364–379). C&C '22. doi:https://doi.org/10.1145/3527927.3532809
- **Kawamura, H., Nemoto, Y., Maruyama, S., Kozai, A., Tosa, N., & Nakatsu, R.** (2023). *Development of Art Fashion by Integrating Digital Art and Digital Textile Printing.* (pp. 415–428). Faro, Portugal: ArtsIT 2022. doi:https://doi.org/10.1007/978-3-031-28993-4_29
- **Koch, K. M.** (2021). *Clothing Upcycling in Otago (Ōtākou) and the Problem of Fast Fashion.* Doctoral dissertation, University of Otago.
- **Kumar, S., & Bhati, H. V.** (2022). *Waste management to zero waste: Global perspectives and review of Indian law and policy.* In Emerging trends to Approaching Zero Waste (pp. 79-101). Elsevier.
- **Kotry, D., & Abo Rady, A.** (2023). *A Comparative Analytical Study of the Use of Artificial Intelligence (AI) Tools in Generating Various Designs for Women's Clothing.* International Design Journal, 13(2), 363-380.
- **Lai, H., & Lee, S.** (2020). *The Application of Artificial Intelligence and VR Technology in Clothing Store Display Design.* IEEE Access. doi:https://doi.org/10.1109/access.2020.3020551
- **Lettmann, S.** (2019). *Facing Textile Industry: Why Circular Design Has to Become a BA Fashion Programme and Creativity Alone is not Enough.* Journal of Textile Science & Fashion Technology (JTSFT), 3(5). doi:http://dx.doi.org/10.33552/JTSFT.2019.03.000572
- **Liu, M.** (2023, June 17). *Zero-Waste Fashion.* Retrieved from Dr Mark Liu: http://www.drmarkliu.com/zerowaste-fashion-1
- **Maiti, S., Islam, M. R., Uddin, M. A., Afroj, S., Eichhorn, S. J., & Karim, N.** (2022, September 19). *Sustainable Fiber-Reinforced Composites: A Review.* Advanced Sustainable Systems, 6(11). doi:https://doi.org/10.1002/adsu.202200258
- **McQuillan, H., & Rissanen, T.** (2011). *YIELD: Making fashion without making waste.* Twinset, The Dowse.
- **Mezbah Uddin, M.** (2022, January 15). *Augmented reality (AR) and virtual reality (VR) in fashion industry.* Retrieved September 20, 2023, from Linkedin: https://www.linkedin.com/pulse/augmented-reality-ar-virtual-vr-fashion-industry-pgd-tm/
- **Mirela, B., Anne-Marie, G., Dirk, H., Zlatina, K., Jochen, S., Zlatin, Z., & Deniz, K.** (2021). *E-LEARNING AS A TOOL FOR IMPLEMENTING A SUSTAINABLE FASHION CURRICULUM IN TEXTILE UNIVERSITIES IN EUROPE.* eLearning and Software for Education, 3, 98-104. doi:10.12753/2066-026X-21-153
- **Nabawy, A.** (2021). *Utilizing Biomimicry Trends as a Creative Approach for 3D Textile Printing Design.* International Design Journal, 95-104.
- **Ntim, C. K., Ocran, S. P., & Acquaye, R.** (2020). *Digital Textile Printing: A New Alternative to Short-Run Textile Printing in Ghana.* International Journal of Technology and Management Research, 2(1), 60-65. doi:https://doi.org/10.47127/IJTMR.V2I1.51
- **Park, H., & Kim, S.** (2023). *Do Augmented and Virtual Reality Technologies Increase Consumers' Purchase Intentions? The Role of Cognitive Elaboration and Shopping Goals.* Clothing and Textiles Research Journal, 41(2), 91-169. doi:https://doi.org/10.1177/0887302X21994287
- **Pennas, L. A., Cattani, I. M., Leonardi, B., Seyam, A.-F. M., Midani, M., Monteiro, A. S., & Baruque-Ramos, J.** (2019). *Textile Palm Fibers from Amazon Biome. By-Products of Palm Trees and Their Applications*, 11, 262-274. doi:https://doi.org/10.21741/9781644900178-22
- **Rajasekaran, P.** (2022, November 16). *Achieving Sustainability In Fashion: Scope Of Recycled Fabric Waste In Sustainable Production Of Fashion Apparel.* Interantional Journal Of Scientific Research In Engineering And Management, 7(5). doi:https://doi.org/10.55041/ijsrem16862
- **Rajeswari, V.** (2020). *Innovation and Trends in Handloom Sector.* International Journal of Engineering Development and Research, 8(1), 466-469.
- **Rissanen, T., & McQuillan, H.** (2016). *Zero waste fashion design* (Vol. 57). Bloomsbury Publishing.
- **Saeidi, E., & Wimberley, V. S.** (2017). *Precious cut: exploring creative pattern cutting and draping for zero-waste design.* International Journal of Fashion Design, Technology and Education, 11(2). doi:http://dx.doi.org/10.1080/17543266.2017.1389997
- **Saju, S., Babu, A., Kumar, A. S., John, T., & Varghese, T.** (2022). *Augmented Reality VS Virtual Reality.* International Journal of Engineering Technology and Management Sciences, 379-383.
- **SALFINO, C.** (2017, November 3). *Apparel Recycling Efforts.* Retrieved from Lifestyle Monitor: https://lifestylemonitor.cottoninc.com/apparel-recycling-efforts/
- **sculpteo.** (2023, September 21). *3D printed clothes in 2023: What are the best projects?* Retrieved from sculpteo: A brand of BASF - We create chemistry: https://www.sculpteo.com/en/3d-learning-hub/applications-of-3d-printing/3d-printed-clothes/
- **Shen, L., & Sethi, M. H.** (2021, October 31). *Sustainable Fashion and Young Fashion Designers: Are Fashion Schools Teaching Sustainability?* FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe, 5(149), 9-13. doi:10.5604/01.3001.0014.8036
- **Shi, J.** (2022). *Fashion Design and Aesthetic Embodiment Based on Virtual Reality Technology.* MATEC Web of Conferences, 359. doi:https://doi.org/10.1051/matecconf%2F202235901035
- **SHOPEXP.** (2022, November 8). *How Augmented Reality Perfectly Fits Fashion.* Retrieved from SHOPEXP: https://shopexp.io/augmented-reality-fashion/
- **Silva, R., Rupasinghe, T., & Apeagyei, P.** (2018). *A collaborative apparel new product development process model using virtual reality and augmented reality technologies as enablers.* International Journal of Fashion, Technology and Education, 1-11. doi:https://doi.org/10.1080/17543266.2018.1462858
- **Textiles software.** (n.d.). Retrieved September 8, 2023, from TextileNet: http://ibuyer.hk/textilenet_product.html
- **Vadicherla, T., Saravanan, D., Ram, M. M., & Suganya, K.** (2017). *Fashion renovation via upcycling.* In S. S. Muthu, Textile Science and Clothing Sustainability: Recycled and Upcycled Textiles and Fashion (pp. 1-54). Homg Kong: Springer.
- **Villamil, C.** (2023, June 17). *Zero Waste.* Retrieved from Behance: https://www.behance.net/gallery/6283165/Zero-Waste
- **Wang, J., Yang, W., Liu, Z., Su, Y., Li, K., Li, Y., . . . Wang, H.** (2023, March). *Ultra-fine self-powered interactive fiber electronics for smart clothing.* Nano Energy, 107(108171). doi:https://doi.org/10.1016/j.nanoen.2023.108171
- **Wu, Y. F., & Kim, E. Y.** (2022). *Users' Perceptions of Technological Features in Augmented Reality (AR) and Virtual Reality (VR) in Fashion Retailing: A Qualitative Content Analysis.* Mobile Information Systems. doi:https://doi.org/10.1155/2022/3080280
- **Xiao , Y.-Q., & Kan , C.-W.** (2022, February 16). *Review on Development and Application of 3D-Printing Technology in Textile and Fashion Design.* Coatings. doi:https://doi.org/10.3390/coatings12020267
- **Zhang, L., Leung, M. Y., Boriskina, S., & Tao, X.** (2023). *Advancing life cycle sustainability of textiles through technological innovations.* Nature Sustainability, 6(3), 243–253. doi:https://doi.org/10.1038/s41893-022-01004-5
- **Zhong, S., Ribul, M., Cho, Y., & Obrist, M.** (2023). *TextileNet: A Material Taxonomy-based Fashion Textile Dataset.* arXiv preprint. doi:https://doi.org/10.48550/arXiv.2301.06160
- **Zhu, S., & Wang, K.** (2020). *The Dynamic Trend and Hotspot in the Clothing Field in China in Recent Five Years—Based on the Visualization of CNKI Mapping Knowledge Domain.* IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. IOP Publishing. doi:10.1088/1757-899X/719/1/012022.
- **Zhuang, W., Ye, C., Xu, Y., Mao, P., & Zhang, S.** (2022). *Chat-to-Design: AI Assisted Personalized Fashion Design.* arXiv preprint. doi:https://doi.org/10.48550/arXiv.2207.01058.