مجلة الفنون والعلوم التطبيقية
Journal of Applied Arts & Sciences
جامعة دمياط Damietta University
كلية الفنون التطبيقية

دراسة تاريخية لمراحل تطور المنسوجات الالكترونية خلال العصورالتاريخية المتعاقبة

A Historical Study of the Stages of Development of Electronic Textiles During Successive Historical Eras

أ.د/ ياسر محمد حسن

استاذ بجامعه ام القرى –كليه التصاميم والفنون – قسم تصميم الأزياء

اشواق طارق عبدالله مغربي

معيد بجامعه تبوك - كليه التصاميم والفنون – قسم تصميم الازياء والمنسوجات

ملخص البحث:

يهدف هذا البحث لتوثيق تطوير المنسوجات الإلكترونية خلال العصور المختلفة من خلال الاستعانة بالمصادر المتاحة والتي تشمل البحوث والدراسات الأكاديمية والمنتجات التجارية وبراءات الاختراعات المنشورة.

ومن خلال الدراسات السابقة أمكن الوصول الى ان ابتكار المنسوجات الالكترونيةتتم من خلال مسارات ثلاثة لدمج الإلكترونيات في المنسوجات والتي تتمثل في الجيل الاولحيث تم دمج الدوائر الكهربائيةفي المنسوجات، ثم الجيل الثاني من خلال دمج المستشعرات والحساسات في المنسوجات،ثم الجيل الثالث حيث تم ابتكارالالياف والخيوط الوظيفية،واوضحت الأبحاث أنه يمكن أن يكون لطرق دمج الإلكترونيات في المنسوجات تأثير على خواص المنسوجات الالكترونية المنتجة.

كما تم تحديد المسارات الرئيسية لتطوير المنسوجات الإلكترونية، والتي تتركز في سبع مجالات مختلفة – المنسوجات القابلة للارتداء- أجهزة الاستشعار – المفاتيح الإلكترونية - الإضاءة - منسوجات التحكم في درجة الحرارة - اساليب توليد الطاقة في المنسوجات الالكترونية - برمجة المنسوجات والملابس الالكترونية.

وبالرغم من ان هذا البحث يركز على تاريخ وتطور المنسوجات الإلكترونية، الا انه تضمن أيضا الاتجاهات الحديثة لأبحاث النسيج الإلكتروني في السنوات القادمة.

الكلمات المفتاحية: منسوجات الكترونية،تطور تاريخي، منسوجات ذكية، ملابس وظيفية.

المقدمة:

تعد صناعة المنسوجات من أقدم الصناعات التي عرفها الانسان، فهي مرتبطة ارتباطا وثيقا بحياته وتطورها، وبسبب موت الآلاف من البشر نتيجة للعوامل البيئية، فقد أصبح الإنسان في أمس الحاجة إليها لحمايته من الظروف البيئة القاسية سواء البرد أو الحر، كما أن رغبة الإنسان في الظهور بمظهر جيد حسب حالته الاجتماعية جعله يفكر في التطوير المستمرللملابس والمنسوجات، لذا اقترنت صناعة المنسوجات بالاختراعات التي ساهمت في تطوير المجتمع،مثل اختراع ماكينة الحياكة بواسطة ويليام لي عام ١٥٨٩م (Lewis,1589) ،ماكينة النسيج الميكانيكية لجون كاي في عام ١٧٣٣م وماكينة الغزل بواسطة جيمس

(ISSN 2537-1061) (Print)

(ISSN 2537-107X) (Online)

هارجريفز حوالي عام ١٧٦٥م Thackeray, et al., (2002)حيثوا وضعوا الأساس الاول لصناعة المنسوجات. ونعيش الآن ثورة جديدة في استخدام المواد النسجية الأكثر استدامة وحداثة على نطاق واسع من خلال دمج المكونات الإلكترونية مع المنسوجات لإنتاج ما يعرف بالمنسوجات الإلكترونية، والتيترجع المراحل الأولى لها لأكثر من ١٠٠٠ عام،حيث كان الحرفيون يصنعونقماش حريرالأورجانزاالمعدني من خلال لف رقائق معدنية رفيعة جدا والتي غالبًا ما تكون ذهبية وفضية، حول خيوط اللحمةالحريريلإنتاج قماش حرير موصل للكهرباء وناعم كما ان العديد من عباءات الملكة إليزابيث الأولى، مطرزة بخيوط ملفوفة بالذهب.

في نهاية القرن التاسع عشر،ومع تطور البشر واعتيادهم على الأجهزة الكهربائية، بدأ المصممون والمهندسون في الدمج بين الالكترونيات والملابس، وتطوير سلسلة من الأزياء المضيئة والذكية المجهزة بدوائر كهربائية. (Guler, et al., 2016)

وقد ازداد نمو المنسوجات الإلكترونية في السنوات الأخيرة من القرن العشرين بسبب التطور المذهل في علوم المواد والإلكترونيات، مما أدى إلى توسيع مجال دمج الإلكترونيات داخل الملابس، ويعد ابتكار البوليمرات الموصلة محور رئيسيا في تطور المنسوجات الالكترونية والذي تم اكتشافه بواسطة Heegnerوآخرون، وفي عام ١٩٧٧مقد منحت براءة اختراع لهذا النوع من تكنولوجيا البوليمرات الموصلة لتطبيقها في مجال المنسوجات بعد وقت قصير.(Shirakawa, et al., 1977)

كما كان هناك تطور آخر هام يتمثل في التقدم في تكنولوجيا الترانزستور، مع إنشاء أول ترانزستور (ترانزستور - مجال تأثير أشباه الموصلات المعدنية) في عام ١٩٦٠م، وتم استخدام الإلكترونيات القائمة على الترانزستور في براءة اختراع للملابس المضيئة عام ١٩٧٩م. (Miller, et al.,1979)

وقد استمر تطور المنسوجات الالكترونية للوصول لمستوى أفضل من استكمال المكونات الإلكترونيةالتي تجعل المنسوجات تؤدى وظيفية محددة مع الحفاظ على خصائص المنسوجات من نعومةوانسدال وخفة الوزن.

مشكلة البحث:

تظهر مشكلة البحث من خلال ملاحظة ندرة الدراسات التي تتناول مراحل التطور التاريخي للمنسوجات الالكترونية عبر العصور بما فيها من قيم وجوانب تاريخية وتوثيقية هامة، لذا يمكن تحديد مشكلة البحث في التساؤلات التالية:

- ماهي مراحل التطور التاريخي للمنسوجات الالكترونية عبر العصور؟
- ماهي خصائص المنسوجات الالكترونية للمراحل التاريخية المختلفة؟

أهمية البحث:

- تزويد المكتبات العربية بدراسة عن التطور التاريخي للمنسوجات الالكترونية للتمكن من اللحاق بالركب العلمي والتكنولوجي الهائل الذي يشهده العالم في هذا المجال.
- يساهم في وضع قاعدة علمية أساسية لتطور التاريخيللمنسوجات.
- التعرف على مراحل التطور التاريخي للمنسوجات الالكترونية.

فروض البحث:

- يمكن وضع مسارات اساسية لمراحل التطور التاريخي للمنسوجات الالكترونية عبر العصور.
- تتغير خصائص المنسوجات الالكترونية باختلاف المراحل التاريخية المتعاقبة.

اهداف البحث:

- التعرف على المسارات التاريخية المختلفة لدمج الإلكترونيات في المنسوجات
- الكشف عن مراحل التطور التاريخي للمنسوجات

(ISSN 2537-1061) (Print)

(ISSN 2537-107X) (Online)

الالكترونية عبر العصور

- التعرف على خصائص المنسوجات الالكترونية للمراحل التاريخية المختلفة.

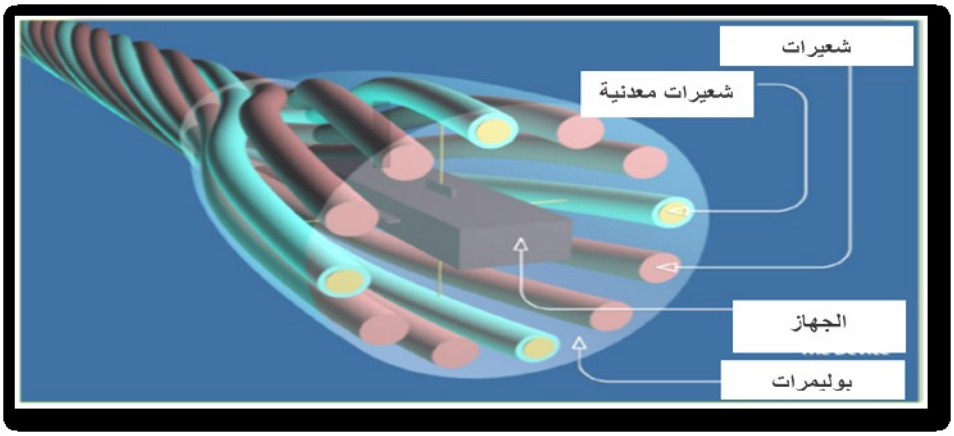
منهجية البحث:

أولا المنهج التاريخي (المسحي) من خلال تتبع مراحل التطور التاريخي للمنسوجات الالكترونية عبر العصور.

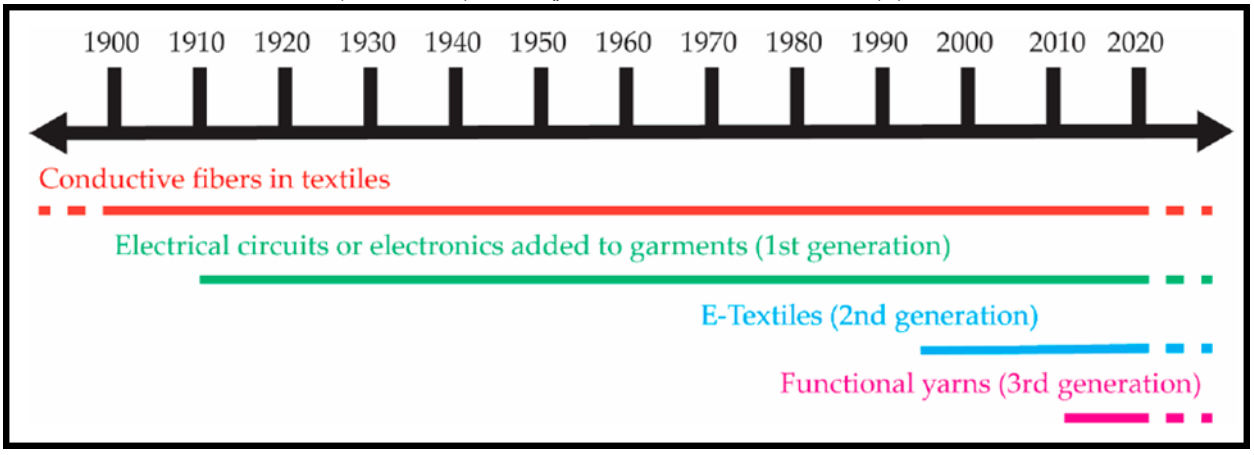
ثانياً المنهج الوصفي والمنهج التحليلي بالدراسة الوصفية والتحليلية لنماذج مميزة من المنسوجات الالكترونية.

١-٢-١- مراحل تطور المنسوجات الالكترونية:

تم استخدام ثلاث مسارات مختلفة لدمج الإلكترونيات في المنسوجات، حيث تعتبر هذه الأجيال الثلاثة هي التطور الحقيقي في مجال المنسوجات الالكترونية، وقد بدأت بوضع الدوائر الإلكترونية في الملابس وتسمى هذه المرحلة (الجيل الأول)، ثم الأقمشة الوظيفية والتي تنتج من خلال دمج المستشعرات والحساسات في المنسوجات وتسمى هذه المرحلة (الجيل الثاني)، أما المرحلة الثالثة وهي الخيوط والألياف الوظيفية والتي تسمى (الجيل الثالث) شكل (١) (Conroy, et al., 2010) ويوضح شكل (٢) التطور الزمني للمنسوجات الإلكترونية.



شكل (١) الخيوط والألياف الوظيفية والتي تسمى (الجيل الثالث)



شكل (٢) مراحل التطور الزمنى للمنسوجات الإلكترونية

وتؤثرالاساليب المستخدمة لدمج الإلكترونيات مع والإنسدالية، ويوضح الشكل (٣) أمثلة لكل جيل من المنسوجات على خواص الاقمشة وخاصة المرونة المنسوجات الإلكترونية.

(ISSN 2537-1061) (Print)

(ISSN 2537-107X) (Online)

شكل (٣) يوضح أمثلة للمسارات الاساسية في المنسوجات الالكترونية.

(يسار) حامل بطارية مكون من خلية عملة معدنية وهو من الجيل الأول للأجهزة المدمجة على المنسوجات. وفى (الوسط) قطب كهربائي مصنوع من قماش التريكو والذي يصف الجيل الثاني من المنسوجات الإلكترونية.
أما الصورة الموضحة على (اليمين) فهي للأقمشة الوظيفية والتي يتم دمج العناصر الموصلة في النسيج باستخدام الخيوط الوظيفية، حيث تم استخدام خيوط LED)، وهي تصف الجيل الثالث من المنسوجات الإلكترونية الالكترونيات المدمجة في المنسوجات.

١-٢-٢- المحاور الرئيسية لتطوير المنسوجات الإلكترونية:

تم تحديد المسارات الرئيسية لتطوير المنسوجات الإلكترونية، والتي تتركز في سبع مجالات مختلفة من المنسوجات أو تطبيقاتها، مثل أجهزة الاستشعار أو الإضاءة، منسوجات التحكم في درجة الحرارة، اساليب توليد الطاقة في المنسوجات الالكترونية وبرمجة المنسوجات والملابس الالكترونية.

١-٢-٣-١- التحكم في درجة حرارة المنسوجات:

يستخدم هذا الابتكار لتسخين المنسوجات من خلال المقاومة، حيث يتم امرار تيار كهربائي عبر الألياف الموصلة للكهرباء، ونتيجة للمقاومة الموجودة في الألياف تتولد التدفئة، وقد ظهرت اول براءة اختراع لهذه الفكرة لتسخين القفاز الحراري الكهربائي كما هو موضح بشكل (٤) (براءة اختراع في عام ١٩١٠م)

شكل (٤) القفاز الحراري الكهربائي

ثم ظهرت براءات اختراع أخرى لتسخين القفازات ١٩١٨م وظهرت اختلافات بين هذا الاختراع وما سبقه في طريقة واسلوب التسخين، بعد ذلك وفى عام ١٩٢٨م ظهرت أفكار أخرى لتسخين الملابس الكاملة مثل الجاكيت كما هو موضح بشكل (٥)(Hughes-Riley, et al., 2018)

الشكل (٥) تسخين الملابس الكاملة مثل الجاكيت

(ISSN 2537-1061) (Print)

(ISSN 2537-107X) (Online)

تم ابتكار العديد من المنسوجات الالكترونية التي تستخدم عناصر التدفئة بين الثلاثينيات والسبعينيات من القرن الماضي والتي شملت البطانية الساخنة شكل (٦) وبطانية عربة الأطفال الدافئة ١٩٦١م وتسخين الجوارب بالكهرباء١٩٦٨م شكل (٧). (Bourke, et al.,2008)

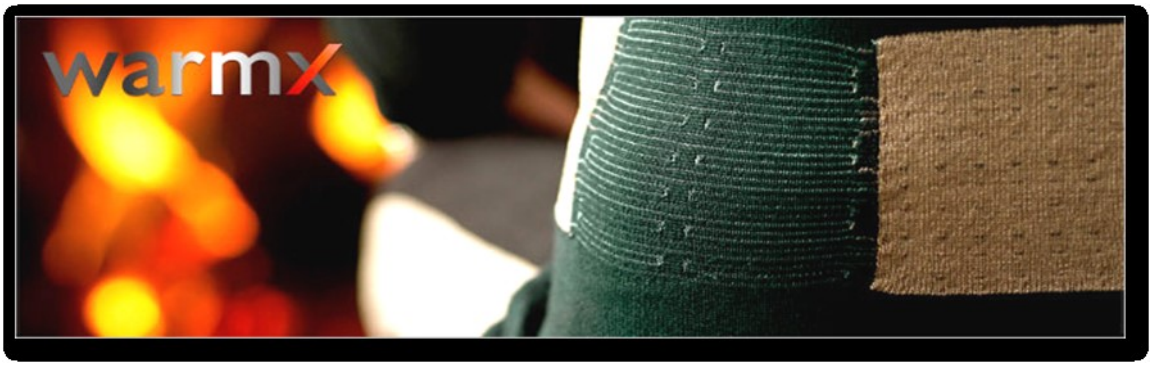
الشكل (٦) البطانيات الساخنة

الشكل (٧) تسخين الجوارب بالكهرباء

استمر الاهتمام بتطوير تدفئة المنسوجات حتى القرن الحادي والعشرين، حيث ظهرت براءة اختراع عام ٢٠٠٨م تصف دمج عناصر التدفئة في الأحذية والملابس. (Bourke, et al.,2008)، وعلى النطاق التجاري انتجت شركة Warmx عام ٢٠١٢م ملابس تتميز بخاصيتي التدفئة والتبريد معا شكل (٨). (https://www.warmx.de)

وقد نشر بحث يوضح نظام التبريد والتدفئة في المنسوجات التي يمكن ارتداؤها باستخدام الكهرباء الحرارية وقنوات التبريد.

(Delkumburewattea, et al.,2012)



شكل (٨) ملابس تتميز بخاصيتي التدفئة والتبريد معا

(ISSN 2537-1061) (Print)

(ISSN 2537-107X) (Online)

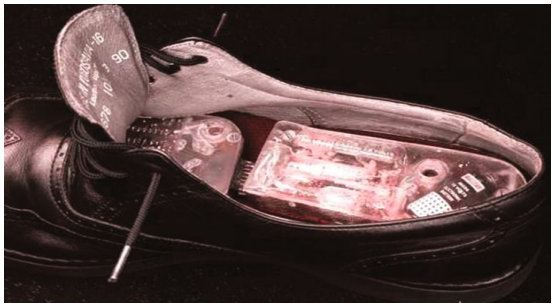
وفى عام ٢٠١٧ م انتجت شركة EXO للتكنولوجيا قفازات ساخنة ذات كفاءة عالية يمكن استخدامها من قبل الجيوش أو اثناء الخروج في المناطق الباردة مثل التزلج أو ركوب الدراجات النارية.(http://www.exo2.co.uk)

١-٢-٣-٢- مراحل تطوير المنسوجات والملابس القابلة للارتداء:

تعد المنسوجات والملابس القابلة للارتداء أكثر انواع الملابس الإلكترونية انتشارا وذلك لتنوع اداها الوظيفي طبقا للبرمجة المعدة والأجهزة الالكترونية التي يمكن ارتداؤها والتي تحتوي على تكنولوجيا المعلومات، حيث يمكن تخزين البيانات أو معالجتها أو نقلها، كما يمكن برمجة بعض الأجهزة داخل المنسوجات القابلة للارتداء لجعل النسيج الإلكتروني نسيجا ذكيا، يمكنه اداء وظيفة محددة. (Jenkins, 2006)

تشير الأبحاث التاريخية إلى أن أول جهاز كمبيوتر كامل يمكن ارتداؤه ، تم تصميمه في عام ١٩٥٥م للتنبؤ بنتائج لعبة روليت (المقامرة) ، حيث قام العالمان الرياضيان **إدوارد أو ثورب**وكلود شانون، بتصنيع حذاء ساعدهما في لعبة الروليت ، حيث اعتمدت فكرتهم على إخفاء جهاز توقيت في الحذاء، والذي يمكن أن يتنبأ بدقة إلى حد ما بالرقم الذي ستهبط عليه كرة الروليت، تم استخدام موجات الراديو لإيصال هذا الرقم إلى من يرتدي الحذاء عبر سماعة أذن، مما يسمح له بكسب الرهان، وعند اختبار هذا الحذاء من قبل المخترعين، زادت احتمالات الفوز بنسبة ٤٤٪. ومع ذلك، عندما أخذ Thorpe وShannonالحذاء إلى الكازينو لاختباره، واجهوا العديد من المشكلات خلال الاستخدام.(Guler, et al., 2016)

فـي عـام ١٩٧٢م، عـالج العـالم الفيزيـائي آلان لـويس المشكلة نفسها باستخدام جهاز كمبيوتر مخفي قابل للارتـداء، وبعـد بضـع سـنوات فـي عـام ١٩٧٨م، شـكلت مجموعـة مـن علمـاء الرياضـيات مجموعـة تسـمى Eudaemons، وكـان هـدفهم هـو إنشـاء جهـاز يسـاعدهم علـى التغلـب علـى لعبـة الروليـت، واختـاروا أيضـا إخفـاء جهاز كمبيوتر صغير في الحذاء، وتم إدخال البيانات من قبل المستخدم عن طريق الضغط على مفتاح تحت إصبع القدم الكبير في الحذاء؛ ثم يتم نقل الإشارة إلى نظام الإخراج، والذي كان مخفيا في قميص لاعب الروليت، كما هو في شكل (٩).



شكل (٩) حذاء مجموعة Eudaemons وبه الكمبيوتر الصغير المختفي (Steve Mann)

وأخذت المجموعة الجهاز إلى مدينة لاس فيجاس الأمريكية عام ١٩٧٨م وحققت ربحا بنسبة ٤٤٪ مقابل كل دولار، ولسوء الحظ عانوا من مشاكل في الأجهزة، وأخطرها هو أن العزل الكهربائي لم يكن مناسب مما تسبب في العديد من الصدمات الكهربائية ولكنهم حققوا ربحا يعادل ١٠٠٠٠ دولار بالإضافة الى التنبؤ إحصائيا بمكان هبوط الكرة على العجلة بناءً على بيانات الإدخال، ولكن بسبب المخاطر لم يتم استكمال العمل. (Guler, et al., 2016)

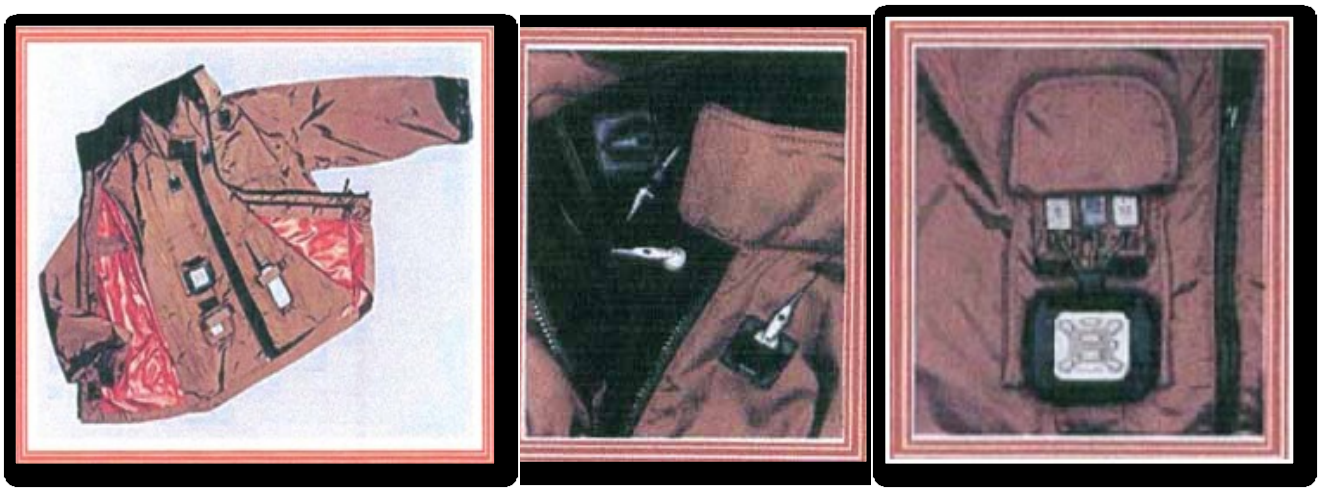
ظهر الجيل الأول للملابس ذات الأسلاك الالكترونية القابلة للارتداء فيعام ١٩٩٠موالذي تم تطويره من جانب شركة رائدة في مجال تكنولوجيا الملابس الالكترونية وهي شركة ليفيستراويوس "Levi Strauss & Co. ".

وفـى أغسـطس عـام ١٩٩٥م قامـت شـركة فيليـبس "Philips"بإنتـاج أول خطـوط مـن هـذه الملابـس وأطلـق عليها اسم (Industrial Clothing Design Plus "ICD")، وتتكون هذه الملابس من جاكيت ذكي يحتوي على بعض الأجهزة الإلكترونية داخل الجيوبوتعتبر هذه المنتجات بمثابة الجيل الأول من المنسوجات الإلكترونية،

(ISSN 2537-1061) (Print)

(ISSN 2537-107X) (Online)

حيث يتم توصيل دوائر كهربائية أو مكونات إلكترونية بالملابس كما في شكل (١٠).(Meoli, et.al., 2002)



شكل (١٠) جاكيت ذكي يحتوي على الأجهزة الالكترونية داخل الجيوب

من المراحل المهمة أيضا في تطوير المنسوجات القابلة للارتداء هي طرق إنشاء الدوائر الإلكترونية داخل المنسوجات، وبمشاركة بعض الباحثين قدمت براءة اختراع في أواخر التسعينات تصف كيفية دمج الأجهزة والدوائر الإلكترونية في المنسوجات وليس وضعها داخل جيوب الملابس.(Post, et al.,2001)

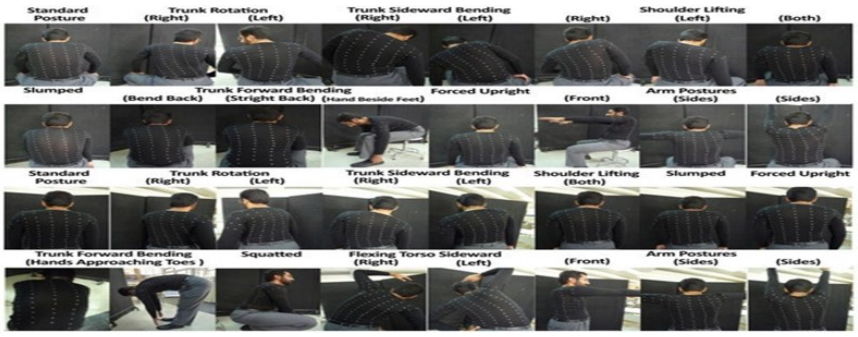
كما أظهرت الأجهزة القابلة للارتداء إمكانات كبيرة في مساعدة المعاقين، ففي عام ١٩٧٧م، طور سي سيكولينز (C. C. Collins)، الباحث في معهد (Smith-Kettlewell) سميث كيت لويل للعلوم المرئية، كاميرا يمكن ارتداؤها ومثبتة على الرأس للمعاقين بصريا واستخدم كولينز الأسلوب الشائع المتمثل في ردود الفعل باللمس وقام بتحويل صورة من ١٠٢٤ نقطة من الكاميرا إلى شبكة لمس ١٠ بوصات مربعة على سترة يمكن ارتداؤها.

(Guler, et al., 2016)

١-٢-٣-٣- الحساسات الإلكترونية:

بدأ ظهور الحساسات المدمجة داخل الملابس الجاهزة بواسطة Farringdon وآخرون في عام ١٩٩٠م حيث تم انتاج أجهزة استشعار وحساسات ودمجها داخل المنسوجات لمراقبة حركات الجسم كما هو موضح بشكل (١١).

(Farringdon, et al.,1999)



شكل (١١) أجهزة استشعار وحساسات داخل النسيج لمراقبة حركة الانسان

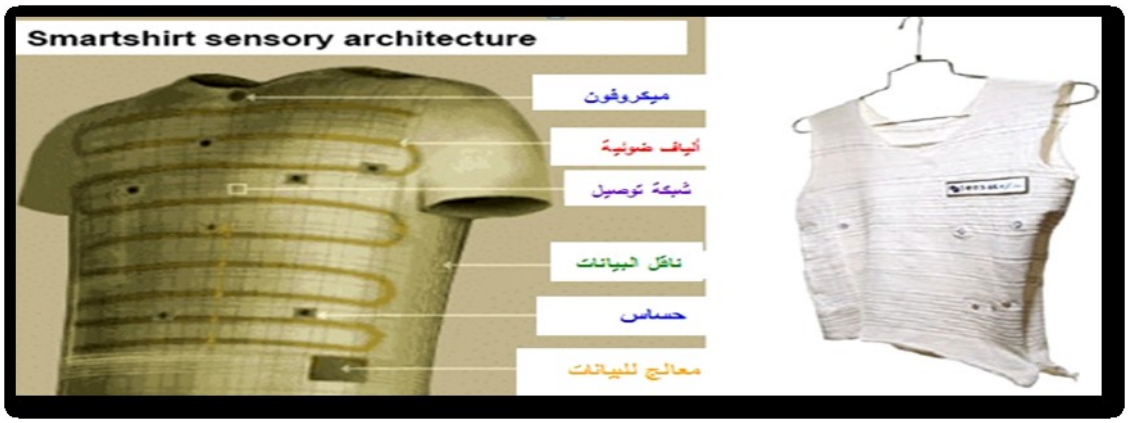
وقد اكتسبت تطبيقات الصحة والرفاهية اهتماما خاصا في مجال دمج الحساسات داخل الملابس، ففي عام ٢٠٠٠ م وصف الباحث (Coosemans) وآخرون ملابس مزودة بنظام مراقبة المريض، والتي تشمل الاتصال اللاسلكي حيث استخدمت هذه الملابس للأطفال الرضع.كما منحت براءة اختراع في عام ٢٠٠١م لحساس إلكتروني مدمج

(ISSN 2537-1061) (Print)

(ISSN 2537-107X) (Online)

بالمنسوجات لقياس ضغط الدم. (Coosemans, et al.,2006)

بدأ مشروع My Heart في ديسمبر٢٠٠٣ م وانتهى في سبتمبر ٢٠٠٧ م، حيث كان الغرض من هذا المشروع هو تصميم وتطوير قميص ذكي قابل للارتداء لرصد الحالة الصحية للمرضى والإبلاغ عن المعلومات المقاسة الى الأطباء كما في الشكل (١٢).



(شكل ١٢) يوضح النماذج الأصلية للقميص الذكي

وقد جمع القميص الذكي بين الهندسة والمنسوجات والتطبيقات الطبية معا، ويعرف القميص الذكي بأنه أول ثوب "ذكي"، لأنه كان أول بنية تحتية متكاملة للمعلومات يمكن ارتداؤها؛ واستخدمت الألياف الضوئية المدمجة في القماش للكشف عن الجروح بسبب الرصاص واستخدمت أجهزة استشعار مدمجة لمراقبة معدل ضربات القلب أثناء القتال، ومع استمرار المشروع، تم تطويره بشكل أفضل كملابس عسكرية.(www.gtwm.gatech.edu)

كما نوهت رسالة ماجستير من كلية الدراسات العليا البحرية الأمريكية في عام ٢٠٠٦م الى امكانية استخدام أجهزة استشعار وحساسات يمكن دمجها في المنسوجات والملابس، للاستفادة من ذلك في تحديد موقع الجنود وأيضا نيران القناصة أثناء القتال. (Stephen, 2006).

تم نشر بحث في عام ٢٠٠٨م عن استخدام خيوط القطن في المنسوجات الإلكترونية من خلال معالجتها بأنابيب الكربون النانوية المتناهية الصغر، وقد ذكر الباحث أنه يمكن استخدام هذه التقنية للاستشعار الحيوي، كما يمكن استخدام خيوط القطن المعالجة بالأنابيب النانوية الكربونية للكشف عن الألبومين، وهو بروتين مهم في الدم. Shim, et al., (2008)

في عام ٢٠٠٩م أيضا، وصف تقرير تطوير حساس طبي داخل قماش التريكو لمراقبة درجة حرارة الجسم بشكل مستمر ودقيق، كما استمر دمج الحساسات في الملابس الذكية، حيث وصف بحث نشر عام ٢٠١١م تصميم لجوارب ذكية من خلال دمج حساسات الاستشعار بها لمراقبة حركة القدم، ومثل هذه الأنظمة يمكن أن يكون لها تطبيقات في إعادة تأهيل حالات السكتة الدماغية.(Husain, et al.,2009)

يوجد العديد من الأمثلة لدمج أجهزة الاستشعار في المنسوجات والتي تم الاعلان عنها عام ٢٠١٧م:

- ابتكار شركة Nypro المعروفة سابقا باسم (Clothing) حساس لقياس درجة حرارة الجسم. (Hughes-Riley, et al., 2018)
- تصميم شركة (Polar) معدات للمراقبة العلامات الفسيولوجية للجسم يمكن لبسها بالإضافة الى أجهزة مراقبة معدل ضربات القلب(https://www.polar.com)
- انتجت شركة (Smart Life) أجهزة قياس العلامات الفسيولوجية للجسم من قماش التريكو للرعاية الصحية والرياضية والتطبيقات العسكرية. (https://www.smartlifeinc.com)

(ISSN 2537-1061) (Print)

(ISSN 2537-107X) (Online)

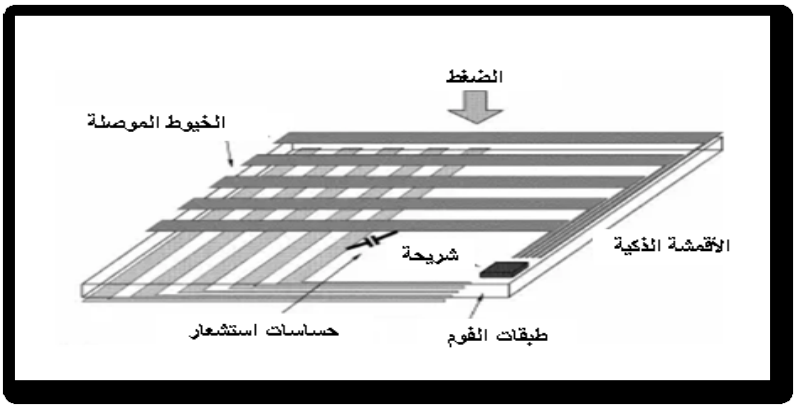
- أنتجت شركة (Under Armour) قميصا ذكيا يراقب البيانات الحيوية للإنسان.
(http://www.underarmour.co.uk)

١-٢-٣-٤- المفاتيح الإلكترونية داخل المنسوجات والملابس:

تم تطوير العديد من الأقمشة الوظيفية لتصبح على هيئة مفاتيح من المنسوجات وتم التوسيع في هذا المجال من البحث بشكل كبير من قبل الأوساط الأكاديمية، حيث نشر الباحث (Post) وآخرون عام ٢٠٠٠م بحثا يتضمن تطوير لوحة مفاتيح من المنسوجات باستخدام أقطاب مطرزة، وقد كانت هذه التكنولوجيا هي الخطوة الأولى لابتكار مفاتيح من الاقمشة المضغوطة والتي تم تطبيقها في سترة التزلج على الجليد والتي تسمى (Burton Amp) والموضحة في شكل (١٣) حيث تحتوي على مجموعة أزره منسوجة على الذراع للتحكم في iPod Apple.
(Post, et al., 2001)

شكل (١٣) سترة تزلج مزودة بأزرار الكترونية منسوجة

كما اقترح سيرجيو وآخرون عام ٢٠٠٢ م تطوير ازرار منسوجة، حيث تم عمل نسيج ثلاثي الأبعاد مكون من صفوف من الألياف الموصلة، مع وضع رغوة مرنة كفاصل، ثم طبقة أخرى من الألياف الموصلة عمودية على الطبقة الأولى كما هو موضح بشكل (١٤) .كذلك وصف هذا البحث أربع طرق مختلفة لإنتاج المنسوجات الالكترونية ؛ الطريقة الأولى بواسطة خليط من الألياف الموصلة والعازلة، والطريقة الثانية باستخدام التطريز لعمل دوائر كهربائية باستخدام خيوط موصلة، والطريقة الثالثة اضافة أقطاب موصلة على شكل شرائط داخل المنسوجات، والطريقة الرابعة تجهيز المنسوجات بطبقة خارجية بها خواص المواد الموصلة كالطلاء مثلا (Coating)، وهذه الطرق السابقة يمكن استخدامها لعمل لوحات من المفاتيح داخل المنسوج يمكن الضغط عليها وتوظيفها حسب الاستخدام المطلوب .(Sergio, et al., 2002)



شكل (١٤) تطوير حساسات النسيج القابلة للانضغاط من خلال عمل نسيج ثلاثي الأبعاد

في عام ٢٠٠٦م تم استكشاف أبسط الطرق التجارية للحصول على أزره الكترونيةووصف نظام للضغط على

(ISSN 2537-1061) (Print)
(ISSN 2537-107X) (Online)

الأزرة الإلكترونية في براءة اختراع، وفى نفس العام تم تطوير سترة أخرى لتطبيقات الأزرة الذكية المضغوطة المنفذة بتقنية التطريز بالتعاون بين شركة (Levi) للملابس الجينز مع شركة (Google) كما هو موضح في شكل (١٥).

(Schedukat, et al.,2006)

شكل (١٥) تطبيقات استخدام الأزرة الذكية في المنسوجات في السترة المنتجة بالتعاون بين شركة (Levi) للملابس الجينز مع شركة (Google)

كما ساهم الباحث (Meyer) وآخرون عام ٢٠٠٩ م في تطوير حساسات مضغوطة للمنسوجات وتتكون الحساسات من ثلاثة أجزاء مكونة من مجموعة مطرزة من الأقطاب مقاس (٢ سمX٢ سم) وفاصل من النسيج ثلاثي الأبعاد، وقطب كهربائي على ظهر المنسوج.

(Meyer, et al., 2010). وفى نفس العام ابتكر الباحث (Holleczek) وآخرون مستشعرا باستخدام زوج من أقطاب النسيج ومادة فاصلة بينهم من الراتنجات، وتم دمج المستشعر في الجوارب لإنتاج جورب ذكي قادر على تتبع وتوجيه قدم الشخص الذي يرتديهللأشخاص ذو الاعاقة.(Holleczek, et al., 2010)

أنتج الباحث (Takamatsu) وآخرون عام ٢٠١٠ م قماش من النسيج المضغوط باستخدام فاصل من البوليمرات العازلة داخل الخيوط المنسوجة، وتضمنت التصميمات النسيجية الأخرى الألياف المعدنية الحساسة حيث تتكون الألياف المعدنية الحساسة من سلك نحاس موصل (قطره ٠.١٢ مم) مدمج داخل الخيوط. (Takamatsu, et al.,2012)

ابتكر الباحث (Lee) وآخرون عام ٢٠١١ م مستشعرا باستخدام تجهيز المنسوجات حيث تم عمل طلاء (Coating) موصل على ألياف الكيفلار، والتي تم تغليفها بطبقة عازلة من (ثنائي ميثيل السي لوكزان)، ثم لف الأسلاك النحاسية حول سطح المنسوجات كي تستخدم بمثابة القطب الثاني.(Lee, et al.,2015)

ركزت شركة (XSENSOR Technology) على تصنيع أجهزة استشعار الجلوس (خاصة لصناعة السيارات) ومراقبة الرعاية الصحية وعلاج مشاكل النوم باستخدام المراتب المزودة بحساسات الكترونية للمساعدة في اختيار المراتب المناسبة، تم تطبيق التكنولوجيا الخاصة بهذه الشركات في بداية عام ٢٠١٦ م لمجموعة متنوعة من الدراسات الطبية، مع التركيز بشكل خاص على علاج قرحة الفراش كما هو موضح يشكل (١٦). استمر بيع الحساسات المضغوطة اعتبارا من منتصف عام ٢٠١٦ م لمجموعة متنوعة من المنتجات، بما في ذلك القفازات والروبوتات والمراتب الطبية. Hughes-Riley, et al., 2018)

(ISSN 2537-1061) (Print)

(ISSN 2537-107X) (Online)

شكل (١٦) مراتب مزودة بحساسات مضغوطة لمراقبة مناطق الضغط بالجسم وعلاج مشاكل النوم

وقد أعلنت شركة (LG Life Good) عام ٢٠١٨م عن انتاج جهاز استشعار مرن للنسيج يعتمد على تقنية الألياف الوظيفية المدمج بهاحساسات مرنة ورقيقة جدا.

(https://phys.org/news/2016-07-lg-innotek)

١-٢-٣-٥- الحلول المبتكرة لتوليد الطاقة باستخدام المنسوجات:

يتم توليد الطاقة في المنسوجات الالكترونية باستخدام النظام الحراري أو الحركي بواسطة من يرتدى هذه المنسوجات، بينما يتم توليد الطاقة الضوئية في المنسوجات من مصادر الضوء، مثل اشعة الشمس، ومع بداية عام ٢٠٠٠م، ظهرت أول براءة اختراع لتوليد الطاقة باستخدام المنسوجات من خلال مولد ميكانيكي للطاقة يقوم بتجميع الطاقة من خلال حركة الجسم (Muglia, et al., 2005) ، وفى بحث عام ٢٠٠٧م للباحث (Qin) وآخرون وصف تقنية توليد الطاقة باستخدام أسلاك أكسيد الزنك الكهرو مضغوطة (Piezoelectric) والتي تولد أشعة حول ألياف النسيج .(Qin, et al.,2008)

وفى عام ٢٠١٠م أصبح تطوير انتاج الطاقة وتخزينها داخل المنسوجات مجالا مهما جدا، حيث أن العديد من منتجات النسيج الإلكتروني تعتمد على مصدر مناسب للطاقة، ويتم ذلك من خلال استخدم أجهزة توليد الطاقة النسيجية الحالية الطاقة الحرارية أو الحركية أو الخلايا الكهروضوئية والتي يتمتع كل نظام من هذه الأنظمة بمزايا وعيوب مختلفة، حيث يتم دمج العديد من الأنظمة الحديثة في المنسوجات التي توفر المرونة ولكنها تفتقر إلى خصائص النسيج الأخرى مثل الثني والضغط. وقد أظهرت الخلايا الكهروضوئية المدمجة في المنسوجات نتائج مميزة فيما يتعلق بالقدرة التي يمكن توليدها (حوالي ٣٠ ميجاوات / م ٢) حيث ابتكر الباحث (Velten) وآخرون عام ٢٠١١ م سترة مزودة بألواح شمسية قادرة على توليد الطاقة الكهربائية للملابس الإلكترونية خلال الاستخدام كما هو موضح بشكل (١٧). (Velten, et al., 2013)

شكل (١٧) توليد الطاقة في المنسوجات باستخدام الخلايا الشمسية

(ISSN 2537-1061) (Print)

(ISSN 2537-107X) (Online)

كما تم تطبيق استخدام الأنظمة المعتمدة على أنابيب نانو الكربون على نطاق واسع في توليد وتخزين الطاقة حيث يمكن تخزين الطاقة في النسيج باستخدام رقائق مرنة يتم معالجتها وتجهيزها بواسطة أنابيب نانو الكربون لإنتاج خيوط النسيجولكن قد يسبب استخدام أنابيب نانو الكربون في بعض المشاكل بسبب المخاوف المتعلقة بالسلامة الصحية والتي قد تعيق التسويق التجاري في المستقبل لهذه التقنية.(Zhang, et al., 2014)

شهدت طريقة تخزين الطاقة داخل المنسوجات من خلال استخدام البطاريات المرنة القائمة على الإلكترو ليت والمنسوجة داخل الملابس كشرائح رقيقة مراحل تطور عديدة، ولكن في الوقت الحاضر لا تزال هذه البطاريات كبيرة حيث يصعب دمجها داخل الخيوط لأن عرض البطارية (١ سم) ولا يمكن ادخالها في خيوط النسيج. (Liu, et al.,2012)

كما يتوقع أن تكون مولدات النانو الكهربائية الفائقة الصغر مصدر للطاقة الكهربائية بالنسبة للأجهزة القابلة للارتداء داخل الملابس نظرا لصغر حجمها وكفاءتها الجيدة في تحويل الطاقة. حيث تقوم بتحويل الطاقة الميكانيكية الى طاقة كهربائية وبالتالي يمكن تشغيلها من خلال حركة الإنسان أثناء المشي أو الجري.(Fan, et al.,2012)

كما ابتكر الباحث (Cui) وآخرون عام ٢٠١٨ م مولد من مولدات النانو الكهربائية الفائقة الصغر، والذي يعتمد على توليد الطاقة من خلال الاحتكاك، حيث تم استخدام الاحتكاك بين الساعد وبين الجسم أثناء ارتداء الملابس وأثناء الحركة لتوليد الطاقة. (Cui, et al., 2019)

١-٢-٣-٦- أجهزة الاتصالات:

تم وصف وانتاج المنسوجات الهوائية (antenna) باستخدام البوليمر والخيوط الموصلة للكهرباء في المؤلفات والبحوث بداية من عام ٢٠٠٢م. ومن خلال ورقتين بحث في أحد المؤتمرات عام٢٠١٠م تم وصف الهوائيات التي تنفذ بنفس تقنية الهوائيات المستخدمة في بدل الفضاء.حيث تم إنتاج هوائيات مطرزة مرنة مناسبة للاتصالات باستخدام الخيوط الموصلة للكهرباء كما هو واضح بشكل (١٨). (Campbell, et al.,2010)

شكل (١٨) هوائي مطرز في القماش باستخدام الخيوط الموصل

كما استفادت العديد من الشركات من الطرق المختلفةلإنتاج الهوائياتلإنتاج شرائط تتبع المنتجات TexTraceوالذي يستخدم تقنية تسميةRFIDلعمل العلامة التجارية المنسوجة بالجاكارد والتي يتم خياطتها على منتجات الملابس، حيث وصفت براءة اختراع عام ٢٠٠٥م دمج أجهزة RFIDفي الملابس لاستخدامها في المغاسل لتتبع مسار ومكان الملابس كما بشكل (١٩).

كما استخدمت العلامة التجارية TexTraceالتي تشمل جميع خصائص الملابس لحماية الماركات التجارية المشهورة من التقليد والمساعدة في التخزين والتتبع.كما تم منح شركة Textilma براءة اختراع عام ٢٠٠٩ م تصف علامة نسيج RFID.

وتحتوي هذه العلامة التجارية على شريحة RFID مقاومة للغسيل المنزلي والتنظيف الجاف، ويمكن استخدام

(ISSN 2537-1061) (Print)

(ISSN 2537-107X) (Online)

علامة التتبع TexTrace كالعلامة التجارية RFIDلعدم تقليد الملابس أو تقليد العلامات التجارية ذات الماركات المشهورة، بالإضافة الى أنها تساعد في إدارة المخزون، ومنع السرقة من خلال تقنية EAS(مراقبة المنتجات الكترونيا)، كما يمكن أن تعمل على تحديد أرقام الملابس التي تم شراؤها بدقة، مما يسرع إجراءات المستودعات في الحصول على الملابس أو استبدالها. (Speich, 2009)

نظام تقنية شركة TexTrace السويسرية للمنسوجات الذكية المتصلة بملصقات العناية المرنة وملصقات العلامات التجارية والتي تشمل حلول التتبع FRIDوNFC لتتبع الملابس من التصنيع حتى البيع

شكل (١٩) شريط تتبع المنتجات منسوجة بالجاكارد باستخدام الخيوط الموصلة

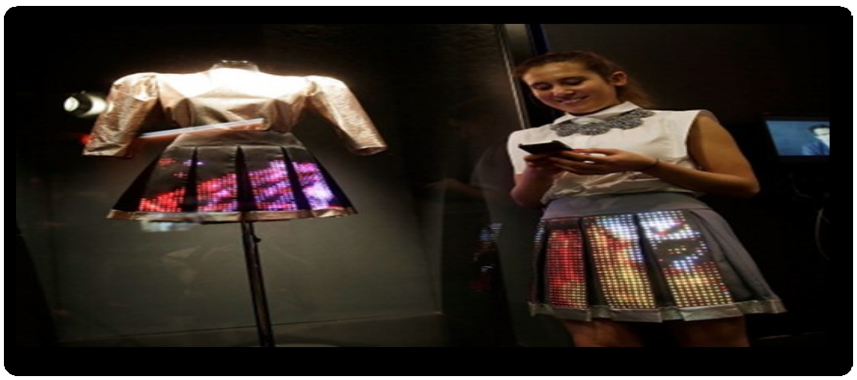
١-٢-٣-٧- الإضاءة:

استخدم **ثيودور دوبوا**، أستاذ التناغم بمعهد الكونسرفاتوار عام ١٨٨٣م في باريس لأول مرة الاضاءة المصاحبة للباليه الكهربائي La Farandole، حيث كان الراقصون يرتدون الأضواء الكهربائية على جباههم والبطاريات كانت مخفية في تجاويف ملابسهم، وعندما يلمس الراقصون الزر الموجود على حزامهم، تضئ الانوار، وظهرت التكنولوجيا المستخدمة في هذا العرض بالمحلات الإلكترونية منذ ذلك الوقت.

في عام ١٨٨٤م نشرت صحيفة نيويورك تايمز مقال عن اسلوب جديد لاستخدام الاضاءة في الارشاد من انتاج شركة Electric Girl Lighting Company، حيث أن الشركة استأجرت "فتيات مضيئات" ينتظرن أصحاب المنازل وهم يرتدون المصابيح المثبتة في الملابسوكانت الفتيات يجلسن بجوار الباب لإرشاد الضيوف او مساعدتهم ليلا عند الذهابلمنازلهم، حيث كانت تكلفة توظيف الفتاة أقل من تكاليف تشغيل مصابيح كهربائية لإضاءة الطريق بالكامل في ذلك الوقت.ثم ازداد الاهتمام بالمنسوجات المضيئة في منتصف العقد الأول من القرن العشرين من خلال براءة اختراع معتمدة من شركة دايملر كرايسلر لصناعة السيارات في عام ١٩٩٠م حيث تصف نظام الإضاءة باستخدام المنسوجات لتطبيقه في مجال السيارات، كما وصفت براءة اختراع أخرى إنشاء شاشة عرض مسطحة للفيديو من خلال ألياف النسيج الموصلة إلكترونيا عام ١٩٩٦م، وأدى ذلك إلى تقديم براءات اختراع لشاشات العرض المرنة الأخرى التي يستخدم فيها النسيج في عام ٢٠٠٣م شكل (٢٠). (Guler, et al., 2016)

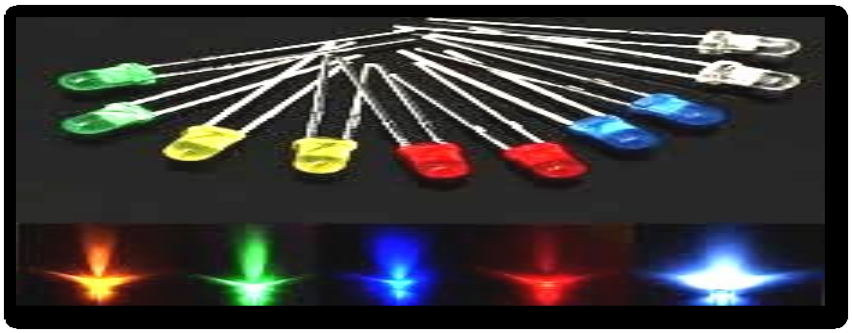
(ISSN 2537-1061) (Print)

(ISSN 2537-107X) (Online)



شكل (٢٠) شاشات الغرض المرنة

في عام ٢٠٠٣م، أنتجت شركة فيليبس Philips المنسوجات المضيئة باستخدام تقنية (LED) صمام الضوء الثنائي (Light Emitting Diode) كما في الشكل (٢١)، كما سبق وأن حصلت شركة فيليبس Philips على براءة اختراع للخيوط الكهربائية المرنة ٢٠٠٤ م. (Eves, et al., 2004)



شكل (٢١) LEDصمام الضوء الثنائي

اكتشف بونو في عام ٢٠٠٩م شكل اخر من تطبيقات استخدام الإضاءة في المنسوجات الإلكترونية بواسطة استخدام أشعة الليزر في الملابس. (https://www.dezeen.com)

وصفت براءة اختراع عام ٢٠١١م طريقة إنتاج نموذج يضئ باستخدام الألياف الموصلة ولمبات الليدز Peng, et al.,2011).

ويوجد عدد منالشركات التي تنتج الملابس المضيئة لتطبيقات الأزياء مثل:

- شركة (Cute circuit) (http://cutecircuit.com)
- شركة (LUcentury) (http://www.lucentury.com) التي تصنع الملابس عن طريق حياكة الأجزاء المضيئة على الملابس الحالية نظرا للتقدم الحاصل في تقنية LED مما يقلل من حجمها.

وفى عام ٢٠١٤مأمكن دمج مصابيح LED في الخيوط باستخدام تقنية الخيوط الإلكترونية الوظيفية ومن ثم تم توظيفها في صناعة الملابس كما هو موضح بشكل (٢٢).وفى عام ٢٠١٦ م طورت شركة (Corning) المعروفة في أبحاثها في علوم الزجاج والسيراميك والفيزياء البصرية، نظام (Fibrance) للضوء وذلك لتحسين اداء الالياف البصرية وجعلها أكثر دقة ومرونة، حيث يمكن زرع هذه الألياف البصرية الزجاجية الرقيقة في الملابس للحصول على الضوء، وتستخدم هذه التقنية نواة السيليكا لنشر الضوء وتوزيعه في جميع أنحاء الألياف للحصول على لون ساطع ومشرق، وبالتالي يمكن استخدامها في تطبيقات الملابس الذكية. et al., 2017)(Dias,

(ISSN 2537-1061) (Print)

(ISSN 2537-107X) (Online)

شكل (٢٢) ملابس مضيئة باستخدام LED

١-٢-٣-٨- التطورات المستقبلية المحتملة

بينما يركز هذا البحث على تاريخ وتطور المنسوجات الإلكترونية، فمن المهم أن تؤخذ في الاعتبار الاتجاهات الحديثة لأبحاث النسيج الإلكتروني في السنوات القادمة والمنتجات المثالية في نظر الباحثين والعاملين في مجال المنسوجات الإلكترونية الذي يتم دمج جميع أنظمتها الإلكترونية المطلوبة داخل النسيج.

ويذكر البعض في الآونة الأخيرة أن أفضل طريقة لتطبيقات المنسوجات الالكترونية هي استخدام الهواتف المحمولة كواجهة لهذه التطبيقات، بينما يرى آخرون أن هذا الأسلوب هو تحويل مؤقت وهناك العديد من المزايا للأنظمة المدمجة بالكامل والتي تزداد مع تقدم التطورات وأن الهاتف المحمول نفسه سيتم دمجه داخل المنسوجات، ولكن قد تكون الأنظمة المدمجة بالكامل غير مناسبة أيضا لأسباب تتعلق بالاستدامة لأنها تجعل إزالة الإلكترونيات أكثر صعوبة في نهاية عمر المنتج الملبسي.ومن المتوقع أن يكون هناك قدر أكبر بكثير من الإقبال على الإلكترونيات القابلة للارتداء عند استخدام تقنية البطاريات المطورة أو عند استخدام مصادر الطاقة البديلة للمحافظة على البيئة القابلة للتطبيق. Köhler, et al. (2011)

١-٢-٣-٩- الخلاصة

تعتبر المنسوجات عامود التقدم البشري للتكنولوجيا عبر آلاف السنين بسبب تطورات النسيج المرتبطة ارتباطًا وثيقًا بالاختراعات الرئيسية والتي تساهم في تطوير وتشكيل المجتمعات. وقد تم استخدام المنسوجات الإلكترونية حديثاً كنوع من الابداعات في تصنيع الملابس والتي تستخدم للأغراض الدفاعية والرياضة والطب ومجالات الصحة.

يهدف هذاالبحث لتقديم فكرة عامة عن المسارات الرئيسية المبتكرة التيتم استخدمها في تطوير المنسوجات الإلكترونية خلال العصور المختلفة حتى الآن من خلال الاستعانةبالمصادر المتاحة والتي تشمل البحوث والدراسات الأكاديمية والمنتجات التجارية وبراءات الاختراع المنشورة. كما أن الأبحاث السابقةتوضح أنه يمكن دمج الإلكترونيات في المنسوجاتحيث يتم تحقيق التكامل عن طريق ربطالإلكترونيات على سطح النسيج في مرحلة تصنيع المنسوجات والقماش والملابس أو تصنيع الخيوط كما يمكن أن يكون لطرق التكامل تأثير على خواص المنسوجات.

أوضحت هذه الدراسات السابقة ان استخدام الإلكترونيات في المنسوجات والملابس تتم من خلال مسارات ثلاثة لدمج الإلكترونيات في المنسوجات والتي طبقت بطرق مختلفة، وتوفر طرق دمج الإلكترونيات

(ISSN 2537-1061) (Print)

(ISSN 2537-107X) (Online)

مزايا وبعض العيوب أيضا، وقد يتداخل الجيل الأول من المنسوجات الإلكترونية دائما مع خصائص النسيج والملابس، وحتى الأجهزة الإلكترونية التي يستخدم فيها طبقة رقيقة مرنة قد لا تمتلك نفس خواص النسيج العادي.

يحتفظ الجيل الثاني من المنسوجات بعض خواص من النسيج ولكنه محدود في تطبيقاته.

لا يتدخل الجيل الثالث من المنسوجات الإلكترونية في خواص النسيج نظرا لأن هذه التقنية محددة أساسًا بحجم الإلكترونيات المدمجة (أي أبعاد الرقائق الإلكترونية)، فإن إمكانات هذه التطبيقات سوف تنمو مع توفر الرقائق الإلكترونية الأصغر حجمًا.

على الرغم من أن تاريخ المنسوجات الإلكترونية أظهر تطور تقنيات جديدة لدمج الإلكترونيات في النسيج، فمن المحتمل أن تظل الطرق الثلاثة الحالية قيد الاستخدام في المستقبل، و لا يزال ربط الأجهزة الإلكترونية بالملابس مستخدم باستمرار، خاصة بالنسبة للمنسوجات المضيئة، على الرغم من ظهور هذه التقنية لأول مرة في عام ١٨٨٣م.

المراجع References

1. Boll, W. (2005). Illumination System for Automobile Passenger Compartment e.g., for Cabriolet Automobile,
Using Flexible Light Conductors or Electrical Lighting Devices Incorporated in Textile Material Forming
Automobile Roof. DE10345002.

2. Bourke, M.J.; Clothier, B.L. (2008). Inductively Heated Clothing. WO2008101203.

3. Campbell, T.G.; Hearn, C.W.; Reddy, C.J.; Boyd, R.C.; Yang, T.; Davis, W.A.; Persans, A.; Scarborough, S. (2010). Development of Conformal Space Suit Antennas for Enhanced EVA Communications and Wearable Computer Applications. In Proceedings of the 2010 Antenna Applications Symposium Volume II of II, Tangshan, China, 15–18.

4. Conroy, D.W.; García, A. A (2010). golden garment from ancient Cyprus? Identifying new ways of looking at the past through a preliminary report of textile fragments from the Pafos 'Erotes' Sarcophagus. In The SInet eBook; University of Wollongong: Wollongong, Australia.

5. Coosemans, J.; Hermans, B.; Puers, R. (2006). Integrating wireless ECG monitoring in textiles. Sens. Actuators A Phys,130, 48–53.

6. Cui, N.; Liu, J.; Gu, L.; Bai, S.; Chen, X.; Qin, Y. (2015). Wearable triboelectric generator for powering the portable
electronic devices. ACS Appl. Mater. Interfaces.18225–18230.

7. Delkumburewattea, G.B.; Dias, T. (2012). Wearable cooling system to manage heat in protective clothing. J. Text. Inst.
103, 483–489.

8. Dias, T.; Hughes-Riley, T. (2017). Electronically Functional Yarns Transform Wearable Device Industry. Read. Res.
Dev. Commun. 59, 19–21.

9. Eves, D.A.; Chapman, J.A.; Bechtel, H.-H.; Wagner, P.C.; Martynov, Y. (2004). Electro-Optic Filament or Fiber.
WO/2004/055576.

10. Fan, F.R.; Tian, Z.Q.; Wang, Z.L. (2012). Flexible triboelectric generator. Nano Energy. 328–334.

11. Farringdon, J.; Moore, A.J.; Tilbury, N.; Church, J.; Biemon, P.D. (1999). Wearable sensor badge and sensor jacket for context awareness. In Proceedings of the Third International Symposium on Wearable Computers, Digest of
Papers, San Francisco, CA, USA, 18–19.

(ISSN 2537-1061) (Print)

(ISSN 2537-107X) (Online)

of Life PO4 cathode and Li4Ti5O12 anode for applications in smart textiles. J. Electro hem. Soc. 159, A349–A356.

22. Meoli, Dina & May-Plumlee, Traci. (2002). Interactive electronic textile development: A review of technologies. Journal of Textile and Apparel, Technology and Management.

23. Meyer, J.; Arnrich, B.; Schumm, J.; Troster, G. (2010). Design and modeling of a textile pressure sensor for sitting posture classification. IEEE Sens. J., 1391–1398.

24. Miller, G.E., Dalke, M. (1979). Illuminated article of clothing. US4164008 A.

25. Muglia, H.A.; Refeld, J.; Eiselt, H. (2005). Generator Device for Converting Motion Energy of Person's Respiration into Electrical Energy is Integrated into Clothing Item Normally Arranged at One or More Positions on Person that Undergoes Change in Dimensions during Respiration. DE10340873.

26. Murasko, M.; Kinlen, P.J. (2004). Illuminated Display System and Process. U.S. Patent US 6,811,895.

27. Peng, C.-T.; Wang, C.-T. (2011). Textile with Pattern-Lighting Effect. US2011309768.

28. Post, E.R.; Orth, M.; Cooper, E.; Smith, J.R. (2001). Electrically Active Textiles and Articles Made Therefrom. U.S. Patent 6,210,771.

29. Qin Y, Wang X, Wang ZL. (2008). Microfiber-nanowire hybrid structure for energy scavenging. Nature. 451(7180):809-13. Doi: 10.1038/nature06601.

30. Shirakawa, H., Louis, E.J., MacDiarmid, A.G., Chiang, C.K. and Heeger, A.J. (1977) Synthesis of Electrically Conducting Organic Polymers: Halogen Derivatives of Polyacetylene,

12. Graham, W.D.; Uhlig, C.M. (1928). Electrically-Heated Garment. U.S. Patent 1,691,472, 13.

13. Guler, Sibel & Gannon, Madeline & Sicchio, Kate. (2016). Crafting Wearables. 10.1007/978-1-4842-1808-2.

14. Holleczek, T.; Rüegg, A.; Harms, H.; Tröster, G. (2010). Textile pressure sensors for sports applications. In Proceedings of the IEEE Sensors, Kona, HI, USA.

15. Hughes-Riley, T., Dias, T., & Cork, C. (2018). A historical review of the development of electronic textiles. Fibers, 6(2), 34.

16. Husain, M.D.; Dias, T. (2009). Development of Knitted Temperature Sensor (KTS).

17. Jenkins, M.D. (2006). Convertible Wearable Computer. HK1024069.

18. Köhler, A.R.; Hilty, L.M.; Bakker, C. (2011). Prospective impacts of electronic textiles on recycling and disposal. J. Ind. Ecol. 496–511.

19. Lee, J.; Kwon, H.; Seo, J.; Shin, S.; Koo, J.H.; Pang, C.; Son, S.; Kim, J.H.; Jang, Y.H.; Kim, D.E. (2015). Conductive Fiber-Based Ultrasensitive Textile Pressure Sensor for Wearable Electronics. Adv. Mater, 2433–2439.

20. Lewis, P. William Lee's (1589). stocking frame: Technical evolution and economic viability. Text. Hist.

21. Liu, Y.; Gorgutsa, S.; Santato, C.; Skorobogatiy, M. (2012). Flexible, solid electrolyte-based lithium battery composed

(ISSN 2537-1061) (Print)

(ISSN 2537-107X) (Online)

38. Velten, J.; Kuanyshbekova, Z.; Göktepe, Ö.; Göktepe, F.; Zakhidov, A. (2013). Wearable dye sensitized solar cells exploiting carbon nanotube yarns. Appl. Phys. Lett.102, 203902.

39. Zhang, D.; Miao, M.; Niu, H.; Wie, Z. (2014). Core-spun carbon nanotube yarn supercapacitors for wearable electronic textiles. Aces Nano. 4571–4579.

مواقع شبكة الانترنت:

1. https://www.warmx.de/index.php/industry-and-research.html
2. EXO2. Available online: http://www.exo2.co.uk/
3. http://www.gtwm.gatech.edu/
4. HeartRate Monitors, Activity TrackersandBikeComputers.Available online:https://www.polar.com/en
5. Smart life. Available online: https://www.smartlifeinc.com/
6. Under Armour Sportswear, Sport Shoes, Accessories. Available online:http://www.underarmour.co.uk/
7. LG Innotek Unveils Flexible Textile Pressure Sensors. Available online: https://phys.org/news/2016-07-lg-innotek-unveils-flexible-textile.html
8. https://www.dezeen.com/2010/02/28/bonos-laser-stage-suit-by-moritz-waldemeyer/
9. Cute circuit. Available online: http://cutecircuit.com/
10. Lucentury. Available online: http://www.lucentury.com/

(CH)x. Journal of the Chemical Society, Chemical Communications, 16578-580.dx.doi.org/10.1039/c39770000578.

31. Sergio, M.; Manaresi, N.; Tartagni, M.; Guerrieri, R.; Canegallo, R. A. (2002). textile based capacitive pressure sensor. In Proceedings of the IEEE Sensors, Orlando, FL, USA,12–14; Volume 2.

32. Shim, B.S.; Chen, W.; Doty, C.; Xu, C.; Kotov, N.A. (2008). Smart Electronic Yarns and Wearable Fabrics for Human Biomonitoring made by Carbon Nanotube Coating with Polyelectrolytes. Nano Lett. 4151–4157.

33. Schedukat, N.; Gries, T. (2006). Intelligent Push-Button System for Use in Smart Textile, Has Upper and Lower Push-Button Halves with Two Electric Contacts Connected with One Another Electro-Conductively for Data, Signal and Power Transmission, While Closing Connection. DE102004026554.

34. Speich, F. (2009). RFID Transponder Chip Module with Connecting Means for an Antenna, Textile Tag with an RFID Transponder Chip Module, and Use of an RFID Transponder Chip Module. TW200905574.

35. Stephen, T.K.S. (2006). Source Localization Using Wireless Sensor Networks. Thesis for Master of Science in Electrical Engineering, Naval Postgraduate School Monterey, Monterey, CA, USA.

36. Takamatsu, S.; Kobayashi, T.; Shibayama, N.; Miyake, K.; Itoh, T. (2012). Fabric pressure sensor array fabricated with die-coating and weaving techniques. Sens. Actuators A Phys, 184, 57–63.

37. Thackeray, F.W.; Findling, J.E. (2002). (Eds.) Events that Changed Great Britain Since 1689; Greenwood Publishing Group: Westport, CT, USA.

(ISSN 2537-1061) (Print)

(ISSN 2537-107X) (Online)

A Historical Study of the Stages of Development of Electronic Textiles During Successive Historical Eras

Abstract

This research aims to document the development of electronic textiles during different eras through the use of available resources, which include research, academic studies, commercial products and published patents.

Through previous studies, it was found that the innovation of electronic textiles takes place through three paths to integrate electronics into textiles, which are represented in the first generation, where electrical circuits were integrated into textiles, then the second generation by integrating sensors and sensors in textiles, and then the third generation, where the innovation of Functional fibers and filaments, and research has shown that the methods of incorporating electronics into textiles can have an impact on the properties of electronic textiles produced. The main tracks for the development of electronic textiles were also identified, which are concentrated in seven different areas - wearable textiles - sensors - electronic switches - lighting - temperature control textiles - methods of power generation in electronic textiles - programming of electronic textiles and clothing.

Although this research focuses on the history and development of e-textiles, it also includes recent trends of e-textile research in the coming years.

Key words

Electronic textiles, historical development, smart textiles, functional clothing.

(ISSN 2537-1061) (Print)

(ISSN 2537-107X) (Online)