كليــة التربية النوعية
CULTY OF SPECIFIC EDUCATION

تطوير الخواص الجمالية والوظيفية لأقمشة تريكو اللحمة باستخدام خيوط ميكروفيبر لملابس الأطفال

Development of aesthetic and functional properties of weft Knitting fabric using microfiber yarns for children's clothing

إعـــداد

م/ محمود محمد حجازي

تخصص الغزل والنسيج والتريكو كلية الفنون التطبيقية –جامعة بنها

إشراف

أ.د/ راوية علي علي عبد الباقي
أستاذ هندسة وتكنولوجيا انتاج التريكو
قسم الغزل والنسيج
كلية الفنون التطبيقية –جامعة حلوان

د/ مروة ياسين محمود
مدرس بقسم الغزل والنسيج والتريكو
كلية الفنون التطبيقية - جامعة بنها

مايو ٢٠٢٥ م

تطوير الخواص الجمالية والوظيفية لأقمشة تريكو اللحمة باستخدام خيوط ميكروفيبر لملابس الأطفال

Development of aesthetic and functional properties of weft Knitting fabric using microfiber yarns for children's clothing

إعـــداد
م/محمود محمد حجازي [١]
إشراف
أ.د/ راوية علي علي عبد الباقي* د/ مروة ياسين محمود**

الملخص :
ان هذه الورقة البحثية تطمح الي تطوير وتحسين الخواص الجمالية والوظيفية لأقمشة تريكو اللحمة باستخدام خيوط الميكروفيبر، بما يتناسب مع متطلبات ملابس الأطفال من حيث الخصائص الجمالية والوظيفية، وقد تمثلت **مشكلة البحث** في التساؤلات الآتية:
١.ما مدي الاستفادة من خيوط ميكروفيبر واستخدمها فى انتاج أقمشة تريكو اللحمة التي تحقق الخواص الوظيفية والجمالية والمستخدمة في أقمشة ملابس الاطفال.
٢.ما مدي نجاح فى الوصول الى أفضل مواصفة تنفيذة لاقمشة تريكو اللحمة تستخدم كملابس للاطفال.
في حين تكمن **أهمية البحث** : في محاولة تطوير خواص أقمشة تريكو اللحمة الوظيفية والجمالية باستخدام خيوط ميكروفيبر و توظيفها لتكون ملائمة للاستخدام في ملابس

[١] باحث ماجستير تخصص الغزل والنسيج والتريكو كلية الفنون التطبيقية – جامعة بنها
* أستاذ هندسة وتكنولوجيا انتاج التريكو قسم الغزل والنسيج كلية الفنون التطبيقية – جامعة حلوان
** مدرس بقسم الغزل والنسيج والتريكو كلية الفنون التطبيقية - جامعة بنها

الأطفال ، والوصول إلى أفضل مواصفة تنفيذية تحقق ذلك، وإلقاء الضوء على بعض التطبيقات الحديثة وكيفية إنتاجها من اقمشة تريكو اللحمة المنتجة من الياف الميكروفيبر.

وتتضح **أهداف البحث** في :

١- استخدام خيوط الميكروفيبر لإنتاج أقمشة بأسلوب تريكو اللحمة تحقق خواص وظيفية وجمالية مميزة للاستخدام في ملابس الأطفال.

٢- الوقوف على العيوب الموجودة في إنتاج أقمشة تريكو اللحمة باستخدام الميكروفيبر الموجودة بالاسواق ومعالجة اوجه القصور بها وتحسينها.

٣- الحصول علي أقمشة تريكو لحمة من الميكروفيبر ذات خصائص ومزايا منافسة تسمح له بالمنافسة في الاسواق الداخلية والخارجية.

وقد كانت **فروض البحث** :

٤- استخدام خيوط ميكروفيبر يساهم في إنتاج أقمشة بأسلوب تريكو اللحمة تحقق خواص وظيفية وجمالية مميزة.

٥- تصميم وتنفيذ أقمشة تريكو اللحمة باستخدام ألياف الميكروفيبر بخامات مختلفة يساهم في تحسين الخواص الجمالية والوظيفية، مع إجراء مقارنة منهجية بين الأقمشة الناتجة من حيث الخواص الوظيفية والجمالية .

وقد اتبع البحث منهجية : المنهج التحليلي والتجريبي.

وقد تم تنفيذ عدد (٩) عينات باستخدام (٣) تراكيب بنائية مختلفة ،(٣) غزول بخامات وخلطات مختلفة . وقد أُجريت **اختبارات قياسية** على العينات المنتجة لقياس الوزن، السمك، مقاومة الانفجار، نفاذية الهواء وامتصاص الماء.

وقد أظهرت **النتائج** أن استخدام خيوط مخلوطة ٣٠% قطن مخلوط +الميكروفيبر بنسبة ٧٠% قد ساهم بشكل ملحوظ في تحسين معظم الخواص المستهدفة، خاصة في التركيب البنائي "سنجل بيكيه". توصل البحث إلى **توصيات** تتعلق بأفضل نسب الخلط والتراكيب البنائية لأقمشة ملابس الأطفال.

الكلمات المفتاحية : الميكروفيبر، تريكو اللحمة، ملابس الأطفال.

Abstract:

This research paper aims to develop and improve the aesthetic and functional properties of weft knitted fabrics using microfiber yarns, in line with the aesthetic and functional requirements of children's clothing. The research problem was represented by the following questions:

1- To what extent are microfiber yarns beneficial and used in the production of weft knitted fabrics that achieve the functional and aesthetic properties used in children's clothing fabrics؟
2- To what extent has it been successful in achieving the best implementation specifications for weft knitted fabrics used in children's clothing? The importance of the research lies in its attempt to develop the functional and aesthetic properties of weft knitted fabrics using microfiber yarns and use them to make the optimum use in children's clothing, to achieve the best specifications possible, and to highlight some modern applications and how to produce weft knitted fabrics made from “microfiber” fibers.

The research objectives: -

1- Using microfiber yarns to produce weft-knitted fabrics that achieve distinctive functional and aesthetic properties for use in children's clothing.

2- Identifying the shortcomings in the production of weft-knitted fabrics using microfibers available on the market, addressing and improving these shortcomings.
3- Obtaining weft-knitted fabrics made from microfiber with competitive properties and advantages that allow them to compete in domestic and international markets.

The research hypotheses: -

1- Using microfiber yarns contributes to the production of weft-knitted fabrics that achieve distinctive functional and aesthetic properties.

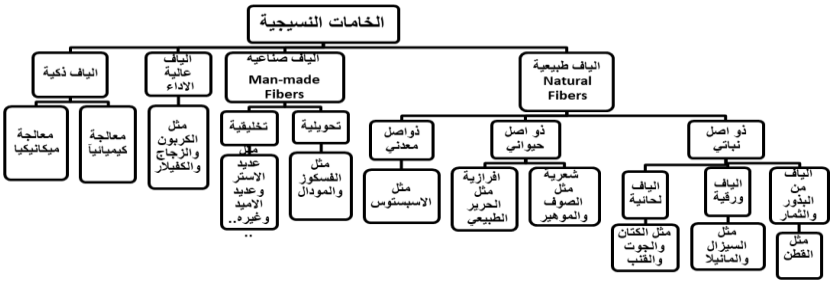
2- Designing and manufacturing weft-knitted fabrics using microfibers of various materials to improve aesthetic and functional properties, and comparing them. The research followed an analytical and experimental approach. (9) samples were produced using (3) different constructions and (3) yarns with different raw materials and blends. Standard tests were conducted on the produced samples to measure weight, thickness, bursting resistance, air permeability, and water absorption. The results showed that the use of a 30% cotton blended yarn + 70% microfiber significantly improved most of the targeted properties, especially in the "single pique" construction. The research reached recommendations regarding the best blending ratios and constructions for children's clothing fabrics.

Keywords: Microfiber, Weft Knitting, Children's Clothing.

مقدمة البحث : -

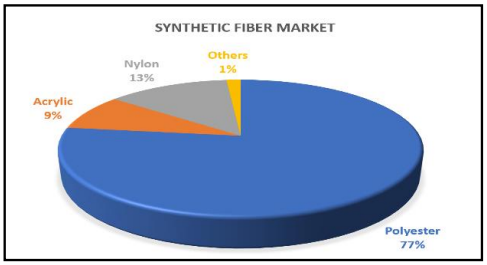
لقد حقق التقدم العلمي الصناعي العديد من الانجازات والابتكارات الحديثة في جميع ميادين القطاعات الصناعية، وكان نصيب قطاع الالياف النسيجية نصيبا وافرا فقد شغل هذا القطاع اهتمام العديد من الباحثين والعلماء والشركات العالمية المتخصصة في هذا المجال. ومازالت الابحاث والدراسات إلى اليوم دون توقف تلتمس طرقا تقنية أكثر تطورا للوصول إلى نتائج تلبي حاجات الانسان ومتطلباته وقد ساد جو المنافسة بين دول العالم المتقدمة لتحقيق سبق علمي صناعي جديد.

حيث دعت الحاجة الي التوسع في إنتاج وإستخدام الالياف الصناعية لمجابهة الحاجة المتزايدة من الطلب تبعاً لمعدلات النمو المتزايدة والتي لايلبيها حجم الانتاج من الالياف الطبيعية ،وفيما يلي تصنيف الخامات والالياف النسيجية :

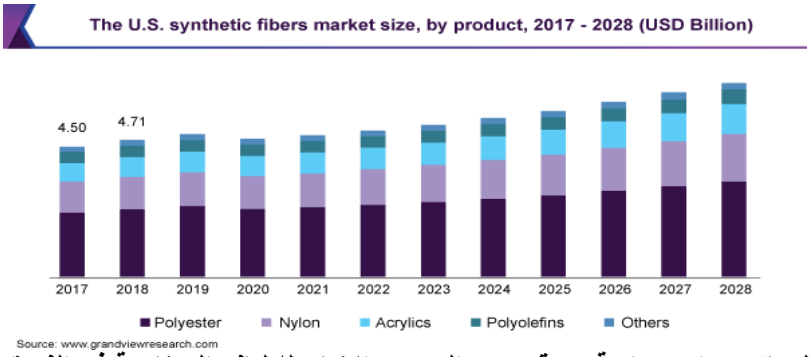


مخطط (١) يوضح تصنيف الخامات النسيجية

فيما توضح الاشكال التالية نسب الطلب والانتاج الحالية والمتوقعة للالياف الصناعية في السوق العالمي :



شكل (١) يعبر عن نسب تمثيل الالياف الصناعية بالسوق العالمي



شكل (٢) يوضح دراسة وتوقع حجم السوق والانتاج للالياف الصناعية في الفترة من ٢٠١٧-٢٠٢٨

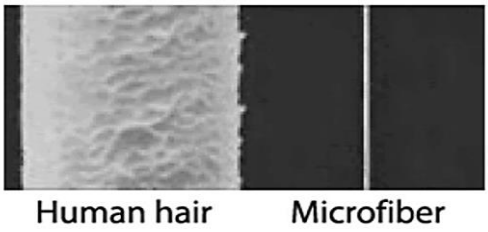
الاطار النظري :

- **الياف الميكروفيبر:**

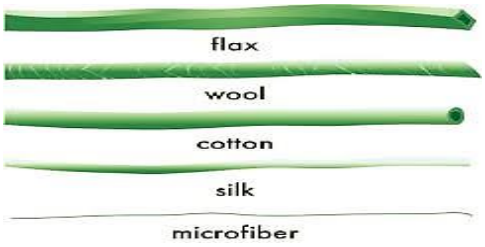
هي الياف دقيقة حيث تبلغ دقتها أقل من ١ دنير(١) كما تمتاز بإنتظامية عالية كالحرير كما تسمي بألياف الميكرودنير، أما الألياف التي سمكها أقل من ٠,٠٣ دنير تسمي Ultra-Microfiber. [١]

يعتبر الميكروفيبر أدق من الحرير الطبيعي فهو أقل منه بعشر مرات تقريباً وأقل من شعيرات القطن ٣٠ مرة وأقل من شعيرات الصوف ٤٠ مرة ، كما أن قطر الشعيرات يعادل ٢٠% من قطر شعر الإنسان. [٢]

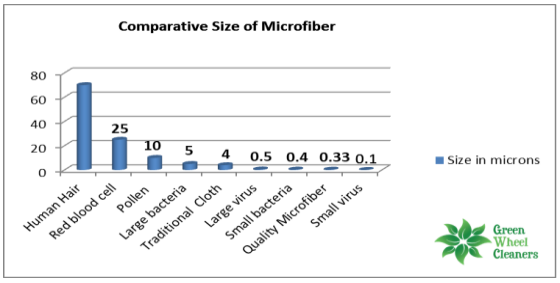
والأشكال التالية توضح مدي دقة ألياف الميكروفيبر مقارنة بالألياف الأخري سواء كانت طبيعية أو صناعية :



الشكل (٣) يوضح دقة الميكروفيبر بالمقارنة بشعر الانسان



شكل (٤) يوضح الفرق في الدقة بين الياف الكتان والصوف والقطن والحرير والميكروفايبر(٣)



شكل (٥) يوضح الفرق في الحجم بين المايكرو فايبر وشعر الانسان والميكروبات والفيروسات وخلايا الدم الحمراء.

وتتنوع وتتعدد الياف الميكروفيبر بوليستر او بولي بروبلين او بولي اميد او اكريليك، وسنركز علي الياف البوليستر الميكروفيبر ١٠٠% حيث انها موضوع ورقتنا البحثية:

وفيها تكون دقة الشعيرات تتراوح في الغالب بين ٠,٣-١ دنير، وهي الأكثر إنتشاراً واستخداماً

ومن اهم الخصائص المميزة لألياف الميكروفيبر :-

- قابلية الإمتصاص للرطوبة والصبغات .
- مقاومة التجعد والقدرة علي الحفاظ علي شكلها.
- متانة عالية نتيجة لزيادة عدد الشعيرات في المقطع العرضي.
- يمتاز برجوعية ومرونة عالية.
- سهولة العناية والتنظيف، وسهولة التجانس والخلط مع الخامات الأخري.
- جيدة التهوية والتنفس Breathable.
- تمتاز بسرعة جفافها أي تجف في ثلث الوقت اللازم للألياف العادية بسرعة تصل إلي٢٨٧% أسرع من الألياف القطنية.
- لها خواص عزل جيدة ضد الرياح والأمطار والبرودة.
- لا تكون شحنات الكهرباء الإستاتيكية ولها ثبات أبعاد عالي.
- طاردة للأوساخ والأتربة والشحوم.
- الإنتظامية والمرونة العالية ونعومة الملمس.
- إستطالة عالية.
- يتميز النسيج المصنوع من خامة الميكرو فيبر بمقاومته الجيدة للبكتريا والرائحة الكريهة، كما أن ألياف الميكرو فيبر من الألياف الصديقة للبيئة. (٤)

ومما سبق نستنتج ان استخدام الياف الميكروفيبر يساهم في تطوير الخواص الوظيفية والجمالية لأقمشة تريكو اللحمة.

- **تريكو اللحمة:**

أن صناعة أقمشة التريكو قد تطورت في العالم تطورا كبيرا خاصة في السنوات الأخيرة حتى إنها أصبحت تنافس الأقمشة المنسوجة على نطاق واسع ، وقد انتشرت أقمشة التريكو في العصر الحديث انتشارا سريعا في شتى أنحاء العالم لما تتيحه من سرعة فى الانتاج وتلبية للاغراض المختلفة وبتكاليف مقبولة مقارنة باساليب الانتاج الاخري ،و يوضح الشكل التالي ان ٥٩.٦%من إجمالي أقمشة التريكو الموجودة حالياً من نصيب أقمشة تريكو اللحمة ،ويعد تزايد إستخدام أقمشة التريكو في الاستخدامات والاغراض المختلفة من العوامل التي تدفع النمو العالمي في مجال صناعة أقمشة التريكو ، كما يوضح مستويات النمو المتزايدة حالياً وخلال الفترة القادمة بمعدلات نمو تصل الي ٤.٢%في تريكو اللحمة و ٥.٧% في تريكو اللحمة في الفترة من ٢٠١٩:٢٠٢٧ .[٥]

شكل (٦) يوضح نسب السوق لكل من تريكو اللحمة وتريكو السداء و مستويات النمو المتوقعة للفترة من ٢٠١٧:٢٠٢٧ .

وتعد أقمشة تريكو اللحمة من أكثر الأقمشة استخداماً واستهلاكاً وتوقعاً للنمو لما تمتاز به من خصائص ومميزات.

شكل (٧) يوضح ماكينة تريكو اللحمة الدائرية

- **ملابس الاطفال :**

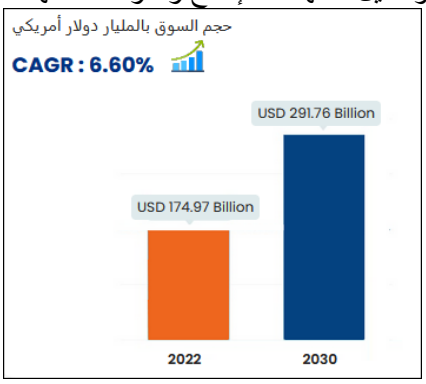
تعد مرحلة الطفولة من المراحل العمرية ذات الاهمية في حياة الفرد ففيها تنمو قدرات الطفل العقلية والادراكية والمعرفية وتعلم المعهارات والمعارف الاساسية [٦].

لذا يعد الاهتمام بتلك الفئة العمرية ذا مردود بالغ التأثير علي الفرد والمجتمع حيث عند الاهتمام بالنشء في تلك الفترة ما يشجع علي ظهور نبوغهم وتنشئتهم تنشئة صحية وعلقية تساهم في خلق مجتمع قوي [٧]

مع معدل ارتفاع مستوي الوعي والرفاهية في الوقت الحاضر، فأن الاسر تهتم بشكل كبير بملابس الأطفال المريحة من حيث التصميم والأسلوب وفقًا لاتجاهات الموضة الحديثة، ولعل ذلك أهم ما يميز أقمشة تريكو اللحمة التي تلبي تلك الاحتياجات ،حيث من المتوقع أن تزيد هذه الاتجاهات الاستهلاكية بشكل كبير علي نطاق سوق العديد من متغيرات ملابس الأطفال في السنوات القادمة.ونظرا لما سبق فان هذا يزيد من مستوى

إنفاق الاسر على منتجات الأطفال مثل الملابس. وبالتالي، من المرجح أن يعزز ارتفاع مشاركة النساء في القوى العاملة نمو السوق.

تحلل شركة Data Bridge Market Research أن سوق ملابس الأطفال قُدرت بـ 174.97مليار دولار أمريكي في عام ٢٠٢٢ ومن المتوقع أن تصل إلى ٢٩١.٧٦ مليار دولار أمريكي بحلول عام ٢٠٣٠، مسجلة معدل نمو سنوي مركب بنسبة ٦.٦٠٪ خلال الفترة المتوقعة من ٢٠٢٣ إلى ٢٠٣٠.وفيما يلي يوضح الشكلين (٨، ٩)حجم سوق ملابس الاطفال /مليار دولار امريكي في الفترة ما بين (٢٠٢٢-٢٠٣٠) بالإضافة إلى رؤى السوق مثل القيمة السوقية ومعدل النمو وشرائح السوق والتغطية الجغرافية وسيناريو السوق، يتضمن تقرير السوق الذي أعده فريق Data Bridge Market Research تحليلًا متعمقًا من الخبراء وتحليل الاستيراد / التصدير وتحليل التسعير وتحليل استهلاك الإنتاج وسلوك المستهلك[٨].



شكل (٨)

شكل (٩)

يوضحان معدل النمو والتغطية الجغرافية والقيمة السوقية لتوقعات حجم سوق ملابس الاطفال بالمليار دولار امريكي

٣- التجارب العملية :

لذلك تم تنفيذ التجارب على نفس الماكينة مع تثبيت مواصفة التشغيل المستخدمة على الماكينة لجميع التجارب من حيث كثافة الابر ، نوع الابر و ضبطات الماكينة.

المتغيرات الاساسية :

١. التراكيب البنائية (٣ تراكيب بنائية) .

٢. نسبة الخلط في الخيوط المستخدمة .

٣-١- مواصفة الماكينة المستخدمة :

جدول (١) يوضح مواصفة الماكينة المستخدمة

نوع الماكينة	ماكينة تريكو اللحمة الدائرية سنجل جرسية
الشركة المصنعة	Terrot
بلد الصنع	Germany
جيج الماكينة	24
سنة الصنع	1985م
قطر الماكينة	20 بوصة
عدد إبر الماكينة	1510 ابرة
عدد إبلاتين الماكينة	1510 ابلاتين
عدد مغذيات الماكينة	64

٣-٢- مواصفة الخامات المستخدمة :

تم استخدام نوعين من الخيوط

*(30/1)E قطن مخلوط (٥٥% قطن٤٥%بوليستر)

*(150/1) دنير بوليستر ميكروفيبر

بنسب خلط :

* ١٠٠% قطن مخلوط (30/1 انجليزي ٥٥% قطن :٤٥% بوليستر)

* ٣٠ % قطن مخلوط (30/1 انجليزي ٥٥% قطن :٤٥% بوليستر): ٧٠%ميكروفيبر(150/1 دنير بوليستر ميكروفيبر)

* ١٠٠%بوليستر ميكروفيبر (150/1 دنير بوليستر ميكروفيبر)

كما يتضح بالجدول التالي :

جدول (٢) يوضح الغزول والخامات ونسب الخلط

م	نمرة الغزل	خامة الغزل
١	E ١/٣٠	قطن مخلوط (٥٥% قطن+٤٥%بوليستر)
٢	D ١/١٥٠	١٠٠%بوليستر ميكروفيبر
٣	١/٣٠ E(٣٠%)+١/١٥٠ D(٧٠%)	٣٠%قطن مخلوط(٥٥% قطن+٤٥%بوليستر) +٧٠% بوليستر ميكرو فيبر

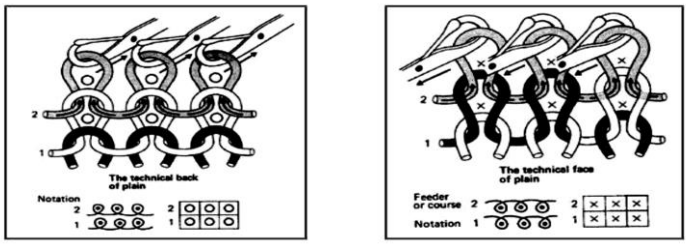
٣-٣- مواصفات العينات المنتجة محل الدراسة :

تم إنتاج ٩عينات من اقمشة على ماكينة تريكو اللحمة الدائرية باستخدام ٣ نسب للخلط في الخيوط المستخدمة و ٣ تراكيب بنائية مختلفة ، بحيث يتم انتاج ٣ عينات من كل تركيب البنائي ، تم تنفيذ العينات بالوان مختلفة (لون فوشيا ولون لبني ولون تركواز).

٣-٤- التراكيب البنائية المستخدمة :

وقد تم استخدام ثلاثة تراكيب بنائية كما يلي:

١. تركيب الجرسيه.



Back الظهر Face الوجه

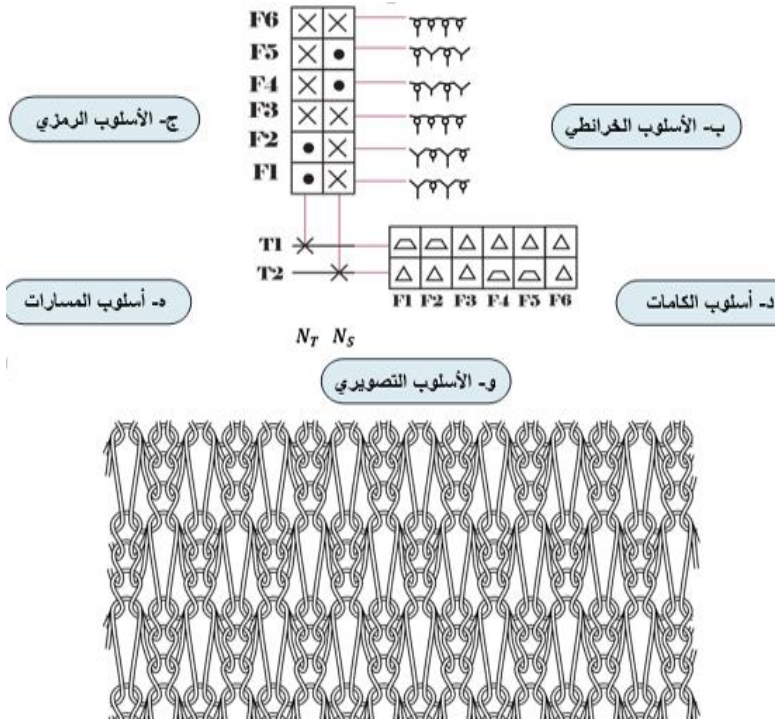
شكل (١٠) يوضح التركيب البنائي للجرسيه

٣- تركيب التعليق العكسي المزدوج او بيكيه ٦ مغذي (الدابل بيكيه) :

وهو تركيب مشتق من الجرسيه

وتكراره كالتالي :R=(C6 ×W2)

- يتكون هذا التركيب من تكرار من ٦ صفوف ،وعمودين ،واختلافين ،وفيما يلي الاساليب التنفيذية له:



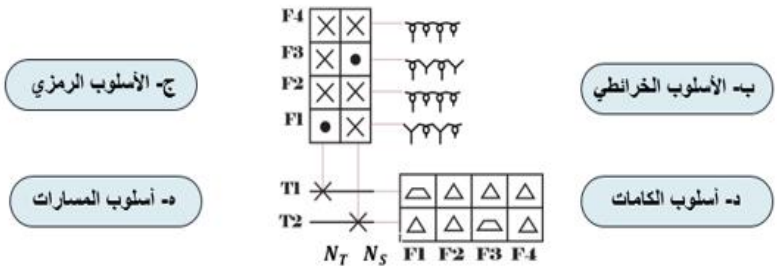
شكل (١١) يوضح تركيب الدابل بيكيه

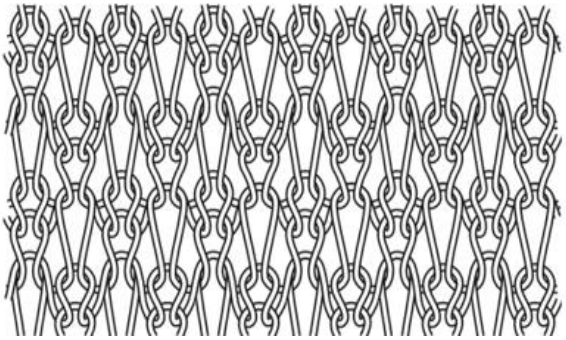
٣-تركيب لابيكيه (السنجل بيكيه)

وهو تركيب مشتق من الجرسيه

$C=(R_4W \times 2$) وتكراره كالتالي:

- يتكون هذا التركيب من تكرار من اربعة صفوف ،وعمودين ،واختلافين ،وفيما يلي الاساليب التنفيذية له :





شكل (١٢) يوضح تركيب السنجل بيكيه

٤- الاختبارات المعملية :

أجريت الاختبارات المعملية للأقمشة المنتجة محل البحث في المعهد القومي للقياس و المعايرة بالهرم – محافظة الجيزة ، و ذلك لقياس بعض الخواص الوظيفية للوصول الي أفضل مواصفة للإنتاج .

و قد تم اجراء الاختبارات الاتية :

١- اختبار قياس وزن المتر المربع: (Weight Per Meter Square) طبقا للمواصفة القياسية الامريكية:

ASTMD3776 / D3776M- 09A (2017) – Standard Test Method for Mass per Unit Area (Weight) of Fabric [٢٨].

٢- اختبار السمك (Thickness Test) : تم اجراء هذا الاختبار طبقا للمواصفة القياسية الامريكية :

ASTM D1777- 96 (2015) – Standard Test Method for Thickness of Textile Material [٢٧].

٣- اختبار مقاومة الانفجار (Bursting Strength of Textiles) : طبقا للمواصفة القياسية الامريكية:

ASTM D3787 / D6797 (2012) – Standard Test Method for Bursting Strength of Fabrics Constant Rate of Extension (CRE) Ball Burst Test [٢٩].

٤- اختبار نفاذية الهواء (Air Permeability) : تم اجراء هذا الاختبار طبقا للمواصفة القياسية الامريكية :

ASTM D737 – 96 (2012) Standard Test Method for Air Permeability of textile Fabrics [٣٠].

٥- اختبار امتصاص الماء (Water Absorption) : طبقا للمواصفة القياسية الامريكية

AATCC Test Method 79 – Absorbency of Textiles – Water flow Test[٣١].

٤- النتائج و المناقشة :

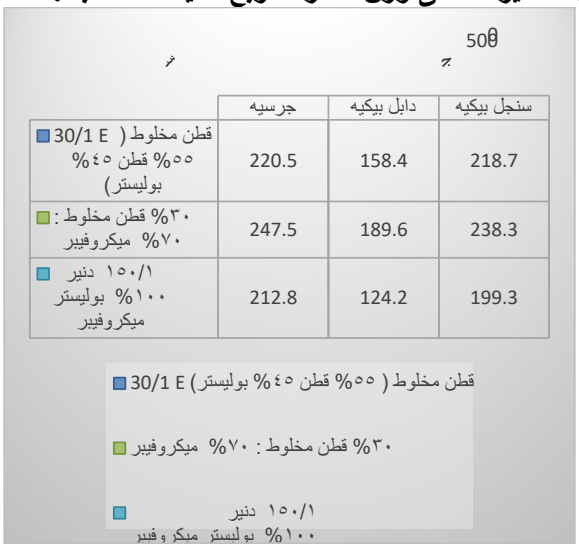
جدول (٣) متوسط نتائج اختبارات الاقمشة المنتجة

رقم العينة	المتغيرات		الاختبارات				
	نمرة ونوع الخيوط	التركيب البنائى	وزن المتر المربع (جم /م٢)	السمك (مم)	مقاومة الانفجار (kgf)	نفاذية الهواء (سم٣/سم٢/ث)	امتصاص الماء (نسبة منوية %)
١	١/٣٠ E قطن مخلوط (٥٥% قطن ٤٥% بوليستر)	جرسية	٢٢٠.٥	٠.٤١	٤٨٥.٩	٢٨٣.٦	٢١٣
٢	٣٠ % قطن مخلوط (30/1 انجليزي ٥٥% قطن :٤٥% بوليستر): ٧٠%ميكروفيبر(150/1 دنير بوليستر ميكروفيبر)		٢٤٧.٥	٠.٤٧	٥٠١.٨	٣٠٥.٧	٢١٨
٣	١/١٥٠ دنير ١٠٠% بوليستر ميكروفيبر		٢١٢.٨	٠.٣٧	٤٤٩.٣	٢٦٣.٢	١٩٩
٤	١/٣٠ E قطن مخلوط (٥٥%	التعليق العكسي	١٥٨.٤	0.54	٦٢٠.٥	٣٣٩.٨	٢٢١

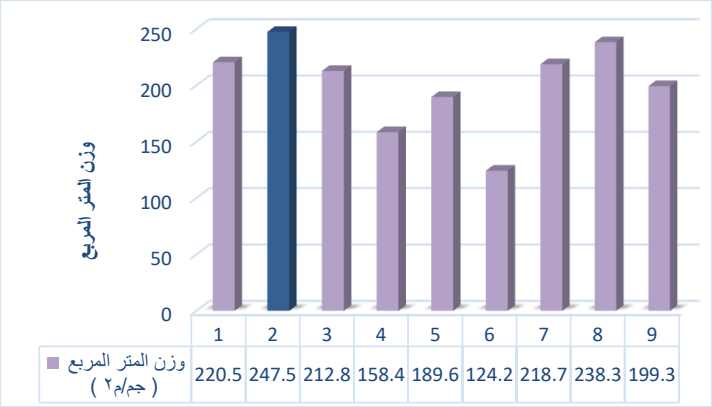
	قطن ٤٥% بوليستر)	المزدوج او بيكيه ٦ مغذي (الدابل بيكيه)					
٥	٣٠ % قطن مخلوط (30/1 انجليزي ٥٥% قطن :٤٥% بوليستر): ٧٠%ميكروفيبر(150/1 دنير بوليستر ميكروفيبر)		١٨٩.٦	٠.٥٩	٦٤٥.٧	٣٦٤.٩	٢٢٥
٦	١/١٥٠ دنير ١٠٠% بوليستر ميكروفيبر		١٢٤.٢	0.46	٥٥٣.٢	٣١٧.٥	٢١٦
٧	١/٣٠ E قطن مخلوط (٥٥% قطن ٤٥% بوليستر)	لابيكيه (السنجل بيكيه)	٢١٨.٧	٠.٥٠	٦٢٥.٢	٣٤٥.٦	٢٢٣
٨	٣٠ % قطن مخلوط (30/1 انجليزي ٥٥% قطن :٤٥% بوليستر): ٧٠%ميكروفيبر(150/1 دنير بوليستر ميكروفيبر)		٢٣٨.٣	٠.٥٢	٦٧٢.٤	٣٧٢.٥	٢٢٨
٩	١/١٥٠ دنير ١٠٠% بوليستر ميكروفيبر		١٩٩.٣	٠.٤٨	٥٧٤.٦	٣٢٦.١	٢٢٠

٥-١- دراسة المتغيرات على خواص الاقمشة المنتجة :

١- دراسة تأثير المتغيرات على وزن المتر المربع للعينات المنتجة:



شكل (١٣) متوسط نتائج اختبار وزن المتر المربع لكل تركيب بنائي



شكل (١٤) متوسط نتائج قياس وزن المتر المربع للعينات المنتجة

يتضح من شكل (١٣) ، (١٤) ما يلى :

- سجلت العينة رقم (٢) اعلى وزن متر مربع بقيمة (٢٤٧.٥ جم/م^{٢}) ، و المنفذة بتركيب بنائي جرسيه ، بنسبة خلط **٣٠ % قطن مخلوط (30/1 انجليزي ٥٥% قطن :٤٥% بوليستر): ٧٠%ميكروفيبر(150/1 دنير بوليستر ميكروفيبر)**

- التركيب البنائي له أثرعلي اختلاف متوسط الوزن، فنجد أن التركيب البنائي جرسيه أعطي أعلي متوسط وزن، التركيب البنائي **التعليق العكسي المزدوج او بيكيه ٦ مغذي (الدابل بيكيه)** أعطي أقل متوسط وزن.

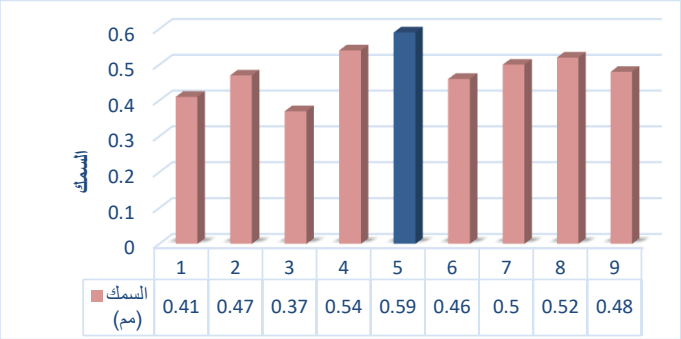
- اختلاف نسبة الخلط أثر علي متوسط الوزن للأقمشة، نجد أن نسبة خلط **٣٠ % قطن مخلوط (30/1 انجليزي ٥٥% قطن :٤٥% بوليستر): ٧٠%ميكروفيبر(150/1 دنير**

بوليستر ميكروفيبر)أعطت أعلي متوسط للوزن ، بينما اعطت نسبة خلط **١/١٥٠ دنير ١٠٠% بوليستر ميكروفيبر اقل متوسط للوزن.**

٢- دراسة تأثير المتغيرات على سمك العينات المنتجة :

	جرسيه	دابل بيكيه	سنجل بيكيه
30/1 E (قطن مخلوط ٥٥% قطن ٤٥% بوليستر)	0.41	0.54	0.5
٣٠% قطن مخلوط : ٧٠% ميكروفيبر	0.47	0.59	0.52
١٥٠/١ دنير ١٠٠% بوليستر ميكروفيبر	0.37	0.46	0.48

شكل (١٥) متوسط نتائج اختبار قياس السمك لكل تركيب بنائي



شكل (١٦) متوسط نتائج اختبار قياس السمك للعينات المنتجة

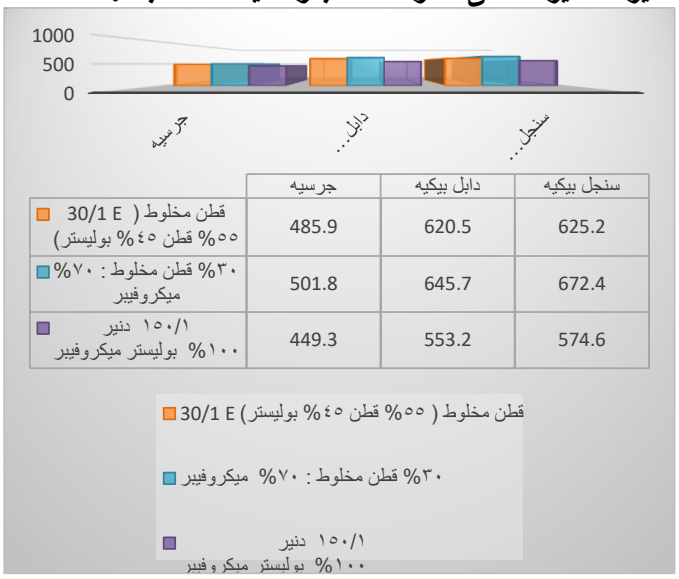
يتضح من و شكل (١٥) ، (١٦) ما يلى :

سجلت العينة رقم (٥) اعلى سمك بقيمة (٠.٥٩مم) ، و المنفذة بتركيب بنائي **التعليق العكسي المزدوج او بيكيه ٦ مغذي (الدابل بيكيه)** ، بنسبة خلط **٣٠ % قطن مخلوط (30/1 انجليزي ٥٥% قطن :٤٥% بوليستر): ٧٠%ميكروفيبر(150/1 دنير بوليستر ميكروفيبر)**

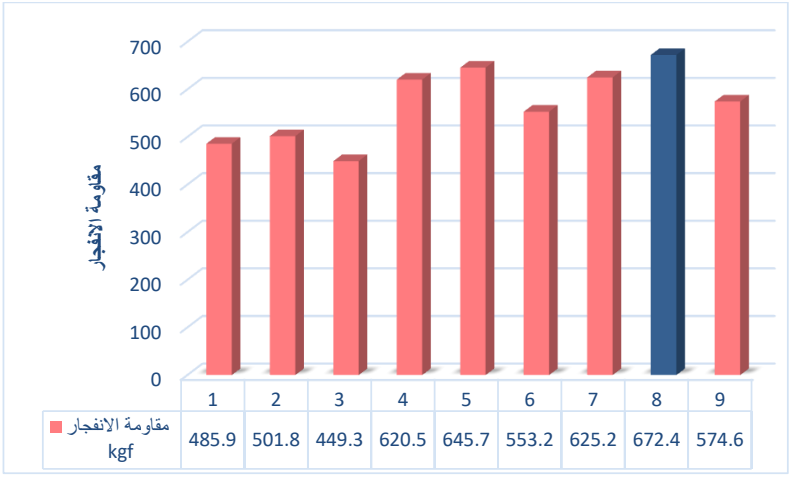
- التركيب البنائي له أثرعلي اختلاف السمك، فنجد أن التركيب البنائي **التعليق العكسي المزدوج او بيكيه ٦ مغذي (الدابل بيكيه)** أعطي أعلي متوسط للسمك، بينما التركيب البنائي جرسيه أعطي أقل متوسط للسمك.

- اختلاف نسبة الخلط أثر علي السمك للأقمشة، نجد أن نسبة خلط **٣٠ % قطن مخلوط (30/1 انجليزي ٥٥% قطن :٤٥% بوليستر): ٧٠% ميكروفيبر(150/1 دنير بوليستر ميكروفيبر)**أعطت أعلي متوسط للسمك ،بينما اعطت نسبة خلط **١/١٥٠ دنير ١٠٠% بوليستر ميكروفيبر اقل متوسط للسمك.**

٣- دراسة تأثير المتغيرات على مقاومة الانفجار للعينات المنتجة :



شكل (١٧) متوسط نتائج اختبار مقاومة الانفجار لكل تركيب بنائي



شكل (١٨) متوسط نتائج اختبار مقاومة الانفجار للعينات المنتجة

يتضح من شكل (١٧) ، (١٨) ما يلى :

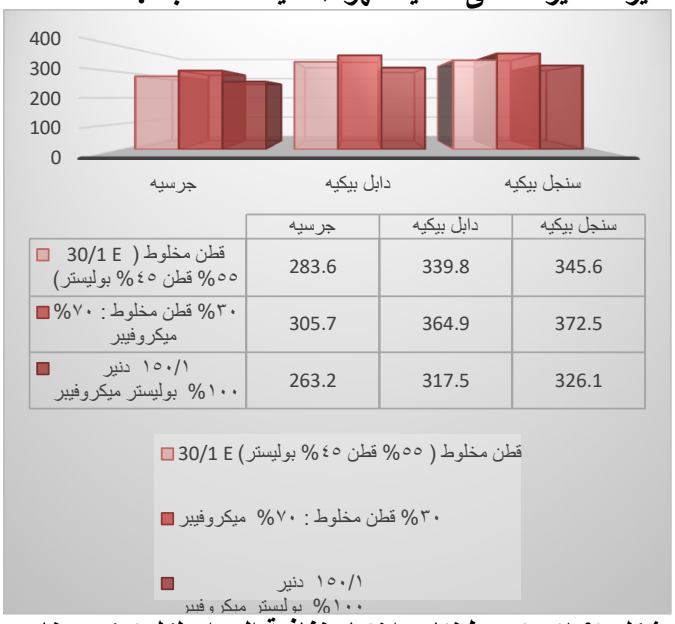
سجلت العينة رقم (٨) اعلى معدل لمقاومة الانفجار بقيمة (٦٧٢.٤ kgf) ، و المنفذة بتركيب بنائي **لابيكيه (السنجل بيكيه)**، بنسبة خلط **٣٠ % قطن مخلوط (30/1 انجليزي ٥٥% قطن :٤٥% بوليستر)**: **٧٠%ميكروفيبر(150/1 دنير بوليستر ميكروفيبر)**

- اختلاف التركيب البنائي أثر علي مقدار مقاومة الإنفجار للأقمشة، نجد أن التركيب البنائي **لابيكيه (السنجل بيكيه)**أعطي أعلي نسبة لمقاومة الإنفجار، بينما التركيب البنائي الجيرسيه أعطي أقل نسبة لمقاومة الإنفجار .

- اختلاف نسبة الخلط أثر علي مقدار مقاومة النفجار، نجد أن نسبة خلط **٣٠ % قطن مخلوط (30/1 انجليزي ٥٥% قطن :٤٥% بوليستر): ٧٠%ميكروفيبر(150/1 دنير بوليستر ميكروفيبر)**

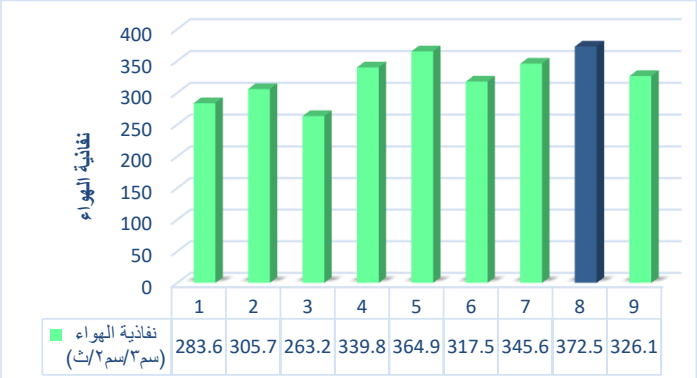
أعطت أعلي مقدار مقاومة للانفجار ، بينما اعطت نسبة خلط **١/١٥٠ دنير١٠٠% بوليستر ميكروفيبر اقل نسبة لمقاومة الانفجار.**

٤ـ دراسة تأثير المتغيرات على نفاذية الهواء للعينات المنتجة :



	جرسيه	دابل بيكيه	سنجل بيكيه
قطن مخلوط (30/1 E ٥٥% قطن ٤٥% بوليستر)	283.6	339.8	345.6
٣٠% قطن مخلوط : ٧٠% ميكروفيبر	305.7	364.9	372.5
١٥٠/١ دنير ١٠٠% بوليستر ميكروفيبر	263.2	317.5	326.1

شكل (١٩) متوسط نتائج اختبار نفاذية الهواء لكل تركيب بنائي



شكل (٢٠) متوسط نتائج اختبار نفاذية الهواء للعينات المنتجة

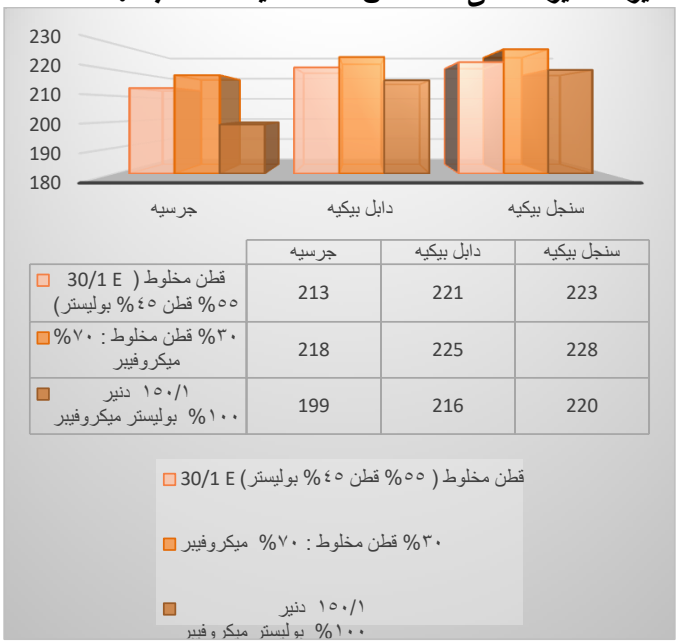
يتضح من و شكل (١٩) ، (٢٠) ما يلى :

سجلت العينة رقم (٨) اعلى معدل لنفاذية الهواء بقيمة (٣٧٢.٥ سم^{٣}/سم^{٢}/ث) ، و المنفذة بتركيب بنائي **لابيكيه (السنجل بيكيه)**، بنسبة خلط **٣٠ % قطن مخلوط (30/1 انجليزي ٥٥% قطن :٤٥% بوليستر): ٧٠%ميكروفيبر(150/1 دنير بوليستر ميكروفيبر)**

-اختلاف التركيب البنائي أثر علي مقدار نفاذية الهواء للأقمشة، نجد أن التركيب البنائي **لابيكيه (السنجل بيكيه)**أعطي أعلي نسبة لنفاذية الهواء، بينما التركيب البنائي الجيرسيه أعطي أقل نسبة لنفاذية الهواء.

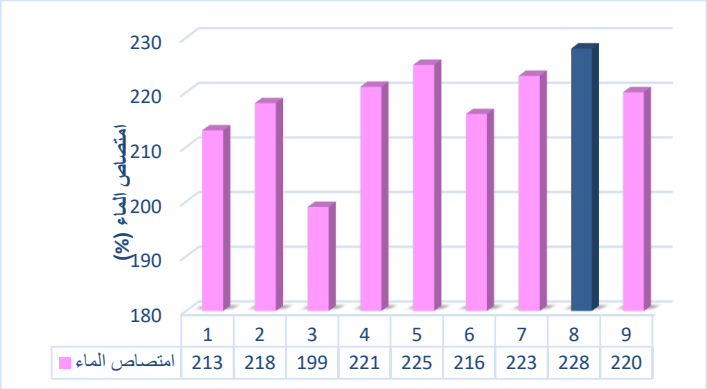
-اختلاف نسبة الخلط أثر علي معدل نفاذية الهواء، نجد أن نسبة خلط **٣٠ % قطن مخلوط (30/1 انجليزي ٥٥% قطن :٤٥% بوليستر): ٧٠%ميكروفيبر(150/1 دنير بوليستر ميكروفيبر)** أعطت أعلي نسبة لنفاذية الهواء ، بينما اعطت نسبة خلط **١/١٥٠ دنير١٠٠% بوليستر ميكروفيبر اقل نسبة لنفاذية الهواء.**

٥- دراسة تأثير المتغيرات على امتصاص الماء للعينات المنتجة :



	جرسيه	دابل بيكيه	سنجل بيكيه
قطن مخلوط (30/1 E ٥٥% قطن ٤٥% بوليستر)	213	221	223
٣٠% قطن مخلوط : ٧٠% ميكروفيبر	218	225	228
١٥٠/١ دنير ١٠٠% بوليستر ميكروفيبر	199	216	220

شكل (٢١) متوسط نسب امتصاص الماء لكل تركيب بنائي



شكل (٢٢) متوسط نسب امتصاص الماء للعينات المنتجة

يتضح من شكل (٢١) ، (٢٢) ما يلى :

اعلى نسبة امتصاص للماء في العينة رقم (8) و سجلت (228%) ، بتركيب بنائي **لابيكيه (السنجل بيكيه)**، بنسبة خلط **٣٠ % قطن مخلوط (30/1 انجليزي ٥٥% قطن :٤٥% بوليستر): ٧٠%ميكروفيبر(150/1 دنير بوليستر ميكروفيبر)**

-اختلاف التركيب البنائي أثر علي مقدار امتصاص الماء للأقمشة، نجد أن التركيب البنائي **لابيكيه (السنجل بيكيه)** أعطي أعلي نسبة لامتصاص الماء، بينما التركيب البنائي الجيرسيه أعطي أقل نسبة لامتصاص الماء.

-اختلاف نسبة الخلط أثر علي معدل امتصاص الماء، نجد أن نسبة خلط **٣٠ % قطن مخلوط (30/1 انجليزي ٥٥% قطن :٤٥% بوليستر): ٧٠%ميكروفيبر(150/1 دنير بوليستر ميكروفيبر)**

أعطت أعلي نسبة لامتصاص الماء، بينما اعطت نسبة خلط **١/١٥٠ دنير ١٠٠% بوليستر ميكروفيبر اقل نسبة لامتصاص الماء.**

٥-٢ تحديد افضل العينات تناسب الاستخدام النهائي و ذلك باستخدام تحليل الرادار Chart Radar لنتائج الاختبارات على الخواص الوظيفية المختلفة للعينات المنتجة :

لاختيار افضل عينة – تم عمل تقييم كلى لنتائج الاختبارات حيث تم استخدام اشكال الرادار ليعبر عن تقييم معامل الجودة الكلى للعينات المنتجة .

لهذا التقييم تم تحويل متوسط القراءات الى قيم بدون وحدات من (صفر : ١٠٠) ثم تم حساب المساحة الكلية من القانون الاتي :

$$= \frac{1}{2}\left(\frac{sin360}{5}\right) \times ((AB) + (BC) + (CD) + (DE) + (EA))$$

حيث ان :

A = وزن المتر المربع للقماش.

B = سمك القماش.

C = مقاومة الانفجار.

D = نفاذية الهواء.

E = نسبة امتصاص الماء.

و قد تم تنفيذ الاتي :

١. عمل Radar chart لكل عينة على حدا لتحديد افضل خاصية .

٢. عمل Radar chart للعينات مقسمة طبقا لنوع التركيب البنائي المستخدم ، حيث يتم احتساب افضل العينات من خلال :

- العينات من (١ الى ٣) تركيب جرسيه .

- العينات من (٤ الى ٦) **تركيب التعليق العكسي المزدوج او بيكيه ٦ مغذي (الدابل بيكيه)**.
- العينات من (٧ الى ٩) تركيب **لابيكيه (السنجل بيكيه)**.

٣. عمل Radar chart لأفضل للعينات الناتجة .

٤-٣- تقييم العينات المنتجة :

جدول (٤) النسبة المئوية لنتائج الجودة لتقييم نتائج الاختبارات تبعا للمساحة الكلية على العينات المنتجة .

رقم العينة	المتغيرات		تقييم الخواص					المساحة الكلية	الترتيب
	نمرة الخيوط	التركيب البنائي	وزن المتر المربع (جم /م٢)	السمك (مم)	مقاومة الانفجار (kgf)	نفاذية الهواء (سم٣/سم٢/ث)	امتصاص الماء (نسبة مئوية %)		
١	١/٣٠ E قطن مخلوط (٥٥% قطن ٤٥% بوليستر)	جرسية	٨٩	٦٩	٧٢	٧٦	٩٣	4080.21	٧
٢	٣٠ % قطن مخلوط (30/1 انجليزي ٥٥% قطن :٤٥% بوليستر): ٧٠%ميكروفيبر(150/1 دنير بوليستر ميكروفيبر)		١٠٠	٨٠	٧٥	٨٢	٩٦	4752.05	٥
٣	١/١٥٠ دنير ١٠٠% بوليستر مايكروفايبر		٨٦	٦٣	٦٧	٧١	٨٧	3550.38	٩

٤	E ١/٣٠ قطن مخلوط (٥٥% قطن ٤٥% بوليستر)	التعليق العكسي المزدوج او بيكيه ٦ مغذي (الدابل بيكيه)	٦٤	٩٢	٩٢	٩١	٩٧	4793.12	٤
٥	٣٠ % قطن مخلوط (30/1 انجليزي ٥٥% قطن :٤٥% بوليستر): ٧٠%ميكروفيبر(150/1 دنير بوليستر ميكروفيبر)		٧٧	١٠٠	٩٦	٩٨	٩٩	5571.09	٢
٦	١/١٥٠ دنير ١٠٠% بوليستر ميكروفيبر		٥٠	٧٨	٨٢	٨٥	٩٥	3828.72	٨
٧	E ١/٣٠ قطن مخلوط (٥٥% قطن ٤٥% بوليستر)	لابيكيه (السنجل بيكيه)	٨٨	٨٥	٩٣	٩٣	٩٨	5293.70	٣
٨	٣٠ % قطن مخلوط (30/1 انجليزي ٥٥% قطن :٤٥% بوليستر): ٧٠%ميكروفيبر(150/1 دنير بوليستر ميكروفيبر)		٩٦	٨٨	١٠٠	١٠٠	١٠٠	5955.68	١
٩	١/١٥٠ دنير ١٠٠% بوليستر ميكروفيبر		٨١	٨١	٨٥	٨٨	٩٦	4721.33	٦

٥-٤ تقييم افضل عينة لكل تركيب بنائي تبعا للمساحة الكلية لجميع الاختبارات :

شكل (23) الشكل الرادارى لنتائج اختبارات العينات رقم (٨،٥،٢)

من الشكل (23) نجد ان العينة رقم (٨) حققت أفضل القيم مقارنة بباقي العينات ، يوضح الشكل الرادارى للعينات ان افضل عينة هي العينة رقم (٨) التي حققت اكبر مساحة رادارية مقارنة بباقي العينات ، و المنفذة بتركيب بنائي **لابيكيه (السنجل بيكيه)**، بنسبة خلط **٣٠ % قطن مخلوط (30/1 انجليزي ٥٥% قطن :٤٥% بوليستر): ٧٠%ميكروفيبر(150/1 دنير بوليستر ميكروفيبر)**

جدول (5) يوضح مواصفات افضل عينة لكل تركيب بنائي تبعا للمساحة الكلية لجميع الاختبارات وملابس الاطفال التى تم انتاجها من العينات.

رقم العينة	نسبة الخلط بالخيط	التركيب البنائي	المساحة الكلية	الترتيب	ملابس الاطفال التي تم انتاجها
٢	**٣٠ % قطن مخلوط (30/1 انجليزي ٥٥% قطن :٤٥% بوليستر): ٧٠%ميكروفيبر(150/1 دنير بوليستر ميكروفيبر)**	**جرسية**	**4752.05**	٣	
٥	**٣٠ % قطن مخلوط (30/1 انجليزي ٥٥% قطن :٤٥% بوليستر): ٧٠%ميكروفيبر(150/1 دنير بوليستر ميكروفيبر)**	**التعليق العكسي المزدوج او بيكيه ٦ مغذي (الدابل بيكيه)**	**5571.09**	٢	

٨	٣٠ % قطن مخلوط (30/1 انجليزي ٥٥% قطن :٤٥% بوليستر): ٧٠%ميكروفيبر(150/1 دنير بوليستر ميكروفيبر)	لابيكيه (السنجل بيكيه)	5955.68	١	

٦- نتائج الاختبارات :

١- تم انتاج ملابس اطفال بأسلوب تريكو اللحمة الدائري وبتراكيب بنائية مختلفة باستخدام بوليستر ميكروفيبر ١/١٥٠ دنيير الى خامة القطن المخلوط(١/٣٠ انجليزي ٥٥%قطن:٤٥%بوليستر) من خلال الاختبارات التي تمت الاقمشة محل البحث تم التوصل الى افضل مواصفة لملابس الاطفال المنتجة بخواص وظيفية و جمالية و جودة عالية .

الياف الميكروفيبر من أنسب الخامات التي يمكن استخدامها لإنتاج ملابس الاطفال لما تمتاز به من صفات و مميزات خاصة مثل النعومة عالية ولمعانا منتظما ورخاوة وليونة على سطحها وتجعلها ذات تهوية جيدة بالاضافة إلى وجود معامل تغطية كبير يجعلها ذات قابلية امتصاص ممتازة .

٢- أظهرت النتائج ان التراكيب البنائية المستخدمة و نسبة خلط الخيوط يؤثرون على الخواص الوظيفية (سمك القماش (مم)- وزن المتر المربع (جم) – نفاذية الهواء (سم٣/سم٢.ث) – نسبة امتصاص السوائل – مقاومة الانفجار (kgf)) و غيرها من الخواص للعينات المنتجة.

- تأثير اختلاف التراكيب البنائية على العينات المنتجة

• تأثير اختلاف نسب خلط خامة الخيوط المستخدمة بين الياف بوليستر ميكروفيبر ١/١٥٠ دنيير الى خامة القطن المخلوط(١/٣٠ انجليزي ٥٥%قطن:٤٥%بوليستر) على خواص الاقمشة المنتجة : حيث كلما زادت نسبة الياف الميكروفيبر أعطت افضل نتائج من حيث نسبة امتصاص الماء و معدل نفاذية الهواء و مقاومة انفجار ووزن المتر المربع والسمك.

٣- استخدام الياف الميكروفيبر يحسن من أداء الاقمشة المنتجة و يزيد من كفاءتها الوظيفية و الجمالية .

مناقشة النتائج في ضوء الدراسات السابقة:

عند مقارنة نتائج البحث الحالي بالدراسات السابقة، يتضح أن استخدام خيوط الميكروفيبر قد ساهم بشكل فعال في تحسين الخواص الوظيفية للأقمشة، مثل امتصاص الماء، ونفاذية الهواء، ومقاومة الانفجار، وهي نتائج تتماشى مع ما أشار إليه Ramakrishnan (2009)في دراسته حول خصائص الأقمشة المنتجة من ألياف الفسكوز ميكروفيبر، حيث لاحظ زيادة في الأداء الوظيفي للأقمشة نتيجة دقة الألياف وتوزيعها المنتظم.

كما أكدت (نهال فتح الباب ٢٠٢٥) في دراستها على تأثير استخدام ألياف الميكروفيبر في تحسين الأداء الوظيفي لسجاد الصلاة، وهو ما يتطابق مع نتائج هذا البحث من حيث تحسين مقاومة الانفجار وزيادة السمك دون التأثير السلبي على نعومة الملمس.

من جهة أخرى، أظهرت دراسة (علا علي جميل ٢٠١٧)على أقمشة المناشف أن الميكروفيبر يحقق قدرة امتصاص عالية نتيجة زيادة مساحة السطح النوعي، وهو ما تم تأكيده في نتائج البحث الحالي خاصة في العينات ذات النسبة المرتفعة من الميكروفيبر، مثل العينة رقم (٨).

وعليه، تؤكد نتائج البحث الحالي ما توصلت إليه الدراسات السابقة، مما يدعم الفرضية التي تفيد بأن استخدام خيوط الميكروفيبر يسهم بفعالية في تحسين الخواص الجمالية والوظيفية لأقمشة تريكو اللحمة المستخدمة في ملابس الأطفال.

توصيات البحث:-

١- الأهتمام بصناعة الأقمشة المنتجة من تريكو اللحمة باستخدام خيوط الميكروفايبر واستخدامها فملابس الاطفال والملابس المختلفة.

٢- التوسع في دراسة تأثير اختلاف التراكيب البنائية علي الخواص الجمالية والوظيفية للأقمشة.

٣- التوسع في دراسة تأثير اختلاف الخامات علي الخواص الوظيفية للأقمشة.

٤- الربط بين الدراسات الأكاديمية والإمكانيات التطبيقية في السوق الخارجية ليفي بإحتياجات المستهلك وتطوير السوق المحلي.

٥-محاولة دراسة المميزات والمواصفات المرجوة من المستهلك ومحاولة توظيف الخامات والتراكيب البنائية لتحقيقها.

المراجع : -

-G. Ramakrishnan, "An Investigation into the Properties of Knitted Fabrics Made from Viscoce Microfibers", Journal of Textile and Apparel, Technology and Management, vol 7, Issue 9, 2009, Page 1-5.

-F.A. Taher, "Industrial Impact via Nano Dyeing Technology of Polyester and Nylon-6 Micro-fabrics: Comparative Investigations of Kinetic and Thermodynamic Parameters", Australian Journal of Basic and Applied Sciences, vol 6, Issue 10, 2012, Page 596-607 .

-Microfibers from your Jacket are a menace, website: www.wastelessfuture.com.

- نهال احمد فتح الباب (تحسين خواص الآداء الوظيفي لسجاد الصلاه غير الوبري بإستخدام ألياف الميكروفيبر) رسالة ماجستير- كلية الفنون التطبيقية –جامعة بنها - ٢٠٢٥.

-Knitted Fabric Market Size, Share & Trends Analysis Report By Product (Weft-knit, Warp-knit), By Application (Technical, House-hold), By Region, And Segment Forecasts, 2019 – 2025

- شيماء صابر ابو النصر عباس، منصورة سليمان سيد، اشرف مصطفي احمد شلبي (آثر إستخدام تقنية الابليك علي المعطف الابيض للاطباء وعلاقته بالاتصال غير اللفظي عند الاطفال سن (٦-٩)- مجلة كلية التربية النوعية للدراسات التربوية والنوعية جامعة بنها (مجلد ٩عدد ٣٠- نوفمبر ٢٠٢٤).

- محمد ابراهيم عبد الحميد،غادة شاكر عبد الفتاح، هاني شفيق رمزي، وفاء صبحي عفيفي السيد (فاعلية التعليم الالكتروني (غير المتزامن) في إكساب مهارات إعادة تدوير الملابس المستعملة لدي الاطفال الموهوبين)، مجلة كلية التربية النوعية للدراسات التربوية والنوعية جامعة بنها (عدد ٢١- اغسطس ٢٠٢٢).

- السوق العالمية لملابس الأطفال، اتجاهات الصناعة والتوقعات حتى عام ٢٠٣٠- Data Bridge Market Research- تقرير –٢٠٢٥

- علا علي جميل احمد، تحسين الاداء الوظيفي لاقمشة المناشف (الفوط) الوبرية القطنية باستخدام الياف الميكروفيبر- ماجستير- جامعة حلوان- ٢٠١٧م.

- ايمان حسن سالم، تاثير استخدام خيوط الميكروفيبر في تحسين بعض الخواص الوظيفية لاقمشة البطاطين- ماجستير-جامعه حلوان- ٢٠١٩.

- غادة عبد الله لطفى، علاقة مراحل التصنيع المختلفة للملابس الجاهزة بخواص الأقمشة المصنعة من الميكروفيبر ـــ رسالة ماجستير ـــ جامعه حلوان- ٢٠٠٢ .

- بهاء الدين رأفت، مجدي العارف " كتاب تكنولوجيا التريكو "- دار ممفيس للطباعة- ١٩٧٠م.
- خميس حنفي ابو السعود، " التراكيب النسجية لاقمشة التريكو"، صندوق دعم صناعة الغزل والمنسوجات، ٢٠٠٤.
- خميس حنفي أبو السعود "كتاب مراقبة جودة في مصانع التريكو " - صندوق دعم الغزل والنسيج – ٢٠٠٨م
- محمد سمير كمال الدين."أعداد تكنولوجيا التريكو"-مطابع جامعة حلوان-١٩٩٩م.
- مني السمنودي. "تطويع الامكانات البنائية لتركيبات تريكو السداء في ايجاد حلول تصميمية لبعض المنتجات الصحية الحديثة"،المؤتمر المصري الرابع للاقتصاد المنزلي- جامعة المنوفية- كلية الاقتصاد المنزلي، ١٩٩٩.
- مني السمنودي. " كتاب تصميم و تكنولوجيا التريكو"- دار الفن والتصميم للطباعة والنشر- ٢٠٠١م .
- مني السمنودي، "تكنولوجيا وتصميم اقمشة تريكو السداء- التركيبات الاساسية وأساليب التنفيذ"، دار الفن والتصميم للطباعة والنشر، ٢٠٠١.
- المواصفة القياسية المصرية رقم (٢٠٠٥/١٣٨ م) ." الطرق القياسية لتحديد عدد الأعمدة والصفوف والوزن وطول الغرزة في أقمشة التريكو".
- المواصفة القياسية المصرية رقم (٢٠٠٥/٢١٦١ م) ." طرق اختبار أقمشة التريكو".
- المواصفة القياسية المصرية رقم (٢٠٠٨/٢٤٢م)." طرق تقدير مقاومة الانفجار للأقمشة".
- المواصفة القياسية المصرية رقم (٢٠٠٥/٢٤١م)." منسوجات الجو القياسى للتكيف والاختبار".
-Alberto M. Sacchi.” Textile reference book of knitting “.ACIMIT Foundation.2001.
-Anon., Techtextil Review, Knit. Int., 1999.

-Anon., Technical Textiles-Warp Knitted, KettenWirk-Praxis, 1999.
-Anon., Kettenwirk-Praxis, 2000.
-Anon., The knitted wire fabric challenge, Knitting Technique, 2000
-Anon., knitting in detail, Knitting Tech., 2000.
-Carmine Mazza, Paola Zonda, Knitting: Reference Books of Textile Technology, ACIMIT fondazione, 2001.
-DAVID.J.SPENCER.” Knitting technology (third edition)”, Wood head publishing limited, UK, 2001.
-DAVID.J.SPENCER.Warp Knitting and Crochet: ITMA ‘99, Knit. Int., 1999.
-Goetsch, Davis .L & stanly .R.” Introductions to total quality: quality management for production processing and services”. , 2nd ed, pretice hall Inc, New Jersy, U.S.A, 1997
-Hong, H., De Araujo, M. and Fangueiro, 3d, Technical Fabrics, Knit., Int., 1996.
-Lyer, Mammel and Schach.” Circular Knitting Machine”, Meisenbach GmbH, Germany, 1995.
-Mermelstein, S., Multipurpose circular warp knitting machine, Knit. Tech., 1999.
-Schreiber, J., Ploch, S. and Kettelmann, W., Composite Structures using the Malimo knitting technology, Kettenwirk-Praxis, 1995.
-Stoll, T., Technical textiles, Knitting Technique, 1991

-S. Raz , The Karl Mayer Guide to Technical Textiles, Edited by Karl Mayer Textilmaschinenfabrik GmbH , Obertshausen, Germany, 2000.
-Radko Kovar, CSc., Knitting Technology, Textile Faculty, Technical university Liberec,Crech Republic.1999.
-Rankilor, P. R. and Raz, S., The Karl Mayer Guide to Geotextiles, 1989.
-Rempp, W., Using flat knitting machines for industrial textiles, Knit., Tech., 1996.
-Wilkens, C.: Warp Knit Machine Elements, U Wilkens,1997.
-http://www.warpknitting4u.com (23-5-2025/ 9 pm)
-http://www.karlmayer.com (23-5-2025/ 9 pm)
-http:/www.knittingtechnology.com