# تأثير بعض خواص الراحة على خواص الأداء لأقمشة العباءة الرياضية للسيدات

# Effect of some comfort properties on performance properties of sports abaya fabrics for women

**أ.م.د/ سلوى محمد طاشكندي**

**أستاذ مساعد في كلية علوم الانسان والتصاميم، قسم الأزياء والنسيج، جامعة الملك عبد العزيز.**

**Assist. Prof. Dr. Salwa Mohamed Tashkendy**

**Clothes and Textile, Faculty of Human Sciences and Design, King Abdulaziz University, Jeddah, Kingdom of Saudi Arabia**

**smatashkandi@kau.edu.sa**

**الباحثة/ مروج فيصل حلمي**

**كلية علوم الانسان والتصاميم، قسم الأزياء والنسيج/ تصنيع، جامعة الملك عبد العزيز.**

**Researcher. Morooj Helmi**

**Clothes and Textile, Faculty of Human Sciences and Design, King Abdulaziz University, Jeddah, Kingdom of Saudi Arabia**

**mhelmi0002@stu.kau.edu.sa**

## الملخص

حظيت الرياضة في المملكة العربية السعودية باهتمام كبير لتحقيق رؤية المملكة ٢٠٣٠، التي تعنَى بدعم الأنشطة الرياضية بجميع أنواعها، وتوسيع فرص الاستثمار المرتبطة بهذا الاتجاه. ونتيجة لذلك فقد ازداد إقبال المرأة السعودية على ممارسة الأنشطة الرياضية الخارجية، مما أدى إلى نمو في إنتاج العباءة الرياضية التي ترتدى فوق الملابس اليومية عند الخروج من المنزل لممارسة الرياضة في الهواء الطلق. وبالطبع يؤثر وجود طبقات متعددة من الملابس سلباً على نفاذية الأقمشة للهواء، إذ يجب أن تكون الأقمشة المستخدمة في إنتاج العباءة الرياضية ذات نفاذية عالية للهواء، لتسمح بانتقال الحرارة والرطوبة من سطح الجلد إلى البيئة الخارجية. ويهدف البحث الحالي إلى التحقق من تأثير الخواص الفيزيائية والمسامية على مستوى نفاذية الهواء لأقمشة العباءة الرياضية. حيث جري تقييم عينتين متغيرتين من الأقمشة (قطن ١٠٠% تريكو-أبيض، بوليستر ١٠٠% منسوج-أبيض) وعينتين ثابتتين (قطن ١٠٠% تريكو-أسود، بوليستر١٠٠% تريكو-برتقالي) واللتين استخدمتا في إنتاج نموذجين من العباءة الرياضية مع احداث متغير فردي بين النموذجين. ومن خلال المقارنة بين العينات المتغيرة، أشارت النتائج إلى أن عينة البوليستر ١٠٠% منسوج-أبيض قد سجلت قيما أفضل لنفاذية الهواء بمقدار ٤٤,٩ مل/سم$^{٢}$/ث، وللمسامية بمقدار 109.23 بكسل/مكم$^{٢}$ من عينة القطن ١٠٠% تريكو-أبيض. ويعود ذلك إلى أن قماش البوليستر ١٠٠% المنسوج يتمتع بمسامية أعلى، بالإضافة إلى كونه مصنوعا من خيوط البوليستر الدقيقة. مما سيؤدي من استخدامه في انتاج العباءة الرياضية إلى توفير قدراً أكبر من الراحة للمرتديات، وذلك لقدرته على نقل الحرارة والرطوبة بشكل فعالٍ من حيث نفاذيته للهواء. وبالتالي يفوق نموذج العباءة الرياضية الذي احتوى على عينة القماش المنسوج ١٠٠% بوليستر، من نموذج العباءة الرياضة الذي احتوى على قماش التريكو قطن ١٠٠%، في مستوى نفاذية الهواء. كما أكدت نتائج البحث الحالي على وجود علاقة إيجابية طردية بين نفاذية القماش للهواء ومساميته. وعلاقة عكسية مع بعض الخواص الفيزيائية. وتوصل البحث كذلك إلى أن استخدام القماش الشبكي في إنتاج العباءة الرياضية سيحسن بشكل كبير من راحة مرتدياتها، بسبب نفاذيته العالية للهواء.

**الكلمات المفتاحية:**

الراحة الحرارية، نفاذية الهواء، الخواص الفيزيائية، المسامية.

## Abstract

Sports have received great attention in the Kingdom of Saudi Arabia's vision 2030, as it was stated that the government will support sports of all kinds, and expand opportunities associated with this trend. As a result, Saudi women have increased their interest in outdoor sports activities, which has led to a growth in the production of the sports *abaya*. A sports *abaya* is worn over daily clothes while outdoor-exercising. The presence of multi-layers of clothing negatively affects the fabric's air permeability. Therefore, fabrics used in sports *abaya* must be highly air permeable, to allow the transference of heat and moisture from the skin surface to the environment. The present study aims to investigate the effect of structural properties and porosity on the air permeability of the sports *abaya* fabrics. Two variable samples of fabrics (100% knitted cotton -white, 100% woven polyester -white) and two fixed samples (100% knitted cotton -black, 100% knitted polyester -orange) were used in producing and testing two models of sports *abayas*, with solo variable between the models. It was found from the results that, through a comparison between the variable samples, 100% woven polyester-white recorded a better air permeability value of 44.9 ml/cm$^2$/s, and porosity of 109.23 pixels / mμ$^2$, than 100% knitted cotton-white. This is due to the fact that the 100% woven polyester fabric has a higher porosity, and is made of fine polyester yarn. The results confirm that the use of 100% woven polyester-white fabric in producing sports *abaya* will provide greater comfort for the wearer for his ability to transfer heat and moisture well in terms of air permeability. Therefore, sports *abaya* model, which contained a 100% woven polyester fabric sample, was superior to the sport *abaya* model that contained 100% knitted cotton fabric in the level of air permeability**.** The results of the current study confirmed the existence of a direct-proportion relationship between the fabric's air permeability and its porosity, and an inverse relationship with some structural properties. The study also found out that the use of net fabric in the production of the sports *abaya* will greatly improve comfort in wearing, due to its high air permeability.

## Keywords:

Thermal comfort, Air permeability, Physical properties, Porosity.

### مقدمة

شهدت المملكة العربية السعودية تغيرات جوهرية في إعطاء المرأة كامل حقوقها الأسرية والاجتماعية، وبناء على ذلك ازداد إقبال المرأة السعودية مؤخرا على ممارسة الرياضة والمشاركة في العديد من الأنشطة البدنية، بما في ذلك رياضة المشي في الأماكن العامة المخصصة لذلك. واستنادا لرؤية المملكة ٢٠٣٠ في بناء مجتمع حيوي من خلال تعزيز حياة الفرد، و التشجيع على ممارسة الرياضة في المجتمع للوصول إلى التميز في العديد من الرياضات البدنية إقليميا وعالميا، وفتح نوافذ للاستثمار الرياضي ودعم الفرص المرتبطة بهذا التوجه ("Quality of Life Program | Saudi Vision 2030" n.d.) ، فقد أدى ذلك إلى نمو في إنتاج العباءة الرياضية في السوق المحلي لتزايد إقبال السيدات عليها. والعباءة -بصفة عامة- هي لباس نسائي يُرتدى فوق الملابس اليومية لتغطية الجسم كاملاً عند الخروج من المنزل. ويمكن وصف العباءة التقليدية بأنها رداء طويل، مفتوح من الأمام بأزرار أو سحاب، ذو أكمام طويلة، يكشف عن الوجه والكفين والقدمين، وعادة ما يكون باللون الأسود، كما يرتدى مع وشاح (طرحة) لتغطية الشعر (Tashkandi, Wang, and Kanesalingam 2013a). وتختلف العباءة الرياضية عن العباءة التقليدية في تصميم العباءة نفسها، فقد تتكون العباءة

الرياضية من قطعة واحدة بتصميم بنطلون في الجزء السفلي من العباءة للمساهمة في تحسين الراحة والأداء للمرتدية، إلا أنه مع ذلك لا تزال العباءة الرياضية ترتدى فوق الملابس الرياضية والداخلية، مما ينتج عن ذلك وجود طبقات متعددة من الملابس التي قد تؤثر بشكل سلبي على نفاذية الأقمشة للهواء ودرجة حرارة جسم المرتدية (Manshahia and Das 2014; Çeven and Günaydin 2018; Tashkandi, Wang, and Kanesalingam 2013a). وترتبط حركة الرطوبة من سطح الجلد إلى المحيط الخارجي ارتباطا وثيقا بنفاذية الأقمشة للهواء، لأنها تلعب دوراً هاما في تسهيل عملية نقل بخار الرطوبة عن طريق الانتشار في الهواء من خلال مسامية النسيج (Karaguzel 2004; Wang et al. 2019). فقد يتعرض الشخص الرياضي الذي يرتدي ملابس رياضية سيئة التهوية لارتفاع في معدل ضربات القلب ودرجة حرارة الجسم بشكل أعلى من آخر يرتدي ملابس رياضية جيدة التهوية (Hassan et al. 2012). وبالتالي، فلابد من أن تكون الملابس الرياضية ذات كفاءة عالية في نقل الحرارة والرطوبة (العرق) من سطح الجلد أثناء ممارسة الأنشطة المختلفة وتبديدها إلى المحيط الخارجي (Karaguzel 2004; Bhattacharya and Ajmeri 2013). لذا فقد هدف البحث الحالي الى التحقق من نفاذية الهواء لعينتين متغيرة وعينتين ثابتة من الاقمشة المستخدمة في انتاج نموذجين من العباءات الرياضية. بالإضافة الى التحقق من أثر الخواص الفيزيائية والمسامية على نفاذية الهواء.

**مشكلة البحث**

تتلخص مشكله البحث في التساؤلات التالية:

1- ما مدى تأثير الخواص الفيزيائية والمسامية على خصائص الأداء لأقمشة العباءة الرياضية؟

2- مدى مساهمه تقييم نفاذية الهواء لعينات الاقمشة في تحسين خواص الأداء للعباءة الرياضية؟

**أهمية البحث**

1- الارتقاء بصناعة العباءة الرياضية من خلال الربط بين الخواص الفيزيائية وخصائص الراحة الحرارية للأقمشة.

2- إنتاج عباءات رياضية ذات جودة وراحة عالية.

**أهداف البحث**

1- التحقق من الخواص الفيزيائية، والمسامية، ونفاذية الهواء لبعض أقمشة العباءة الرياضية.

2- التحقق من أثر الخواص الفيزيائية والمسامية على نفاذية الهواء لبعض اقمشة العباءة الرياضية.

**فروض البحث**

1- توجد فروق دالة احصائيا بين العينات في الخواص الفيزيائية.

2- توجد علاقة ارتباطية بين مسامية النسيج ونفاذية الهواء لعينة البحث.

3- توجد علاقة ارتباطية بين (نمرة الخيط والسُمك) وبين نفاذية الهواء لعينة البحث.

**حدود البحث**

**الحدود المكانية:** منطقة مكة المكرمة، جدة.

**الحدود الموضوعية:** اقتصر البحث الحالي على العباءة الرياضية الخاصة بالسيدات السعوديات، والتي تستخدم عند ممارسة رياضية المشي في الهواء الطلق.

**منهجية البحث**

اتبع البحث المنهج التجريبي في اجراء الاختبارات المعملية على بعض الأقمشة المستخدمة في انتاج العباءة الرياضية.

## مصطلحات البحث

### الراحة الحرارية

حددت الجمعية الأمريكية لمهندسي التدفئة والتبريد وتكييف الهواء (ASHRAE) الراحة الحرارية بأنها "حالة الرضا العقلية المعبرة عن البيئة الحرارية" (Handbook–Fundamentals 1997). والراحة الحرارية في مفهوم الملابس هي قابلية الملابس في الحفاظ على درجة حرارة الجسم البشري حيث ان الحالة البدنية والعقلية للجسم البشري وأدائه يتأثر بشكل مباشر بالراحة الحرارية (Tashkandi 2014).

### المسامية

تعرف مسامية القماش على انها الفرق بين إجمالي مساحة النسيج والمساحة المتوقعة التي تغطيها الخيوط (Karaguzel 2004)

### نفاذية الهواء

يتم تعريف نفاذية الهواء في الأقمشة على انها معدل تدفق الهواء باللتر الذي يمر بشكل عمودي عبر مساحة معينة من القماش، تحت فرق ضغط محدد في وحدة زمنية. ويعد مقياس لمدى سماح النسيج بمرور الهواء من خلاله (Wang et al. 2019; Sarıoğlu and Babaarslan 2019; Partridge, Mukhopadhyay, and Barnes 1998).

## الإطار النظري والدراسات السابقة:

### الراحة الحرارية

يتوقف الشعور بالراحة او عدمها على درجة حرارة جلد الانسان، اذ لابد ان تتراوح درجة حرارة الجلد ما بين ٣١ إلى ٣٤ درجة مئوية ليشعر الانسان بالراحة، وذلك تبعا لطبيعة الشخص. والجسم البشري له قدرة في الحفاظ على درجة حرارة ثابته، من خلال تبادل الحرارة التي يكتسبها من البيئة والحرارة التي يفقدها (الدميني ٢٠٠٩) نقلا عن (الوكيل وآخرون، 1989). وهناك سبعة عوامل أساسية يجب مراعاتها عند التفكير في الراحة الحرارية للإنسان، وهي:

- درجة حرارة الهواء،
- ودرجة الحرارة المشعة،
- والرطوبة،
- وسرعة الهواء التي يتعرض لها الانسان،
- والحرارة الايضية الناتجة عن مستوى نشاطه،
- والملابس التي يرتديها،
- و فرص التكيف التي تتوفر في البيئة المحيطة به وقدرات الاستفادة منها (Parsons 2020).

من ناحية أخرى، قد تفشل عملية تنظيم الراحة الحرارية في جسم الانسان في بعض الحالات مثل البرد او الحر الشديد، فيصبح من الضروري ارتداء الملابس الملائمة للحصول على الدعم من حيث تسهيل او مقاومة عملية تبادل الحرارة. حيث تمثل الملابس بيئة قابلة لنقل او عزل الحرارة بين جسم الانسان وبيئته، والتي يمكن ان تسبب مقاومة في نقل الحرارة من أو إلى الجسم، بهدف الحفاظ على درجة حرارة الجسم البشري الطبيعية (Parsons 2014; Collier, Epps, and Perenich 1999).

وبشكل عام، يتم تعريف الراحة الحرارية في الملابس على انها قدرة الملابس على مساعدة الجسم البشري في الحفاظ على حالة من الراحة الحرارية خلال القيام بالأنشطة المختلفة (Fan 1989). وتعد الراحة الحرارية في الملابس الرياضية

معيارا مهما للجودة حيث إنها تؤثر على الأداء والكفاءة (Hassan et al. 2012; Manshahia and Das 2013). وتتأثر عملية انتقال الحرارة عبر الملابس بعدة عوامل منها عوامل خارجية مثل نسبة الرطوبة المحيطة، درجة حرارة البيئة، وسرعه الرياح. وعوامل داخلية مثل درجة حرارة الجسم، ونسبة التعرق. بالإضافة الى العوامل المرتبطة بخصائص الملابس. وهناك ثلاثة عوامل ملبسيه مرتبطة مباشرة بالراحة الحرارية، وهي:

- سماكة الخامات الكلية والهواء بين الجلد والملابس.
- قدرة تخلل الهواء خلال الملابس سواء بطبيعتها او بواسطة حركة مرتديها او الرياح.
- قدرة النسيج على تسهيل تبخر العرق وليس عرقلته (Andersson 1999).

ويمكن التنبؤ بالراحة الحرارية التي توفرها الأقمشة عن طريق قياس الخواص الفيزيائية والتي تشكل (الوزن، والسمك، والكثافة، والتركيب البنائي ... وغيرها)، وخصائص الراحة الحرارية ومنها (نفاذية الهواء) (Afzal et al. 2014; Bedek et al. 2011).

## نفاذية الهواء والمسامية للأقمشة

تعرَّف نفاذية الهواء في الأقمشة بأنها كمية الهواء باللتر الذي يمر عبر مساحة معينة من القماش، تحت فرق ضغط معين في وحدة زمنية. ويوجد طريقتان رئيسيتان لتحديد نفاذية الهواء للأقمشة، وكلاهما مرتبطتان بتدفق الهواء عبر منطقة محددة من العينة مع انخفاض في الضغط عبر العينة. في احدى الحالات، يكون انخفاض الضغط ثابتا ويتم قياس معدل تدفق الهواء، وفي الحالة الأخرى يكون معدل التدفق ثابتا ويتم قياس انخفاض الضغط. والطريقة الأكثر شيوعا لتحديد نفاذية الهواء للنسيج هي EN ISO 9237 -1995 (Song 2011). وتعد مسامية الأقمشة من الخصائص الرئيسية التي تؤثر على سلوك نفاذية الهواء. وتقاس المسامية من خلال عاملين رئيسيين هما: حجم المسامات (الفراغات) في القماش وعددها (Oğulata and Mavruz 2010). ويمكن حساب مسامية القماش عن طريق خوارزمية اوتسو (OTSU). وفي دراسة (محبوب ٢٠١٨) جرى حسابُ مسامية الأقمشة المنسوجة عن طريق التقاط الصور لسطح النسيج باستخدام المجهر الضوئي ونقلها إلى برنامج محوسب (ToupView) لحساب حجم وعدد الفراغات (المسامات) عن طريق استخدام خوارزمية أوتسو (OTSU.Dark) و (OTSU.bright). ثم توصلت نتائج الدراسة إلى أن الزيادة في مساحة البكسلات في صور العينات تشير إلى مسامية عالية والعكس صحيح. وتتأثر المسامية بالخواص الفيزيائية للأقمشة بشكل كبير كنوع الألياف، والتركيب البنائي، والوزن، والسُّمك، ونمرة الخيط، وكثافة الخيوط (Sarıoğlu and Babaarslan 2019).

أوضحت العديد من الدراسات السابقة العلاقة بين الخواص الفيزيائية والمسامية ونفاذية الهواء للأقمشة المنسوجة وأقمشة التريكو. اذ تحققت دراسة (Özkan and Meriç 2015) من مسامية ونفاذية الهواء لأقمشة التريكو الخاصة بملابس ركوب الدراجات والتي ترتدى في أجواء حارة (صيفية). واظهرت النتائج ان القماش ذو مسامية عالية حقق أفضل نتائج في نفاذية الهواء. إضافة إلى ذلك قيمت دراسة (Tashkandi et al. 2013b) بعض أقمشة التريكو المستخدمة في إنتاج العباءة التقليدية من حيث خصائص الراحة الحرارية ومنها نفاذية الهواء، حيث سُجلت أعلى قيمة لنفاذية الهواء لصالح عينة البوليستر/قطن (٤/٩٦)، تليها عينة الصوف/نايلون (٥٠/٥٠)، والتي تميزت بمسامية عالية، وكثافة اقل مقارنة بالعينات الأخرى، مما أدى الى مرور الهواء بشكل أفضل. كما اضافت دراسة (Tashkandi, Wang, and Kanesalingam 2013a)إلى أن نسيج الساتان بوليستر ١٠٠% المصنوع بخيوط دقيقة يتمتع بنفاذية هوائية أفضل. أكدت دراسة (Bhattacharya and Ajmeri 2013) على أن دقة الخيوط والمسامية العالية في أقمشة التريكو الخاصة بالملابس الرياضية، تؤدي إلى تحسن في نفاذية الهواء. وأثبت (Afzal et al. 2014) أن الزيادة في الكثافة الطولية

للغزل (نمرة الخيط Tex) تتسبب في زيادة كثافة وسمك النسيج، مما يؤدي إلى ضعف نفاذية الهواء في القماش. أيضا توصلت دراسة (Saloom 2018) إلى أن نفاذية الهواء تنخفض بزيادة وزن القماش وشدة تماسك خيوطه. كما وجدت أن أعلى قيمة لنفاذية الهواء كانت لصالح القماش ذي التركيب الشبكي، نظرا لتباعد المسافات بين الخيوط مما أدى إلى زيادة عدد وحجم المسام. كما تشير نتائج دراسة (Oğulata and Mavruz 2010) إلى أن أعلى قيمة لنفاذية الهواء في أقمشة التريكو كانت من نصيب القماش ذي أقل كثافة. كما يذهب (Wang et al. 2019) إلى أن نسبة القطن في نسيج الجوارب تميل إلى التقليل من نفاذية الهواء وتؤثر عليها بشكل كبير.

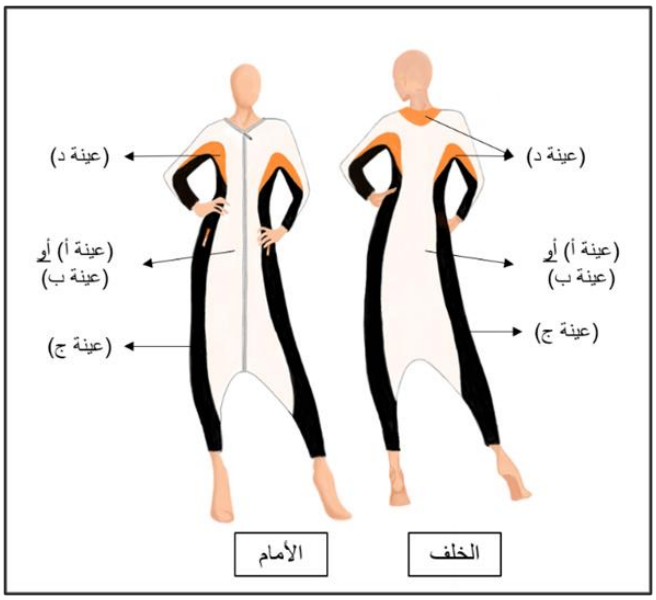
ومن خلال هذه الدراسات السابقة يتضح لنا أن خاصية نفاذية الهواء لها أهمية قصوى في الأقمشة المستخدمة في إنتاج الملابس إذ إنها تساهم في راحة مرتدياتها. وتعتمد راحة الملابس الصيفية بشكل خاص على قدرتها على تبديد الحرارة الزائدة وبخار الماء (Kostajnšek and Dimitrovski 2018). ويهدف البحث الحالي إلى تقييم نفاذية الهواء لعينات من الأقمشة بتراكيب بنائية مختلفة والتي تم استخدامها في إنتاج العباءة الرياضية، والتحقق من أثر الخواص الفيزيائية والمسامية على نفاذية الهواء بغية تحديد القماش الملائم في تصنيع العباءة الرياضية، وذلك من أجل المساهمة في تحسين الراحة في العباءة الرياضية وتطوير المنتج السعودي.

## الإطار التطبيقي

### أدوات البحث

#### الأقمشة

اشتمل البحث الحالي على أربع عينات من الأقمشة المستخدمة في تصنيع نموذجين [نموذج ١، نموذج ٢] من العباءة الرياضية، بالمشاركة مع مصنع ملابس محلي -"لومار" للثوب السعودي-. وجرى إحداث متغير فردي بين النموذجين من أجل تحديد القماش الأنسب في إنتاج العباءة الرياضية، حيث أضيفت العينة (أ) قطن ١٠٠% تريكو-أبيض إلى [نموذج ١]، والعينة (ب) بوليستر ١٠٠% منسوج-أبيض إلى [نموذج ٢]، بحيث تم دمج القماش من الأكتاف إلى الجزء الأمامي والخلفي من العباءة الرياضية. يتشابه النموذجين في التصميم، وعينة (ج) قطن ١٠٠% تريكو-أسود، على جوانب العباءة الرياضية، وعينة (د) بوليستر ١٠٠% تريكو-برتقالي في منطقة تحت الإبط وأعلى الظهر من العباءة الرياضية. ويوضح شكل رقم (١) تصميم العباءة الرياضية.




**شكل رقم (١) رسم تخطيطي لعباءة رياضية مصممة باستخدام أقمشة مختلفة**

## الاختبارات المعملية المنفذة على عينات البحث

### 1- اختبارات الخواص الفيزيائية

تم إجراء اختبارات الخواص الفيزيائية لعينات الأقمشة في معمل (بيروفيرتاس، جدة، المملكة العربية السعودية) وفقا لمواصفات القياس التالية:

- اختبار وزن الخامة (الكتلة لكل وحدة مساحة) بمواصفات قياسية SASO ISO 3801:2001*
- اختبار السُمك بمواصفات قياسية ASTM D 1777:2007*
- التركيب النسيجي بمواصفات قياسية SASO ISO 7211-1:2006
- الكثافة الطولية للخيط (نمرة الخيط) بمواصفات قياسية SASO ISO 7211-5:2006
- كثافة (عدد) الخيوط لأقمشة التريكو بمواصفات قياسية SASO 1170:1997، وللأقمشة المنسوجة بمواصفات قياسية SASO 183:2002

*SASO - الهيئة السعودية للمواصفات والمقاييس والجودة؛ ISO- المنظمة الدولية للمقاييس؛ ASTM- المواصفات القياسية للجمعية الأمريكية للاختبارات والمواد.

### 2- اختبار المسامية

تم استخدام المجهر الضوئي (Optical Microscope) لحساب مسامية الأقمشة (عينات البحث)، عن طريق توصيل المجهر الضوئي بكاميرا رقمية سريعة باستخدام عدسة تكبير (Magnificationpower X 4). وتم التقاط (٥) صور لكل عينة وعرضها على جهاز الحاسوب عن طريق برنامج (ToupView). حيث يقوم البرنامج بحساب مسامية العينة من خلال تطبيق العمليات الحسابية على الصورة باستخدام خوارزمية أوتسو (OTSU.Dark) أو (OTSU.Bright). وقد سميت خوارزمية أوتسو بذلك نسبة إلى نوبويوكي أوتسو (Sezgin and Sankur 2004). في أبسط أشاكلها، تتولى الخوارزمية فصل بكسلات الصورة إلي فئتين (الأمامية و الخلفية)، ويتم تحديد ذلك عن طريق تقليل تبيان الشدة داخل الفئة، أو بشكل مكافئ، من خلال زيادة التباين بين الفئات (Otsu 1979). ويتم التعبير عنها بوحدة قياس بيسكل/ميكرومتر$^{٢}$.

### 3- اختبار نفاذية الهواء

تم إجراء اختبار نفاذية الهواء في مختبر Brunswick المستدام في جامعة RMIT بالمواصفات القياس التالية:

تم إجراء اختبار نفاذية الهواء باستخدام جهاز M021S من SDL ATLAS Ltd بمواصفات قياسية EN ISO 9237 1995 –، لقياس نفاذية الهواء لعينات البحث، وذلك عن طريق سحب الهواء من خلال العينة بمضخة فراغ. وجرى قياس تدفق الهواء بواسطة مقياس الجريان (١ من ٤) مقابل انخفاض ضغط محدد، والتي تمت الإشارة إليه بواسطة أنبوب المانومتر. ويتم التعبير عن نتائج اختبار نفاذية الهواء بـ مل/ سم$^{٢}$/ ثانية عند ضغط محدد. ويشتمل جهاز الاختبار على ٤ مقاييس للتدفق تغطي مجموعة تدفقات الهواء من ٥ مل / دقيقة إلى ٢٥ لتر/ دقيقة، ويجرى اختيارها وضبطها بواسطة المفاتيح الأمامية للجهاز. كما تقوم الصمامات بتنظيم تدفق الهواء عبر العينة ومقياس التدفق المحدد، ثم تؤخذ قراءات التدفق عندما يشير المانومتر إلى انخفاض في الضغط المحدد.

تم قياس نفاذية الهواء ومتوسط تدفق الهواء لأربعة عينات من الأقمشة المختلفة تحت ضغط ١٠٠ باسكال، وكانت مساحة العمل على العينة الواحدة هي ٥ سم$^{٢}$، في درجة حرارة ٢٠ درجة مئوية ونسبة رطوبة ٦٠% خلال ٢٤ ساعة.

## النتائج ومناقشتها

### الفروق بين العينات في الخواص الفيزيائية لعينات الأقمشة

ينص الفرض الأول في البحث الحالي على أنه "توجد فروق دالة إحصائية بين العينات في الخواص الفيزيائية" وللتحقق من صحة الفرض احصائيا تم تطبيق مقياس الخواص الفيزيائية على عينات البحث. ويسرد الجدول رقم (١) الخواص الفيزيائية للعينات (المتغيرة والثابتة)، ويمكن من خلاله ملاحظة أن العينة (أ) أسمك من العينة (ب)، ويعود ذلك الى ان العينة (ب) مصنوعة من خيوط ارق. اذ انه كلما كان الرقم الدال على نمرة الخيط بالتكس اقل كلما كان الخيط ارفع والعكس صحيح. بالإضافة الى ان سماكة الخيط (نمرة الخيط) تأثر على سمك القماش (Afzal et al. 2014). وبالرغم من ذلك، فإن العينة (أ) أخف وزنا بحوالي ١١ جم/م$^{٢}$. وذلك يعود الى كثافة الخيوط للعينة (ب) الأعلى بكثير من العينة (أ). وتتشابه العينة (أ) مع العينة (ج) في تكوين الألياف، والسمك، والتركيب البنائي، وكثافة الخيوط، وتخلف عنها في الوزن ونمرة الخيط مما أدى الى اختلاف بسيط في السمك. وتعد العينة (د) هي الأقل وزنا وسمكا، والأقل أيضا كثافة الخيوط لكل سم.

**جدول رقم (١) الخواص الفيزيائية لعينة الأقمشة**

| الخواص الفيزيائية | العينات المتغيرة | | العينات الثابتة | |
|---|---|---|---|---|
| | أ | ب | ج | د |
| **الخامة المستخدمة** | ١٠٠% قطن | ١٠٠% بوليستر | ١٠٠% قطن | ١٠٠% بولستر |
| **وزن الخامة (جم/م$^{٢}$)** | ١٩٣ | ٢٠٤ | 186 | 106 |
| **سمك الخامة (مم)** | 0.61 | 0.56 | 0.60 | 0.50 |
| **التركيب البنائي** | تريكو سنجل جيرسي | تركيب نسجي أطلس ٥ | تريكو سنجل جيرسي | تريكو شبكي |
| **نمرة الخيط (تكس)** | اللحمة: 16.3 | السداء: 11.4<br>اللحمة: 14.0 | اللحمة: 15.5 | يتعذر إجراء الفحص* |
| **كثافة (عدد) الخيوط لكل (سم)** | صفوف: ١٦<br>أعمدة: ٢٣ | 85.7سداء/سم<br>45.3لحمة/سم | صفوف: ١٦<br>أعمدة:23 | صفوف: ١٥<br>أعمدة: ١٤ |

***يتعذر إجراء الفحص لعدم القدرة على إخراج الخيط من العينة.**

تم استخدام القيمة الاحتمالية لاختبار مربع كاي وذلك لاتخاذ قرار حيال فرض العدم من حيث القبول به أو رفضه، والجدول رقم (٢) يوضح نتائج القيمة الاحتمالية.

**جدول رقم (٢) نتائج اختبار القيمة الاحتمالية**

| نوع الخامة | رمز الخامة | ن | درجة الحرية | P-value | مستوى الدلالة |
|---|---|---|---|---|---|
| المتغيرة | أ | ١ | ١ | ٠,٠٠٠١ | ٠,٠٥ دال |
| | ب | ١ | | | |
| الثابتة | ج | ١ | ١ | ٠,٠٠٠ | ٠,٠٥ دال |
| | د | ١ | | | |

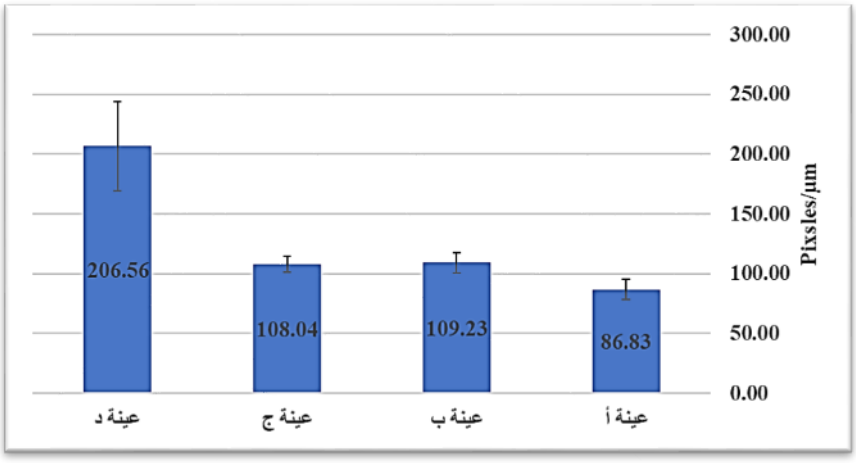
يتضح من الجدول السابق أنه يوجد فروق ذات دلالة إحصائيا بين نتائج الخواص الفيزيائية لعينات الخامات المتغيرة (أ، ب) وذلك لصالح العينة (ب). كما أنه يوجد فروق ذات دلالة إحصائيا بين نتائج الخواص الفيزيائية لعينات الخامات الثابتة (ج، د) وذلك لصالح العينة (د). حيث ان القيمة الحرجة (P-value) لمربع كاي كانت اقل من مستوى الدلالة ولا تقع ضمن منطقة الرفض، وبذلك يكون الفرض قد تحقق.

## العلاقة الارتباطية بين مسامية عينات الأقمشة ونفاذيتها للهواء

ينص الفرض الثاني في البحث الحالي على أنه " توجد علاقة ارتباطية بين مسامية النسيج ونفاذية الهواء لعينة البحث " وللتحقق من صحة الفرض احصائيا تم حساب المسامية ونفاذية الهواء لعينات البحث.

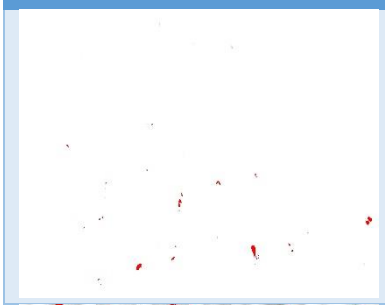
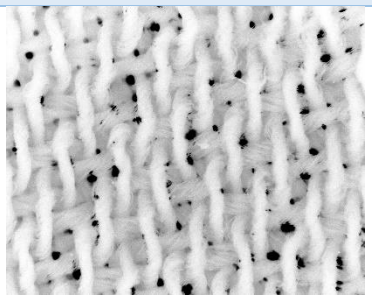
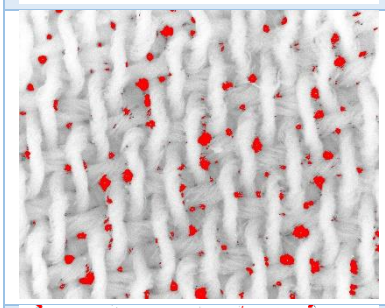
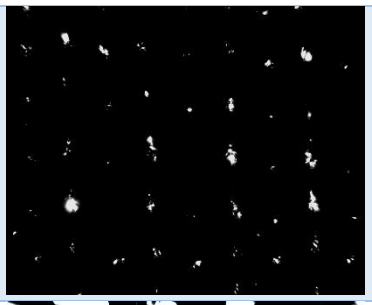
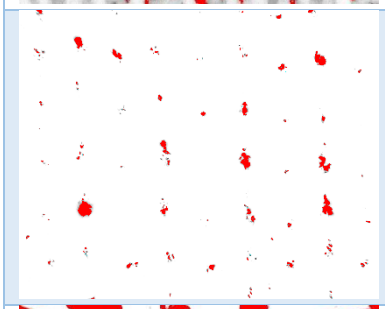
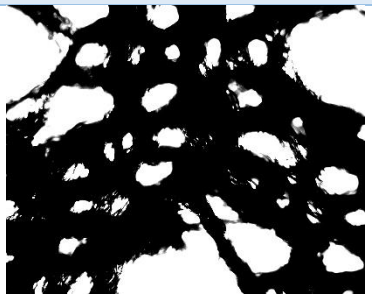
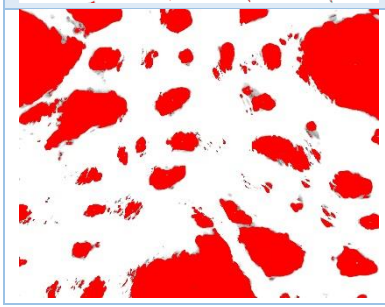
**أولا/ المسامية**

يوضح شكل رقم (٢) نتائج حساب مسامية العينات باستخدام خوارزمية OTSU، كما يوضح جدول رقم (٣) صورة بالمجهر الضوئي لقياس المسامية للعينات. حيث تظهر فراغات النسيج نتيجة لمرور الضوء السفلي في المجهر من خلال فتحات النسيج، والذي بدوره يحدد عدد وحجم المسامات في الصورة.




**شكل رقم (٢) قيم المسامية لعينات البحث**

جدول رقم (٣) صور بالمجهر الضوئي لعينات البحث

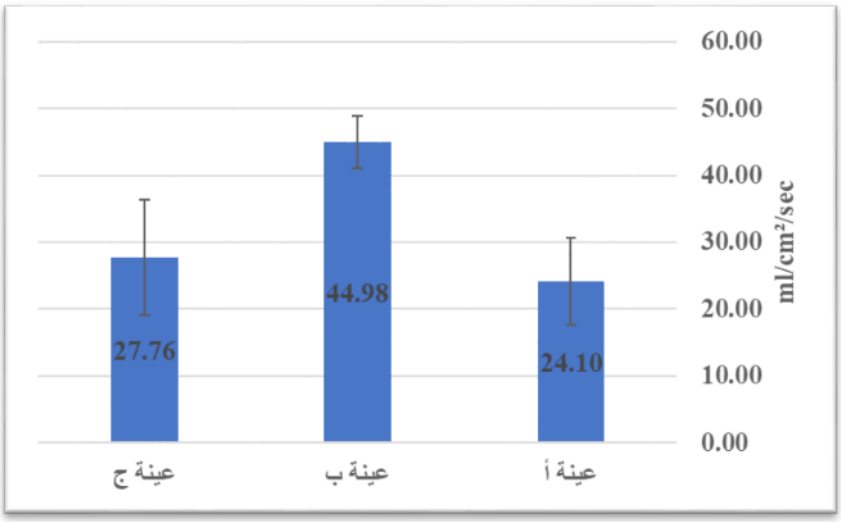
| رمز العينة | وصف العينة | صورة بالمجهر | تجزئة الصورة |
|---|---|---|---|
| أ | ١٠٠% قطن – أبيض تريكو | |  |
| ب | ١٠٠% بوليستر – أبيض منسوج |  |  |
| ج | ١٠٠% قطن – أسود تريكو |  |  |
| د | ١٠٠% بوليستر – برتقالي تريكو |  |  |

يتبين من شكل رقم (٢) أن العينة (ب) قد سجلت نتائج أفضل في عدد وحجم المسامات بمقدار 109.23 بكسل/مكم$^{٢}$ بالمقارنة بالعينة (أ) التي سجلت أقل قيمة في حساب المسامية بمقدار ٨٦,٨٣ بكسل/مكم$^{٢}$، ويعود ذلك إلى أن العينة (ب) كانت مصنوعة من خيط رفيع بنمرة ١٤ تكس، على حين كانت العينة (أ) مصنوعة من خيط سميك بنمرة ١٦,٣ تكس. مما أدى إلى زيادة في السُمك للعينة (ب). وقد أكد على ذلك Afzal et al.، حيث قال إن الزيادة في الرقم الدال على نمرة الخيط يتسبب في زيادة سمك النسيج (Afzal et al. 2014). كما يتضح أيضا من تجزئة الصور في جدول رقم (٣) أن العينة (ب) تفوق العينة (أ) في عدد المسامات وكذلك في حجمها، حيث أشارت دراسة (محبوب ٢٠١٨) إلى أن اتساع مساحة البكسلات في الصورة يدل على زيادة المسامية والعكس صحيح، وأضافت أن الوزن والسُمك ونوع الخيوط والتركيب البنائي كلها عوامل تؤثر في مسامية الخامة. أما فيما يتعلق بالعينات الثابتة، فقد وُجد أن العينة (د) تتسم بأعلى مسامية، وذلك بمقدار ٢٠٦,٥٦ بكسل/مكم$^{٢}$ كما توضح تجزئة الصورة في جدول رقم (٣) عدد وحجم مسامات النسيج الكبيرة، ويعود

السبب في ذلك إلى تركيبها الشبكي ولكونها العينة الأقل وزنا وسُمكا. حيث أشارت دراسة (Saloom 2018) إلى أن وزن القماش وتباعد المسافات بين الخيوط يؤدي إلى زيادة حجم المسامات التي تسمح بمرور الهواء بشكل أكبر. وتختلف العينة (أ) مع العينة (ج) في الوزن وفي سُمك الخيط، وقد أدى ذلك إلى اختلاف في مسامية النسيج لصالح العينة (ج).

## ثانيا/ نفاذية الهواء

تم قياس ورصد قيم نفاذية الهواء لعينات البحث كما هو موضح في الشكل رقم (٣). ومن خلال المقارنة بين قيم نفاذية الهواء للعينتين المتغيرة (أ، ب) في شكل رقم (٣)، نجد أن أعلى قيمة لنفاذية الهواء كانت لصالح العينة (ب) حيث سجلت قيمة مقدارها ٤٤,٩ مل/سم٢/ث. وفي المقابل أظهرت العينة (أ) أقل قيم لنفاذية للهواء بمقدار ٢٤,١ مل/سم٢/ث. ويعود السبب في ذلك إلى أن العينة (ب) لها مسامية أعلى ومصنوعة من ألياف البوليستر الرفيعة، ولها سُمك أقل من العينة (أ). أكد على ذلك كل من (Çeven and Günaydin 2018; Bhattacharya and Ajmeri 2013; Oğulata and Mavruz 2010; Özkan and Meriç 2015)، حيث جاء في دراساتهم أنه كلما كانت الخيوط دقيقة والمسامية عالية، كان هناك تحسن في نفاذية القماش للهواء وأضاف كل من (Wang et al. 2019; Brazaitis et al. 2010)، أن خامة البوليستر هي الأقل امتصاصا للعرق، فتساعد في انتشار العرق وتبخرة بشكل أسرع من خامة القطن، كما أن نسبة القطن في النسيج تقلل من نفاذيته للهواء. مما يدل على أن قماش البوليستر ١٠٠% المنسوج سيوفر قدرا أكبر من الراحة عند استخدامه في إنتاج العباءة الرياضية، بالمقارنة مع قماش القطن ١٠٠% تريكو. وتقل قيم العينة (ج) عن العينة (أ) في سُمك الخيط والوزن، وتزداد في المسامية كما هو موضح في شكل رقم (٢) وجدول رقم (٣)، مما أدى إلى اختلاف في مستوى نفاذية الهواء بفارق ٣,٦ مل/سم٢/ث لصالح العينة (ج). تجدر الإشارة إلى أن العينة (د) لم تخضع للاختبار لأن نفاذيتها للهواء كانت عالية جدا وتعد خارج نطاق القياس الأقصى للاختبار وهو (٢٥ لتر/دقيقة) عند الحد الأدنى من ضغط الهواء (١٠٠باسكال). وتوضح صورة التجزئة للعينة (د) في جدول رقم (٣)، أن عدد المسامات وحجمها كبير جدا، ويرجع السبب إلى تركيبها الشبكي ولكونها الأقل كثافة في عدد الخيوط لكل سم، مما يجعل مسامات النسيج واسعة. وبالتالي فإن العينة (د) هي الأعلى قيمة في نفاذية الهواء مقارنة بالعينات الأخرى. حيث إن اضافتها بشكل جزئي خاصة بالقرب من منطقة الصدر في تصميم العباءة الرياضية سيوفر قدرا أكبر من الراحة، لقدرتها العالية على تبديد الحرارة والرطوبة من الجسم إلى الخارج.




**شكل رقم (٣) قيم نفاذية الهواء لعينات البحث**

أظهرت النتائج السابقة ان المسامية لها تأثير على نفاذية الهواء لعينة أقمشة العباءة الرياضية، بالإضافة الى ان الخواص الفيزيائية لها تأثير أيضا على نفاذية الهواء. ونص الفرض الثالث للبحث على "وجود علاقة ارتباطية بين (نمرة الخيط والسُمك) وبين نفاذية الهواء". وللتحقق من صحة الفرض الثاني والثالث احصائيا تم حساب معاملات ارتباط بيرسون بين المقاييس (نفاذية الهواء، نمرة الخيط، والسُمك، والمسامية). والجدول رقم (٤) يوضح ذلك. ويجدر الذكر ان العينة (د) لم تدرج في حساب معاملات الارتباط لأنها لم تخضع لاختبار نفاذية الهواء.

**جدول رقم (٤) نتائج حساب معاملات ارتباط بيرسون**

| | نفاذية الهواء | نمرة الخيط | السمك | المسامية |
|---|---|---|---|---|
| **نفاذية الهواء** | ١ | -0.983 | -1.000 | 0.671 |
| **نمرة الخيط** | -0.983 | ١ | 0.987 | -0.796 |
| **السمك** | -1.000 | 0.987 | ١ | -0.690 |
| **المسامية** | 0.671 | -0.796 | -0.690 | ١ |

يتضح من الجدول رقم (٤) انه قيمة معامل ارتباط بيرسون بين نفاذية الهواء ونمرة الخيط والسمك سالبة، مما يدل على وجود علاقة عكسية. أي انه كلما قل سُمك الخيط والقماش زادت نفاذيته للهواء، والعكس صحيح. وهذا ما أثبتته نتائج البحث الحالي. في المقابل قيمة معامل ارتباط بيرسون بين نفاذية الهواء والمسامية هي (0.671) أي انها موجبة، مما يدل على وجود علاقة طردية، فبالتالي كلما زات مسامية القماش تزداد نفاذيته للهواء والعكس صحيح. وبذلك يكون فرض وجود علاقة ارتباطية بين نفاذية الهواء وبين الخواص الفيزيائية والمسامية قد تحقق. أضف الى ذلك، وجود علاقة عكسية بين نمرة الخيط والسمك وبين مسامية القماش. واتفقت مع ذلك دراسة (محبوب، ٢٠١٨) حيث أظهرت نتائج الدراسة ان وزن وسمك القماش، ونوعية الخيوط تؤثر بشكل أساسي على مسامية الأقمشة.

وختاماً، ساهمت الاختبارات المعملية في تحديد القماش الأنسب لإنتاج العباءة الرياضية المستخدمة في البيئات الحارة والرطبة. حيث أظهرت نتائج البحث الحالي تفوُّق عينة قماش البوليستر ١٠٠% المنسوج في نفاذية الهواء بالنسبة للعينات المتغيرة، ويعود ذلك إلى ارتفاع عدد المسامات وازدياد حجمها بالمقارنة بعينة القطن ١٠٠% تريكو، مما يجعل البوليستر ١٠٠% المنسوج هو القماش الأفضل للاستخدام في إنتاج العباءة الرياضية، لإمكانيته الجيدة في توفير الراحة للمرتديات من حيث نفاذية الهواء. بالإضافة الى ان العينة (د) ذات التركيب الشبكي، حققت اعلى نتائج في نفاذية الهواء. مما يجعل من استخدامها في إنتاج العباءة الرياضية بشكل جزئي في أكثر المناطق تجمعا للحرارة مثل أعلى الظهر، منطقة تحت الإبطين، وأعلى الصدر، سيؤدي الى نتائج أفضل في الإحساس بالراحة للمرتديات. وذلك لما له من مقدرة عالية في نقل الحرارة والرطوبة من سطح الجلد إلى المحيط الخارجي.

## الخلاصة

تم التحقق من أربعة أنواع مختلفة من الأقمشة المستخدمة في إنتاج نموذجين من العباءة الرياضية التي تحتوي على خامات ثابتة وخامات متغيرة في نفاذية الهواء. كما تمت دراسة أثر الخواص الفيزيائية والمسامية على نفاذية تلك الأقمشة للهواء. وأظهرت النتائج أن الأقمشة ذات الخيوط الدقيقة، والأقلَّ وزناً وسُمكاً تكون ذات مسامية أعلى ويكون لها أداء أفضل من حيث خصائص نفاذية الهواء. حيث أظهرت النتائج وجود علاقة طردية بين نفاذية الهواء والمسامية وعلاقة عكسية مع بعض الخواص الفيزيائية. وقد توصل البحث إلى أن قماش البولستر١٠٠% المنسوج هو الخيار الأفضل في إنتاج العباءة الرياضية لنفاذيته العالية للهواء مقارنةً بقماش التريكو المصنوع من القطن ١٠٠%.

**توصيات البحث**

1- إجراء المزيد من الدراسات البحثية التي تهدف إلى التحقق من خصائص الراحة الحرارية للأقمشة المستخدمة في صناعة الملابس الرياضية المحتشمة الخاصة بالمناطق ذات المناخ الحار الرطب.

2- مراعاة استخدام أقمشة تمتاز بنفاذية عالية للهواء في صناعة العباءات الرياضية، لتوفر أكبر قدر من الراحة الحرارية للمرتديات.

3- استفادة مصانع الملابس من الاقمشة الحديثة الخاصة بالملابس الرياضية لتطوير الإنتاج، وصناعة الملابس الرياضية محليا بجودة عالية.

## المراجع


- Afzal, Ali, Tanveer Hussain, Mumtaz H. Malik, and Zafar Javed. 2014. "Statistical Model for Predicting the Air Permeability of Polyester/Cotton-Blended Interlock Knitted Fabrics." *The Journal of the Textile Institute* 105 (2): 214–22.
- Andersson, C. J. 1999. "Relationships between Physical Textile Properties and Human Comfort during Wear Trials of Chemical Biological Protective Garment Systems."
- Bedek, Gauthier, Fabien Salaün, Zuzana Martinkovska, Eric Devaux, and Daniel Dupont. 2011. "Evaluation of Thermal and Moisture Management Properties on Knitted Fabrics and Comparison with a Physiological Model in Warm Conditions." *Applied Ergonomics* 42 (6): 792–800.
- Bhattacharya, S. S., and J. R. Ajmeri. 2013. "Investigation of Air Permeability of Cotton & Modal Knitted Fabrics." *International Journal of Engineering Research and Development* 6 (12): 01–06.
- Brazaitis, Marius, Sigitas Kamandulis, Albertas Skurvydas, and Laura Daniusevičiūtė. 2010. "The Effect of Two Kinds of T-Shirts on Physiological and Psychological Thermal Responses during Exercise and Recovery." *Applied Ergonomics* 42 (1): 46–51. https://doi.org/10.1016/j.apergo.2010.04.001.
- Çeven, E. K., and G. K. Günaydin. 2018. "Investigation of Moisture Management and Air Permeability Properties of Fabrics with Linen and Linen-Polyester Blend Yarns." *Fibres & Textiles in Eastern Europe* Nr 4 (130). http://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-fad70845-1a2c-4ab2-bca1-c1b0be3ca0d4.
- Collier, Billie J., Helen H. Epps, and Theresa Perenich. 1999. *Textile Testing and Analysis*. Prentice Hall Upper Saddle River, NJ, USA:
- Fan, Jintu. 1989. "A Study of Heat Transfer through Clothing Assemblies." PhD Thesis, University of Leeds.
- Handbook–Fundamentals, ASHRAE. 1997. "Chapter 8: Thermal Comfort." *American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Atlanta, Georgia, USA*.
- Hassan, M., K. Qashqary, H. A. Hassan, E. Shady, and M. Alansary. 2012. "Influence of Sportswear Fabric Properties on the Health and Performance of Athletes." *Fibres & Textiles in Eastern Europe* Nr 4 (93). http://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-article-BPW7-0023-0062.
- Karaguzel, Burcak. 2004. "Characterization and Role of Porosity in Knitted Fabrics."

- Kostajnšek, Klara, and Krste Dimitrovski. 2018. "Multilayer Cotton Fabric Porosity and Its Influence on Permeability Properties." *Tekstilec* 61 (4): 254–64. https://doi.org/10.14502/Tekstilec2018.61.254-264.
- Manshahia, M., and A. Das. 2013. "Comfort Characteristics of Knitted Active Sportswear: Heat and Mass Transfer." *Research Journal of Textile and Apparel* 17 (3): 50–60. https://doi.org/10.1108/RJTA-17-03-2013-B006.
- Manshahia, M, and A Das. 2014. "High Active Sportswear – A Critical Review." *INDIAN J. FIBRE TEXT. RES.* 39 (December): 441–49.
- Oğulata, R. Tuğrul, and Serin Mavruz. 2010. "Investigation of Porosity and Air Permeability Values of Plain Knitted Fabrics."
- Otsu, Nobuyuki. 1979. "A Threshold Selection Method from Gray-Level Histograms." *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics* 9 (1): 62–66.
- Özkan, Esra Taştan, and Binnaz Meriç. 2015. "Thermophysiological Comfort Properties of Different Knitted Fabrics Used in Cycling Clothes." *Textile Research Journal* 85 (1): 62–70. https://doi.org/10.1177/0040517514530033.
- Parsons, K. C. 2014. *Human Thermal Environments: The Effects of Hot, Moderate, and Cold Environments on Human Health, Comfort, and Performance*. 3. ed. Boca Raton, Fla.: CRC Press/Taylor & Francis.
- Parsons, K. C. 2020. *Human Thermal Comfort*. Boca Raton, FL: CRC Press/Taylor & Francis Group.
- Partridge, J. F., S. K. Mukhopadhyay, and J. A. Barnes. 1998. "Dynamic Air Permeability Behavior of Nylon 66 Airbag Fabrics." *Textile Research Journal* 68 (10): 726–31.
- "Quality of Life Program | Saudi Vision 2030." n.d. Accessed July 1, 2020. https://vision2030.gov.sa/en/programs/QoL.
- Saloom, Ferial Saeed Ahmed. 2018. "A Study on the Functional Performance Properties of Modern Sportswear Fabrics." *International Design Journal* 8 (3): 77–84.
- Sarıoğlu, Esin, and Osman Babaarslan. 2019. "Porosity and Air Permeability Relationship of Denim Fabrics Produced Using Core-Spun Yarns with Different Filament Finenesses for Filling." *Journal of Engineered Fibers and Fabrics* 14 (January): 1558925019837810. https://doi.org/10.1177/1558925019837810.
- Sezgin, Mehmet, and Bülent Sankur. 2004. "Survey over Image Thresholding Techniques and Quantitative Performance Evaluation." *Journal of Electronic Imaging* 13 (1): 146–66.
- Song, Guowen. 2011. *Improving Comfort in Clothing*. Elsevier.
- Tashkandi, Salwa. 2014. "An Investigation of Thermal Comfort Properties of Abaya under Heat Stress - RMIT Research Repository." 2014. https://researchbank.rmit.edu.au/view/rmit:161336.
- Tashkandi, Salwa, Lijing Wang, Sinnappoo Kanesalingam, and Amit Jadhav. 2013. "Thermal Comfort Characteristics of Knitted Fabrics for Abaya." In *Advanced Materials Research*, 627:164–69. Trans Tech Publ.
- Tashkandi, Salwa, Lijing Wang, and Sinnappoo Kanesalingam. 2013. "An Investigation of Thermal Comfort Properties of Abaya Woven Fabrics." *Journal of the Textile Institute* 104 (8): 830–37. https://doi.org/10.1080/00405000.2012.758351.

- Wang, Wen Yi, Kwok Tung Hui, Chi Wai Kan, Kongkiat Maha-In, Salakchit Pukjaroon, Siriorn Wanitchottayanont, and Rattanaphol Mongkholrattanasit. 2019. "An Analysis of Air Permeability of Cotton-Fibre-Based Socks." Key Engineering Materials. 2019. https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.805.76.
- الدميني، غالب. ٢٠٠٩. "معايير الراحة الحرارية للأبنية السكنية في عدد من المدن اليمنية" ٢٥ (٢): ٣٩٩–٤٣٠.

ledminie ghaleb. 2009. "maaier al-rahah al-harariya labnea sknea fe aded minn almadan elemeneya" 25 (2): 399–430. •

- محبوب، رنا فاروق. ٢٠١٨. "دراسة مسامية الأقمشة المنسوجة باستخدام خوارزمية أتسو" "OTSU". *المؤسسة العربية للاستشارات العلمية وتنمية الموارد البشرية* ٢ (٦٤): ١١٠–٢١.

mahbouba rana farouq. 2018. "durasa musamia al-aqmisha mansouja bastikhedam khvarzamiya atsu" ."OTSU" al-musasa al-arabia lascharat al-alamia watenmia al-mward al-bashriya 2 (64): 110–21.