# دراسة الملابس الوقائية لرجال الاطفاء و العوامل المؤثرة عليها

إعداد

فوزي سعيد شريف

قسم الملابس و النسيج – كلية الاقتصاد المنزلي – جامعة المنوفية

مجلة البحوث في مجالات التربية النوعية

معرف البحث الرقمي DOI: 10.21608/jedu.2021.52891.1148

المجلد السادس العدد 26 . يناير 2020

الترقيم الدولي

P-ISSN: 1687-3424 E- ISSN: 2735-3346

موقع المجلة عبر بنك المعرفة المصري https://jedu.journals.ekb.eg/

موقع المجلة http://jrfse.minia.edu.eg/Hom

العنوان: كلية التربية النوعية . جامعة المنيا . جمهورية مصر العربية

# دراسة الملابس الوقائية لرجال الاطفاء و العوامل المؤثرة عليها

د. فوزي سعيد شريف


## مستخلص البحث:

مجال الملابس الوقائية لرجال الاطفاء يفتقر الي العديد من الدراسات و الأبحاث في وطننا العربي، و العديد من الابحاث الدولية اهتمت فقط بالخامات الاساسية لتلك الملابس دون أن تهتم بالتصميم و البعد الارجونومي لها، و هو ما اهتمت به تلك الدراسة. تضمن الجزء التجريبي للدراسة اجراء مسح ضوئي ثلاثي الأبعاد للمانيكان قبل وبعد ارتداء الملابس الوقائية، كما تضمن اجراء اختبار لمقاومة النيران . و أثبتت الدراسة أن الفراغات الهوائية المنحبسة بين الجسم و الملبس، كان لها بالغ الأثر علي معدلات الشعور بالألم بمناطق الجسم المختلفة أثناء تعرضها للحرارة العالية. حيث سجلت المناطق ذات الفراغات الهوائية الأكثر سمكا، أقل معدلات الشعور بالألم مثل مناطق نهاية الظهر و الساق من الأمام و الحوض من الأمام، بينما سجلت المناطق ذات الفراغات الهوائية الأقل سمكا، أكثر معدلات الشعور بالألم مثل مناطق أعلي الظهر و أعلي الصدر و أسفل الصدر. و ذلك يثبت جليا أن عامل الفراغات الهوائية له تأثير بالغ و مباشر علي معدل الحماية و الأداء الوظيفي لملابس رجال الاطفاء.


**الكلمات الرئيسة:** رجال الاطفاء – الملابس الوقائية – الراحة الملبسية

## 1. مقدمة:

المنسوجات التقنية هي المظلة الأساسية لجميع المنتجات الوظيفية التي تعتمد في تكوينها علي المكون النسجي، و تتنوع تلك المنتجات بتنوع الأغراض الوظيفية و التطبيقات التي تقوم بها. و طبقا لمؤسسة Techtextil الألمانية، فهناك أكثر من اثني عشر تطبيقا يشتمل في تكوينه علي المنسوجات التقنية باختلاف أنواعها. و من أبرز تطبيقات و مجالات المنسوجات التقنية، المجال الطبي و الزراعي و الصناعي، و أيضا مجال الملابس الوقائية و الملابس الرياضية، كما تمتد الي المجال البيئي و الجيولوجي و الهندسي الانشائي و صناعات السيارات و التعبئة. و يشتمل مجال الملابس الوقائية علي العديد من المنتجات النسجية التي توفر معدل عالي من الحماية الشخصية لمرتديها، و التي تساعد و تمكن مرتديها من القيام بعمله علي أكمل وجه. فهي توفر الحماية من التعرض للنيران للعاملين بمجال اطفاء الحرائق، كما توفر الحماية من الحرارة العالية للعاملين بقطاع صناعة الحديد و الصلب، كما توفر الحماية من الاشتعال و التعرض للمواد الكيميائية الضارة للعاملين بقطاع البتروكيماويات، و أيضا توفر الحماية من الأشعة الفوق بنفسجية و الأشعة الضارة للعاملين بالقطاعات التي تتعرض للأشعة، و توفر أيضا الحماية من الصعقات الكهربائية للعاملين بقطاع الكهرباء. و غيرها من مهام الحماية المختلفة التي تتطلبها العديد من القطاعات الأخري.

## 2. مشكلة الدراسة:

تعتبر الملابس الوقائية (Protective Clothing) من أهم تطبيقات المنسوجات التقنية الحديثة (Technical Textiles)، و التي تعتمد في تكوينها علي العديد من المكونات النسجية الخاصة. و تعتبر ملابس رجال الاطفاء من أهم أنواع الملابس الوقائية، و التي تقوم بوظيفة غاية في الاهمية لحماية رجل الاطفاء و تمكينه من أداء عمله علي أكمل وجه. غير أن هذا النوع من الملابس يفتقر الي العديد من الدراسات و الابحاث في وطننا العربي، علي الرغم من أنه يشتمل علي العديد من العوامل و المتغيرات المؤثرة عليه و علي أدائه الوظيفي. و هناك العديد من الابحاث الدولية التي اهتمت فقط بالمكونات الاساسية لذلك النوع من الملبس (الخامات، الطبقات،

الاكسسوارات، .....)، دون أن تهتم بالتصميم و البعد الارجونومي لتلك الملابس، و ما يترتب عليه من فراغات هوائية تنحصر بين الملبس و جسم رجل الاطفاء، و التي يكون لها بالغ الأثر علي خصائص الراحة الملبسية و العزل الحراري لتلك الملابس، مما يشكل تهديدا مباشرا لرجل الاطفاء و عدم توفير الحماية و الراحة له، و هذا كان الدافع الرئيسي لاجراء تلك الدراسة.

## 3. أهمية الدراسة:

تتمثل أهمية الدراسة في القاء الضوء علي نوع هام من الملابس الوقائية، ألا و هو ملابس رجال الاطفاء، و ابراز الدور الهام التي تقوم به تلك النوعية من الملابس. و أيضا دراسة و تحليل الدور الحيوي للفراغات الهوائية التي تنتج عن البعد التصميمي و الارجونومي و تأثيرها علي خصائص العزل الحراري للملبس و توفير الحماية اللازمة لرجل الاطفاء. مما سيساعد العاملين بقطاع تصميم و تصنيع تلك النوعية من الملابس و سيمكنهم من التنبؤ بمدي قدرة تلك الملابس علي توفير الحماية اللازمة، و سيتيح لهم اضافة و ضبط مقادير الراحة و عمل التعديلات اللازمة بمراحل بناء الباترون و التصنيع، كي يتم الوصول الي أفضل ظروف تصنيعية توفر أفضل معدلات الحماية و الراحة لرجل الاطفاء أثناء تأدية عمله.

## 4. أهداف الدراسة:

أ. القاء الضوء علي الملابس الوقائية (ملابس رجال الاطفاء)، و مدي ملائمتها للأداء الوظيفي.

ب. التعرف عل المتغيرات التي تؤثر على الاداء الوظيفى لملابس رجال الاطفاء.

ج. ابراز الدور الهام لتقنية المسح الضوئي ثلاثي الأبعاد (3D scanning) في تحديد و قياس الفراغات الهوائية ما بين الملابس و جسم رجل الاطفاء.

د. دراسة تأثير تلك الفراغات الهوائية علي خصائص الحماية و الراحة الملبسية لتلك الملابس، خاصة أثناء تأدية العمل و مواجهة النيران.

## 5. أدوات الدراسة:

أ. قام الدارس باستخدام مانيكانان رجالي مقاس ( L ) يخضعان للمواصفات القياسية الألمانية، و تمت الاختبارات للمانيكانان بوضع الوقوف.

ب. تم اجراء اختبار مقاومة النيران عن طريق اختبار (Flash Fire Test) طبقا للمواصفة القياسية (ISO 13506:2008)

ج. تم استخدام تقنية المسح الضوئي ثلاثي الأبعاد للجسم بالضوء الأبيض المنتظم بواسطة الماسح الضوئي (Artec MHT scanner)، و المصنوع بواسطة شركة (Artec Group) الأمريكية.

د. تم استخدام زي رجل اطفاء مكون من قطعتين أساسيتين هما الجاكيت و البنطلون، وقد تم صناعته بواسطة شركة (Bristol Uniform Limited, England)

## 6. مصطلحات الدراسة:

**أ. المنسوجات التقنية (Technical Textiles):**

تُعرّف المنسوجات التقنية علي أنها تشتمل على جميع المنتجات المعتمدة على المكون النسجي، و التي تبتعد أحيانا عن النمط التقليدي الشائع، و تُستخدم أساسًا لأداء دور وظيفي اعتمادا علي خصائصها الفيزيائية أو الكيميائية المتنوعة بمختلف التطبيقات ( Czajka, R.,2005) و (Sherif, F., 2016)

**ب. الملابس الوقائية (Protective Clothing):**

يشتمل مصطلح الملابس الوقائية علي جميع مواد النسيج والمنتجات النسجية المستخدمة في إنتاج الملابس الواقية من مختلف الأنواع المخاطر و الأضرار، بما في ذلك الملابس الواقية من الاحتراق، و الرصاص، و البرودة الشديدة، و المواد البترولية، و المواد الكيميائية، و الأشعة الفوق بنفسجية، و الكهرباء، و الحرارة، و الفيروسات، و غيرها من الأضرار التي تستلزم الحماية (Rigby. D., 2010)

**ج. الراحة الملبسية (Comfort):**

هي عبارة عن مجموعة من الإعتبارات المتداخلة معا و التي تحدد في النهاية مدي الشعوربالرضاء النفسي و الوظيفي عن المنتج الذي يتم ارتدائه. غير أن الباحثين و القائمين علي دراسة مفهوم الراحة الملبسية قد أوضحوا انها تشتمل علي العديد من

الإعتبارات منها الإعتبارات السيكولوجية و الإعتبارات الفسيولوجية و الإعتبارات الحرارية (فوزي شريف، 2017)

**د. المسح الضوئي ثلاثي الأبعاد (3D scanning):**

المسح الضوئي ثلاثي الأبعاد للجسم عبارة عن تطبيق لمجموعة من التقنيات المختلفة، من أجل إجراء تصوير ضوئي دقيق وشامل للشكل الخارجي للجسم بجميع أبعاده. و ذلك من خلال المسح الضوئي لجسم الإنسان (بملابس أو بدون ملابس) اعتمادا علي صور ثلاثية الأبعاد يتم التقاطها للسطح الخارجي لجسم الانسان، و تحويل ذلك الجسم الي معلومات رقمية يسهل التعامل معها و التحكم فيها باستخدام برامج الكمبيوتر المتخصصة. (Simmons. P. K., Istook. L. C, 2003)

**هـ. سمك الفراغات الهوائية (Air gap thickness):**

و المقصود بها، الفراغات الهوائية (أو نقاط عدم التماس) المتكونة ما بين الجسم (سواء البشري أو المانيكان) و بين الملابس بعد ارتدائها، و تلعب هذه الفراغات الهوائية دور حيوي و فعال بالملابس، حيث تعمل كطبقة حماية اضافية للجسم ضد البرودة أو الحرارة، كما يعزي اليها التهوية و حركة بخار الماء لتوفير الراحة الملبسية (Kaczmarek. J. F., et al, 2015)

## 7. الاطار النظري للدراسة:

### أ. الدراسات السابقة:

1. دراسة فوزي شريف، و توصلت الدراسة الي امكانية استخدام مادة الكيتوزان (طبيعية المصدر) في تجهيز الأقمشة القطنية لمقاومة الاحتراق، حيث أثبتت الدراسة فاعلية استخدام تلك المادة لرفع كفاءة الاقمشة القطنية لمقاومة الاحتراق، مما يؤهلها للقيام بخاصية الحماية، و ذلك بالأغراض الوظيفية التي تتطلب ذلك (فوزي شريف، 2004).
2. دراسة ايمان سعد، و توصلت الدراسة الي ان ملابس رجال الاطفاء المعالجة بمادة phosphorus / nitrogen compound based اكثر مقاومة للحريق وأفضلها بعد الغسيل حيث ظلت ثابته في الالياف و دائمة حتى بعد الغسيل (ايمان سعد، 2018).
3. دراسة رشا الجوهري، و توصلت الدراسة الي أفضلية تجهيز الأقمشة القطنية المخلوطة (50% قطن، 50% بوليستر) لجعلها مقاومة ضد الاحتراق و نفاذية الماء

معا، و ذلك باستخدام مادتي أكوافوب (تركيز 300 جم/لتر) و الشبة (تركيز 150 جم/لتر) (رشا الجوهري، 2010).

4. دراسة فوزي شريف، و توصلت الدراسة الي أن الأداء الوظيفي للملابس الوقائية لرجال الاطفاء، يتأثر تأثيرا مباشرا باختلاف الوضع الحركي لرجل الاطفاء أثناء تأدية عمله (فوزي شريف، 2019).

5. دراسة Hur و آخرون، و قامت تلك الدراسة بابتكار تصميم جديد لزي رجال الاطفاء قد تم تصنيعه من خامات حديثة، توفر الراحة الملبسية المطلوبة، بالاضافة الي خفة الوزن مقارنة بالزي التقليدي (Hur, P., et al, 2013).

6. دراسة Chuansong، و توصلت هذه الدراسة الي أن تغطية ملابس رجال الاطفاء بخامة PPS (polyphenylene sulfide) يزيد من خاصية مقاومة النيران للملابس الوقائية و يحسن من فاعليتها (Chuansong, W., 2019)

7. دراسة Nazia Nawaz، و قامت هذه الدراسة بتحسين خصائص الراحة الملبسية و العزل الحراري لملابس السيدات العاملات باطفاء الحرائق، باستخدام بعض الخامات و التصميمات المعدلة (Nawaz, N., 2013).

8. دراسة Kim و Park، و توصلت الدراسة الي أن زي ملابس رجال الاطفاء و أدواته المساعدة، لها تأثير سلبي في بعض الأحيان علي فقرات العمود الفقري العنقية و القطنية (Kim, S., Park, H., 2015).

**ب. العوامل المؤثرة علي ملابس رجال الاطفاء:**

يقوم رجل الاطفاء بالعديد من الوظائف في وقت واحد، فضلا عن المخاطر و التحديات التي تواجهه في كل لحظة. فهو المسئول عن اخماد الحرائق بجميع أنواعها، فضلا عن كونه المسئول أيضا عن انقاذ الأرواح و الممتلكات. غير أنه يقوم بتلك المهام في بيئة مليئة بالنيران و الحرارة العالية، فضلا عن نقص الأكسجين و غيرها من المخاطر، و بنفس الوقت يبذل قصاري جهده لمساعدة الناجين للخروج من تلك البيئة الصعبة. و لعل ذلك كان سببا في أن يقوم المتخصصين بانتاج زي ملبسي خاص يلائم تلك الطبيعة القاسية لمهمة رجل الاطفاء. و كان لزاما أن تتوفر خاصتين أساسيتين بذلك النوع من الزي الوقائي، ألا و هما خاصية الحماية و خاصية الراحة

الملبسية. حيث تقوم خاصية الحماية بوقاية رجل الاطفاء من مخاطر النيران و الحرارة العالية، و تقوم خاصية الراحة الملبسية بتوفير أفضل معايير الراحة الملبسية المختلفة و التي تساعد رجل الاطفاء علي أداء عمله بالحركة سريعة و الكفاءة العالية، و تخلصه بنفس الوقت من العرق و الحرارة المختزنة بجسمه نتيجة وجوده باستمرار بالقرب من النيران (Graveling, R., Hanson, M., 2000). غير أنه غالبا ما تتعارض خاصتي الحماية و الراحة الملبسية في متطلباتهما، فالأولي تتطلب المنسوجات الخاصة المقاومة للنيران، و كذلك تعدد الطبقات لضمان الحماية، و أيضا اضافة بعض المكملات لزيادة معدل الوقاية، بينما تتطلب الثانية أن يكون الزي الملبسي خفيف الوزن، قادر علي امتصاص العرق و التخلص منه، و جيد التهوية. و لذلك اتجه المتخصصون الي اللجوء الي البنية الاساسية لتصنيع تلك الملابس الوقائية ألا وهي مرحلة التصميم و بناء الباترون، بهدف التحكم في مقادير الراحة الملبسية و التي تسمح بتوفير بعض الفراغات الهوائية بين الزي و الجسم البشري، و ذلك بهدف خلق مساحة جيدة للتهوية توفر الراحة الملبسية المطلوبة، و لا تؤثر سلبيا علي خاصية الحماية المطلوبة أيضا(Petrusic,S., et al, 2013)

**ج. مكونات الملابس الوقائية لرجال الاطفاء:**

يتألف زي رجال الإطفاء عادة من جاكيت و بنطلون (مع اختلاف التصميمات و المكملات) شكل (1)، و تشتمل كل قطعة علي ثلاث طبقات أحادية، و هي الغلاف الخارجي ، ناقل الرطوبة، الحاجز الحراري. الغلاف الخارجي يعمل كطبقة خارجية تقاوم الاشتعال من التعرض المباشر للهب، و كذلك يحمي الطبقات الداخلية من المخاطر و التلف. أما الدور الرئيسي للطبقة الثانية فهو حماية الجسم من نفاذ بخار الماء عالي الحراري الي داخل الجسم، و بنفس الوقت فهي تحمل مستوي معين من التهوية للسماح لبخار الماء بالمرور من جسم الانسان نحو الخارج، مما يوفر قدرا من الراحة الملبسية أثناء العمل . أما الطبقة الثالثة فهي تعمل علي تدعيم خاصية العزل الحراري، حيث يقلل من نقل الحرارة من بيئة مكافحة الحرائق إلى الجسم ( Fanglong, Z., et al, 2007).

**شكل 1:** تصميمات مختلفة من زي رجال الاطفاء

و حيث أنه لا يمكن لأي خامة من الملابس أن تتحمل التعرض المستمر للهب أو أن توفر الراحة لوقت غير محدود في البيئات الساخنة، فان الملابس الواقية من الحرائق لا تعني بالضرورة أن القماش المستخدم مقاوم تمامًا للنار والحرارة. فقد تم تصميم الملابس الواقية لرجال الاطفاء لإنقاذ رجال الإطفاء من الحرارة المفرطة وظروف انبعاث الأبخرة الساخنة أو السامة من خلال السماح لهم بفارق زمني مناسب لاتمام عملية الإنقاذ و مكافحة النيران حتي يتم الانسحاب من الاتصال المباشر باللهب. لذلك فانه ليس من المطلوب لأقمشة الملابس الواقية من النار أن تكون فقط مقاومة النيران، و انما أيضا ينبغي أن توفر درجة معينة من الراحة الملبسية أأثناء العمل، و توفير رطوبة معتدلة قدر الامكان، مع الاحتفاظ بالكفاءة المطلوبة لأداء العمل بسرعة و سهولة (Luo, C., Jin, J., 2012). وبشكل عام ، فان الملابس الوقائية لرجال الاطفاء عادة ما تتضمن تنوعا مختلفا من الأقمشة المنسوجة و غير المنسوجة. و يتم استخدام نوعين من الألياف، الأول هو الألياف التقليدية مثل القطن والصوف والفسكوز، و جميعهم يكون مجهز كيميائيا ضد الاحتراق، و الثاني هو الألياف ذات الأداء العالي التي تتميز بمقاومة عالية للاحتراق (Song, G., Wang, F., 2019) مثل:

Aramid, Polyamide (Kevlar®, Nomex®), Polyimide fiber (P84®), PBI®, polybenzoxazole (Zylon®), Modacrylic or oxidized acrylic (semicarbon)

**د. التصميم و دوره في ملابس رجال الاطفاء:**

يمكن أن يؤثر التصميم على نجاح أو فشل نظام الملابس الوقائية أثناء تأدية وظيفتها، و ذلك من خلال التأثير علي الوظائف الفسيولوجية لها. فيجب الأخذ في الاعتبار أنه يتم تصميمها بغرض الحماية، مع توفير الراحة الملبسية المطلوبة في ذات الوقت. لذلك وجب الاهتمام بخصائص الخامات المستخدمة أثناء خطوات التصميم و بناء الباترون و التصنيع النهائي، لذلك فإن تصميم الملابس الواقية يعني الموازنة بين متطلبات التصميم والوظيفة والأداء والحماية (Dammacco, G., et al, 2016)

و قد أظهرت احدي الدراسات العديد من جوانب تصميم الملابس الواقية من الحرائق أثناء دراستها مثل نوعية الخامات و عدد قطع الملابس بمرحلة الباترون والبطانات القابلة للإزالة أوالتحجيم. وأوضحت أنه على الرغم من أن هذه الملابس تم تصميمها من قبل بعض الشركات المصنعة لتوفير عزل فعال من البيئة الخارجية ، إلا أنه لا يوجد أي اعتبار لتبديد الحرارة من الجسم (Stirling, M., 2000). و وفقا لدراسة أخري ،فانه يمكن أن يساعد تحسين التصميم وبناء الباترون على تحسين مرونة الحركة دون خفض مستوى الأداء الوقائي إلى حد كبير، حيث قامت الدراسة بتقييم معدل الراحة أثناء الأداء لبدلة إطفاء بعد تعديلها، و كانت تلك التعديلات في التصميم في أجزاء عديدة من البدلة مثل ذيل الجاكيت، ومنطقة الإبط، و مناطق الركبتين و الساقين (Luo, C. Jin, J., 2012)

**هـ. دور الخامات بملابس رجال الاطفاء:**

تلعب الخامات المستخدمة في صناعة الملابس الوقائية لرجال الاطفاء بطبقاتها الثلاثة دورا هاما في التأثير علي معدل الأداء الوظيفي لتلك الملابس. ففي دراسة أجريت علي مجموعات مختلفة من الخامات الخاصة بالطبقتين الثانية و الثالثة (طبقة ناقل الرطوبة و طبقة الحاجز الحراري)، وجدت هذه الدراسة أن الحماية الحرارية للأقمشة تتحسن كلما زاد سمكها أو وزنها، و سجل العزل الحراري قيمًا عالية بسبب كتلة الهواء الراكد داخل الحاجز الحراري، و بانخفاض حجم هذا الهواء الراكد داخل الحاجز الحراري يقل معدل الحماية. لذلك فان طبقة الحاجز الحراري تعتبر نقطة هامة في تصميم الملابس الواقية من الحرائق (Fanglong, Z., et al, 2007).

و وفقا لدراسة أخري وغيرها ، فانه عندما يتم استخدام مزيج من مواد نسجية مختلفة لتشكيل عدة طبقات، فان معدل الراحة و انتقال الحرارة يعتمدان ليس فقط على خصائص كل طبقة علي حدة، ولكن أيضا علي خصائصهم مجتمعين. كما أظهرت نتائج الدراسة أن الطبقة أحادية الطبقة التي تعمل كناقل للرطوبة لها تأثير كبير على قدرات نقل بخار الماء بشكل عام، كما تلعب خصائص العزل الحراري الدور الأكثر أهمية في ظواهر نقل الحرارة من خلال النظام متعدد الطبقات لتلك الملابس (Petrusic,S. Onofrei, E.,2013). بالاضافة الي أن هناك عوامل أخرى لها تأثير مباشر على خصائص الراحة الفسيولوجية و انتقال الحرارة مثل مكونات الألياف، و البناء النسجي و نوع التجهيز النهائي(Yoo. S, Barker. R., 2005)، كما يلعب عدد الطبقات و سمكها و وزنها أيضا دور مؤثر علي معدل الأداء الوظيفي الاجمالي لتلك النوعية من الملابس( Ataly. O., et al, 2015 )

## 8. الاطار التجريبي للدراسة:

أ. تمت الاختبارات بمعامل معهد EMPA لعلوم الخامات و اختباراتها، في اطار احدي المهمات العلمية الخارجية التي قام بها الدارس (مؤلف البحث)، و قد استخدم فيها الدارس مانيكانان رجالي لهما نفس المقاس (مقاس L) و نفس الوضعية (وضعية الوقوف). كما استخدم الدارس طقم ملبسي كامل لرجل الاطفاء مقاس (L) يتماشي مع نفس مقاس المانيكانان المستخدمان، و هو مكون من قطعتين أساسيتين هما الجاكيت و البنطلون، و تم صنعهما من خامة (Aramid) بواسطة شركة ( Bristol Uniform Limited, England) شكل (2).

**شكل 2:** المانيكان و زي رجل الاطفاء محل الدراسة

**ب.** اشتمل الجزء التجريبي الخاص بالدراسة علي مرحلتين أساسيتين:

- المرحلة الأولي تمثلت في اجراء المسح الضوئي ثلاثي الأبعاد للمانيكان الأول (بوضع الوقوف) قبل ارتداء الملابس الواقية من الاحترق و بعد ارتدائها، و ذلك لمعرفة أماكن الفراغات الهوائية و حسابها.
- و تمثلت المرحلة الثانية في اجراء اختبار كامل لمقاومة النيران للمانيكان الثاني (و الذي له نفس مقاسات و وضعية المانيكان الأول) في حالة الارتداء الكامل للزي الواقي و هو بوضع الوقوف طبقا للمواصفة القياسية ( ISO 13506:2008)، و هذا المانيكان مخصص فقط لاجراء اختبار مقاومة النيران. و تم استخدام ثلاث أطقم لثلاث مرات اختبار (كل مرة بطقم ملابس جديد).

**ج. اجراء المسح الضوئي ثلاثي الأبعاد قبل و بعد الارتداء:**

- تم تثبيت المانيكان (بوضع الوقوف) علي الحامل المخصص له، استعدادا لاجراء المسح الضوئي ثلاثي الابعاد له و هو بدون ارتداء الملابس الوقائية، و وضعه بالجو القياسي داخل المعمل لمدة 24 ساعة قبل البدء باجراء التجارب.

- تم تحديد بعض خطوط القياس الطولية و العرضية علي المانيكان للمساعدة في تحديد المناطق المراد قياس الفراغات الهوائية بها، و اشتملت علي 14 منطقة هي (أعلي الصدر، أسفل الصدر، أعلي الظهر، أسفل الظهر، البطن، نهاية الظهر، الحوض من الأمام، الحوض من الخلف، الفخذ من الأمام، الفخذ من الخلف، الساق من الامام، الساق من الخلف، أعلي الذراع، أسفل الذراع).
- تم اجراء المسح الضوئي ثلاثي الأبعاد باستخدام الماسح الضوئي ( Artec MHT scanner) للمانيكان بالكامل، و تم تكرار عملية المسح خمس مرات لضمان معدل الدقة.
- تم تكرار نفس اجراء المسح الضوئي السابق للمانيكان و لكن بعد ارتدائه للملابس الواقية محل الدراسة، و تكرار عملية المسح خمس مرات أيضا لضمان مستوي الدقة.
- باستخدام برنامج التصميم المساعد (Geomagic) تم التعامل مع الصور ثلاثية الأبعاد التي تم الحصول عليها في حالتي قبل و بعد ارتداء الملابس الواقية. بعد ذلك، و عند طريق الأدوات المساعدة بالبرنامج، تم اجراء تداخل ما بين الصورتين للمانيكان (قبل و بعد الارتداء) بهدف حساب الفراغات الهوائية المحصورة ما بين الزي و جسم المانيكان في اجراء محاكي للوضع الحقيقي، و معرفة مناطق توزيعها و سمكها، بهدف معرفة دورها و تأثيرها علي خصائص الحماية و الراحة للملابس الوقائية أثناء تعرضها لاختبار مقاومة النيران.
- بعد اتمام المسح الضوئي ثلاثي الأبعاد للمانيكان في حالتي ما قبل و بعد ارتداء الملابس الوقائية بالطريقة التي تم توضيحها سابقا، فقد تم الحصول علي مناطق توزيع الفراغات الهوائية و سمكها و ذلك بالمناطق الجسمية محل الدراسة المشار اليها سابقا.

**د. اجراء اختبار مقاومة النيران (Flash Fire Test):**

- باستخدام المواصفة القياسية (ISO 13506:2008) تم اجراء اختبار مقاومة النيران للمانيكان في حالة ارتداء الملابس الوقائية كاملة (الجاكيت و البنطلون) بوضع الوقوف. شكل (3)
- الاختبار تم بغرفة مخصصة لذلك الغرض، حيث يكون المانيكان مثبت بوسط الغرفة ثم يتم تلبيسه الزي بالكامل، و هذا المانيكان يحتوي علي عدد كبير من المجسات الالكترونية (sensors) المنتشرة بجميع جسم المانيكان، بهدف الاستشعار بدرجة الحرارة و كمية النار الموجهة اليه.

(أ)

(ب)

**شكل 3:** (أ) الملابس الوقائية قبل الاختبار، و (ب) الملابس الوقائية بعد الاختبار

- تنتشر حول المانيكان مجموعة من مصادر اللهب موزعة بجميع الزوايا المحيطة بالمانيكان، لضمان تعرض جميع أجزاء المانيكان للنيران. و قدم تم شغيلها كلها في وقت واحد أثناء الاختبار.
- عن طريق نظام الكتروني متكامل يعتمد علي مجموعة برامج كمبيوترية متخصصة، يتم التحكم بمصادر و كمية اللهب، و أيضا المجسات

الالكترونية المنتشرة علي جسم المانيكان، بهدف دراسة و تصوير اجراء الاختبار لحظة بلحظة و تسجيلها.

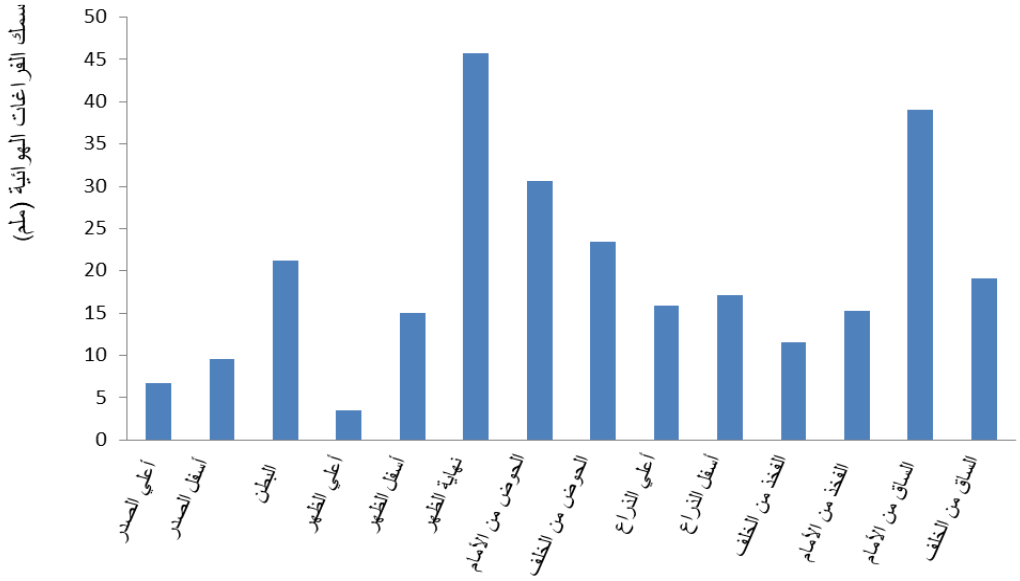
- بعد تعرض المانيكان المرتدي للملابس للنيران، تم الحصول علي خريطة للجسم تشتمل علي جميع المعلومات المتعلقة بتأثير النيران علي الجسم، و أيضا السلوك الحراري للجسم و للملابس الوقائية معا، بما في ذلك توزيع درجات الالم بجميع مناطق الجسم، و كذلك درجات حروق الجلد المختلفة.

## 9. النتائج و المناقشة:

ا. يعرض الجدول التالي سمك و توزيع الفراغات الهوائية المنتشرة حول جسم المانيكان أثناء ارتداء الملابس الوقائية، كما يعرض متوسط النتائج لتعرض المانيكان المرتدي للملابس الواقية للنيران، ومنه يتضح أن المناطق الأعلي شعورا بالألم كانت أعلي الظهر و أعلي الصدر و أسفل الصدر علي الترتيب، بينما كانت المناطق الأقل شعورا بالألم هي نهاية الظهر و الساق من الأمام و الحوض من الأمام.

**جدول يوضح العلاقة بين سمك الفراغات الهوائية و معدل الشعور بالألم**

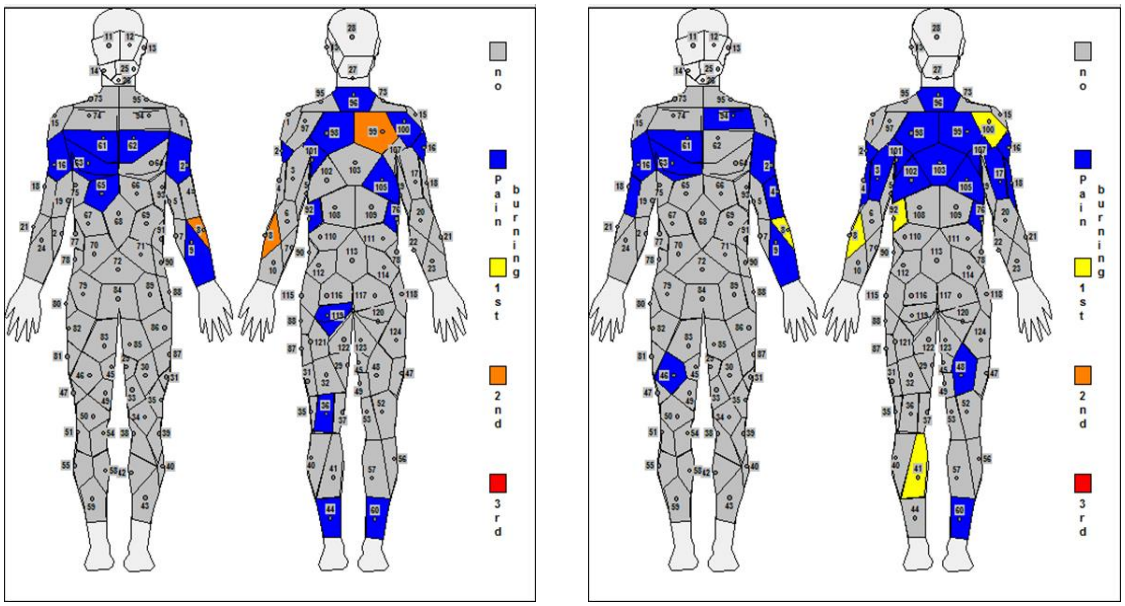
| منطقة الجسم | سمك الفراغات الهوائية (ملم) | نسبة الشعور بالألم (%) | حروق الدرجة الأولي (%) | حروق الدرجة الثانية (%) | حروق الدرجة الثالثة (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| أعلي الصدر | 6.7 | 41.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| أسفل الصدر | 9.6 | 37.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| البطن | 21.2 | 19.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| أعلي الظهر | 3.5 | 55.6 | 7.4 | 3.7 | 0.0 |
| أسفل الظهر | 15 | 33.3 | 14.3 | 6.0 | 0.0 |
| نهاية الظهر | 45.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| الحوض من الأمام | 30.6 | 5.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| الحوض من اخلف | 23.4 | 15.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| أعلي الذراع | 15.9 | 30.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| أسفل الذراع | 17.1 | 27.3 | 6.7 | 3.3 | 0.0 |
| الفخذ من الخلف | 11.6 | 35.7 | 8.0 | 0.0 | 0.0 |
| الفخذ من الأمام | 15.3 | 31.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| الساق من الأمام | 39.1 | 2.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| الساق من الخلف | 19.1 | 22.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |




**شكل 4:** توزيع سمك الفراغات الهوائية حول مناطق الجسم المختلفة

**ب.** من شكل (4) يتضح التباين الواضح بين سمك الفراغات الهوائية المتكونة حول مناطق الجسم المختلفة بعد ارتداء الملابس الوقائية، حيث سجلت مناطق نهاية الظهر و الساق من الأمام و الحوض من الأمام أعلي ثلاث قيم (45.7، 39.1، 30.6) ملليمتر علي التوالي، في حين سجلت مناطق أعلي الظهر و أعلي الصدر و أسفل الصدر أقل ثلاث قيم (3.5، 6.7، 9.6) ملليمتر علي التوالي.

و يعزي ذلك التغير و التباين في سمك الفراغات الهوائية حول الجسم الي العديد من الأسباب، منها مقادير الراحة أثناء بناء الباترون في البداية، و التي تختلف من مقاس الي مقاس، و من تصميم الي تصميم، و من شركة الي أخري. و أيضا يمثل الوضع الحركي للجسم عامل اخر مهم في تغير نسب سمك الفراغات الهوائية حول الجسم، ففي تلك الدراسة كان وضع المانيكان بوضعية الوقوف، مع الأخذ بالاعتبار باقي العوامل الأخري مثل عامل الجاذبية الأرضية و طبيعة الارتداء و نوعية الخامات و معدل انسدالها حسب طبيعة المنطقة الجسمية.




**شكل 5:** توزيع درجات الالم بجميع مناطق الجسم

**ج.** الشكل (5) هو خريطة للجسم تظهر تقسيمه الي مناطق صغيرة تبعا لتوزيع المجسات الالكترونية (الحساسات) بمناطق الجسم المختلفة، كما يظهر تنوع درجات الحروق المتوقعة لجسم رجل الاطفاء ما بين حروق الدرجة الأولي و الثانية (اللونين البرتقالي و الأصفر علي التوالي). كما يظهر أيضا توزيع مناطق الشعور بالألم الذي هو أقل خطورة عن الحروق (باللون الأزرق)، أما مناطق الجسم التي هي باللون الرمادي فلم تسجل أي تأثر.

**د.** بالنظر الي ما تم عرضه من نتائج، يتضح أن الفراغات الهوائية المنحبسة بين الجسم و الملبس، و التي اختلف سمكها باختلاف مواقعها حول الجسم، كان لها بالغ الأثر علي معدلات الشعور بالألم بمناطق الجسم المختلفة أثناء تعرضها للحرارة العالية. حيث سجلت المناطق ذات الفراغات الهوائية الأكثر سمكا، أقل معدلات الشعور بالألم مثل مناطق نهاية الظهر و الساق من الأمام و الحوض من الأمام، بينما سجلت المناطق ذات الفراغات الهوائية الأقل سمكا، أكثر معدلات الشعور بالألم مثل مناطق أعلي الظهر و أعلي الصدر و أسفل الصدر. و ذلك يثبت جليا أن عامل الفراغات الهوائية له تأثير بالغ و مباشر علي معدل الحماية و الأداء الوظيفي لملابس

رجال الاطفاء، و لا يقل تأثيره عن باقي العوامل المؤثرة علي معدل الأداء الوظيفي لملابس رجال الاطفاء.

## 10. توصيات الدراسة:

أثبتت الدراسة أن سمك و توزيع الفراغات الهوائية حول الجسم، لها بالغ التأثير في كفاءة الأداء الوظيفي لملابس رجال الأطفاء، و ما سمك و توزيع الفراغات الهوائية حول الجسم الا نتاج التصميم و البعد الأرجونومي لتلك النوعية من ملابس الحماية. لذلك توصي الدراسة باستكمال البحث في تأثير البعد الأرجونومي و التصميمي لملابس رجال الاطفاء علي كفاءة الأداء الوظيفي لها، و خاصة الأوضاع الحركية المختلفة لرجال الاطفاء أثناء تأدية عملهم، حيث ستختلف الفراغات الهوائية باختلاف الوضع الحركي و الأرجونومي لرجل الاطفاء.

## 11. المراجع:


**1.** ايمان رأفت سعد. (2018). "معالجة ملابس رجال الاطفاء ضد النيران لزيادة فاعليتها"، مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية، العدد 10.

**2.** رشا عباس الجوهري. (2010). "إمكانية تحسين خواص الأقمشة القطنية بهدف رفع كفاءتها لمقاومة الاحتراق ونفاذية الماء باستخدام مواد آمنة بيئياً" ، مجلة بحوث التربية النوعية، جامعة المنصورة، العدد 18.

**3.** فوزي سعيد شريف. (2004). "الأساليب العلمية والفنية الحديثة، و امكانية الاستفادة منها في تصنيع منتجات ملبسية مقاومة للاحتراق"، رسالة ماجستير، كلية الاقتصاد المنزلي، جامعة المنوفية.

**4.** فوزي سعيد شريف. (2017). دور المنسوجات التقنية في تحسين الراحة الملبسية للأربطة المستخدمة لإصابات الرياضيين، المجلة العلمية لعلوم التربية النوعية، كلية التربية النوعية جامعة طنطا، العدد الخامس.

**5.** فوزي سعيد شريف. (2020). تأثير الأوضاع الحركية لرجال الاطفاء علي كفائة الأداء الوظيفي لملابسهم الواقية للحريق، المؤتمر الدولي التاسع لشعبة الصناعات النسجية، المركز القومي للبحوث، القاهرة.

**6.** Ataly, O., Bahadir, S., K. Kalaoglu, F. (2015). An analysis on the moisture and thermal protective performance of firefighter clothing based on different layer combinations and effect of washing on heat protection and vapour transfer performance, *Advances in Materials Science and Engineering Journal*, Vol. 2015, Article ID 540394.

**7.** Czajka, R. (2005). Development of medical textile market, *Fibers &Textiles in Eastern Europe Journal*, Vol. 13.

**8.** Fanglong, Z. Weiyuan, Z. Minzhi, C. (2007). Investigation of material combinations for firefighter protective clothing on radiant protective and heat moisture transfer performance. *Fibers and Textiles in Eastern Europe Journal*, Vol. 15.

**9.** Graveling, R. Hanson, M. (2000). Design of UK firefighter clothing, Ergonomics of protective clothing, *1st European Conference on Protective Clothing*, Sweden.

**10.** Hur, P., Rosengren, K., Wecksler, E, H. (2013). Effect of protective clothing and fatigue on functional balance of firefighters, *Journal of ergonomics*, Vol. S2.

**11.** Kaczmarek, J, F., Psikuta, A., Bueno, M, A., Rossi, M, R. (2015). Effect of garment properties on air gap thickness and the contact area distribution, *Textile Research Journal*, Vol 85(18).

**12.** Kim, S., Park, H. (2015). Impact of firefighters' protective clothing and equipment on upper body range of motion, *Fashion & Textile Research Journal*, Vol. 17 (4).

**13.** Luo, C. Jin, J. (2012). Design feature analysis, and pilot ergonomic evaluation for protective fire gear. *Procedia Engineering Journal*, Vol. 43.

**14.** Nazia Nawaz. (2013). Development of firefighters' protective jacket for female firefighters offering improved thermal comfort through modification of materials, garment design, construction and fit, *PhD thesis, Textile Engineering*, National Textile University Faisalabad, Pakistan.

**15.** Petrusic,S., Onofrei, E., Bedek, G., Duopont, D., Soulat, D. (2013). Investigation of thermal comfort properties of firefighter, protective clothing. *4th ITMC conference*, RoubaixFrance, 2013

**16.** Rigby, D. (2005). Technical textiles and nonwovens world market forecasts to 2010, *David Rigby Associates*.

**17.** Sherif, F. (2016). New prospects to enhance the commercial and economical status in textile industry, *International Ddesign Journal*, Vol. 6, Issue. 1.

**18.** Simmons, P, K., Istook, L, C. (2003). Body measurement techniques: Comparing 3D body-scanning and anthropometric methods for apparel application, *Journal of Fashion Marketing and Management,*Vol.7, No.3.

**19.** Song, G., Wang, F. (2019). Firefighters clothing and equipment: performance, protection and comfort, *CRC Press.*

**20.** Stirling, M. (2000). Aspects of firefighter protective clothing selection. Ergonomics of Protective Clothing. *1st European Conference on Protective Clothing*, Sweden.

**21.** Chuansong, W. (2019). Application of a new firefighter protective clothing material in fire rescue, IOP Conference Series: *Materials Science and Engineering Journal*, Vol 612, Issue 3.

**22.** Yoo, S., Barker, R, L. (2005). Comfort properties of heat resistance protective workwear in varying conditions of physical activity and environment. Part 1: Thermophysical and sensorial properties of fabrics, *Textile Research Journal*, Vol. 75(7).

**23.** Dammacco, G. Turco, E. Glogar, M. (2016). Design of protective clothing, University of Zagreb, Faculty of textile technology.
*www.gradozero.eu/gzenew/im/books/Protective_Clothing_Design.pdf. 20.04.2016*.