

فاعلية استخدام الملابس الوقائية من مخاطر الملوثات على صحة العمال في المصانع الكيماوية

The Efficiency of Using the Protective Clothing from the Risks of Pollutants on the health of the Workers in the Chemical Plants

د/ رانيا شوقي محمد غازي

أستاذ مساعد تصميم الأزياء بكلية التصميم والفنون، جامعة أم القرى، مكة المكرمة، السعودية

كلمات دالة: Keywords

الصناعات الكيماوية Chemical industries- الملابس الوقائية
-Protective clothing السلامة المهنية Occupational Safety and Health

ملخص البحث: Abstract

يرواجه العمال في الصناعات الكيماوية العديد من أنواع الملابس ذات الدرجات المتباينة في الحماية، خاصة في ظل تعدد وتنوع الملوثات وعلى الأخص الملوثات الكيماوية على اختلاف درجة سُميتها وخصائص النفاذية للملوثات عبر أنواع الملابس أثناء فترات التعرض للملوثات، مما يوجد صعوبة في عملية الاختيار بين تلك الملابس للوصول إلى القرار الاستهلاكي الرشيد. ويهتم البحث بدراسة تصنيف الملابس الوقائية وأنواع الانسجة المستخدمة والوصلات المستخدمة في حياكتها في فاعلية الحماية للمخاطر الكيماوية تبعاً لمستوى الحماية والنفاذية ودراسة لأنماط الملابس الوقائية، وقامت الباحثة بتصميم قاعدة بيانات لأنماط الملابس الوقائية للحماية من الملوثات الكيماوية تسهياً لعملية الاختيار بين أنواع ملابس الحماية، ووجدت الباحثة ان اختيار نوع الملابس الملائم يختلف على حسب نوع التصميم للملبس وفاعلية الأداء لمقاومة الملوثات سواء كانت من النوع الصلب أو السائل أو الرذاذ المتطاير أو الملوثات الغازية وأيضاً على حسب نوع الاستخدام سواء كان استخدام مفرد مرة واحدة أو متعدد الاستخدام.

Paper received 29th November 2022, Accepted 11th February 2023, Published 1st of March 2023

- 2- معرفة مدى تقبل العمال لإرتداء ملابس واقية من المواد الكيماوية.
- 3- ضمان الاختيار والتوجيه المهني السليم للعامل لاختيار ما يناسبه من ملابس لضمان أدائه العملي الجيد.

حدود البحث: Research Delimitations

تم عمل دراسة حالة لشركة Dupont للأنسجة والملابس الوقائية من الملوثات والمخاطر الكيماوية.

منهج البحث: Research Methodology

تتبع الباحثة في الدراسة استخدام المنهج التحليلي للملابس الوقائية المستخدمة في الحماية من الملوثات متضمناً دراسة حال لإحدى الشركات المنتجة لملابس الحماية من الملوثات.

مصطلحات البحث: Research Terms

- **الصناعات الكيماوية:** هي إنتاج مجموعة متنوعة من المواد الكيماوية مثل: البلاستيك، والدهانات، والأصبغ، والأدوية، والبتروكيماويات، هذه المواد الكيماوية مفيدة لنا بطرق عدة، لكن طرق إنتاجها يُخلّف كميات هائلة من النفايات السامة والمنتجات الثانوية الضارة.
- **الملابس الوقائية:** يشتمل المصطلح على جميع مواد النسيج والمنتجات النسجية المستخدمة في إنتاج الملابس الوقائية من مختلف أنواع المخاطر والأضرار، بما في ذلك الملابس الواقية من الاحتراق، والرصاص، والبرودة الشديدة (الصقيع)، والمواد البترولية، والمواد الكيماوية، والأشعة فوق بنفسجية، والكهرباء، والحرارة، والفيروسات، وغيرها من الأضرار التي تستلزم الحماية. (Rigby, 2010)
- **السلامة والصحة المهنية:** هو العلم الذي يهتم بالحفاظ على سلامة العامل وصحته، بتوفير بيانات عمل آمنه خالية من مسببات الإصابات أو الأمراض المهنية. وهي مجموعة من الإجراءات والنظم في إطار تشريعي تهدف إلى الحفاظ على العامل من خطر الإصابة والحفاظ على الممتلكات من خطر التلف. (الدولية، 2017م)

الدراسات السابقة: Literature review

استقادت الباحثة من خلال بعض الدراسات المرتبطة بموضوع البحث كما جاء في دراسة: (فوزي شريف، 2020م) بعنوان: دراسة الملابس الوقائية لرجال الأطفال والعوامل المؤثرة عليها، والتي تهدف إلى إلقاء الضوء على الملابس الوقائية لرجال الأطفال

المقدمة ومشكلة البحث:

Introduction & Research Problem

إن الصناعة لا تعتمد في تطورها على الآلات ورأس المال وطرق الإنتاج والتسويق فقط، بل تعتمد في المقام الأول على العامل المنتج الذي هو أهم عنصر في أي مشروع فهو الذي يدير الآلة، وهو الذي تتفاعل معه كل الظروف المحيطة به في بيئته الفيزيائية والاجتماعية. ومن هنا يجب الإهتمام بالعامل الذي يقع على كاهله تشغيل الآلات وصيانتها وإصلاحها وهو المسؤول عن زيادة الإنتاج وتحسينه، وفي حين نجد أن التلوث يلعب دوراً خطيراً في حياتنا وأصبح ظاهرة تهدد البشرية مما يستوجب وجود أسلوب مناسب للحماية من هذا التلوث، ومن أهم أنواع الملوثات الضارة (الملوثات الكيماوية) التي تمثل خطراً كبيراً على صحة العاملين في مجال الصناعة، مما يوجب اتخاذ كل الاحتياطات التي تتخذ لمنع تعرض العمال للأبخرة والغازات الضارة في الصناعات الكيماوية.

وتتلخص مشكلة البحث في عدم توافر دراسات بحثية كافية لتحليل فاعلية استخدام الملابس الوقائية ذات القدرة الملائمة للحماية من الملوثات الكيماوية، حيث أن في حالة وجود أحد هذه الملابس التي تعمل على الحماية من مادة كيماوية معينة فقد نجد هذا الملبس لا يستطيع حماية العامل من بعض المواد الأخرى ولذا ظهرت الأهمية من دراسة موضوع البحث فيما يتعلق بالملابس الواقية من الملوثات الكيماوية من حيث الخامات المستخدمة وأنواع الملابس الوقائية وطريقة تركيب الوصلات المختلفة تبعاً لنوع الاستخدام والعوامل المؤثرة على فاعليتها.

أهمية البحث: Research Significance

- 1- يهتم البحث بدراسة الأسس العلمية المؤثرة على مقاومة الأقمشة للملوثات.
- 2- دراسة أنواع الملوثات الكيماوية ودرجات سُميتها ومدى تأثيرها على الملابس الوقائية.
- 3- دراسة الخواص الطبيعية والكيماوية للملوثات وكذلك دراسة مدى قدرتها على النفاذ من خلال الخامات المستخدمة في تصنيع الملابس الوقائية.

أهداف البحث: Research Objectives

- 1- الاختيار الأمثل لنوع الملابس الوقائية تبعاً لنوعيات الملوثات الكيماوية ومدى تأثيرها على الملابس.

الملوثات في الصالات الإنتاجية ويوضح الأنماط المختلفة ووصلات الحياكة المستخدمة في التصنيع لما يتلاءم مع عمال مصانع الصناعات الكيماوية.

الإطار النظري: Theoretical Framework

الأسس العلمية المتعلقة بمقاومة الأقمشة للمواد الكيماوية: (Norman, 2020)

1- الحماية من المواد الكيماوية:

يقصد بها قدرة المنسوج على مقاومة مرور المادة الكيماوية خلاله، وبصورة تجعل الإنسان آمناً تماماً من مختلف الأضرار هذه المادة المادة الكيماوية بمختلف مستويات تركيزها وطوال فترة تعرضه لها.

2- نفاذية المواد الكيماوية عبر الملابس:

هي العملية التي تتحرك بواسطتها المادة الكيماوية خلال منسوج الملابس على المستوى الجزئي والغازات خلال المنسوج، أو انتقال الجزيئات الصلبة بالتلامس بين المنسوج والجلد، أو انتقال مباشر للأبخرة خلال المنسوج، أو انتقال للسائل نفسه خلال المنسوج، وتمر بثلاث مراحل هي:

- امتصاص جزيئات السائل بواسطة وجه المنسوج المقابل للمادة الكيماوية.
- انتشار جزيئات السائل إلى الوجه الآخر للمنسوج.
- انتقال جزيئات السائل إلى الوجه الآخر للمنسوج.

3- الامتصاص التشريبي Absorption: يقصد به نفاذية السائل أو المواد الصلبة في صورة جزيئات إلى أو خلال السوائل وتمثل مدى فاعلية النسيج لتشرب الملوثات الكيماوية.

4- الامتصاص السطحي Adsorption: هي ظاهرة تركز مادة معينة عند سطح يبني لارتباطها بقوى سطحية فوق هذا السطح، وتميل المواد ذات النشاط السطحي والتي تمتص سطحياً إلى خفض التوتر بين سطحي سائل وسائل آخر، أو بين سائل وسطح صلب أو بين غاز وسائل، أو غاز وسطح صلب.

5- معامل الامتصاص السطحي Adsorption Coefficient:

يقصد به مقدار الزيادة في تركيز المادة بين السطحين لكل وحدة مساحة. وبصفة عامة فإن تعبير الامتصاص يشير إلى العملية التي يتم بواسطتها أخذ مادة على سطح مادة أخرى.

6- الانتفاخ Swelling: يقصد بها امتصاص جسم صلب لسائل مع احتفاظه بالتركيب الخاص به، والمصاحب بحدوث زيادة في أبعاده بعد الامتصاص دون تغيير في الخواص الكيماوية، وحيث تضعف قوة التماسك بين مكونات المادة الماصة، وهو إما أن يكون انتفاخاً محدوداً وفيه يقف الانتفاخ بعد امتصاص كمية معينة من السائل دون حدوث تغيير لقوام المادة المنتفخة، أو أن يكون انتفاخاً غير محدود تستمر فيه المادة في الانتفاخ حتى تتحول في النهاية إلى محلول غروي تتلاشى فيه الصورة الصلبة المتماصة.

7- معامل الانتشار Diffusion Coefficient: هو الفرق بين قوة الالتصاق بين المادة المنتشرة وسطح الانتشار، وتتوقف قدرة سائل ما على المرور خلال سطح ما على الخواص التالية:

- خواص الابتلال للسطح المعامل.
- خواص الانتشار للسائل، ويساعد على هذا الانتشار الاندفاع الذي قد يتعرض إليه بصورة غير مباشرة أو مباشرة بتأثير آلة الرش.
- خواص التغلغل والنفاذية للسائل.

وتميل المادة للانتشار من منطقة ذات تركيز مرتفع إلى منطقة ذات تركيز منخفض، ويعبر عن ميل مادة الانتشار بثابت الانتشار والذي يعرف على أنه عدد الجزيئات التي تنتشر عبر وحدة المساحة في وحدة من الزمن عندما يكون التركيز واحد.

8- الترشيح Filtration:

المقصود بعملية الترشيح هو حجز جزيئات المادة الصلبة أو السائلة أو الغازية، والتي تكون حجم جزيئاتها أكبر من حجم الثغور

ومدى ملائمتها للأداء الوظيفي، وتأثير الفراغات الهوائية على خصائص الحماية والراحة الملبسية أثناء مواجهة النيران وتأدية الأعمال الوظيفية، دراسة (ديفيدرا كومان، 2017م) بعنوان:

Seams for protective Clothes – An overview

الوصلات المستخدمة في ملابس الحماية، والتي تهدف إلى دراسة الوصلات المستخدمة في حياكة الملابس لضمان المتانة لأداء الملابس الواقية لأن خيطاً واحداً أو فجوة في الوصلات يمكن أن تفكك المسافة بين الشخص والبيئة مما يترك مساحة لدخول الملوثات. وتلعب طبقات الملابس الواقية دوراً مهماً لأنها تؤثر بشكل مباشر على سلامة توفير الحماية. دراسة (أريك فان ويلي، 2017م) بعنوان:

SP: Current global standards for How to choose the Chemical Protective Clothing right protection for the right

ملابس الحماية الكيماوية، والذي يوضح المعايير الأولى لملابس الحماية الكيماوية (CPC) من منتصف إلى أواخر الثمانينيات والتطور الذي يتم في معظم المعايير كل 5 سنوات. على مدار السنوات الماضية، كما يوضح التشرحيات الكيماوية وحماية العمال في جميع أنحاء العالم. تنشأ المعايير الأكثر انتشاراً تحت رعاية منظمة المعايير الدولية (ISO) أو اللجنة الأوروبية للتوحيد القياسي (CEN) أو بموجب منظمات معايير أمريكية مختلفة (مثل NFPA وASTM). دراسة: (حازم عبدالفتاح، هالة محمد مصطفى، وآخرون، 2017م) بعنوان: ملابس العاملين في صناعة الزجاج طبقاً لإشترطات الأمن الصناعي والسلامة المهنية، والذي يهدف إلى دراسة الكفاءة الوظيفية للخامات المستخدمة في تصنيع ملابس العاملين بقسم التشكيل والتشطيب بمصانع الزجاج، وإعداد تصميمات مناسبة طبقاً لمتطلبات الأمن الصناعي والسلامة المهنية.

A Technical Overview on Protective Clothing against Chemical Hazards

نظرة عامة فنية على الملابس الواقية من المخاطر الكيماوية والذي يهدف لدراسة الخامات المستخدمة في الحماية من المواد الكيماوية والتي يجب أن تكون مستوفاه في الملابس المنزلية أو الملابس الزراعية والصناعية والعسكرية والطبية. والمتغيرات الواجب توفرها من وزن وراحة ومستوى حماية والمدة المطلوبة للحماية في كل مستوى. دراسة: (نجالء بن حمدان، 2011م) بعنوان: دراسة وصفية في دور الملابس في وقاية الجلد من الأشعة فوق بنفسجية، والتي تهدف للتعرف على الأضرار الناجمة لجلد الإنسان من التعرض للأشعة فوق بنفسجية وأشعة الشمس، والتعرف على الخامات الملبسية التي توفر الحماية للوقاية من أمراض سرطان الجلد. دراسة: (رشا الجوهري، أمل مأمون، 2010م) بعنوان: إمكانية تحسين خواص الأقمشة التقنية بهدف رفع كفاءتها لمقاومة الاحتراق ونفاذية الماء باستخدام مواد بيبينا، والتي تهدف إلى إيجاد معالجة كيماوية لخامة القطن والأنسجة المخلوطة بهدف إكسابها مقاومة الاحتراق والبلل باستخدام مواد أمنة بيئية، دراسة: (رانيا فاروق النويشي، 2000م) بعنوان:

تقييم كفاءة تصميم بعض الملابس الواقية المقترحة من بعض المخاطر الكيماوية، والتي تهدف إلى دراسة الأنماط الملبسية (الأفارول) التي يمكن أن يتقبلها العاملون في مجال تجهيز والأقمشة، بهدف توفير الحماية من المخاطر الكيماوية لتلائم مع بيئة العمل داخل المصانع ومعامل التجهيز.

استفادت الباحثة من الدراسات السابقة في معرفة أنواع الملابس الأمنة والمستخدمه للحماية من الملوثات والخواص الملائمة التي يجب أن تتوفر فيها ومستويات الحماية المطلوبة ومدة التعرض في كل مستوى ومعرفة أنواع الوصلات المستخدمة في حياكة الملابس الواقية من جميع أنواع الملوثات. ويختلف البحث الحالي عن الأبحاث السابقة في أنه متخصص في الملابس الواقية للملوثات الكيماوية وقامت الباحثة بعمل تصميم لقاعدة بيانات لجميع أنواع الملابس والقفاذات والاحذية التي تستخدم لحماية العامل من

متعدد أو محدود الاستخدام أو يستخدم مرة واحدة فقط). (Osha, 2022)

وتصنف ملابس الحماية تبعاً للاستخدام النهائي إلى خمس أنواع كالتالي كما موضح بالشكل (1): (Kumar, 2017)

- 1- ملابس الحماية للمخاطر الكيميائية
- 2- ملابس الحماية للبرودة القارصة
- 3- ملابس الحماية للمخاطر البيولوجية
- 4- ملابس الحماية للمخاطر الميكانيكية
- 5- ملابس الحماية للوقاية من الحرارة والحريق



شكل (1) يوضح تصنيف ملابس الحماية تبعاً للاستخدام النهائي (Kumar, 2017)

- 2- المستوى الثاني للحماية "B": يتطلب هذا المستوى من الحماية منع جميع الملوثات السائلة التي يمكن أن يتعرض لها الإنسان من خلال النفاذية للملابس ومن ثم فليس هناك حاجة لاستخدام أجهزة تنفس صناعية.
- 3- المستوى الثالث للحماية "C": يعتمد على ترشيح الملابس للملوثات السائلة والغازية دون عزله عن البيئة الخارجية ومن ثم لا حاجة لاستخدام أجهزة تنفس صناعية.
- 4- المستوى الرابع للحماية "D": يهدف إلى الحماية الجزئية من الجزيئات الصلبة مثل الأتربة.

الموجودة داخل النسيج، سواء كانت هذه الثغور موجودة بين الشعيرات وبعضها داخل الخيوط، أو بين الخيوط وبعضها داخل التركيب النسجي، ويندرج تحت مصطلح الترشيح نوعين أساسيين؛ هما الترشيح المبلل ويقصد به منع جزيئات المادة السائلة من المرور داخل النسيج، والترشيح الجاف ويقصد به منع جزيئات المادة الصلبة أو الغازية من المرور داخل النسيج.

وتصنف ملابس الواقية للملوثات الكيميائية تبعاً للتصميم سواء كانت (بذل تغطي الجسم كامل، جاكيت و أفارول، قفازات، أحذية) أو تبعاً الأداء ومستوى الحماية لأنواع الملوثات والخدمة الحياتية (كاستخدام

مستويات الحماية من الملوثات الكيميائية: (Khalil, 2015)

أقرت وكالة حماية البيئة العالمية إلى أنه توجد أربع مستويات للحماية من الملوثات، والتي تهدف الملابس الوقائية الكيميائية إلى حماية سواء كان التعرض بشكل مباشر ملامسة من خلال الجلد أو غير مباشر عبر الجهاز التنفسي وذلك وفقاً لمستويات الحماية التي أقرتها وكالة حماية البيئة العالمية :

- 1- المستوى الأول للحماية "A": يتطلب هذا المستوى من الحماية منع مرور جميع الملوثات التي يمكن أن يتعرض لها الإنسان من النفاذية خلال الملابس مما يقتضي استخدام أجهزة تنفس صناعية وتصميم مغلق للملابس يتم بواسطته عزل الفرد عن البيئة الخارجية تماماً.



Level A

Level B

Level C

Level D

شكل (2) يوضح تصنيف ملابس الحماية تبعاً لمستويات الحماية التي أقرت بها وكالة حماية البيئة عالمياً (Suhail, 2017)

- المواد القابلة للانفجار (الغازات الهيدروكربونية مثل غاز الميثان أو مواد مثل الديناميت)
- المواد المؤكسدة (الكلور والفلور)
- المواد الأكالمة (حمض الكبريتيك، كلوريد الكبريت، كلوريد البنزويل)
- المواد الفعالة كيميائياً (مواد نشطة كيميائياً يؤدي تفاعلها إلى وقوع حوادث خطيرة نتيجة تشكل مواد قابلة للاشتعال أو ذات سمية شديدة).

تصنيف الملوثات الكيميائية: تصنف الملوثات الكيميائية تبعاً لثلاثة محاور أساسية: (الخطورة الذاتية - الخطورة الصحية - التأثير البيئي للمواد الكيميائية). (الدولية، 2017م)

- 1- الخطورة الذاتية: تشير إلى الخصائص (الفيزيائية والكيميائية) التي تتضمنها المادة والتي تصنف على أساسها في إحدى المجموعات التالية:
- المواد القابلة للاشتعال (المواد الهيدروكربونية مثل السولار والبنزين)

أن تكون البيئة حارة أو باردة أو معتدلة، وربما يقدم موقع التعرض بعض الأخطار الفيزيائية، ويمكن أن يتضمن معالجة النشاطات الكيميائية خطر مباشر للمكان أو رفع ثقيل أو تسلق سلم أو الزحف على الأرض، لذا يجب أن يسمح اختيار عناصر المجموعة بوجود مهارة وقابلية حركة كافية. (Osha, 2022)

رابعاً: الحالة الفيزيائية الخاصة بالمواد الملوثة:
(Gopalakrishnan, 2022)

1- المواد الجافة أو الجزيئات الصلبة: الملابس الواقية من المواد الكيميائية ذات الصفة المسامية تعمل على تقليل ضغط الحرارة وكذلك لديها القدرة على منع الجزيئات الصلبة من النفاذ.

2- السوائل وبخار الماء أو الرذاذ المتطاير؛ الخامة المصنوع منها الملابس الواقية من المواد الكيميائية يجب أن تكون غير مسامية لكي تعمل على الحماية من السوائل، وأن تكون الخامة المستخدمة في التصنيع جيدة التهوية (دقيقة المسام) حيث ربما أن يتم استخدامها في الحماية من الملوثة المرشوشة.

خامساً: زمن التعرض للملوثات: تحدد نوعيات الحماية الخاصة بعناصر مجموعة الملوثات المستخدمة من بعض مستويات التعرض (أي مقاومة المادة الكيميائية). يتم افتراض أسوأ حالات التعرض وحساب أقصى وقت لازم للارتداء ليتم تقديم احتياطات الأمان لكي تعمل على تزويد الحماية المتاحة للعمال. (Osha, 2022)

سادساً: إعادة الاستخدام: يعتبر القرار الأخير للمستخدم والذي يعتمد على التكلفة والأخطار المرتبطة بالتخلص من التلوث للملابس المستخدمة وإعادة استخدامها مرة أخرى. يمكن أن يصنف هذه النوعية من الملابس تبعاً لمدى قابليتها للاستعمال مرة أخرى (متعددة الارتداء) أو كملبس يمكن التخلص منه (تم استعماله مسبقاً)، هذا الملبس يمكن تغييره باستمرار لأنه في المتناول وعادة ما يكون خفيف الوزن ورخيص الثمن بينما الملابس المتعددة الاستخدام تكون ذات سطح مجعد ومرتفعة الثمن بالمقارنة بالملابس ذات الاستخدام الواحد.

- التلوث الشامل لأي ملبس يجعل منه غير ضروري للاستعمال ويجب تغييره، ويعتمد الأساس الحقيقي لهذا التصنيف على التكلفة التي تضمن الشراء وإعادة استخدام الملابس الواقية كيميائياً مقابل ترتيب التعرض التالي للبدل.

- يعتبر الافتراض الرئيسي في استخدام الملابس متعددة الاستخدام أن الزي سوف يعمل على الاحتفاظ بمناعة فعالة أثناء وبعد التعرض وكما أنه يمكن تطهيره بشكل مستمر وفعال.

أنواع الملابس الوقائية :

تقسم الملابس الوقائية من حيث نسبة العزل إلى: (ملابس وقائية عازلة - ملابس وقائية مرشحة). ومن حيث الاستخدام إلى: (ملابس متكررة الاستخدام - ملابس وقائية ذات استخدام مرة واحدة) كما هو موضح بشكل (2).

- **ملابس واقية عازلة:** تعتمد على عزل الشخص الذي يرتديها عن البيئة الخارجية تماماً وتوفر وقت حماية أكثر خاصة في الظروف التي يكون فيها تركيز الملوثات مرتفع، ويمثل أفضل أنواع الحماية تستخدم في حالات التركيزات العالية من الملوثات سواء من السائلة أو الغازية، ويعيب هذا النوع عدم توافر الراحة الحرارية للشخص المرتدي لها بسبب عدم حدوث اتزان حراري بينه وبين البيئة الخارجية، مما يؤدي إلى احتمال إصابته بالإجهاد الحراري أو الصدمة الحرارية وتحتاج إلى تطهير بعد الاستخدام غير أنها ثقيلة الحمل لذلك فهي تقيد حركة العامل، حيث أن الفرد يضطر إلى حملها إلى أن يضطر إلى ارتدائها.

2- **الخطورة الصحية:** تشير إلى الآثار السمية والضارة بالصحة الفورية أو بعيدة المدى للمواد الكيميائية في ظروف التعرض الحاد أو المزمن، وتصنف على أساس المجموعات التالية:

- **المواد المهيجة:** لها تأثير موضعي مهيج للعيون والجلد والجهاز التنفسي مثل الفلور والنشادر والكلور.

- **المواد المثبطة:** تؤثر على الجهاز العصبي المركزي كمواد مخدرة أو مثبطة وتستخدم قسم منها كمخدرات طبية مثل المذيبات العضوية.

- **المواد الخائفة:** تتداخل مع أكسدة الدم في الرئتين مثل أول أكسيد الكربون وسيانيد الهيدروجين.

- **المواد المسرطنة:** مواد يؤدي التعرض لها إلى احتمال حدوث تأثيرات مسرطنة (البنزول، الأسبستوس، الأمينات العطرية).

- **المواد ذات السمية الجهازية:** تهاجم الأعضاء والأجهزة الحيوية مثل الرصاص.

- **المواد المطفرة:** التي تحدث طفرة جينية، وهي تؤثر على الصبغيات وتؤدي إلى أضرار وراثية، وتشير الأبحاث أن معظم المواد المسرطنة ذات تأثيرات مطفرة.

- **المواد المؤثرة على الصحة النفسية:** مواد تسبب تبدلات حيوية تصيب الجهاز العصبي المركزي، مؤدية إلى الإخلال بالصحة النفسية والعقلية مثل الزنبق.

3- **التأثير البيئي للمواد الكيميائية:** تشير إلى الآثار الضارة المباشرة وغير المباشرة الناجمة عن المواد الكيميائية (السائلة والصلبة والغازية) على الغطاء النباتي والحيواني والتربة والغلاف الجوي والمياه. ويجب التخلص السليم من المواد الكيميائية عن طريق وضع خطط لتخزين المخلفات الكيميائية لحين التعامل معها بالطرق السليمة بيئياً، حيث لا تؤثر على البيئة ولا تشكل خطراً على العاملين في مناطق العمل، ويفضل اللجوء إلى مقاولين متخصصين للتخلص من مخلفات المواد الكيميائية بالطرق متوافق عليها بيئياً.

الأساس العلمي لتحديد مدى الحاجة لارتداء ملابس الحماية من المواد الكيميائية: (النويشي، 2000م)

يتم تحديد مدى الحاجة إلى ارتداء ملابس الحماية من المواد الكيميائية، ومن ثم تحديد إجراء اختبارات تقييمية لأنسجة تلك الملابس في ضوء عنصرين أساسيين هما:

أولاً: درجة سمية المادة الكيميائية:

حيث يمكن تصنيف المواد الكيميائية إلى ثلاث أقسام هي:

- مادة كيميائية لا تحتاج إلى إدراجها ضمن قائمة المواد الخطرة.
- مادة كيميائية تسبب أضرار متوسطة كـ بعض الالتهابات والأذى الجلدي أو ذات درجة سمية ضعيفة.

- مادة كيميائية خطيرة ينتج عنها أضراراً حادة ما بين السمية الشديدة أو الإصابة بالسرطان أو الوفاة نتيجة لامتناع الجلد لها.

- ويتوقف مقاومة الملابس الوقائية من الملوثات الكيميائية على طبيعة المادة الكيميائية ومصادرها سواء طبيعية أو صناعية حيث تتأثر المصادر الطبيعية بظروف الطقس والموقع الجغرافي مما يؤثر على تركيز الملوث في الهواء.

ثانياً: مستوى النشاط للمواد الملوثة:

ويقصد به مستوى التعرض للمادة الكيميائية ودرجة التلامس بينها وبين الجسم وينقسم إلى ثلاثة أقسام:

- رذاذ بسيط دون حدوث تلامس بين الجسم والمواد الكيميائية.
- رذاذ عرضي مع إمكانية حدوث تلامس بين الجسم والمواد الكيميائية.

- تعرض دائم مع حدوث تلامس بين الجسم والمواد الكيميائية.

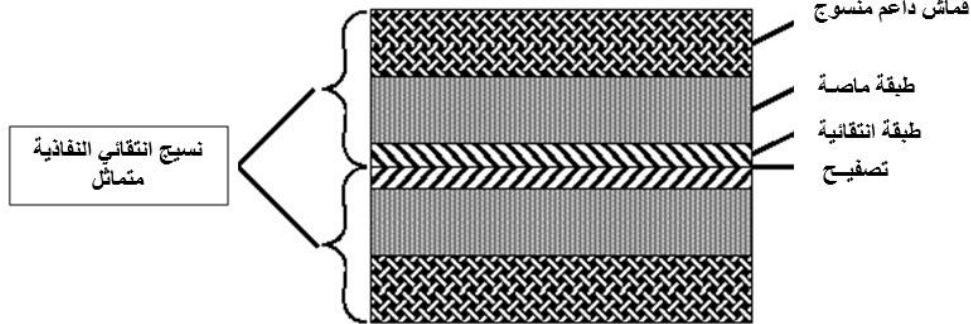
ثالثاً: الظروف الفيزيائية الخاصة بموقع العمل: يمكن أن يحدث التعرض للمواد الكيميائية في داخل مكان العمل أو خارجه، ويمكن

النوع في حالة التركيز المتوسط أو منخفض الخطورة للملوثات لكن باستخدام بعض الإضافات يتم تقليل نيلل النسيج ليتخلص من قطرات الغاز. ويمكن أن تستخدم لفترة أطول وفقاً لنوع المركب المستخدم في الترشيح، ومن أشهر هذه المركبات الكربون النشط. ويجب أن تحفظ في سوانل معينة بحيث لا تتعرض للهواء الجوي لكي تظل محتفظة بكفاءتها فترة أطول.



شكل (3) يوضح الفرق بين الأنسجة العازلة والأنسجة المرشحة في الملابس الوقائية

صفائح عن طريق وصل الطبقات ذات صفة الترموج بطبقة مصفحة Lamination، مع ترك النسيج الداعم في كلا من السطحين الخارجيين من القماش الواقي الناتج (أو القماش المصفح). النسيج الآخر MTR-1، يتكون من نسيج واحد ذو صفة الترموج المرفق على شكل صفائح إلى نسيج غير منسوج الذي يشكل السطح الداخلي من القماش الناتج. وبالتالي فإن النسيج الأكثر رقة أو نحافة MTR-1 يعتبر أكثر راحة ولكنه أقل في الحماية عن النسيج MTR-2. يتم دمج كلا من النسيجين معاً ليصبح مقاوماً لاختراق أو نفاذية المواد الكيميائية، ونفاذ أبخرة الماء، وخواص فيزيائية جيدة ومتانة جيدة. ويوضح الشكل (3) التركيب البنائي للنسيج في الأقمشة العازلة.



شكل (4) يوضح التركيب البنائي لأقمشة MTR-2 للملابس الوقائية

من مادة البولي إيثيلين، هذه الخامة تعرض حماية من البقايا المتناثرة الناتجة من المواد الكيميائية مثل الأحماض اللاعضوية والقلويات والمواد الكيميائية السائلة وكذلك المواد الكيميائية الجافة متضمنة الدماء ومبيدات الحشرات.

- **خامة Tychem® SL**: يمكن استخدامها في مستويات الحماية (B,C) ومتوفرة باللون الأبيض، وهي مرفقة من مادة Tyvek المصنوع منها نسيج Olefin بواسطة Dupont و Saranex للحماية من المواد الكيميائية، كما أنها مزودة بحماية ضد مدى أوسع من المواد الكيميائية أكثر من خامة Tyvek® QC بالإضافة إلى أنها اقتصادية وخفيفة الوزن، كما أنها الحل المثالي للتعامل مع المخاليط الكيميائية والتطبيقات الصناعية المختلفة.
- **خامة Tychem® 7500**: تستخدم في مستويات الحماية (B,C) وتوفر باللون الأزرق الفاتح، هذه الخامة تقدم قابلية للشد عالية وقوة عالية للمقاومة وحماية ضد مساحة واسعة من المواد الكيميائية، كما أن هذه الخامة تقدم مقاومة أعلى لهيدروكربونات الموجودة بصفة عامة في عمليات التنظيف وفي مصانع البتروكيمياوية.
- **خامة Tychem® 9400**: تستخدم في مستويات الحماية (A, B) ومتوفرة باللون الأصفر، حماية عالية ضد مدى

- **ملابس واقية مرشحة**: تعتمد على ترشيح الهواء الذي يمر خلال الأقمشة والملابس المرشحة عن طريق استخدام مركبات كيميائية لها القدرة على (الامتصاص، الادمصاص، التفاعل كيميائياً مع الملوث) وتمتاز بأنها خفيفة الحمل لذلك فهي لا تؤثر على القدرة الحركية عندما يرتديها الفرد طوال الوقت. لكنها توفر وقت حماية أقل من الملابس العازلة. يستخدم هذا

الأنسجة العازلة المستخدمة المبنية على تكثيف الكربون وسطحية الأنسجة الانتقائية: (Wijmans, 2001)

تم تطوير نوعين من الأنسجة، سُمي باسم MTR-1 و MTR-2. ويمثل الشكل التالي رسم توضيحي للنسيج MTR-2، التي يتكون من طبقتين متماثلين لأنسجة منتقاة النفاذية Identical perm selective fabrics، أقمشة مركبة من عدة عناصر ذات صفة ترموج. تم تصنيع هذا النسيج بواسطة إلقاء طبقة من زيوليت (بولي فينيل فلوريد) على القماش الداعم المنسوج Woven support fabric، طبقة البوليمر ذات صفة الترموج الرقيقة من كحول البولي فينيل وتوضع وهي في حالة سائلة فوق الطبقة لكسوها. ثم يوضع طبقة النسيج ذو صفة منتقاة النفاذية المرفقة على شكل

ومن خلال دراسة الحالة للشركات المنتجة للأنسجة والملابس الواقية من الملوثات، وتم تطبيق دراسة الحالة على شركة Dupont للملابس الحماية، وجد أن الخامات المستخدمة في تصنيع الملابس الوقائية تم تصنيفها كالتالي: (Dupont, 2022)

- **خامة Tyvek®**: تستخدم في الحماية للمستوى (C) ومتوفر باللون الأبيض، وهذه الخامة عبارة عن نسيج Olefin تم غزله بشكل مؤمن (SpunBonded)، حيث قد تم صنعه من ألياف من البولي إيثيلين لكي يقدم نوعيات فريدة من أجود الموانع من حيث الصلابة والقوة خارجي وداخلي. إن خامة Tyvek خفيفة الوزن وذات مقاومة عالية ضد التمزقات والثقوب. إن الملابس الوقائية المصنوعة من هذه الخامة حيث يعمل على صد أو مقاومة الملوثات بصورة أفضل من الملابس ذات الأقمشة المنسوجة وكذلك تقاوم الجزيئات الجافة الأخرى متضمناً الأسبستوس والرصاص والغبار ذو النشاط الإشعاعي وحتى المواد الصغيرة الحجم جداً (الميكرون).
- **خامة Tyvek® QC**: تستخدم في الحماية للمستوى (C) ومتوفر باللون الأصفر، إن خامة Dupont Tyvek® QC هي عبارة عن نسيج Olefin تم غزله بشكل مؤمن (Spunbonded) الذي قد تم كسوه بجودة بحوالي 1.25م

• **خامة البولي بروبيلين Polypropylene:** هذه الخامة تستخدم في مستوى الحماية (C) ومتاح منه اللون الأبيض والأزرق، وتمتاز هذه الخامة بأنها خفيفة الوزن وجيدة التهوية بحيث تعمل على توفير حماية اقتصادية من تطبيقات البيئية للأعمال الملوثة الغير خطرة، إن نسيج المصنوع من خامة البولي بروبيلين ملائم للارتداء في مكان العمل الغير سام كما أنها حل منخفض التكلفة لحماية العمال الذين يعملون في البيئات الملوثة.

• **خامة Sun Soft™:** تستخدم هذه الخامة في مستوى الحماية (C) ومتوفر منه اللون الأبيض فقط، تمتاز هذه الخامة بأنها خفيفة الوزن حيث أنها مرققة من نسيج البولي بروبيلين ومكسوة بمادة البولي إثيلين، يعتبر غشاء البولي إثيلين مادة غير نافذة بالإضافة إلى أنه غير مبطن. إن الملابس المصنعة من خامة Sun Soft لحماية العمال ضد الرماد الكيميائي ورشات الطلاء ومادة الأسبستوس وكذلك الغبار الصلب المنقول عبر الهواء. تمتاز خامة Sun Soft بالقوة وقابلية للشد ممتازة بالإضافة إلى مقاومة عالية للتمزقات، كما أنها الحل المثالي للحماية من رذاذ السوائل من ماء والقواعد الغير زيتية بالإضافة إلى توفير حماية اقتصادية ضد التطبيقات البيئية الملوثة والغير خطرة.

واسع من المواد الكيميائية وهي متينة جداً ومقاومة للتمزق التي تنافس أقمشة الملابس الوقائية الأخرى كما تكلف أقل بكثير من الخامات الأخرى.

• **خامة Tychem® 10.000:** تستخدم في مستويات الحماية (A,B) ومتوفرة باللون الأصفر. تقدم هذه الخامة مستوى عالي من الحماية المحدودة الاستخدام، كما أن شركة "دوبنت" تُقيم بشكل متوافق أداء النفاذ خلال الأقمشة في حالة عدم وجود نفاذ خلال الأقمشة بعد وقت التعرض بحوالي 8 ساعات وذلك باستخدام أنواع مختلفة من المواد الكيميائية كما أن هذه الخامة تتسم بالمتانة العالية حيث يمكن استخدامها في الأعمال التي يتدخل فيها استخدام مواد ذات نشاط إشعاعي وكذلك في الحالات الطارئة المختلفة.

• **خامة Sontara®:** تستخدم هذه الخامة في مستوى الحماية (C) ومتوفر منه الألوان الأبيض والأزرق والمطبوع، هذه الخامة عبارة عن قماش غير منسوج الذي تم تنفيذه باستخدام معالجة ممتازة ضد رذاذ السوائل الكيميائية، تتسم هذه الأقمشة بالقوة والمتانة والنعومة بالإضافة إلى أنها ذات منظر خارجي جذاب كما أنها تعمل على حماية العمال من السوائل بدون فقد عوامل الراحة أو تقييد القدرة على الحركة وذلك بالإضافة إلى أنها خفيفة الوزن ذات مقاومة عالية ضد التمزق أو حدوث ثقب بالمليس.

يوضح الجدول التالي مقارنة بين خصائص الأنسجة الوقائية لمعدل نفاذ للمواد الكيميائية ونفاذية الأبخرة

الخامة	الخامة	الخامة	الخامة	الخامة	الخاصية
Sontara®	Coated Tyvek	Tychem®	MTR-2	MTR-1	
< 0.1	120	150	165	440	النفاذ الكيميائي
0	0	000.2 - 1.000	1.300 - 800	1.200 - 800	نفاذ بخار الماء (MVTR)
21	10	8	8	10	السُمك
5	4	1	6	6	الوزن

2- **زمن النفاذية Breakthrough Time:** هو الزمن الذي يستغرقه المركب الكيميائي للمرور من السطح المعرض للمادة الكيميائية إلى السطح المقابل له من المنسوج، ويمكن تقسيم الخامات النسيجية وفق مقدار مقاومتها لمرور المواد الكيميائية خلالها إلى ثلاثة أقسام: (Candian,2022)

• **خامات جيدة جداً:** وهي التي تقاوم نفاذية المادة الكيميائية خلال فترة زمنية قدرها 8 ساعات، بشرط عدم حدوث تغيرات في خواص الخامة مع استمرار صلاحيتها للاستخدام.

• **خامات جيدة:** وهي التي يبلغ مقدار زمن النفاذية لها من 3-8 ساعات ويمكن استخدامها لفترات قصيرة خلال العمل.

• **خامات ضعيفة:** وهي التي يبلغ زمن النفاذية لها أقل من 3 ساعات ولا يجب استخدامها لأغراض الحماية من المواد الكيميائية.

وتعتبر فترة الثماني ساعات هي متوسط ساعات العمل اليومية كفترة أساس لتقييم الفترات فقط، أما باقي مكونات ملابس الحماية فيمكن تقييمها وفق فترة أساس تبلغ من 3 - 4 ساعات حيث أن فترة التعرض الفعلي في الغالب تكون أقل من ذلك لباقي مكونات الملابس. (Candian,2022)

3- **مدى التخلل أو مدى النفاذية:** الحركة الإجمالية للمادة الكيميائية خلال الأجزاء المنزلفة، الأجزاء المشدودة، أو العيوب الموجودة في خامة الملابس الواقية من المواد الكيميائية.

وينضح من الجدول السابق، أن أنسجة MTR تجمع بين الحماية من بخار الماء والأخطار الكيميائية السائلة بينما تقل إمكانية ضغط الحرارة عن طريق السماح لبخار الماء أن تنفذ عبر النسيج. حققت أنسجة (MTR) نسبة عالية من نفاذ بخار الماء، كما أنها مجهزة بحماية كيميائية مشابهة للبذل الكيميائية الغير منفذة لبخار الماء المستخدمة.

المعايير المستخدمة في تقييم كفاءة أقمشة الحماية من الكيميائيةات: (Gopalakrishnan, 2022) هناك العديد من المعايير المستخدمة في تحديد كفاءة الأقمشة المقاومة لنفاذية المواد الكيميائية وفيما يلي استعراض لأهم هذه المعايير:

• **التخلل أو النفاذية Permeation:** هي العملية التي تتم عن طريق تحركات المادة الكيميائية خلال الخامة أو المادة المستخدمة على أساس جزيئي. (Osha, 2022)

1- **معدل النفاذية Permeation rate:** يشير إلى كمية المركب الكيميائي المارة خلال وحدة المساحة من الملابس خلال وحدة الزمن، عادة ماتظهر في المصطلحات الخاصة بكمية المادة الكيميائية التي تمر عبر المساحة المعطاة في وحدة الوقت (1جم/سم²/دقيقة). تتوقف الكمية الكلية من التخلل الكيميائي للمادة المستخدمة في الملابس الوقائية على المساحة المتعرضة لهذه الملوثات وكذلك مدة التعرض، ولزوج من المادة الكيميائية/ الملابس الوقائية المعطاة فإن معدل التخلل يقل في حين يزداد سمك المادة المستخدمة. (Gopalakrishnan, 2022)

عن طريق تقصير السلسلة الجزيئية للبوليمر المصنوعة منه مما يسمح بقدر من مرور بخار الماء وإحداث التبادل الحراري بين الجسم والبيئة الخارجية، رغم احتواء البوليمر على ثغور وتسمى هذه الأقمشة ذات القدرة على التنفس ونظراً لأن هذه الأقمشة تتصف بصلاية زائدة فلقد تم إحداث ثغور دقيقة في البوليمر الذي يتم تغطية المنسوج به للتغلب على هذا العيب.

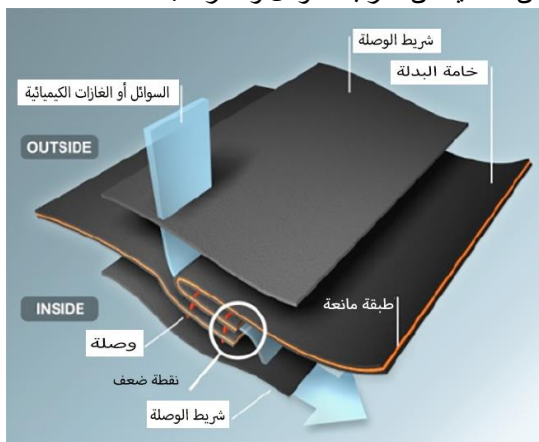
6- إضافة الكربون النشط المرتبط بخامة اللاتكس أثناء عملية التكبسية للمنسوج الذي تم تجهيزه بعد ذلك بإحدى المعالجات الكيميائية لمقاومة مرور السوائل حيث يترسب الكربون المشع على المنسوج خاصة الطبقة الداخلية مما يساعد على رفع كفاءة المعالجة الكيميائية ضد السوائل من جهة، واحتفاظ المنسوج بصفة الشعور بالراحة من جهة أخرى.

أنواع الوصلات المستخدمة في ملابس الحماية: (Kumar, 2017)

- **الوصلات المحاكاة Serged seams:** وتستخدم في الملابس المتعرضة للملوثات الصلبة الجافة.
- **الوصلات المركبة Bound seams:** وتستخدم في السوائل والمواد الصلبة.
- **شريط الوصلات المثبتة حرارياً Heat sealed Seam:** وتستخدم في الملوثات الكيميائية والسوائل المرشوشة.
- **الوصلات اللاصقة Glued seams:** شرائط بديلة عن الحياكة تثبت الأجزاء الأساسية للملبس.

وفيما يلي التركيب البنائي للوصلات المستخدمة في الملابس الواقية للملوثات الكيميائية:

والذي يتكون من نسيج بدلة الحماية والذي يتضمنه طبقة عازلة مانعة للنفذية ويحطيه من الجانبين شريط الوصلة خارجي وداخلي لضمان الحماية من تسرب السوائل والغازات.



شكل (5) التركيب البنائي لوصلة التثبيت المستخدمة في الملابس الواقية الكيميائية (Kumar, 2017)

أولاً: الوصلات المحاكاة: هي الوصلات التي تقوم على حياكة قطعتين من النسيج ويوجد منها نوعين :

- **الوصلات المفردة:** تثبت بواسطة الخيط وغرزة الانترولوك وهذا النوع من الغرز لا يستخدم في ملابس الحماية للملوثات الكيميائية وإنما تستخدم بشكل محدود في الملابس الواقية للملوثات الصلبة والجافة.
- **الوصلات المركبة:** استخدام الغرز في وصلات الحياكة يعمل بشكل عام على تكوين الفراغات التي قد تمثل وسيلة لنفذية الملوثات الغازية المتطايرة ، واستخدام الشريط المثبت على الحياكة للوصلات المركبة يحد من نفذية الملوثات الكيميائيه المتطايرة للسوائل الخفيفة حيث يُلّف شريط الوصلة حول نسيج بذلة الحماية مما يعزز المتانة بشكل أقوى ويستخدم في الحماية من الملوثات الجافة والسائلة ولكن لا يمكن استخدامه في السوائل الخفيفة أو الغازات المتطايرة.

4- **الحالة الثابتة للنفذية:** تشير إلى ثبات مقدار معدل النفذية للمادة الكيميائية بتغير الزمن.

5- **مقدار التغير في حجم الخامة أو وزنها:** يشير إلى النسبة المئوية للتغير في حجم الخامة أو وزنها قبل التعرض للمادة الكيميائية وبعد التعرض لها، حيث أنه كلما انخفض مقدار هذا التغير كلما دل على ارتفاع مقاومتها لمرور المادة الكيميائية مما يشير إلى ارتباط عكسي بين معدل التغير في حجم ووزن أغلب الخامات النسيجية وزمن النفذية. (Candian,2022)

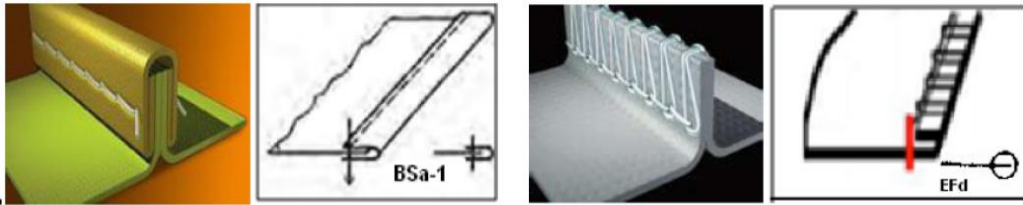
ولقد أكدت الدراسات أن المادة الكيميائية تبدأ في النفذية خلال ملابس الحماية بمرور زمن محدد هو زمن النفذية، وبمرور الوقت يزداد معدل نفاديتها حتى يثبت عند قيمة معينة يطلق عليها الحالة الثابتة للنفذية.

- **التآكل Degradation:** هي التغيرات الفيزيائية الحادثة في الخامة كنتيجة للتعرض للكيميائيات، ومن أهم الظواهر على تآكل الخامة هو تغير اللون، الانتفاخ، فقدان المادة لقوتها أو تلفها. (Gopalakrishnan, 2022)
- **الخلطات الكيميائية Chemical mixtures:** يمكن أن تزداد أهمية هذه الخلطات بزيادة مقاومة الأنسجة لها أكثر من أي مادة كيميائية بمفردها، حيث يمكن أن تسحب أحد المواد الكيميائية المواد الأخرى المخلوطة بها خلال الخامة المستخدمة، ويمكن أن تعمل المادة الكيميائية الأخرى المضافة في المخلوط على تغيير تركيب النسيج السطحي للملابس الواقية كيميائياً وتسمح لحدوث انتشار أكثر للمواد الكيميائية الأخرى، لذا يجب ارتداء الملابس المزودة بخامات ذات مقاومة واسعة للمواد الكيميائية وليس مضادة لمادة بعينها. (Gopalakrishnan, 2022)

الشروط الواجب توافرها في ملابس الواقية من الكيميائيات: (النويشي، 2000م)

هناك أساليب مختلفة للحصول على منسوج مقاوم للمواد الكيميائية منها:

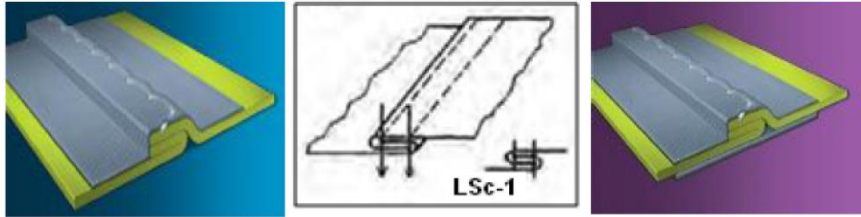
- 1- استخدام أقمشة ذات كثافة عالية أو تصميم نسجي ضيق ، تصنع من خيوط دقيقة مصنوعة من القطن أو النايلون أو من خلطات الخامات الطبيعية مع الألياف الصناعية في حالة المواد الكيميائية غير الخطرة، ويمكن استخدام هذا الأسلوب في توفير درجة مناسبة من الحماية في حالة استخدام أنسجة من خامات نسجية تتصف بمقاومتها لامتناس المواد الكيميائية المراد الحماية منها.
- 2- استخدام تجهيزات طاردة للسوائل حيث يتم معاملة المنسوج بإحدى التجهيزات المناسبة لطرد السوائل لمقاومة نفاديتها، وتتم هذه الطريقة باستخدام راتنجيات خاصة أو مواد شمعية خاصة وتستخدم هذه الطريقة، وتستخدم هذه الطريقة في حالة الرغبة في توفير حدود أقل للحماية من الكيميائيات.
- 3- تغطية السطح الخارجي للمنسوج بإحدى البوليمرات التي تتصف بمقاومة مرور المواد الكيميائية لينتج عن ذلك ما يعرف باسم Coated Fabrics.
- 4- استخدام بوليمرات لها خاصية مقاومة للمواد الكيميائية حيث يتم صناعة الملابس منها مباشرة وطبقاً لمستوى الحماية المطلوب ووفق خصائص كل بوليمر ونوع المادة الكيميائية ومستوى التعرض.
- 5- استخدام عدة طبقات رقيقة من بوليمرات كمنسوج خاص مقاوم للكيميائيات أو تغطية سطح منسوج ما من الداخل أو الخارج أو كلا الوجهين بهذه الطبقة الرقيقة لينتج ما يسمى باسم Laminated Fabrics، ومن عيوب هذه التغطية الشعور بعدم الراحة مما يؤدي إلى رفض استعمال هذه الملابس المصنوعة من تلك الأقمشة لفترات طويلة وخاصة في الأجواء الحارة، لذا فقد تم استحداث أنواع من الأنسجة



شكل (6) رسم تخطيطي يوضح الوصلات المحاكة المفردة والمركبة (Kumar, 2017)

على تثبيت شريط خارجي وداخلي وشائع الاستخدام في ملابس الواقية للملوثات الكيميائية) ويعتبر النسيج المزود بشرائط الوصلات من الجهتين داخلي وخارجي هو الأفضل في الاستخدام ويستخدم في البذل الوقائية المضادة للغازات السامة.

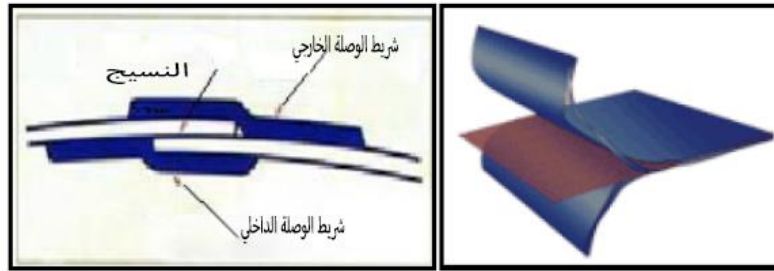
● شريط الوصلات المثبتة حرارياً ومحاكة: وهي عبارة عن شريط خارجي مضاف يعتمد على التثبيت الحراري للنسيج وحيالته، وهو مناسب بشكل فعال مع الملوثات السائلة الخفيفة أو الغازات المتطايرة. ويوجد منها نوعين: النوع الأول يعتمد على التثبيت الحراري للشريط من جانب واحد فقط ومن ثم حياكته مع نسيج البذلة، بينما النوع الثاني يعتمد



شكل (7) رسم تخطيطي يوضح الوصلات ذات الشرائط المثبتة حرارياً (Kumar, 2017)

الجانبية للبذلة، الأساور) كما أنها تعمل على تحسين المظهر الجمالي للبذلة بدون أي تجويفات المسببة من خلال غرز الحياكة، مما يعزز من عوامل الراحة للعامل.

● ثانياً: الوصلات اللاصقة: هي عبارة عن شرائط لاصقة تستخدم بديلة عن الحياكة، وتستخدم في تركيب الأجزاء الأساسية من بذلة الواقية مثل تركيب (السوست، الجيوب، البنس، الكسرات، الحياكات



شكل (8) رسم تخطيطي يوضح الوصلات اللاصقة (Kumar, 2017)

أجهزة الحماية الخاصة بالوجه والعينين: (Johnson, 2020)



شكل (9) يوضح أنواع نظارات الأمان والدروع المستخدمة لحماية الوجه والعينين (Cruz, 2022)

● تغطي النظارات الواقية من المواد الكيميائية المرشوشة بفتحات تهوية لحماية العين من البخاخات والرشات من المواد الكيميائية.

● يحمي لحام الخوذات العيون والوجه من الأشعة المقوسة أو المنحنية وشرارات اللحام والطرطشة من الكيماويات، بينما للحام الخاص بمنظار الواقية يعمل على حماية العيون وحدها، وفي بعض الحالات يظهر انعكاس الأشعة فوق البنفسجية على سطوح المشغل أو مكان العمل من خلف العمال وداخل الخوذة من المؤخرة، وتوجد تكنولوجية متاحة خاصة بلحام الخوذات جديدة مزودة بعدسات التي تعمل بشكل آني بحيث تُظلم الرؤية في حالة إذا ما هاجمت الأشعة المقوسة فجأة.

● تعمل نظارات الأمان على حماية العين من الأجسام الغريبة، كما أن عدسات الأمان متوفرة لهذا الغرض، وتعمل النظارات الخاصة بالحماية والمزودة بدروع جانبية أيضاً على زيادة الحماية.

● تعمل دروع الوجه على حماية الوجه كله من البقايا المتناثرة أو السوائل المرشوشة، إلا أنه يمكن للسائل المرور من بين حواف درع الوجه ويظل في حالة تلامس مع وجه العامل المرتدي للدروع.

● يعطي منظار الواقية المرن حماية أمامية وجانبية للوجه والتي سوف تتلاءم مع النظارة المنتظمة أو العادية، ويتم تقب فتحات تهوية مستقيمة عبر النظارات الواقية لتسمح بمرور سهل للسوائل.

أنواع المواصفات القياسية والرموز الخاصة بملابس الحماية من الملوثات الكيميائية: (Lill, 2021)

الرمز	نوع المواصفة
	الملابس الواقية من الغازات: ملابس مانعة لتسرب الغازات للحماية من الأبخرة. (وتشمل النوعين 1 و 2) ، ويتمثل النوع الثاني في ملابس فرق الطوارئ
	الملابس الواقية من السوائل: تقدم بذل الحماية لهذا النوع الحماية ضد جميع أنواع السوائل الكيميائية القوية والمباشرة.
	الملابس الواقية من الرش أو الرذاذ المتطاير: يقدم حماية من الرشاشات الكيميائية المتطايرة للسوائل الكيميائية.
	الملابس الواقية من الجزيئات الصلبة الجافة: تقدم هذا النوع من البذل حماية للجسم بشكل كامل من الجزيئات الصلبة المنقولة عبر الهواء.
	ملابس واقية ذات تأثير محدود من الرشاشات: تقدم بذل الحماية مانعة محدودة للرذاذات المتطايرة والسوائل الكيميائية

شكل (10) يوضح أنواع المواصفات القياسية ورموز الحماية لكل نوع (Lill, 2021)

ويختلف تصميم الملابس الواقية تبعاً لوصف المساحات من الجسم التي يجب أن يتم حمايتها بواسطة الملابس الخاصة بذلك، وهذه الملابس تتضمن القفازات، الأحذية، الأقارولوات، وأغطية الرأس والأكمام المنفصلة والبذل ذات التغطية الكاملة للجسم. وقامت الباحثة بتقسيم الأنماط الملبسية للملابس الواقية إلى ثلاثة أنواع أساسية:

- الجواكيت (JK): Jackets: توجد في أطوال متنوعة وتكون مزودة أزرار أمامية عالية الثبات وجيب واحد داخلي، ويراعي تحديد الطول المناسب عند طلب هذا النوع من الملابس.
- كافارولوات (CV): Coveralls: توجد ككافارولوات ذات مغاليق أمامية (أزرار) وطرفين نحاسيين لتثبيت السوستة وجيوب وعلامات عاكسة تستخدم في المناطق المظلمة.
- أفارولوات (بذلات عمل) (OV): Overalls: توجد أفارولوات ذات شكل صدري وذات أزرار أمامية وجيوب، شريط للكتف ذو علامات عاكسة وقابل للتعديل.
- أغطية الرأس - أكمام منفصلة - أحذية

















ومن خلال دراسة حالة للمصانع المنتجة للملابس الواقية وتم تطبيق دراسة الحالة على شركة Dupont لملابس الحماية والتي تم تصنيف ملابس الحماية للكافارولوات الواقية على حسب الخامة المستخدمة كما يلي: (Dupont, 2022)

يوجد ثلاثة أنواع من الكافارولوات الواقية:

- (Tychem BR Protective Coveralls): وتمتاز بالمرونة والراحة الكافية بالإضافة إلى أنها خفيفة الوزن كما أنها تقدم حرية أكبر للحركة ولازالت صلابة لكي تواجه مدى واسع من التعرض للأخطار الكيميائية، بالإضافة إلى أنها تمتاز بالمتانة في أعمال الغسيل وذات حماية مثالية من بقع الرشاشات المتناثرة، وتعتبر " تيكوم BR " من أقوى تجهيزات الحماية لدى شركة " ديبونت " كما أنها من أكثر الأقمشة الموثوق بها، ويرقق الغشاء ذو الطبقات المتعددة إلى مادة مجمعة غير منسوجة لتزويد قوة التحمل المطلوبة، وتظهر ميزات هذا النوع من الملابس في الأكمام بصفة خاصة ومتانة الجوانب التي تم حياكتها وأصبحت مُحكمة الغلق عن الحرارة لكي تساعد في منع التمزقات أو حدوث ثقب بالملبس.

•

•

وقامت الباحثة بعمل تصنيف لجميع الأنماط الملابس للملابس		الوقائية في قاعدة بيانات كما هو موضح بالجدول التالي:	
	تصميم (2) عبارة عن كافارول (Coverall) مزود بسوستة وهود وشريط مطاطي على كل من المعصمين ورسغي القدم.		تصميم (1) عبارة عن غطاء صدري يعمل على تغطية الصدر وفتحة الرقبة
	تصميم (4) عبارة عن كافارول مزود بسوستة وهود مركب وأحذية وشريط مطاطي في المعصمين ورسغي القدم.		تصميم (3) عبارة عن أفارول ذو ياقة مركبة وسوستة أمامية.
	تصميم (6) عبارة عن معطف خاص بالمعمل أو المختبر ذو أربع أزرار أمامية وأثنين من الجيوب بمقاسات مختلفة.		تصميم (5) عبارة عن أفارول مزود بسوستة وياقة مركبة وأيضاً شريط مطاطي على المعصمين ورسغي القدم.
	تصميم (8) عبارة عن قميص ذو أربع أزرار أمامية فقط.		تصميم (7) عبارة عن معطف خاص بالمعمل ذو أربع أزرار أمامية بدون جيوب.
	تصميم (10) عبارة عن سروال ذو شريط مطاطي على الخصر.		تصميم (9) عبارة عن غطاء رأس (هود) بلوفر مزود بتغطية للكثاف وشريط مطاطي حول فتحة الوجه.
	تصميم (12) عبارة عن أكمام مقاس 16، 18" مزودة بشريط مطاطي في كلا النهايتين.		تصميم (11) عبارة عن قبعة مجهزة برباط للرأس مزود بشريط مطاطي لتغطية الشعر.
	تصميم (14) عبارة عن حذاء مغطى ذو شريط مطاطي في أعلاه وذو نعل مضاد للانزلاق أو التزحلق أو الانزلاق.		تصميم (13) عبارة عن حذاء مغطى ذو رقبة مرتفعة مغطى للساق.
	تصميم (16) عبارة عن غطاء خارجي يمكن ارتداؤه فوق الحذاء ذو شريط مطاطي.		تصميم (15) عبارة عن غطاء خارجي خاص بالحذاء الحجم ذو رقبة مرتفعة وتعليبه شريط مطاطي في أعلاه.

لضمان الحماية العالية في مواجهة أخطار التلوث البيئي سواء كانت الملوثات غازية أو سائلة أو صلبة، كما يجب مراعاة الراحة ومدى قابلية العامل للتحرك في الملابس بسهولة دون أن يؤثر على قدرته

التوصيات: Recommendation

توصلت الباحثة إلى أنه يوجد علاقة قوية بين أنواع الملوثات الكيميائية المستخدمة وأنواع الملابس الوقائية التي يجب استخدامها

- 7- Astra WordPress Theme (2022), http://everymedi.com/?page_id=424
- 8- Candian Center for Occupational Health and Safty (2022), <https://www.ccohs.ca/oshanswers/prevention/ppe/gloves.html?undefined&wbdisable=true>
- 9- Cruz , EH&S, UC Santa Cruz, (2022), <https://ehs.ucsc.edu/programs/research-safety/ppe/ppe-eye-protection.html>
- 10- Dupont (2023), United States, <https://www.dupont.com/personal-protection/chemical-hazmat-protection.html>
- 11- <https://osha.oregon.gov/OSHARules/technical-manual>
- 12- Johnson, Eve (2020), CPD online College, Health and Safty, <https://cpdonline.co.uk/knowledge-base/health-and-safety/what-are-types-of-ppe/>
- 13- Khalil, Elias (2015), A Technical Overview on Protective Clothing against Chemical Hazards, AASCIT American Association for Science and Technology, Journal of Chemistry.
- 14- Kumar, Devendra and Shanthi Radhakrishnan(2017), Seams for Protective Clothing—An Overview, World Journal of Textile Engineering and Technology, Vol. 3, Page 16-23
- 15- Lill, Martin, (2021), Chemical Safety: EN Clothing Types and how they Compare with OSHA Protection Levels, Lakeland Co. Industries, <https://blog.lakeland.com/europe/chemical-safety-what-are-the-en-protective-clothing-types-and-how-do-they-compare-osha-protection-levels>
- 16- Norman, Henery III, Curtis Hintz, and Robert N. Phalen (2020), Chemical Protective Clothing 101, A Primer on Permeation, Penetration, and Degradation, <https://synergist.aiha.org/202004-chemical-protective-clothing-101>
- 17- Osha, Oreagon, (2022) Technical manual, Chemical Protective Clothing, Section VIII, <https://osha.oregon.gov>
- 18- Rigby, D. (2010), Technical Textiles and nonwovens world market forecast to 2010, David Rigby Associates.
- 19- Suhail, Mohd Shayan, (2017), An overview of Chemical Protective Clothing, International Journal of advanced Research in Science and engineering, vol No.6, Issue No.09, Page 1713: 1719.
- 20- Wijmans, J.G., D.E. Gottschlich (2001), Protective Clothing Based on Perm selective Membrane and Carbon Adsorption, Membrane Technology and Research, Inc.

في أداء الأعمال المطلوبة منه بالكفاءة المطلوبة، وتوصلت الباحثة أنه من أهم العوامل المؤثرة على تقبل العمال للملابس الوقائية هي مستوى الحماية وطول فترة التعرض للملوثات ومستوى الحماية الملبسية المطبق فعلياً ومستوى الاستعداد للنفاذية وتوافر الإشراف الطبي الدوري وكذلك سرعة الرياح ودرجة النفاذية ودرجة الحرارة والرطوبة النسبية.

وتجد الباحثة أن إحداهن التوافق بين الظروف البيئية التي يتم ارتداء الملابس خلالها وبين خصائص العامل الفسيولوجية، ونوع العمل الذي يقوم به وخصائصه، ونوعيات الملوثات الكيميائية المستخدمة بمختلف درجات سُميتها بات مطلباً يحتاج إليه المتعرضين للمواد الكيميائية أثناء عملهم حيث توجد علاقة طردية بين قوة الملابس وجوده متانتها تبعاً لنوع الوصلات المستخدمة في الحماية وبين مدة الاستخدام وزيادة فترات الحماية ووجد أنه من أفضل أنواع الوصلات استخداماً هي الوصلات ذات الشرائط المضادة المثبتة حرارياً والمثبتة على النسيج المدعم بخواص مانعة لنفاذية الملوثات، ويتوقف استخدام الملابس الوقائية على عدة عوامل تؤثر على كفاءتها مثل : (تركيز الملوثات - مدة الاستخدام - معدل إنتاج الملوثات - نوع الحماية التي يوفرها هذا النوع من الملابس الوقائية). ولتجنب الأضرار عن التعرض للمركبات الكيميائية السامة، يجب توفير الحماية اللازمة للمتعرضين عن طريق إتباع: (استخدام ملابس الحماية - التهوية الجيدة - التحكم في التلوث - استخدام التكنولوجيا اللازمة في الرش والحريق وتوفير الأمان - توافر الإسعافات الأولية السريعة - التدريب الجيد للعاملين.

وتوصي الباحثة بتوفير الملابس التي تتناسب مع حاجة العمال في المصنع من حيث نوعية الحركة للمناولة والتداول في صالات الإنتاج وعوامل الراحة للعامل بالإضافة إلى قياس فاعلية العامل في حين ارتداء الملابس الوقائية والمقارنة بين المرحلتين في الارتداء وعدم الارتداء لقياس فاعلية العامل نفسه أثناء تأدية مهامه. وتوصي الباحثة بدراسة المناخ الوظيفي للعامل والأجواء المحيطة المحملة بالمواد الملوثة ومدى تنقية الجو من الملوثات لضمان عدم نقله إلى المناطق الخارجة المحيطة بالمصنع وضمان عدم انتقاله مع المعدات والملابس المرتداه للعاملين. وتوصي الباحثة بدراسة الملابس الوقائية لكافة أنواع الملوثات وعلى الأخص الملوثات البيولوجية ولما له من آثار التعرض المباشر على العاملين في الصناعة وانتقالها خارج المصنع لباقي الأفراد.

المراجع: References

- 1- الجوهري، رشا عباس، أمل مأمون (2010م)، "إمكانية تحسين خواص الأقمشة القطنية بهدف رفع كفاءتها لمقاومة الاحتراق ونفاذية الماء باستخدام مواد أمانة بيئية"، مجلة بحوث التربية النوعية، العدد 18.
- 2- حمدان، نجلاء إبراهيم (2011م)، "دراسة وصفية في دور الملابس في وقاية الجلد من الأشعة فوق بنفسجية"، مجلة بحوث التربية النوعية، جامعة المنصورة، العدد 23.
- 3- الدولية، منظمة العمل (2017 م)، "الدليل الفني لتدريب مفتشي السلامة والصحة المهنية- دليل المتدرب المستوى الأساسي"، وزارة القوى العاملة، مصر.
- 4- سليمان، هالة محمد ، حازم عبد الفتاح، وآخرون (2017 م)، "ملابس العاملين في صناعة الزجاج طبقاً لإشترطات الأمن الصناعي والسلامة المهنية"، مجلة التربية النوعية ، جامعة بورسعيد، العدد 6.
- 5- شريف، فوزي سعيد (2020 م)، "دراسة الملابس الوقائية لرجال الأطفال والعوامل المؤثرة عليها"، مجلة البحوث في مجالات التربية النوعية، مجلد 6، العدد 26.
- 6- النويشي، رانيا فاروق (2000 م)، "تقييم كفاءة تصميم بعض الملابس الوقائية المقترحة من بعض المخاطر الكيميائية"، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الاقتصاد المنزلي، جامعة المنوفية.