IRAQI Academic Scientific Journals
العراقية المجلات الأكاديمية العلمية
مجلة كلية الكوت الجامعة
ISSN (E) : 2616 - 7808 II ISSN (P) : 2414 - 7419
www.kutcollegejournal.alkutcollege.edu.iq
k.u.c.j.sci@alkutcollege.edu.iq
عدد خاص لبحوث المؤتمر العلمي الدولي الخامس للإبداع والابتكار للمدة من 13 - 14 كانون الأول 2023

استكشاف خصائص الاقمشة والتركيب النسيجية المستخدمة في تصميم سترات النسيج الواقية من الرصاص

أ.م. زياد عودة ربح [1] ، م.م عصام عبد الرزاق نعمه [2]

انتساب الباحثين
[1] جامعة بابل، كلية الفنون الجميلة، العراق، الحلة، 51001

[2] مركز الكرخ الدراسي، كلية التربوية المفتوحة، العراق، بغداد ، 10001

[1] ziad.aldayan@gmail.com
[2] Esam74@gmial.com

[1] **المؤلف المراسل**

معلومات البحث
تاريخ النشر: حزيران 2024

المستخلص
تركز البحث على المكونات والخصائص الأساسية لسترات الواقية من الرصاص النسيجية، التي تعد أدوات أساسية لحماية الأفراد في المهن والقطاعات ذات المخاطر العالية، تتكون هذه السترات عادةً من طبقات من المواد المقاومة للرصاص، وتعتمد خصائص الحماية على نوع المادة الواقية المستخدمة وطرق تركيبها وتلعب التراكيب والاساليب النسيجية والأقمشة المستخدمة في السترات الواقية دورًا حاسمًا في تحقيق أعلى مستوى من الحماية، حدد سؤال البحث: ما هي خصائص الاقمشة وتأثير تركيب والاساليب النسيجية والالياف في تصميم السترة النسيجية الواقية من الرصاص؟ يهدف البحث إلى استكشاف التراكيب النسيجية والمواد المختلفة لتقديم توصيات وإرشادات لتصميم سترات واقية من الرصاص فعّالة، يؤكد البحث على أهمية التراكيب النسيجية الصلبة والمتينة التي يمكنها تحمل الرصاص وتقليل قوة الصدمة. يستخدم البحث الأساليب الوصفية والاستكشافية للوصول إلى النتائج، بما في ذلك مراجعة الأدبيات والدراسات والأبحاث السابقة ذات الصلة، وتشير النتائج الرئيسية إلى إن لتراكيب النسيجية والمواد المستخدمة تؤثر بشكل كبير على مستوى الحماية وأن ألياف الكربون النانوية توفر حماية جيدة لكنها ذات تكلفة عالية، ختتم البحث بعدة توصيات، بما في ذلك التأكيد على أن السترات النسيجية ليست مطلقة الحماية ويمكن أن تتأثر بعوامل مثل المسافة ونوع الذخيرة وزاوية الاصطدام.

الكلمات المفتاحية: الاقمشة، التراكيب النسيجية، السترة الواقية

Exploring the Characteristics of Fabrics and Textile Structures Used in Designing Bulletproof Textile Vests

Ziad Odah Rebh [1] , Isam Abdulrazzaq Neamah [2]

Affiliation of Authors
[1] Univ. of Babylon, College of Fine Arts, Iraq, 51001

[2] Al-Karkh Studies Center, College Open Educational , Iraq, Baghdad , 10001

[1] ziad.aldayan@gmail.com
[2] Esam74@gmial.com

[1] **Corresponding Author**

Abstract
The research focuses on the components and essential characteristics of fabric-based bulletproof vests, which are crucial tools for protecting individuals in high-risk professions and sectors. These vests are typically composed of layers of bullet-resistant materials, and their protective properties depend on the type of protective material used and the methods of construction. The textile structures and fabrics used in bulletproof vests play a critical role in achieving the highest level of protection. The research identifies the research question: What are the required characteristics of fabrics and textile constructions in the design of fabric-based bulletproof vests? The research aims to explore different textile structures and materials to provide recommendations and guidelines for designing effective bulletproof vests. The research highlights the importance of solid and durable textile structures capable of withstanding bullets and reducing the impact force. The research employs descriptive and exploratory methods to reach its findings, including reviewing relevant literature, studies, and previous research. The key findings indicate that textile structures and materials used significantly impact the level of protection, and nanocarbon fibers offer good protection but at a higher cost. The research concludes with several recommendations, including emphasizing that fabric-based vests are not absolute in their protection and can be influenced by factors such as distance, ammunition type, and angle of impact.

Paper Info.
Published: June 2024

Keywords: Fabrics, textile constructions, bulletproof vests

المقدمة:

استخدم البشر على مر التاريخ المسجل أنواعًا مختلفة من المواد كدروع للحماية الشخصية من الإصابة في المعارك والمواقف الخطرة الأخرى. تم صنع أول ملابس ودروع واقية من جلود الحيوانات.

مع تقدم الحضارات، بدأ استخدام الدروع الخشبية وبعدها الدروع المعدنية.

ومع ظهور الأسلحة النارية حوالي عام 1500، أصبحت الدروع المعدنية غير فعالة. وكانت الحماية الوحيدة المتاحة ضد الأسلحة النارية حينها هي الجدران الحجرية أو الحواجز الطبيعية مثل الصخور والأشجار والحفر.

نتيجة لذلك، ظهرت حاجة لإيجاد حلول عملية وفعالة لحماية الأفراد من الأسلحة النارية. ومن بين هذه الحلول المهمة تأتي السترة النسيجية الواقية، التي تحمي الجزء الاكبر من جذع الإنسان أو جزئيًا، من خلال إيقاف أو تقليل التأثيرات الضارة للأسلحة النارية والأجسام الصلبة والحادة والانواع مختلفة من المقذوفات، تستخدم هذه السترة في قوات العسكرية والشرطة وقوات حفظ الأمن.

تتكون السترة عادةً من طبقة أو أكثر من المواد المقاومة الاختراق الرصاص، وتختلف خصائص السترة الواقية من الرصاص حسب نوع المادة الواقية المستخدمة وطرق تركيبها وتعتبر التراكيب والاساليب النسيجية المستخدمة في الستر الواقية من الرصاص جوانب حاسمة لتحقيق أعلى مستوى من الحماية يتعين أن تكون التراكيب الاساليب النسيجية صلبة ومتينة لتصد الرصاص وتقليل قوة الصدمة. بالإضافة إلى ذلك، يجب أن تتمتع الخامات المستخدمة بخصائص مثل مقاومة الثقب والقوة الميكانيكية والقدرة على امتصاص الطاقة، مما يساعد في توزيع الضغط وتقليل الإصابات الناجمة عن الضربات.

مما تقدم يمكن صياغة مشكلة البحث بالتساؤل التالي :

ما هي خصائص الاقمشة وتأثير تركيب والاساليب النسيجية والالياف في تصميم السترة النسيجية الواقية من الرصاص؟

1.1أهداف البحث:

1. استكشاف التراكيب النسيجية المختلفة المستخدمة في الستر الواقية من الرصاص وتقييم كفاءتها في توفير الحماية الشخصية.
2. دراسة في تصنيع الستر الواقية من الرصاص المستخدمة حاليا وخصائصها الميكانيكية والفيزيائية.
3. استكشاف أحدث التطورات في مجال الخامات المستخدمة في الستر الواقية من الرصاص ودورها في تحسين كفاءة الحماية.
4. توفير توصيات وإرشادات لتصميم الستر الواقية من الرصاص بناءً على نتائج الدراسة.

2.1 اهمية البحث:

1. تساعد دراسة التراكيب الاساليب النسيجية المثلى واستخدام الخامات المناسبة، في تطوير سترات واقية من الرصاص التي تعزز فرص البقاء على قيد الحياة في حالات العنف المسلح.
2. يمكن أن يقدم البحث إسهامًا في تصميم سترات واقية من الرصاص قابلة للاستخدامات متنوعة من البيئات والمهام، بما في ذلك القوات العسكرية وقوات الأمن والمجال الصناعي والمدني.
3. من خلال دراسة التراكيب الاساليب النسيجية واستخدام الخامات المتقدمة، يمكن تعزيز التقنيات والتكنولوجيا المستخدمة في تصنيع السترات الواقية من الرصاص، مما يسهم في التطور المستمر لهذا المجال.
4. يمكن أن توفر نتائج البحث إرشادات قيمة لمصممي السترات الواقية من الرصاص والشركات المصنعة للخامات، مما يشجع على تطوير منتجات أكثر كفاءة وفعالية في مجال الحماية الشخصية.

3.1 حدود البحث:

الحدود الموضوعية:

يتمحور البحث حول استكشاف خصائص الأقمشة والتركيب النسيجية المستخدمة في تصميم سترات النسيج الواقية من الرصاص وطرق تصميمها.

الحدود مكانية:

الأقمشة والتصاميم المستخدمة في سترات النسيج الواقية من الرصاص المتوفرة في الاسواق العالمية.

الحدود زمانية:

تتضمن حدود الزمانية الدراسات والأبحاث التي تم نشرها في العشر سنوات الاخيرة و للتصميمات السترات المستخدمة الجيش الاميركي وقت اعداد البحث.

4.1 منهجية البحث:

يعتمد البحث على المنهج الوصفي والاستكشاف للوصول للنتائج من خلال:

- مراجعة الأدبيات: سيتم إجراء مراجعة للأدبيات المتعلقة بتصميم وتصنيع السترات الواقية.
- سيتم تناول الدراسات والأبحاث السابقة التي استكشفت الأقمشة وخصائصها المناسبة في تصميم وتصنيع سترات النسيج الواقية من الرصاص.

5.1 تحديد المصطلحات:

السترة النسيجية الواقية من الرصاص: هي نوع من السترات الواقية تستخدم لحماية الجسم من الرصاص والشظايا والتهديدات الأخرى. تتكون هذه السترات من طبقات متعددة من الألياف النسيجية والمواد الواقية مثل الكيفلار(Kevlar) والأراميد (Aramid) والألياف الزجاجية (Fiberglass). تتميز السترات النسيجية الواقية بخفة وزنها ومرونتها مقارنة بالسترات الواقية الأخرى مثل السترات الصلبة [1].

التراكيب النسيجية : (بالإنجليزية: Woven structure) هي وصف لطريقة تعاشق خيوط طولية تسمى خيوط السدى مع خيوط عرضية تسمى خيوط اللحمة لتشكل قماشًا منسوجًا. إن التراكيب النسيجية الرئيسية هي السادة والمبرد والأطلس [2]. هي ايضا الطريقة التي يتم بها ترتيب خيوط السدى واللحمة في قماش منسوج. تحدد هذه الطريقة مظهر القماش وخصائصه الفيزيائية.

تصميم السترات الواقية: يشير إلى عملية تطوير وإبداع سترات تهدف إلى حماية الأفراد من مخاطر محددة مثل الرصاص أو الشظايا أو المواد الكيميائية الخطرة أو الأشعة الكهرومغناطيسية. يتضمن تصميم السترات الواقية تحديد المواد المناسبة والتراكيب والاساليب النسيجية والتفاصيل التقنية التي تعزز قدرة السترة على تحمل الأضرار وتوفير الحماية المطلوبة للمستخدم [3].

2. الاطار النظري:

1.2نبذة تاريخية:

يعود تاريخ استخدام الدروع إلى العصور القديمة، حيث استخدم البشر مواد مختلفة كدروع لحماية أجسامهم. استخدمت جلود الحيوانات في البداية، ثم تطور الاستخدام إلى الدروع الخشبية والمعدنية. مع تطور التكنولوجيا، تم تحسين السترات الواقية لتكون أكثر فعالية وخفة وزنًا [4].

في القرن العشرين، بدأت الدراسات والأبحاث في تصميم السترات الواقية من الرصاص. استُخدمت المعادن الثقيلة في البداية، مثل الصلب والحديد، ولكنها كانت ثقيلة وغير مريحة. في أواخر القرن التاسع عشر، تم استخدام دروع الجسم الناعمة المصنوعة من الحرير، لكنها لم توفر الحماية المطلوبة [5].

في الستينيات من القرن الماضي، تم اكتشاف ألياف جديدة تمكنت من صنع دروع الجسم الواقية القابلة للإلغاء الحديثة. تم تطوير مواد جديدة خفيفة الوزن ومقاومة للرصاص. بدأ المعهد الوطني للعدل (NIJ) في الولايات المتحدة برنامج بحث لتطوير دروع الجسم الخفيفة التي يمكن لضباط الشرطة ارتداؤها بشكل دائم. تم تحديد معايير الأداء لدروع الجسم لرجال الشرطة.

تطورت التكنولوجيا لاستخدام المواد النسيجية والألياف القوية في تصنيع السترات الواقية من الرصاص. في عام 1965، ابتُكِرَت السترة الواقية من الرصاص التي تعتمد على ألياف الكيفلار، وحققت نجاحًا كبيرًا. منذ ذلك الحين، استمرت التحسينات في تكنولوجيا المواد والنسيج، مما أدى إلى تحسين الحماية وخفة الوزن للسترات الواقية من الرصاص. تُستخدَم تقنيات متقدمة مثل الطبقات المتعددة والتراكيب النسيجية لتعزيز الأداء وزيادة قدرة الاحتفاظ بالطاقة وتفشيها عبر النسيج بشكل مؤثر [6].

2.2 السترات النسيجية الواقية من الرصاص.

السترات النسيجية الواقية من الرصاص هي أنواع من الملابس الواقية تهدف إلى حماية الأفراد من التهديدات المقذوفة مثل الرصاص والشظايا. تعتبر هذه السترات جزءًا هامًا من معدات الحماية الشخصية المستخدمة بشكل واسع في مجالات مثل الشرطة والجيش والأمن والمجالات التكتيكية الأخرى.

تم تصميم السترات النسيجية الواقية من الرصاص لتوفير حماية فعالة للجسم من الإصابات الناجمة عن الرصاص أو الشظايا. تتألف هذه السترات من تراكيب نسيجية خاصة تجمع بين عدة عناصر وتقنيات لتحقيق أعلى مستويات الحماية الممكنة.

لهدف من استخدام السترات الحماية الواقية من الرصاص ليس فقط إيقاف طلقات الرصاص، ولكن أيضًا حماية الفرد من الأجهزة المتفجرة المتناثرة، مثل القنابل والهاونات وقذائف المدفعية والأجهزة المتفجرة المصنوعة بشكل محلي. يجب أن نلاحظ أن الإصابات التي يتعرض لها المدنيون تنجم بشكل رئيسي عن عاملين:

1. الرصاص ذو السرعة العالية الناتج عن البنادق والرشاشات التي تطلق بشكل رئيسي من مسافة بعيدة.
2. الرصاص ذو السرعة المنخفضة الناتج عن الأسلحة الجنائية، والتي تُطلق من مسافة قريبة.

ومع ذلك، فيما يتعلق بالعسكريين، هناك ثلاثة عوامل رئيسية: الشظايا. الرصاص. عوامل أخرى [1].

1.2.2 العناصر الاساسية المكونة للسترة الواقية من الرصاص:

السترة الواقية من الرصاص تتكون عادةً من مجموعة من العناصر الأساسية التي تعمل معًا لتوفير الحماية اللازمة. هنا هي العناصر الأساسية التي تشكل السترة الواقية من الرصاص:

النسيج الواقي: يتم استخدام أنواع مختلفة من الأقمشة المقاومة للرصاص كطبقة خارجية للسترة. هذه الأقمشة غالبًا ما تكون مصنوعة من الألياف الأراميد (مثل الكيفلار) أو الألياف الزجاجية

أو مزيج منهما. تتميز هذه الأقمشة بقدرتها على امتصاص وتفتيت الطاقة الناجمة عن الرصاص وتوجيهها بعيدًا عن الجسم كما موضح في الشكل (1) [7].

1. الطبقة الواقية من الرصاص: توجد طبقة واقية من الرصاص داخل السترة، وتعتمد على مادة مقاومة للرصاص مثل الفولاذ أو السيراميك. تعمل هذه الطبقة على تفتيت وتباطؤ الرصاصات المتوجهة نحو السترة، مما يقلل من قوتها وتأثيرها على الجسم.
2. الطبقة الأثرية: توجد طبقة أثرية داخل السترة لامتصاص الطاقة الناجمة عن الرصاص وتوزيعها على مساحة أكبر من الجسم. يتم استخدام مواد مثل الألياف الزجاجية المضغوطة أو الألياف الأراميد المضغوطة في هذه الطبقة [8].
3. البطانة الداخلية: توجد بطانة داخلية ناعمة ومريحة تلامس الجسم لزيادة الراحة أثناء الارتداء. يمكن أن تكون مصنوعة من النسيج القطني أو البوليستر المنسوج.
4. الأشرطة والأحزمة: تستخدم السترات الواقية من الرصاص أشرطة وأحزمة قابلة للتعديل لتوفير تناسب مثالي وتثبيت السترة بشكل آمن على الجسم9]].

يجب ملاحظة أن هذه العناصر قد تختلف في التصميم والتكوين اعتمادًا على نوع السترة الواقية من الرصاص واستخدامها المقصود (عسكري أو مدني)، وقد تكون هناك عناصر إضافية مثل الدروع الإضافية أو الحماية الرقبية المضافة حسب الحاجة والمتطلبات.

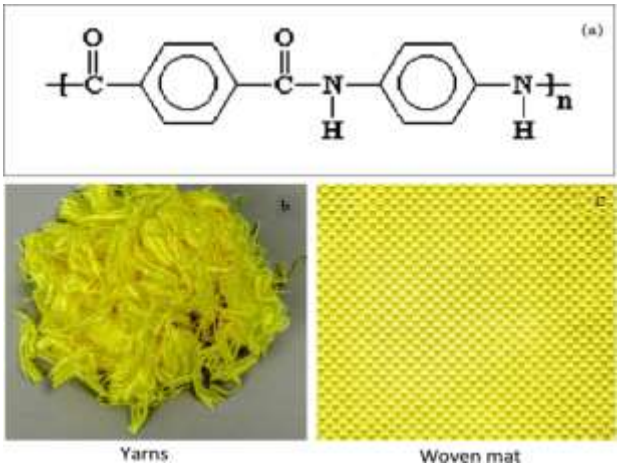
2.2.2أنواع الأقمشة المستخدمة في صناعة سترات النسيج الواقية من الرصاص.

تستخدم بشكل شائع ألياف ومواد عالية الأداء في صناعة سترات الرصاص. تتكون السترة الواقية عادةً من بنية أساسية مصنوعة من مواد مركبة، والتي تتألف من اثنين أو أكثر من المكونات المتميزة كيميائيًا و/أو فيزيائيًا والمجتمعة على نطاق ماكروسكوبي. تحتفظ المكونات المختلفة في المادة المركبة بخصائصها الفردية وهويتها، ولكن عندما يتم تجميعها معًا، يتكون نظام مادي يتم تصميم خصائصه لتكون أفضل من تلك المكونات الفردية التي تعمل بشكل مستقل. وتشمل بعض المواد المستخدمة على نطاق واسع ما يلي:

اولا :**ألياف الأراميد (Aramid Fibers)** : هي نوع من الألياف الصناعية ذات القوة والمتانة العالية. تعتبر الألياف الأراميد مقاومة للحرارة والتآكل والأشعة فوق البنفسجية، وتتميز بخصائص ميكانيكية ممتازة تجعلها مثالية للاستخدامات التي تتطلب مقاومة عالية للقوى الشد والتمزق. كما موضح في الشكل (1).

الهيكل الأساسي والتركيب الكيميائي لألياف الأراميد:

يتكون الأحاديات الأساسية لألياف الأراميد من 1.4 فينيل ديامين (para-phenylenediamine) وterephthaloyl chloride. النتيجة هي بولي أميد أروماتي (polymeric aromatic amide) متعدد الحلقات مع حلقات البنزين ومجموعات الأميد المتناوبة. عند إنتاج هذه البلورات البوليمرية، تتراص هذه السلاسل البوليمرية بشكل عشوائي. تتمتع ألياف الأراميد بقوة شد عالية للغاية، ولهذا السبب يتم استخدامها بشكل شائع في تطبيقات الدروع والحماية الكروية. بفضل اللون الأصفر المميز، يتم استخدام ألياف الأراميد بشكل متكرر في منتجات المركبات المتقدمة التي تتطلب خصائص عالية المتانة وخفة الوزن [10]. كما موضح في الشكل (1).



شكل رقم (1) يوضح تركيب وشكل ألياف الأراميد (Aramid Fibers) المصدر [11]

توجد عدة أنواع من الألياف الأراميد، ولكن الأنواع الشهيرة والأكثر استخدامًا هي الكيفلار (Kevlar) والنومكس (Nomex) والتي تنتجهما شركة دوبونت (DuPont). ومن بعض المعلومات الأساسية عن هاتين الألياف:

1. الكيفلار (Kevlar):

- تم تطوير الكيفلار في عام 1965 ويعتبر أحد الألياف الأراميد الأكثر شهرة.
- يتميز بقوته العالية بنسبة خمسة أضعاف قوة الفولاذ عند وزن مماثل.
- مقاوم للحرارة واللهب والقوى الكيميائية والتآكل.
- يستخدم في صناعة السترات الواقية من الرصاص والخوذ العسكرية والإطارات المقاومة للانفجارات والمعدات الرياضية الواقية مثل قفازات البيسبول والسترات الواقية للدراجات النارية.

2. النومكس (Nomex):

- تم تطوير النومكس في عام 1967 ويعتبر منتجًا شبه أراميدي.
- يتميز بمقاومته للحرارة واللهب والمواد الكيميائية.
- يتم استخدامه بشكل شائع في صناعة الملابس الواقية للمجالات الصناعية والعسكرية والإطفاء.
- يوفر حماية من الحرارة واللهب ويتميز بقدرته على الاحتفاظ بخصائصه حتى في درجات حرارة عالية.

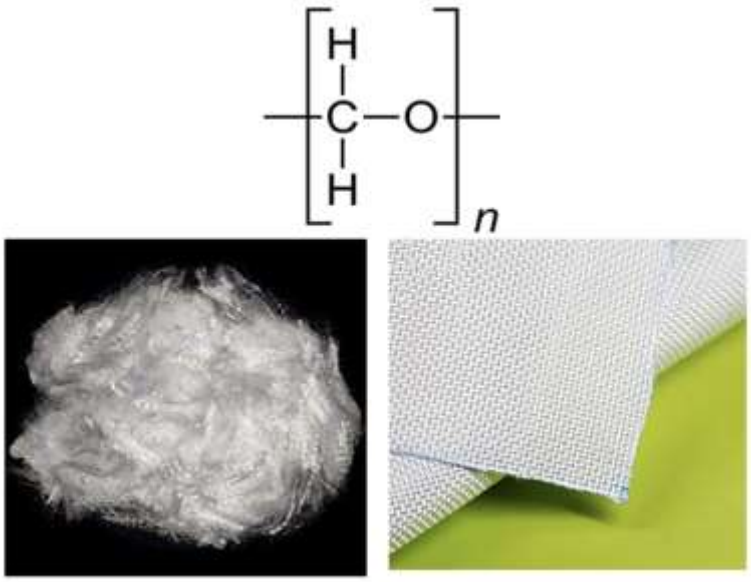
تلعب ألياف الأراميد دورًا حيويًا في توفير الحماية والأمان في العديد من التطبيقات المختلفة. يتم استخدامها في صناعة الملابس الواقية، والعتاد العسكري، والمعدات الرياضية، والمواد المقاومة للحرائق، بفضل خصائصها الميكانيكية الممتازة ومقاومتها للعوامل البيئية القاسية.

ثانيا: الألياف البولي إيثيلين فائقة الوزن الجزيئي العالي (Ultra-High Molecular Weight Polyethylene fibers):، وتعرف اختصارًا بـ UHMWPE fibers، هي نوع من الألياف الاصطناعية ذات القوة العالية والمتانة الفائقة. تتميز هذه الألياف بالمرونة والمقاومة للتآكل والمواد الكيميائية والاحتكاك.

الهيكل الأساسي والتركيب الكيميائي لألياف UHMWPE.

البولي إيثيلين فائق الوزن الجزيئي (UHMWPE) يتكون من سلاسل طويلة من وحدات الإيثيلين المتكررة. تتميز الألياف بالوزن الجزيئي العالي، حيث يتراوح وزن الجزيء فيها بين الملايين من الجرامات في الألياف الفردية.

من الناحية الكيميائية، تتكون ألياف البولي إيثيلين فائق الوزن الجزيئي من سلاسل طويلة من وحدات الإيثيلين (-CH2-CH2-) التي ترتبط ببعضها البعض عبر روابط تشبه العقد. يتم تحقيق هذه الوصلات عن طريق عملية البلمرة، حيث يتم تكوين الروابط الكيميائية بين وحدات الإيثيلين لتشكيل البوليمر [12]. كما موضح في الشكل (2).



شكل رقم (2) يوضح تركيب الياف UHMWPE. المصدر [13]

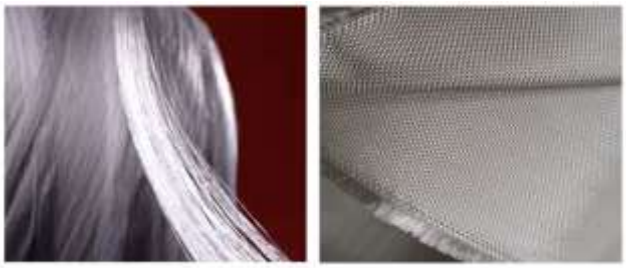
بعض الخصائص الأساسية لالياف البولي إيثيلين فائقة الوزن الجزيئي العالي:

1. الخصائص الميكانيكية الفائقة: تتميز ألياف UHMWPE بقوة شد استثنائية تفوق قوة الصلب بنسبة عالية. وتتمتع بمرونة عالية وقدرة استرجاعية ممتازة بعد التشوه. كما تتميز بمرونة عالية وخفة الوزن، مما يجعلها مناسبة للاستخدامات التي تتطلب خفة الوزن والمتانة.
2. مقاومة للتآكل والمواد الكيميائية: تتمتع ألياف بمقاومة عالية للتآكل والمواد الكيميائية. لذلك، فهي تستخدم في تطبيقات حيث يكون التعرض للمواد الكيميائية والبيئات القاسية أمرًا محتملاً.
3. التطبيقات: تستخدم ألياف في مجموعة واسعة من التطبيقات، بما في ذلك الدروع والحماية الشخصية، والسلامة الصناعية، وصناعة الرياضات المائية، وعوامل الرفع والجر، وخيوط الصيد، والألواح المركبة14]].
4. خصائص مقاومة التلوث: تتميز ألياف بخصائص مقومة التلوث الجيدة، حيث أنها غير قابلة للتلف أو الانحلال بواسطة العديد من المواد الكيميائية، مما يجعلها مناسبة لتطبيقات في الصناعات الغذائية والطبية.

ثالثا: **ألياف سبكترا (Spectra fibers)** :هي نوع من الألياف الاصطناعية التي تتميز بخصائص ميكانيكية فائقة وقوة شد استثنائية. تعتبر سبكترا من أقوى الألياف المتاحة حاليًا وتستخدم في مجموعة واسعة من التطبيقات التي تتطلب قوة ومتانة عالية.

الهيكل الأساسي والتركيب الكيميائي لألياف(Spectra fibers).

ألياف سبكترا تتكون من سلاسل طويلة من البولي إيثيلين عالي الكتلة (HMPE)، وهو نوع من البوليمرات الحرارية. تتميز الألياف بشدة وجودة عالية وهي مصممة لتكون قوية ومتينة. التركيب الكيميائي: سبكترا مصنوعة من بولي إيثيلين عالي الكتلة (HMPE)، وهو نوع من البولي إيثيلين يمتاز بوزن جزيء عالي. وحدات الإيثيلين (-CH2-CH2-) تتكرر في الهيكل الكيميائي للسبكترا وترتبط معًا لتشكيل سلاسل طويلة [15]. كما موضح في الشكل (3).



شكل رقم (3) يوضح ألياف سبكترا (Spectra fibers) [16]

ومن الخصائص الأساسية لألياف سبكترا:

1. الخصائص الميكانيكية: تتميز ألياف سبكترا بقوة شد استثنائية، حيث تعتبر أقوى من الصلب بنسبة عالية. تتميز أيضًا بمرونة عالية ومقاومة للتآكل والأشعة فوق البنفسجية.
2. خفة الوزن: تتمتع ألياف سبكترا بخفة الوزن، حيث يكون وزنها أقل من الفولاذ بنسبة تصل إلى 80 ٪. هذا يجعلها مثالية للاستخدامات التي تتطلب خفة الوزن مثل الدروع الشخصية والمعدات الرياضية.
3. مقاومة للتآكل والأشعة فوق البنفسجية: تتمتع ألياف سبكترا بمقاومة عالية للتآكل وتأثير العوامل البيئية المؤكسدة مثل الأشعة فوق البنفسجية. هذه الخاصية تجعلها مناسبة للاستخدام في بيئات قاسية وتطبيقات خارجية [17].
4. التطبيقات: تستخدم ألياف سبكترا في مجموعة واسعة من التطبيقات، بما في ذلك الدروع الشخصية، والحماية الكروية، والألواح المركبة، وخيوط الصيد، والأغراض الصناعية، وأجهزة الرفع والجر.
5. تعتبر ألياف سبكترا من الخيارات المفضلة في العديد من التطبيقات التي تتطلب قوة ومتانة عالية، وتتميز بالقوة العالية وخفة الوزن ومقاومة التآكل.

ويوجد العديد من الالياف تتمتع بالخصائص المناسبة في تصميم تصنيع الدروع والسترة الواقية من الرصاص ومنها:

الألياف الزجاجية (Fiberglass):

تستخدم الألياف الزجاجية في تصنيع السترات الواقية لأنها توفر حماية فعالة ضد الرصاص والشظايا. تتميز بقوتها وخفة وزنها ومقاومتها للحرارة. يتم تضمينها في نسيج متعدد الطبقات لتحسين الأداء العام للسترة.

الألياف السيراميكية (Ceramic Fibers):

تستخدم الألياف السيراميكية، مثل الألومينا والبورون كارباید، في تصنيع السترات الواقية لأنها توفر حماية فائقة ضد الرصاص والشظايا. تتميز بصلابتها ومقاومتها للحرارة وقدرتها على تفتيت الرصاص بفعالية.

3. مستقبل الالياف المستحدثة في تصميم وتصنيع السترة الواقية من الرصاص:

مجال تصميم وتصنيع السترات الواقية من الرصاص يستفيد بشكل كبير من التطورات في مجال الألياف المستحدثة. ومن المتوقع أن يستمر التطور في هذا المجال لتحسين أداء وفعالية السترات الواقية. هنا بعض الاتجاهات المحتملة للألياف المستحدثة في هذا المجال.

1.3ألياف بولي إيثيلين Dyneema: هي أقوى من الفولاذ ولكنها أخف من الماء. يتم استخدامه بالفعل في بعض الدروع الواقية من الرصاص ، لكن الباحثين يطورون طرقًا جديدة لاستخدامه لإنشاء سترات أخف وزنًا وأقوى.

2.3ألياف أراميدية:Twaron هي ألياف أراميدية أيضًا أقوى من الفولاذ ولكنها أخف من الماء. وهي مكون أساسي للعديد من الدروع الواقية من الرصاص ، لكن الباحثين يطورون طرقًا جديدة لنسجها في مواد أخرى لإنشاء سترات أكثر مرونة وراحة [18].

3.3الألياف الكربونية: Carbon fibre هي مادة قوية وخفيفة الوزن تتكون من ألياف الكربون المقوى بالراتنج. تُصنع ألياف الكربون من بوليمر عضوي، مثل بولي أكريلونيتريل (PAN)، يتم معالجته لتشكيل خيوط رفيعة جدًا. يتم بعد ذلك لف هذه الخيوط أو نسجها لتشكيل نسيج. يُضاف الراتنج إلى النسيج ويُسخن ليشكل قطعة صلبة.

تتمتع ألياف الكربون بالعديد من المزايا، بما في ذلك:

1. خفة الوزن: تعتبر الألياف الكربونية خفيفة الوزن بشكل ملحوظ، وتتمتع بكثافة أقل من الفولاذ بحوالي ثلثي الوزن. هذا يعني أنها يمكن أن توفر قوة مماثلة للمواد الأخرى مع وزن أقل.
2. المتانة والقوة: تتميز الألياف الكربونية بقوتها العالية ومقاومتها للكسر. فهي تتحمل تأثيرات القوى الخارجية بشكل جيد وتتمتع بمقاومة عالية للتآكل.
3. الموصلية الحرارية: تتمتع الألياف الكربونية بموصلية حرارية منخفضة، مما يجعلها مادة جيدة للاستخدام في التطبيقات التي تتطلب عزلًا حراريًا.
4. الموصلية الكهربائية: تعتبر الألياف الكربونية عازلة جيدة للكهرباء. ومع ذلك، يمكن إضافة مواد موصلة إليها لزيادة توصيلها الكهربائي في حالات الاستخدام المطلوبة.
5. التطبيقات: تستخدم الألياف الكربونية في مجموعة واسعة من التطبيقات، بما في ذلك صناعة الطيران والفضاء، وصناعة السيارات، وصناعة الرياضة (مثل صناعة الدراجات وعصي الغولف وأعمدة الصواريخ)، وصناعة البناء، والصناعات البحرية في صناعة السترات الواقية من الرصاص [18] .

4.التكنولوجيا النانوية في تصميم وتطوير السترات الواقية.

تستخدم التكنولوجيا النانوية في تصميم وتطوير السترات الواقية من الرصاص لتحسين أداءها وخصائصها. تشير التكنولوجيا النانوية إلى تلاعب وتحكم في المواد والهياكل على مستوى النانومتر (مليون جزء من المليمتر)19]].

يمكن استخدام التكنولوجيا النانوية في تصميم السترات الواقية من الرصاص من خلال:

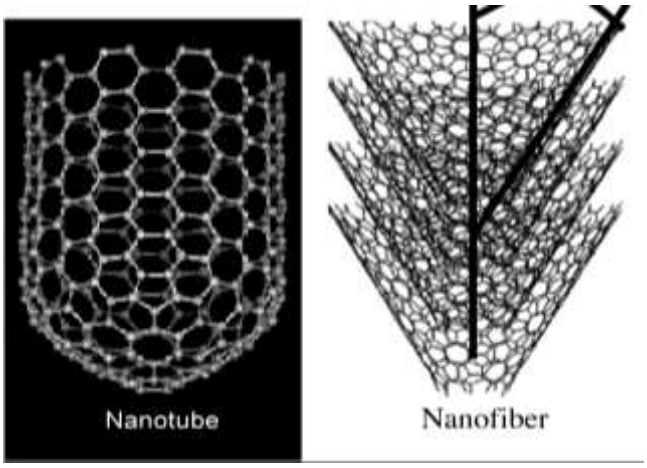
1. استخدام مواد النانو: يمكن استخدام المواد النانوية مثل ألياف النانو وألواح النانو المركبة لتعزيز قوة السترة وخفة وزنها. هذه المواد لديها مساحة سطح كبيرة وخواص ميكانيكية ممتازة وقدرة عالية على امتصاص الطاقة، مما يعزز قدرة السترة على حماية الشخص من الرصاص.
2. الطلاء النانوي: يمكن استخدام الطلاء النانوي لتحسين خصائص السترة الواقية من الرصاص. يمكن بتطبيق طبقة رقيقة من المواد النانوية على سطح السترة لتعزيز مقاومتها للتآكل والخدوش والتأثيرات البيئية الأخرى [19].
3. تقنيات التراص النانوي: يمكن استخدام تقنيات التراص النانوي لتصميم هياكل متناهية الصغر على مستوى النانومتر على سطح السترة. هذه الهياكل النانوية يمكن أن تعزز قوة ومرونة السترة وتحسن أدائها في امتصاص الطاقة وتفتيت الضربات.
4. النانو تقنيات المركبة: يمكن دمج المواد النانوية مع مواد أخرى لتطوير مواد مركبة متقدمة للسترات الواقية من الرصاص. على سبيل المثال، يمكن استخدام ألياف النانو المعززة بالكربون مع الألياف الأراميد لتحسين خصائص السترة مثل الصلابة والمرونة والمتانة[20] .

تستمر الأبحاث والتطوير في مجال التكنولوجيا النانوية لتحسين أداء السترات الواقية من الرصاص، وقد تظهر تقنيات جديدة في المستقبل لتعزيز قدرتها على حماية الأفراد.

هناك عدة مواد نانوية يمكن استخدامها لتعزيز قدرة الألياف على الواقية من الرصاص. ومن بين هذه المواد:

1. ألياف النانو المعززة بالكربون : تعتبر ألياف النانو المعززة بالكربون واحدة من المواد النانوية الأكثر استخدامًا في تعزيز قدرة الألياف على حماية الرصاص. تتميز هذه الألياف بقوتها وصلابتها الميكانيكية الممتازة وقدرتها على امتصاص الطاقة [21].
2. انابيب الكربون النانوية (Carbon Nanotubes) هي هياكل نانوية أسطوانية مصنوعة من الكربون، وتتميز بخصائصها المميزة والمثيرة للاهتمام. تتكون الأنابيب النانوية من طبقات رفيعة من الجرافين (Graphene) الملتفة بشكل أسطواني، تتميز الأنابيب النانوية بخصائص ميكانيكية وكهربائية فريدة، حيث تعتبر أقوى من الفولاذ وفي الوقت نفسه أخف وزنًا. كما موضح في الشكل (4)
3. ألياف النانو المعززة بالبورون: تستخدم ألياف النانو المعززة بالبورون لتعزيز قوة وصلابة الألياف وتحسين قدرتها على حماية الرصاص. تتميز هذه الألياف بقدرتها على تفتيت الضربات وتشتت الطاقة.
4. ألياف النانو المعززة بالسيليكا: تستخدم ألياف النانو المعززة بالسيليكا لتحسين صلابة ومتانة الألياف وتعزيز قدرتها على التحمل والحماية من الرصاص [22].
5. ألياف لنانو المعززة بالزركونيا: تعتبر ألياف النانو المعززة بالزركونيا مواد نانوية ممتازة لتعزيز قوة الألياف وصلابتها ومقاومتها للتآكل، مما يساهم في تحسين قدرتها على حماية من الرصاص [20].

هذه المواد النانوية المعززة يمكن أن تضاف إلى الألياف الواقية من الرصاص لتحسين خصائصها الميكانيكية والحماية. يجب ملاحظة أن هذه المواد تستخدم عادة في تركيبات مركبة مع الألياف الأساسية لتحقيق الأداء المثلى.

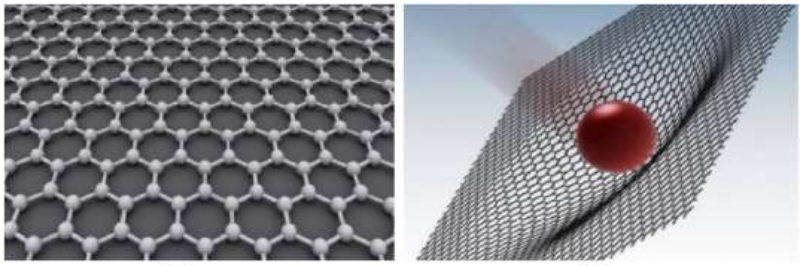


شكل رقم (4) يوضح الاختلافات الهيكلية بين أنابيب الكربون النانوية وألياف الكربون النانوية المصدر [23]

فيما يلي بعض الأمثلة على استخدام مواد النانو لتعزيز قدرة الألياف على الحماية من الشظايا والرصاص:

1. في عام 2014، طورت شركة "دايموند ديفنس" درعًا للجسم مصنوعًا من ألياف الكربون المقواة بألياف الكربون النانوية. يوفر الدرع حماية من الشظايا والرصاص.
2. في عام 2015، طورت شركة "مايكروسيس" نظارات واقية مصنوعة من ألياف الزجاج المقواة بألياف الكربون النانوية. توفر النظارات حماية من الشظايا والرصاص.
3. في عام 2016، طورت شركة "دي بي إي إي" خوذة للجيش الأمريكي مصنوعة من ألياف الكربون المقواة بألياف الكربون النانوية. توفر الخوذة حماية من الشظايا والرصاص [24].

تُعد مواد النانو مجالًا ناشئًا سريع التطور، وهناك العديد من الأبحاث الجارية حول استخدام هذه المواد لتعزيز قدرة الألياف على الحماية من الشظايا والرصاص. من المتوقع أن تؤدي هذه الأبحاث إلى تطوير مواد أكثر فعالية في حماية الأشخاص من الإصابات كما موضح في الشكل (5)

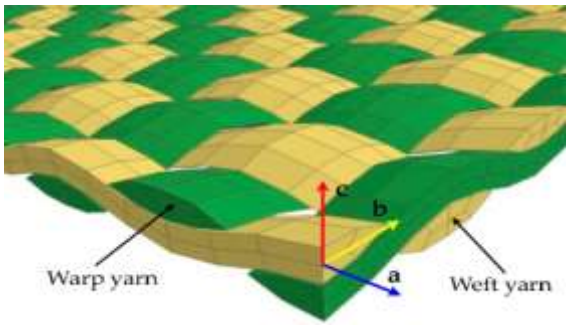


شكل رقم (5) (a) يوضح بنية الجرافين و (b) الاختبارات الباليستية المصغرة عن طريق إطلاق كرات السيليكا الصغيرة على صفائح الجرافين. المصدر 25)]

5.تأثير التراكيب النسيجية على أداء السترة الواقية:

تُعرَّف التراكيب النسيجة في الأقمشة بأنها الطريقة التي تتشابك بها خيوط السداء والحياكة مع بعضها البعض أثناء عملية النسيج. تؤثر التراكيب النسيجية على مظهر وخصائص القماش، مثل صلابته وليونته وامتصاصيته.

إن التراكيب النسيجية تلعب دورًا هامًا في صناعة الملابس والأقمشة والمنسوجات بشكل عام، حيث يتم اختيار التركيب المناسب بناءً على الاستخدام المقصود والمتطلبات المطلوبة للأداء والمظهر [26]. كما موضح في الشكل (6)



شكل رقم (6) يوضح تخطيط للتركيب النسيج الاساسي

1.5تنقسم التراكيب النسيجة إلى نوعين أساسيين:

التراكيب الأساسية: وهي التراكيب التي لا يمكن اشتقاق أي تراكيب أخرى منها.

التراكيب المشتقة: وهي التراكيب التي يمكن اشتقاقها من التراكيب الأساسية والاساليب النسيجية.

فيما يلي بعض الأمثلة على التراكيب النسيجة الأساسية:

النسيج السادة (Plain Weave) : وهو النسيج الأكثر شيوعًا. يتشابك فيه خيط السداء مع خيط اللحمة بشكل متعامد.

نسيج المبرد (Twill Weave): وهو نسيج يتميز بوجود خطوط أفقية مرتفعة من خيوط السداء.

إما بما يخص تركيب خيوط نسيج الستر الواقية من الرصاص يتطلب عملية متقدمة تشمل إدراج الألياف الواقية في نمط محدد لتشكيل النسيج. هناك عدة طرق لتركيب خيوط النسيج الواقي من الرصاص، ومن بينها:

أ- التركيب النسيجي المحبوك(Knitted) هو تقنية نسيج تتكون من حلقات متشابكة من الخيوط. تُعرف هذه الحلقات باسم "العقد" أو "الصفوف" هناك نوعان أساسيان من النسيج المحبوك: نسيج السداة المحبوك ونسيج اللحمة المحبوك.

ب- التركيب النسيج المحاك(The crocheted) : يتم استخدام آلات حياكة خاصة لإنشاء النسيج الواقي من الرصاص. تتم إدراج الخيوط الواقية في نمط محدد بواسطة إبر خاصة تعمل على تشكيل النسيج وتثبيت الألياف.

ج- التركيب النسيجي المنسوج (The woven): يتم استخدام طريقة النسيج المنسوج التقليدية لتركيب السترة الواقية من الرصاص. تتم إدراج الألياف الواقية في نمط التعشيق والنسيج بواسطة آلات النسج المخصصة [27].

تتطلب عملية تركيب الستر الواقية من الرصاص خبرة وتقنية متقدمة لضمان توزيع متساوٍ للألياف الواقية وتحقيق أعلى

مستويات الحماية. تعتمد الطريقة المحددة لتركيب النسيج على تصميم السترة ومتطلبات الحماية المحددة للمستخدم.

6. العوامل المؤثرة على تصميم السترة النسيجية الواقية من الرصاص.

العوامل المؤثرة على تصميم السترة النسيجية الواقية من الرصاص.

السترات الواقية من الرصاص هي ملابس مصممة لحماية الجسم من الرصاص والشظايا. وهي تستخدم في العديد من المجالات، بما في ذلك العسكرية وقوات الأمن والتطبيقات الأمنية الأخرى..

الطريقة الأكثر فعالية لتركيب الستر الواقية من الرصاص ، بما في ذلك المواد المستخدمة وتصميم السترة وتقنية التصنيع المستخدمة. لا يوجد توجه واحد ينطبق على جميع السترات الواقية من الرصاص، ولكن هناك بعض الممارسات الشائعة التي تعتبر فعالة:

1. تصميم متعدد الطبقات: يتم استخدام تركيبات متعددة الطبقات لزيادة الحماية. يمكن أن تتضمن هذه الطبقات طبقات خارجية وداخلية من الألياف الواقية ومواد أخرى مثل الألياف الزجاجية أو الألياف السيراميكية.
2. إضافة طبقات إضافية: قد يتم إضافة طبقات إضافية من المواد الواقية ومن بينها:

أ- المطاط الاصطناعي: يعتبر المطاط الاصطناعي المشتت للطاقة واحدًا من الخيارات الشائعة. يمتاز بقدرته على امتصاص الطاقة وتشتيتها في النسيج، مما يعزز الحماية العامة.

ب- البوليمرات المشتتة للطاقة: تتوفر بعض البوليمرات التي تحتوي على مواد كيميائية تعمل على تشتيت الطاقة. يتم دمج هذه المواد في النسيج لتحقيق حماية إضافية.

ج- المواد الجيلاتينية: يستخدم بعض الأشكال المحسّنة من المواد الجيلاتينية لتوزيع الطاقة وتشتيتها. تعمل على تحسين الأداء الكراتيني للسترة وتقليل تأثير الصدمة [28].

د- لوحات واقية: يمكن إضافة لوحات واقية مصنوعة من مواد مثل الكيراميك أو الفولاذ أو الألياف المركبة إلى مناطق حساسة مثل الصدر والظهر والأكتاف لتعزيز الحماية في تلك المناطق.

ه- تقنيات الامتصاص والتفريغ: يمكن استخدام تقنيات الامتصاص والتفريغ لتقليل الصدمات الناجمة عن الرصاص.

يمكن استخدام الحشوات المرنة أو المواد الممتصة لتخفيف الضغط وتفريغ الطاقة الناجمة عن الصدمة.

7.المبادئ الاساسية في تصميم السترة النسيجية الواقية من الرصاص.

أ- توزيع متساوٍ للألياف الواقية: يجب توزيع الألياف الواقية بشكل متساوٍ في السترة لتحقيق حماية متجانسة في جميع المناطق.

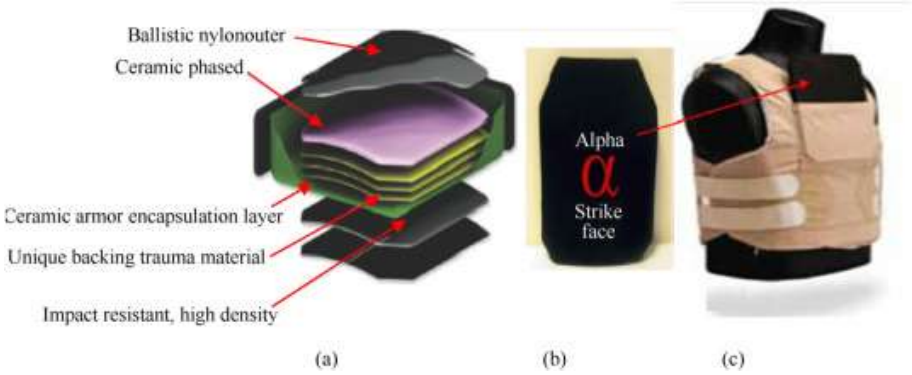
ب- استخدام المواد ذات المقاومة العالية: يتم استخدام الألياف ذات المقاومة العالية لتحقيق حماية فعالة.

ج- التشطيبات النهائية: يجب أيضًا النظر في التشطيبات الفنية مثل الدرزات والأزرار والسوست وأي تفاصيل أخرى. يجب أن تكون التشطيبات متينة وموثوقة لتحقيق أعلى مستوى من الجودة.

1.7معايير التصميم الجيد لسترة الواقية من الرصاص تتضمن عدة جوانب تهدف إلى تحقيق الحماية الفعالة والراحة للمستخدم. إليك بعض المعايير الرئيسية:

1. التغطية الكاملة: يجب أن توفر سترة الواقية من الرصاص تغطية كاملة للأجزاء الحيوية من الجسم التي تحتاج إلى الحماية، مثل الصدر والبطن والظهر والكتفين والجانبين. يجب أن تكون السترة مصممة بحيث توفر حماية للأمام والخلف والجوانب.
2. الحرية في الحركة: يجب أن تسمح سترة الواقية من الرصاص بحرية الحركة للمستخدم. ينبغي أن تكون المفاصل والأكمام والأطراف مصممة بشكل يسمح بسهولة الحركة والتنقل دون قيود كبيرة.
3. الراحة: يجب أن تكون سترة الواقية من الرصاص مريحة للارتداء لفترات طويلة. يتضمن ذلك استخدام أنسجة ناعمة ومرنة وخفيفة الوزن وتصميم يوفر تهوية جيدة للحفاظ على درجة حرارة الجسم المناسبة.
4. الثبات والملاءمة الجيدة: يجب أن تكون سترة الواقية من الرصاص مصممة بحيث تكون ثابتة على الجسم وتمنع انزلاقها أو انحرافها أثناء الحركة. ينبغي أن تتضمن آليات تثبيت فعالة مثل الشرائط القابلة للتعديل والأشرطة الخاصة بالكتفين والخصر لتحقيق الملاءمة الجيدة.

5. الحماية من الأشعة الشمسية: يفضل أن تكون سترة الواقية من الرصاص مقاومة للأشعة فوق البنفسجية (UV) لتوفير حماية إضافية للبشرة من أشعة الشمس الضارة.
6. قاعدة قابلة للتعديل لتناسب مختلف أحجام الجسم وضمان ملاءمة مثالية وراحة وحماية مثلى للمستخدم، بالإضافة إلى مقاومتها للعوامل الخارجية مثل الماء والنار والبكتيريا والروائح.
7. السهولة في الارتداء والخلع: يجب أن تكون سترة الواقية من الرصاص سهلة الاستخدام، مع إمكانية ارتدائها وخلعها بسرعة وسهولة. يمكن أن تتضمن هذه الميزة آليات إغلاق سريعة وسهلة مثل السوستة أو الأشرطة القابلة للتعديل [8].
8. لون السترات الواقية يتنوع بين الأسود، الأزرق الداكن، الأخضر الزيتي، الكاكي، الأحمر أو البرتقالي، ويختار بناءً على الاستخدام المقصود للسترة، حيث يعزز الشكل العام والمظهر، ويؤمن الرؤية العالية أو التمويه البصري.
9. الاختبار والتصنيف: يجب أن تخضع السترة النسيجية الواقية من الرصاص لاختبارات شاملة ومعترف بها للتحقق من قدرتها على توفير الحماية المطلوبة. تصنف السترات وفقًا لمعايير محددة مثل المعيار الوطني للولايات المتحدة (NIJ) أو المعايير الدولية مثل المعايير الأوروبية (EN). كما موضح في الشكل (7).



شكل رقم (7) يوضح تعدد الطبقات المكونة للسترة الواقية المصدر [25]

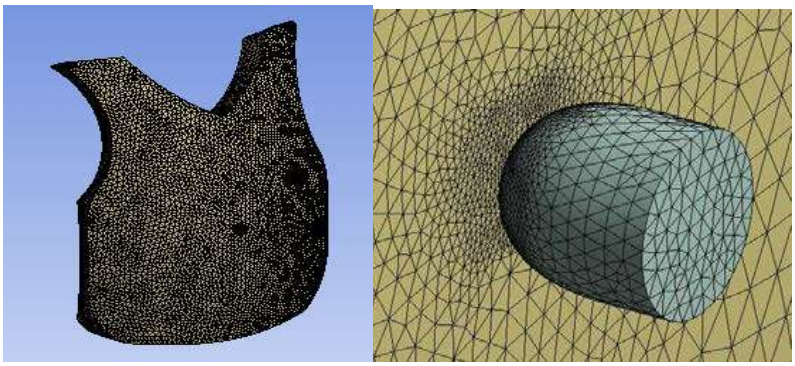
8.آلية عمل السترة الواقية على امتصاص الطاقة:

السترة النسيجية الواقية من الرصاص تعتمد على مواد متقدمة وتقنيات خاصة لامتصاص قوة الرصاصة وتقليل تأثيرها. تتكون هذه السترات من طبقات متعددة من الألياف القوية مثل الكيفلار أو الأراميد (مثل الكيفلار أو النومكس) أو الألياف الزجاجية المنسوجة.

عندما يتعرض السترة للصدمة من رصاصة، تعمل هذه الألياف على توزيع قوة الصدمة على مساحة أكبر من السترة، وذلك من خلال عملية تشتت الطاقة. يتم تحويل الطاقة الحركية للرصاصة إلى طاقة حرارية وتشتتها عبر الألياف، مما يقلل من تأثيرها.

بالإضافة إلى ذلك، تعمل السترة على تحويل قوة التوتر والانكماش المتولدة عن اصطدام الرصاص بالألياف إلى طاقة ميكانيكية، مما يقلل من قوة الضربة ويساهم في تقليل تأثير الرصاصة.

تصميم السترة يعتمد أيضًا على خاصية التفتيت، حيث تتميز الألياف المستخدمة بصلابتها العالية، وعندما يصطدم الرصاص بالألياف، يتم تفتيته وتشتيته على طول الألياف، مما يؤدي إلى توزيع الطاقة على مساحة أكبر وتقليل قوة الضربة. كما موضح في الشكل (8)



شكل رقم (8) يوضح محاكاة اختبار التأثير اصطدام الرصاص بالسترة، المصدر[29]

بعض السترات النسيجية الواقية تحتوي على طبقات تصمم للاهتزاز والانهيار البليستي، حيث تتحطم وتنهار في مناطق محددة عند تعرضها لضربة، مما يساهم في امتصاص الطاقة وتشتيتها.
بهذه الطرق المختلفة، تعمل السترة النسيجية الواقية من الرصاص على تحقيق أقصى قدر ممكن من امتصاص وتشتيت الطاقة لتقليل تأثير الرصاصة عند الاصطدام بها.

9.معايير دولية معترف بها لتصميم السترات النسيجية الواقية.

هناك عدة معايير دولية معترف بها لتصميم السترات النسيجية الواقية من الرصاص. من بين المعايير الرئيسية التي تستخدمها الصناعة والمؤسسات المعنية بالسلامة والأمن، يمكن ذكر المعايير التالية:

1. معيار NIJ (National Institute of Justice): يعتبر معيار NIJ أحد أهم المعايير الدولية المعترف بها في مجال السترات الواقية من الرصاص. يصدر هذا المعيار عن المعهد الوطني للعدالة في الولايات المتحدة. يتم تصنيف السترات النسيجية وفقًا لمستوى الحماية التي تقدمها، مثل مستوى NIJ Level II و NIJ Level IIIA وغيرها.
2. معايير CEN (European Committee for Standardization): تنشر اللجنة الأوروبية للتوحيد (CEN) مجموعة من المعايير للسترات الواقية من الرصاص، وتشمل EN 1522 و EN 1063. تستخدم هذه المعايير لتصنيف السترات النسيجية وفقًا لمستوى الحماية ضد الرصاص والشظايا.
3. معيار HOSDB (Home Office Scientific Development Branch): يصدر هذا المعيار عن فرع البحوث العلمية بوزارة الداخلية في المملكة المتحدة. يستخدم هذا المعيار لتصنيف السترات النسيجية الواقية من الرصاص وفقًا لمستوى الحماية المقدمة.
4. معيار VPAM (Versuchsstelle für Staatliche Materialprüfung): يستخدم هذا المعيار في ألمانيا ويشمل تصنيف السترات الواقية من الرصاص وفقًا لمستوى الحماية والأداء.
5. تتطلب هذه المعايير إجراء اختبارات مختلفة لتقييم قدرة السترة النسيجية على تحمل الصدمات واختراق الرصاص والشظايا. تعتبر هذه المعايير مهمة لضمان جودة وأداء السترات النسيجية الواقية من الرصاص وتوفير الحماية المطلوبة للمستخدمين [30].

10.طرق أختبار السترة النسيجية الواقية من الرصاص.

هناك عدة طرق لاختبار السترة النسيجية الواقية من الرصاص لضمان كفاءتها ومستوى حمايتها. إليك بعض الطرق الشائعة المستخدمة في اختبار السترات النسيجية الواقية من الرصاص:

أ- اختبار الاختراق: يتضمن هذا الاختبار استخدام رصاصة تقليدية أو مشابهة لاختراق السترة. يتم إطلاق الرصاصة بسرعة محددة على السترة ويتم تقييم ما إذا كانت الرصاصة قد اخترقت السترة أو تم امتصاصها وتشتيتها بفاعلية.

ب- اختبار الطاقة الكينتيكية: يتم قياس وتحليل الطاقة الكينتيكية المتولدة عند ارتطام الرصاصة بالسترة. يتم استخدام أجهزة قياس الضغط والتأثير لتحديد مستوى الطاقة المنقولة وتوزيعها على سطح السترة.

ج- اختبار الثبات الديناميكي: يتم وضع السترة على نموذج متحرك أو مانيكان يمثل الجسم البشري. يتم تعريض السترة لصدمات ديناميكية متعددة تمثل الظروف الواقعية للصدمات. يتم قياس وتحليل التأثير والتوزيع الزمني للقوة على السترة.

د- اختبار الحرارة واللهب: يتم تعريض السترة للحرارة الشديدة واللهب لتقييم مدى مقاومتها للحرارة واللهب. يتم قياس معدل نقل الحرارة وتحمل السترة للحرق والتلف.

ه- اختبار المتانة والتآكل: يتم تطبيق اختبارات لتقييم متانة السترة ومقاومتها للتآكل والتلف بسبب الاستخدام المستمر والظروف البيئية المختلفة. يمكن أن تشمل هذه الاختبارات اختبارات الشد والثني والتمزق والتآكل الكيميائي [31].

النتائج

- الستر الواقية من الرصاص يعتبر وسيلة مهمة لحماية الأفراد من التهديدات الجسدية والعنف.
- التراكيب النسيجية والخامات المستخدمة في الستر الواقية تؤثر بشكل حاسم على مستوى الحماية.
- السترات النسيجية الواقية تستخدم تراكيب متعددة الطبقات لتحقيق حماية فعالة، وتختلف تلك التراكيب بين الشركات المصنعة.
- خصائص السترة النسيجية تعتمد على نوع المادة الواقية وعدد الطبقات المستخدمة.
- ألياف البولي إثيلين عالية الوزن الجزيئي (UHMWPE) توفر حماية جيدة وهي خفيفة الوزن ومرنة.
- ألياف الكربون النانوية توفر حماية جيدة ولكنها باهظة الثمن.
- الكثافة والمساحة السطحية للمادة الواقية تؤثران على خصائص السترة الواقية.
- التكوين وترتيب الألياف في المادة الواقية يؤثران على قدرتها على امتصاص طاقة الرصاص.
- يمكن استخدام ألياف مختلفة مثل الكيفلار والسيراميك والبولي إثيلين عالي الكتلة معًا لزيادة مقاومة السترة للرصاص.
- الطبقات الكيميائية الانتشارية تساهم في توزيع وامتصاص طاقة الرصاص.
- التكنولوجيا النانوية يمكن استخدامها لتحسين خصائص المواد النسيجية.
- توزيع طبقات القماش المقاوم للرصاص بشكل متساوٍ على الجسم يعد التصميم الأمثل للسترة الواقية.
- زيادة عدد الطبقات يزيد من الحماية والوزن.

التوصيات

1. السترات النسيجية ليست مطلقة الحماية وتتأثر بعوامل مثل المسافة ونوع الذخيرة وزاوية الاصطدام.
2. يجب إجراء اختبارات وتقييمات شاملة للسترات النسيجية للتحقق من أدائها ومطابقتها للمعايير الصارمة.
3. يجب تصميم السترة النسيجية بشكل متكامل لتوفير حماية موثوقة وتوزيع متساوٍ للضربات.
4. يوصى بإجراء المزيد من الأبحاث لتحسين خصائص السترات النسيجية الواقية من الرصاص، مثل زيادة الحماية وتحسين الراحة وتقليل الوزن.
5. يوصى باستخدام ألياف UHMWPE أو ألياف الكربون لتوفير حماية جيدة من طلقات الرصاص مع الحفاظ على الوزن الخفيف والراحة.

المصادر

[1] Sriram PB&. Ballistic protective clothing: An overview. Indian Journal of Fibre & Textile Research Vol. 22. 1997 December: p. pp. 274-291.

[2] الرحمن عاع. تكنولوجيا المنسوجات مصر: دار النهضة العربية للنشر والتوزيع ؛ 2018

[3] NIOSH. National Institute for Occupational Safety and Health. [Online].: artificial intelligence. AI magazine, 27(4), 12-14; 2009 [cited 2023 9 29. Available from: https://www.cdc.gov/niosh/docs/2009-103./

[4] Liu P, Strano MS. Towards ambient armor: Can new materials change longstanding Concepts of Projectile: Protection? Adv. Funct. Mater. 2016, 26, 943–954. [CrossRef]; 2016.

[5] Burns M. British combat dress since 1945, London, pp 6, 7, 15.: Arms and Armor press, Clasell.

[6] Barhanpurkar TM&S. Ballistic Protection Fabric. www.technicaltextile.net. 2018: p. 1-11.

[7] McLoughlin J. High-Performance Apparel: Materials, Development, and Applications: Woodhead Publishing; 2017.

[8] Scott FRDوRD. Ballistic Performance of Body Armor: A Guide to the Practical Aspects of Soft Armor Design: CRC Press; 2018.

https://www.keaipublishing.com/. 2023 March 21: p. 33-61.

[21] البشير مه. مجلة الفيزاء العصرية. [Online].; 2012 [cited 2023 9 30. Available from: https://www.hazemsakeek.net.

[22] الحريري ت،ياوس. تطورات في تقانة المواد المركبة الجمهورية التونسية: المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم ؛ 2016.

[23] Kwok Ngo YYea. Structural and Electrical Characterization of Carbon. IEEE Transactions on Nanotechnologyr. 2007 Decembe: p. 688-694.

[24] al KRKe. Development of smart clothing for military. he Journal of The Textile Institute. 2016 Aug 15.

[25] Mulat Alubel Abtew a bFBaPB. Dynamic impact protective body armour: A comprehensive appraisal. www.keaipublishing.com. 2021 Decembe: p. 2027-2049.

[26] مصطفى مم. لنسيج وتطبيقاته في الأزياء: دار النحاس للنشر والتوزيع؛ 2012.

[27] زاهر مم. التراكيب النسيجية المتطور: الطبعة الاولى دار الفكرالعربى؛ 1997.

[28] annachart Wantang MPaFW. nvestigating Optimum Factors for Designing Bulletproof Vests Using Hemp Fabric Materials. In Technology and Innovation for Sustainable Well-Being (STISWB2023); 2023; Luang Prabang, Lao P.D.R.: Tannachart Wantang.

[29] Muhammad Anhar Pulungan SMSMS. nalysis of Bulletproof Vest Made from Fiber Carbon Composite and Hollow Glass Microsphere (HGM) in Absorbing Energy due to Projectile Impact,1st International Conference on Engineering and Technology. In OP Conf. Series: Materials Science and Engineering 506 012001; 2019; South Aceh : IOP Publishing.

[30] Eric H. Holder J,VMJS. National Institute of Justice Guide: Body Armor U.S; 2014.

[9] Sparks. E. Advances in Military Textiles and Personal Equipment: Woodhead Publishing; 2012.

[10] Anjum MI. Aramid Fibers-An Overview. Textile Learner Blogspot. 2020 Dec 25.

[11] fibre A. Aramid fibre as potential reinforcement for polymer matrix composites: a review SpringerLink. [Online].; 2023 [cited 2023 9 30. Available from: https://vivanicemk.live/product_details/14475055.html.

[12] Amanda L. Forster ea. Long-term stability of UHMWPE fibers. Polymer Degradation and Stability. 2015: p. 45-51.

[13] Fiber US. product/51mm-uhmwpe-staple-fiber/. [Online]. [cited 2023 9 22. Available from: https://herculesma.com./

[14] Yixuan Wang RH. Research progress on surface modification and application. In The 3rd International Conference on Advanced Material and Clean Energy; 2022 j: IOP Publishing.

[15] Erdogan T. Fiber Grating Spectra. JOURNAL OF LIGHTWAVE TECHNOLOGY VOL. 15. 1997 AUGUST 8: p. 1277 - 1294.

[16] Fiber D. /2015/04/dyneemaspectra-fiber.html. [Online]. [cited 2013 9 23. Available from: http://textilewithme.blogspot.com.

[17] S. Sathyaraj DRMK. Spectra Fibre Reinforced Composite - A Review. International Journal of Science and Research (IJSR). 2017 June 6: p. ISSN (Online): 2319-7064 Volume 6.

[18] Chen X. Advanced Fibrous Composite Materials for Ballistic Protection: Woodhead Publishing.ISBN 978-1-78242-461-1; 2016.

[19] Jocic. Smart coatings for comfort. Active Coatings for Smart Textiles. 2016 : p. 332-354.

[20] Shuangyan Wu PSGSB. Recent progress in developing ballistic and anti-impact materials.

[31] Yaneva S. Ballistic resistance of bulletproof vests level IIIA. Development of testing methodology. In MATEC Web of Conferences 317, 06003 ; 2020: EDP Sciences.