الإصدار السابع
المجلد (2) العدد (3)
20 سبتمبر 2026

مجلة روافد العلوم
للدراسات والبحوث

الشعر دليل بيولوجي بالغ الاهمية في علوم الأدلة الجنائية: مراجعة علمية سردية للإطار المفاهيمي، والأهمية الجنائية، والأسس العلمية لتحاليله المخبرية والكيميائية والوراثية، وتطبيقاته في التحقيق والإثبات الجنائي

د. خالد طه محمد أبو ظاهر

(كلية القانون، قسم العلوم الجنائية، جامعة الاستقلال، الاكاديمية الفلسطينية للعلوم الامنية، اريحا، فلسطين)

الملخص

بالرغم من الأهمية العلمية والعملية للشعر كدليل في علوم الأدلة الجنائية، إلا أن الدراسات العربية التي تناولت هذا الموضوع بصورة شاملة لا تزال محدودة، وركزت معظمها على جانب محدد وهو تحليل الحمض النووي او البصمة الوراثية أو للكشف عن المخدرات، دون تقديم معالجة علمية متكاملة للشعر، تشمل اهميته والأسس العلمية لفحوصه المخبرية والكيميائية وتطبيقاته في الأدلة الجنائية، لذلك تلخصت مشكلة البحث في السؤال الرئيسي الاتي: " ما أهمية الشعر في علوم الأدلة الجنائية، وما الأسس العلمية التي تقوم عليها فحوصه المخبرية والكيميائية ؟ ". وتبدو أهمية الدراسة من خلال استعراض الإطار المفاهيمي للشعر وخصائصه البيولوجية، وبيان أهميته في التحقيقات الجنائية، وتحليل الأسس العلمية لفحوصه المخبرية والكيميائية، وبيان التطبيقات العملية لهذه الفحوص في مجالات الإثبات الجنائي والطب الشرعي، إضافة إلى مناقشة أبرز التحديات الفنية التي تواجه استخدام الشعر كدليل جنائي. اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي، من خلال مراجعة وتحليل الأدبيات العلمية المحكمة، والكتب المتخصصة، والتقارير الصادرة عن المؤسسات الدولية ذات العلاقة، وربط النتائج العلمية بالتطبيقات العملية في مختبرات الأدلة الجنائية والطب الشرعي.

وتشير نتائج الدراسة إلى أن الشعر يُمثل دليلاً جنائيًا ذا قيمة عالية عند التعامل معه وفقًا للمعايير العلمية الصحيحة، إلا أن الاعتماد على الفحص المجهري وحده لا يكفي لإثبات هوية الشخص، بل ينبغي دعمه بوسائل تحليلية متقدمة، ولا سيما تقنيات الحمض النووي والتحليل الكيميائي والطيفي. كما تؤكد الدراسة أن التطور الكبير في تقنيات التحليل المجهري والجزيئي عزز من موثوقية نتائج فحص الشعر، وأسهم في رفع كفاءة المختبرات الجنائية في كشف الجرائم وتقديم أدلة علمية موثوقة أمام القضاء.

وتخلص الدراسة إلى أن التطور المستمر في علوم الأحياء الجزيئية والكيمياء التحليلية والذكاء الاصطناعي سيؤدي إلى تعزيز مكانة الشعر كأحد أهم الأدلة البيولوجية في التحقيقات الجنائية مستقبلاً، الأمر الذي يستدعي تطوير المختبرات الجنائية، وتأهيل الكوادر الفنية، وتحديث الأطر التشريعية والتنظيمية بما يواكب هذا التطور العلمي.

الكلمات المفتاحية :الشعر، الأدلة الجنائية، الطب الشرعي، الأدلة البيولوجية، الحمض النووي، الفحص المجهري، التحليل الكيميائي والسمي، المخدرات، الإثبات الجنائي

Abstract:
Despite the scientific and practical importance of hair as forensic evidence, comprehensive Arab studies on this subject remain limited. Most existing research has focused on specific aspects—such as DNA analysis (genetic profiling) or drug detection—without providing a holistic scientific overview that encompasses the significance of hair, the scientific principles underlying its laboratory and chemical analyses, and its applications in forensic science. Consequently, the research problem is encapsulated in the following central question: "What is the importance of hair in forensic science, and what are the scientific principles underpinning its laboratory and chemical analyses?". The significance of the study is evident in its examination of the conceptual framework and biological characteristics of hair, its role in criminal investigations, and the scientific basis of laboratory and chemical analyses. It further outlines the practical applications of these tests in criminal evidence and forensic medicine, while addressing key technical challenges associated with using hair as forensic evidence. The study employs a descriptive approach, drawing upon a review and analysis of peer-reviewed scientific literature, specialized texts, and reports from relevant international institutions, while linking scientific findings to practical applications in forensic evidence and forensic medicine laboratories. The study's findings indicate that hair constitutes highly valuable forensic evidence when handled according to proper scientific standards; however, relying solely on microscopic examination is insufficient to establish a person's identity. Instead, such analysis must be supplemented by advanced analytical methods, particularly DNA techniques and chemical and spectroscopic analysis. The study further emphasizes that significant advancements in microscopic and molecular analysis techniques have enhanced the reliability of hair examination results, thereby boosting the efficiency of forensic laboratories in solving crimes and presenting credible scientific evidence in court. The study concludes that continuous advancements in molecular biology, analytical chemistry, and artificial intelligence will strengthen the role of hair as a key biological form of evidence in future criminal investigations. This necessitates the upgrading of forensic laboratories, the training of technical personnel, and the modernization of legislative and regulatory frameworks to keep pace with these scientific developments.
Keywords: Hair, forensic evidence, forensic medicine, biological evidence, DNA, microscopic examination, chemical and toxicological analysis, drugs, criminal proof.

المقدمة:

يشهد علم الأدلة الجنائية الحديث تطوراً متسارعاً وذلك نتيجة التقدم الكبير في العلوم المختلفة من علوم الأحياء والكيمياء والوراثة والتقنيات المخبرية الحديثة الأمر الذي انعكس على العلوم الجنائية وأدى إلى توسيع نطاق الأدلة العلمية المستخدمة في القضايا والتحقيقات الجنائية وأصبح الاعتماد على الأدلة البيولوجية أحد أهم ركائز العدالة الجنائية الحديثة وأدى كذلك الى تعزيز دقتها وموثوقيتها، لما توفره من معلومات موضوعية تستند إلى أسس علمية دقيقة تقلل من الاعتماد على الاعترافات أو الأدلة الظرفية وحدها (1)(2).

ومن بين اشهر الأدلة البيولوجية التي تحظى باهتمام كبير في القضايا والتحقيقات الجنائية يأتي الشعر، الذي يعتبر عنصرا مهمًا في التحقيقات الجنائية والطب الشرعي وفي علم الأدلة الجنائية الحديث ويعتبر من اهم الأدلة والآثار البيولوجية انتشارا في مسرح الجريمة، حيث يمتاز بعدة مميزات منها، مقاومته نسبيا للتحلل مقارنةً بالعديد من الأدلة البيولوجية الجنائية الأخرى، وقدرته على الاحتفاظ بالمعلومات البيولوجية والسموم والمخدرات والمواد الكيميائية لفترات زمنية طويلة، الأمر الذي يجعله من الأدلة الجنائية ذات القيمة العلمية والإثباتية في مختلف أنواع القضايا الجنائية (2)(3).

حيث عزز ذلك التطور من دور الشعر في الكشف عن هوية الأشخاص، وربطهم بالجريمة او بمسرح الجريمة أو تبرئتهم واستبعادهم، والكشف عن جود المخدرات والسموم والمعادن الثقيلة والأدوية، فضلاً عن المساهمة في إعادة بناء الوقائع الجنائية بصورة أكثر دقة وموضوعية.

وقد شهد العصر الحاضر تطوراً ملحوظاً في علم الأدلة الجنائية الحديث الخاص بالشعر، من خلال تطور التقنيات المخبرية المستخدمة في فحص الشعر، بدءاً من الفحص المجهري مروراً بالتحاليل الكيميائية وانتهاءً بتقنيات تحليل الحمض النووي (2)(3).

وتاريخيا فقد استُخدم الشعر كدليل في التحقيقات الجنائية منذ بدايات القرن العشرين، حيث كان الفحص المجهري المقارن لتحديد أوجه الاختلاف والتشابه بين العينات المجهولة المتحصل عليها من مسرح الجريمة والعينات المرجعية للأشخاص المتهمين. ومع التطور العلمي الحديث في مجالات التقنيات المخبرية، أصبح بالإمكان استخدام تقنيات أخرى مثل التحليل الكيميائي والطيفي للكشف عن السموم والمخدرات والمعادن الثقيلة، فضلا عن استخدام تقنيات أكثر دقة مثل تحليل الحمض النووي، الأمر الذي زاد من القيمة العلمية والإثباتية للشعر كدليل بيولوجي جنائي (4).

وبسبب امتلاك الشعر كدليل بيولوجي جنائي، العديد من الخصائص واهمها انه يحتفظ بسجل زمني للتعرض للمواد الكيميائية والسامة والمخدرات نتيجة تراكمها داخل ساق الشعرة أثناء نموها، أصبح الشعر يستخدم ليس فقط في ربط المشتبه بهم بمسرح الجريمة، وإنما أيضًا في الكشف عن قضايا السموم، وقضايا تعاطي المخدرات، وللتعرف على الجثث، وفي الكوارث الجماعية، وفي التحقيقات التاريخية (1)(3).

وبالرغم من هذه المزايا، فإن الاعتماد على الشعر في الإثبات الجنائي يواجه عددًا من التحديات، منها أن الفحوص المجهرية والكيميائية لا تكفي لإثبات هوية الشخص بشكل قاطع، مما يستلزم دمجه مع وسائل تحليلية حديثة لضمان الوصول إلى نتائج أكثر دقة وموثوقية.

وانطلاقًا من ذلك، تأتي هذه الدراسة لتقديم رؤية علمية شاملة حول الشعر في علوم الأدلة الجنائية، من خلال تحليل خصائصه البيولوجية، واستعراض أهم تقنيات فحصه المخبرية والكيميائية، وبيان تطبيقاته العملية في التحقيقات الجنائية، مع مناقشة التحديات والتطبيقات العملية للشعر في العلوم الجنائية والتي ترسم مستقبل استخدامه في منظومة العدالة الجنائية.

مشكلة الدراسة:

يعتبر الشعر من أبرز الأدلة البيولوجية التي يمكن العثور عليها في مسرح الجريمة، وتكمن أهميته في خصائصه المختلفة والتي يمكن استثمارها في تحديد المصدر البيولوجي للعينة، وربط الأشخاص بالأماكن أو الأحداث، والكشف عن التعرض للمواد الكيميائية والمخدرة و السامة، إلا أن الدراسات العربية التي تناولت هذا الموضوع بصورة شاملة لا تزال محدودة، وانطلاقاً من ذلك، تحددت مشكلة الدراسة بالإجابة عن التساؤل الرئيس الآتي: " ما أهمية الشعر في علوم الأدلة الجنائية، وما الأسس العلمية التي تقوم عليها فحوصه المخبرية والكيميائية ؟ " وتبدو أهمية الدراسة من خلال محاولتها بناء إطار علمي تحليلي متكامل يوضح أهمية الشعر في علوم الأدلة الجنائية، والأسس العلمية لفحوصه المخبرية والكيميائية.

ويتفرع عن السؤال الرئيسي الأسئلة الفرعية الاتية:

1- ما هيه الشعر التي تمنح الشعر أهميته في علوم الأدلة الجنائية؟
2- ما هي اهم خصائص الشعر البيولوجية؟
3- ماهي الأسس العلمية لفحوص الشعر في علوم الأدلة الجنائية؟
4- ماهي اهم الفحوص المخبرية للشعر في علوم الأدلة الجنائية؟
5- ما هي اهم الفحوص الكيميائية للشعر في علوم الادلة الجنائية؟
6- ماهي اهم الفحوص السمية للشعر في علوم الأدلة الجنائية؟
7- ما أبرز التحديات التي تواجه استخدام الشعر في المختبرات الجنائية؟
8- ما هي اهم تطبيقات الشعر في الأدلة الجنائية؟

أهداف الدراسة:

ان الهدف الأساسي من البحث هو استعراض الإطار المفاهيمي للشعر وخصائصه البيولوجية، وبيان أهميته في التحقيقات الجنائية، وتحليل الأسس العلمية لفحوصه المخبرية والكيميائية والسمية، إضافة إلى مناقشة أبرز التحديات الفنية التي تواجه استخدام الشعر كدليل جنائي، وتهدف هذه الدراسة إلى تحقيق الأهداف الاتية:

1- التعرف على ما هيه الشعر التي تمنح الشعر أهميته في علوم الأدلة الجنائية
2- التعرف على اهم خصائص الشعر البيولوجية
3- التعرف على الأسس العلمية لفحوص الشعر في علوم الأدلة الجنائية
4- التعرف على اهم الفحوص المخبرية للشعر في علوم الأدلة الجنائية
5- التعرف على اهم الفحوص الكيميائية للشعر في علوم الادلة الجنائية
6- التعرف على اهم الفحوص السمية للشعر في علوم الأدلة الجنائية
7- التعرف على أبرز التحديات التي تواجه استخدام الشعر في المختبرات الجنائية
8- التعرف على اهم تطبيقات الشعر في الأدلة الجنائية

أهمية الدراسة:

أولاً- الأهمية العلمية

تظهر الأهمية العلمية لهذه الدراسة من خلال كونها تقدم معالجة علمية شاملة للشعر باعتباره أحد أهم الأدلة البيولوجية المستخدمة في علوم الأدلة الجنائية الحديثة، عن طريق الجمع بين الجوانب البيولوجية والفحوص المخبرية والكيميائية والسمية، وربطها بالتطبيقات العملية في التحقيقات الجنائية.

وستسهم هذه الدراسة في إثراء المكتبة العربية بمرجع علمي متخصص يتناول مختلف أبعاد فحص الشعر وفق أحدث ما توصلت إليه الأدبيات العلمية.

ثانياً- الأهمية العملية

تتمثل الأهمية العملية للدراسة في دعم عمل المختبرات الجنائية، والطب الشرعي، والنيابة العامة، وأجهزة إنفاذ القانون في فلسطين، من خلال توضيح أفضل الممارسات العلمية في جمع عينات الشعر وحفظها وتحليلها وتفسير نتائجها، بما يسهم في تعزيز جودة الأدلة البيولوجية وتحسين كفاءة التحقيقات الجنائية.

ثالثاً- الأهمية القانونية

تساعد نتائج هذه الدراسة في توضيح القيمة الإثباتية للدليل البيولوجي وهو الشعر أمام القضاء، وبيان الضوابط القانونية والعلمية التي يجب مراعاتها عند استخدامه كدليل بيولوجي جنائي، بما يعزز من سلامة الإجراءات القانونية ويحافظ على حقوق جميع أطراف الدعوى.

رابعاً- الأهمية البحثية

بسبب شح الدراسات باللغة العربية في هذا المجال، فان الدراسة الحالية ستفتح المجال أمام الباحثين العرب لإجراء دراسات مستقبلية تتناول التقنيات الحديثة في تحليل الشعر، مثل الذكاء الاصطناعي، والتحليل البروتيني، والتحليل النظائري، ودراسة تأثير العوامل البيئية على النتائج المخبرية.

المنهجية:

اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي ، بوصفه المنهج الأكثر ملاءمة لطبيعة الدراسة وأهدافها، وذلك من خلال استُخدام قواعد بيانات متعددة، مثل PubMed وGoogle، لجمع التقارير ذات الصلة بالشعر ، ومن ثم تحليل الأدبيات العلمية والكتب المرجعية والمقالات المحكمة والإرشادات المهنية المتعلقة بفحص الشعر في العلوم الجنائية، ثم تحليلها وربطها بالتطبيقات العملية في مختبرات الأدلة الجنائية والطب الشرعي، واستخلاص النتائج والتوصيات التي تسهم في تطوير استخدام الشعر كدليل جنائي.

حدود الدراسة:

الحدود الموضوعية :تقتصر الدراسة على تحليل الشعر باعتباره دليلاً بيولوجياً في علوم الأدلة الجنائية، مع التركيز على خصائصه البيولوجية، وفحوصه المخبرية والكيميائية والسمية، وتطبيقاته في التحقيقات والإثبات الجنائي.

الحدود العلمية :تركز الدراسة على المبادئ العلمية المعتمدة في الطب الشرعي والأحياء الجزيئية والكيمياء التحليلية ذات العلاقة بفحص الشعر.

الحدود المكانية :تستند الدراسة إلى الأدبيات العلمية والمعايير الدولية المعتمدة في مختبرات الأدلة الجنائية، مع الاستفادة من التجارب المقارنة ذات الصلة.

الحدود الزمنية :تعتمد الدراسة على أحدث الأدبيات العلمية والتطورات التقنية الحديثة في مجال تحليل الشعر والأدلة البيولوجية من قواعد البيانات المختلفة .

الدراسات السابقة:

على الرغم من الأهمية العلمية والعملية للشعر كدليل في علوم الأدلة الجنائية، إلا أن الدراسات العربية العلمية المتخصصة والتي تناولت هذا الموضوع بصورة شاملة لا تزال محدودة، وركزت معظمها على جانب واحد محدد مثل تحليل الحمض النووي او البصمة الوراثية أو للكشف عن المخدرات، دون تقديم معالجة علمية متكاملة للشعر ، ومن أشهر الدراسات:

1- دراسة الحمداني، والتي كانت بعنوان (حجية أثر الشعر في الإثبات الجنائي) وتوصلت الدراسة الى ان الشعر له أهمية في العلوم الجنائية للتعرف على الجاني وعلى نوع الجريمة وكذلك التعرف على المجني عليه، ولا يمكن الوصول إلى هذا الا بتحليل عينة الشعر وفق بعض التقنيات العلمية الحديثة والتي أهمها فحص الحمض النووي ، وتوصلت الى أن القاضي في الدول الغربية قد يقتنع بشكل قاطع بنتائج التحاليل المختبرية ويعتمد عليها في إصدار أحكامه على أنها أدلة إثبات أو نفي في حين البعض الآخر في البلدان العربية لا يعدها سوي قرائن لا ترقى إلى مستوى الدليل الجنائي ولا يمكن إصدار أحكام قضائية بالاعتماد على القرائن وحدها إذ لا بد أن تدعم بدليل جنائي أخر يعزز من قوتها حتى لا يبقى هناك مجالا للشك أو الريبة في محتوى القرارات والأحكام القضائية (5).

2- دراسة كامل، والتي كانت بعنوان (فحص الشعر في الأدلة الجنائية) وتوصلت الدراسة الى ان فحص الشعر ذو أهمية قصوى في البحث الجنائي، حيث يمكن الحصول على معطيات وبيانات تؤدي الى الاستعراف الشخصي على المتهم أو المجني عليه ويمكن تحديد حدوث عنف ونوع الأداة المستخدمة في الجريمة (4).

3- دراسة Boroda والتي كانت بعنوان (Hair analysis for drugs in child abuse) وتوصلت الدراسة الى ان استخدام فحوص الدم والبول للكشف عن المخدرات في أجساد الاطفال تمتاز بالمحدودية بسبب ضيق الفترة الزمنية التي يمكن خلالها رصد المواد ومستقلباتها. في حين تحليل الشعر، لا يقتصر على الكشف عن المواد التي تم تناولها قبل أسبوع إلى عدة أشهر، بل يُمكن استخدامه أيضًا لتقدير مدة التعرض (6).

4- دراسة García-Caballero والتي كانت بعنوان (Children victims of drug abuser parents: Hair testing as a forensic tool to assess exposure-A cohort of 37 cases from Spain) وقد توصلت الدراسة الى أن تحليل الشعر للكشف عن المواد المخدرة مثل المواد الأفيونية، والكوكايين، والكيتامين، والأمفيتامينات، والميثادون، والقنب باستخدام طريقة كروماتوغرافيا الغاز-مطياف الكتلة (GC-MS) أداة مفيدة وفعالة للتحقيق والكشف في حالات الاشتباه بتعرّض الأطفال للمخدرات (7).

5- دراسة Rygaard والتي كانت بعنوان (Hair Testing in Forensic Toxicology: Recent Insights From Root to Tip) وقد توصلت الدراسة الى ان تحليل الشعر يعتبر أداةً فعّالة في علم السموم الجنائي وخاصة في الكشف عن المواد المؤثرة على العقل، والسموم، ومواد التنشيط، والملوثات البيئية، وتوزيعها في الشعر ، لا سيما لتحديد التعرّض السابق للمواد المخدرة وخاصة عند فوات الأوان في جمع عينات الدم أو البول ، ويجب التركيز على التطبيقات الحديثة والاتجاهات الناشئة والتطورات في سير عمل تحليل الشعر بدءًا من أخذ العينات وحتى تفسير النتائج (1).

6- دراسة Patricia (Hair as a source of forensic evidence in murder investigations,) وقد توصلت الدراسة الى ان الشعر قد يكون دليل جنائي ومصدر مهم للحصول على أدلة نباتية عالقة به من شعر المشتبه بهم خلال ارتكاب الجريمة ، وان هذه العوالق المستخرجة من الجلد والشعر ساعدت في التمييز بين مسارح الجريمة وأماكن الدفن ، وبالتالي يحرص أخصائيو الطب الشرعي على التعاون في جمع أنواع من المواد العالقة في الشعر و التي كانت تُعتبر في السابق قليلة الأهمية في التحقيقات الجنائية (8).

7- دراسة Florou والتي كانت بعنوان (Human hair as a diagnostic tool in medicine) وقد توصلت الدراسة الى ان مزايا الشعر مثل ثباته وسهولة جمعه وحفظة ونقله فضلاً عن قدرته على توفير سجل لحالة الشخص الصحية أو ظروفه المعيشية ، قد مكّنت هذه الخصائص الفريدة، إلى جانب التطورات في التقنيات التحليلية، من جعل تحليل الشعر أداة واعدة لتطوير مؤشرات حيوية جديدة لأغراض التشخيص والتنبؤ في مجموعة من الحالات الطبية. وتُضيف التطورات الحديثة في تحليل الشعر إلى قيمته التشخيصية المُعترف بها في مجالات مثل علم السموم وعلم الأدوية (9).

تعقيب على الدراسات السابقة:

ان دراسة الحمداني ودراسة كامل ودراسة Patricia اكدت على اهميه الشعر في العلوم الجنائية للتعرف على الجاني وعلى نوع الجريمة وأضاف الحمداني في دراسته ان القاضي في الدول الغربية يعتبر نتائج فحوص الشعر في المختبرات الجنائية مقنعة بشكل قطعي، على عكس القاضي في البلدان العربية لا يعدها سوي قرائن لا ترقى إلى مستوى الدليل الجنائي ولا بد من تدعيمها بدليل جنائي أخر يعزز من قوتها.

اما دراسة Boroda ودراسة García ودراسة Rygaard اثبتت ان استخدام فحوص الدم والبول للكشف عن المخدرات في أجساد الاطفال تمتاز بالمحدودية بسبب ضيق الفترة الزمنية التي يمكن خلالها رصد المواد ومستقلباتها. في حين تحليل الشعر، لا يقتصر على الكشف عن المواد التي تم تناولها قبل أسبوع إلى عدة أشهر، بل يُمكن استخدامه أيضًا لتقدير مدة التعرض.

في حين فان دراسة Florou تناولت مزايا الشعر كدليل جنائي بيولوجي مثل ثباته وسهولة جمعه وحفظة ونقله فضلاً عن قدرته على توفير سجل لحالة الشخص الصحية أو ظروفه المعيشية.

اما دراستنا الحالية فسوف تتمايز عن الدراسات السابقة في هدفها العام من خلال:

1- تقديم رؤية علمية شاملة حول الإطار المفاهيمي للشعر وخصائصه البيولوجية في علوم الأدلة الجنائية
2- تحليل خصائصه البيولوجية والعوامل التي تؤثر في تلك الخصائص
3- استعراض وبيان أهميته في التحقيقات الجنائية
4- تحليل الأسس العلمية لفحوصه المخبرية والكيميائية
5- استعراض أهم تقنيات فحصه الظاهرية والمخبرية والكيميائية
6- بيان تطبيقاته العملية في مجالات الإثبات الجنائي والطب الشرعي في التحقيقات الجنائية
7- مناقشة التحديات والتطبيقات العملية للشعر في العلوم الجنائية و التي ترسم مستقبل استخدامه في منظومة العدالة الجنائية.

الفجوة البحثية:

بالرغم من التقدم على مستوى العالم في الدراسات العلمية والجنائية التي تناولت الشعر كأحد أهم الأدلة البيولوجية الحديثة في علوم الأدلة الجنائية، إلا أن مراجعة الأدبيات بشكل عام تشير إلى وجود فجوة بحثية واضحة تتمثل في عدم وجود إطار او دراسة علمية عربية متخصصة ومتكاملة تجمع بين الجوانب البيولوجية والكيميائية والوراثية للشعر ضمن دراسة واحدة شاملة.

حيث ان غالبية الدراسات السابقة ركزت على محاور منفصلة، مثل تحليل الحمض النووي المستخلص من الشعر، أو استخدامه في الكشف عن المخدرات والسموم، أو الفحص المجهري المقارن، دون التطرق إلى الدمج بين هذه المحاور

ضمن نموذج متكامل وتحليلي شامل يربط بين ماهية الشعر، والخصائص البيولوجية، والأسس العلمية للفحوص المخبرية، والتطبيقات الجنائية المتعددة، والقيمة الإثباتية في السياق القضائي.
كما تبرز فجوة أخرى تتمثل في محدودية الدراسات البحثية والعلمية العربية التي تتناول الشعر من منظور متعدد التخصصات(Multidisciplinary Approach) ، يجمع بين الطب الشرعي، والعلوم الجنائية والكيمياء التحليلية، وعلم الوراثة الجزيئية، والقانون الجنائي، في حين أن أغلب الأدبيات العربية ما زالت تعتمد على الطرح الوصفي التقليدي دون التوسع في التفسير التحليلي المتكامل للتقنيات الحديثة مثل LC-MS/MS و GC-MSو ICP-MS والتحليل النظائري.
إضافة إلى ذلك، هناك نقص في الدراسات التطبيقية التي تتناول التحديات وتأثير العوامل الخارجية على عينات الشعر في العلوم الجنائية مثل المعالجات التجميلية، والتلوث البيئي، واختلاف معدلات نمو الشعر، وغيرها من القضايا والتي تؤثر على دقة نتائج التحليل الكيميائي والسمي والوراثي، وهو ما يشكل تحدياً عملياً في تفسير نتائج الفحوص داخل المختبرات الجنائية.
وبناءً على ذلك، تتمثل الفجوة البحثية الأساسية في الحاجة إلى بناء نموذج عربي علمي تحليلي متكامل يربط بين الخصائص البيولوجية والكيميائية والوراثية للشعر، ويوضح أسس الفحوص الظاهرية والمخبرية والكيميائية والسمية وتطبيقاته الجنائية، ويواكب التطورات الحديثة في تقنيات التحليل الجنائي، بما يسهم في تعزيز موثوقية استخدام الشعر كدليل إثباتي في النظام القضائي.

المبحث الأول: الإطار المفاهيمي للشعر وخصائصه وأهميته في علوم الأدلة الجنائية

يمثل الشعر في الوقت الحاضر أحد أهم الأدلة البيولوجية التي يعتمد عليها علم الأدلة الجنائية الحديث، حيث ان خصائصه التشريحية والبيولوجية والكيميائية تجعله مصدراً غنياً بالمعلومات الضرورية والتي يمكن توظيفها في التحقيقات والقضايا الجنائية وإثبات الوقائع أمام القضاء.
ان شعرة واحدة في مسرح الجريمة تمثل دليلاً مادياً ذا قيمة علمية كبيرة إذا جُمعت وحُفظت وحُللت وفق الأصول العلمية المعتمدة، حيث انها تسهم في ربط المشتبه به بمكان الجريمة أو بالضحية او بمسرح الجريمة من جهة أو في براءته ونفي صلته بالواقعة، فضلا على انها قد تساعد في تحديد هوية الأشخاص والكشف عن التعرض للمواد المخدرة أو تعاطي السموم أو بعض العوامل البيئية (3).
ويهدف هذا المبحث إلى وضع الأساس النظري للدراسة من خلال تناول مفهوم الشعر واستعراض خصائصه البيولوجية وأهميته في علوم الأدلة الجنائية، بما يمهد لفهم الأسس العلمية للفحوص المخبرية والكيميائية والسمية التي ستناقشها المباحث اللاحقة.

المطلب الأول: ماهية الشعر والتطور التاريخي لاستخدامه في الأدلة الجنائية

أولا - مفهوم الشعر من المنظور البيولوجي والجنائي والشرعي

ان الشعر من الناحية البيولوجية يُعرَّف على انه تركيب جلدي متقرن ينشأ من بصيلات الشعر المنتشرة في طبقة الجلد المسماة بالأدمة، ويتكون الشعر من بروتين يسمى الكيراتين الذي يحتوي على عناصر الأكسجين والهيدروجين والكربون والكبريت والنيتروجين. حيث يتكون الكيراتين من أحماض أمينية صغيرة مرتبطة كيميائياً بروابط ببتيدية، وتشكل سلاسل طويلة تُعرف بسلاسل عديد الببتيد. هذا البروتين يمنح الشعر صفات متعددة مثل القوة والمرونة والقدرة على مقاومة العوامل الفيزيائية والكيميائية بدرجات متفاوتة. ويغطي الشعر تقريبا معظم أجزاء جسم الإنسان

باستثناء مناطق مثل راحتي اليدين وأخمصي القدمين وبعض الأغشية المخاطية، ويختلف الشعر في طوله وكثافته وسمكه وكذلك في لونه تبعاً للعوامل الوراثية والعمرية والهرمونية والبيئية (10).

أما من المنظور الجنائي، فيُعرف الشعر على انه أثر مادي بيولوجي ينتقل بين الشخص ومسرح الجريمة وفق مبدأ لوكارد للتبادل وانتقال الأدلة، ولذلك يعتبر الشعر من الأدلة الأثرية التي يمكن الاستفادة منها في التحقيقات الجنائية (3).

ويعتبر الشعر نموذجاً مميزاً ومهما للأدلة البيولوجية طويلة الأمد، حيث انه يحتفظ بالمركبات الكيميائية والسموم والعقاقير التي تدخل إلى الجسم عبر الدورة الدموية أثناء نمو الشعرة، مما يجعله سجلاً زمنياً لجميع تلك المواد، وهي ميزة لا تتوافر في الأدلة البيولوجية الأخرى مثل الدم أو البول التي تعكس التعرض الحديث أو قصير الأمد. ويتميز الشعر بقدرته على مقاومة التحلل؛ حيث تبقى أليافه سليمة لفترات زمنية طويلة حتى في البيئات القاسية، الأمر الذي يجعله من أكثر الأدلة المادية البيولوجية استقرارًا مقارنة بالدم واللعاب والأنسجة الرخوة (11).

وفي المجال الشرعي، يُعرف الشعر على أنه أثر مادي بيولوجي قابل للفحص المورفولوجي والكيميائي والوراثي، حيث يمكن العثور عليه في مسرح الجريمة واستخدامه لأغراض مثل المقارنة أو الربط أو الاستبعاد أو تحديد التعرض للمواد الكيميائية والمخدرات والسموم، وفي بعض الأحيان يُستخدم في تحديد هوية الأشخاص عند دمجه مع تقنيات التحليل الجيني (3).

ثانيا ـ التطور التاريخي لاستخدام الشعر في الأدلة الجنائية

بدأ استخدام الشعر في التحقيقات الجنائية خلال القرن التاسع عشر والسبب كان تطور علم الطب الشرعي، واقتصر في بداياته على الفحص البصري والمجهري فقط، بهدف التمييز بين شعر الإنسان وشعر الحيوان، والمقارنة بين العينات من حيث اللون والطول والسمك والبنية العامة. ومع التطور الكبير في المجاهر الضوئية وتقنيات التصوير، أصبح بالإمكان دراسة التركيب التشريحي للشعر مما ساعد في تحسين القدرة على المقارنة بين العينات (4).

وفي النصف الثاني من القرن العشرين، شهدت الفحوص والتحاليل الخاصة بالشعر تطوراً ملحوظاً بسبب إدخال تقنيات الكيمياء التحليلية للكشف عن السموم والمواد الكيميائية والمعادن الثقيلة والعقاقير داخل الشعرة، ثم جاء التحول الجذري مع إمكانية استخلاص الحمض النووي من جذور الشعر وأصبح يتيح التعرف على الهوية بدرجات عالية من الدقة وهذا رفع من القيمة الإثباتية للشعر في علو م الادلة الجنائية (2)(12).

اما في الوقت الحاضر فقد ساهمت التقنيات الحديثة في التحليل مثل الكروماتوغرافيا المقترنة بمطيافية الكتلة، والمجهر الإلكتروني، والتحليل النظائري، وتقنيات الذكاء الاصطناعي في تطوير إمكانات فحص الشعر، فأصبحت مختبرات الأدلة الجنائية قادرة على استخلاص معلومات أكثر دقة حول مصدر العينة، والتعرض البيئي، والمواد الكيميائية والسموم المتراكمة، والعوامل المؤثرة في نمو الشعر، بما يعزز من دوره في دعم التحقيقات الجنائية (1-3).

المطلب الثاني: الخصائص البيولوجية للشعر والعوامل المؤثرة بها

أولا – الخصائص البيولوجية للشعر

يمتلك الشعر مجموعة متعددة من الخصائص البيولوجية التي تفسر أهميته في علوم الأدلة الجنائية، ومن أبرزها(1)(12) ما يلي :

1- خاصية مقاومة التحلل: حيث يتميز الشعر بمقاومته العالية لعمليات التحلل وذلك بفضل احتوائه على نسب مرتفعة من بروتين الكيراتين، الذي يمنحه قدرة على تحمل الظروف البيئية المختلفة، مما يساعد في بقائه في مسرح الجريمة أو مع الرفات البشرية لفترات زمنية طويلة جدا.

2- خاصية الاحتفاظ بالمعلومات الكيميائية: حيث تنقل الدورة الدموية الى الشعر أثناء نموه العديد من المواد الكيميائية المختلفة إلى خلايا البصيلة، مثل المخدرات والأدوية والمعادن الثقيلة والسموم، حيث تترسب تلك المواد داخل القشرة لفترات زمنية طويلة، وهو ما يجعل الشعر سجلاً تاريخيا وبيولوجياً يعكس التعرض المزمن لهذه المواد.
3- خاصية الاحتفاظ بالمادة الوراثية: علميا إذا احتوت الشعرة على جذر كامل فهذا دليل على احتوائها كمية كافية من الحمض النووي لإجراء تحليل البصمة الوراثية. 4- خاصية الثبات النسبي: ثبت بالتجارب العلمية ان الشعر لا يتأثر بسرعة التغيرات البيئية مقارنة بالأدلة البيولوجية الأخرى مثل الدم أو اللعاب، ولذلك يحتفظ الشعر بخصائصه لفترات طويلة نسبياً، الأمر الذي يزيد من فرص الاستفادة منه حتى في القضايا القديمة.
5- خاصية سهولة الانتقال: حيث ينتقل الشعر بسهولة نتيجة الاحتكاك المباشر أو غير المباشر بين الأشخاص أو الملابس أو الأدوات، مما يجعله من أكثر الآثار البيولوجية شيوعاً في مسارح الجرائم.

ثانيا - العوامل المؤثرة في خصائص الشعر البيولوجية

تتأثر خصائص الشعر التي ذكرت سابقا، بعدد كبير من العوامل(1-3)(12)، من أهمها:
1- العوامل الوراثية: حيث تحدد الجينات مجموعة من الصفات مثل لون الشعر، وسمكه، وشكله، وكثافته، وسرعة نموه، إضافة إلى كثير من خصائصه المجهرية.
2- العمر: حيث تختلف خصائص الشعر بين الأطفال والبالغين وكبار السن، ويتغير لون الشعر وكثافته مع التقدم في العمر.
3- الجنس: حيث تؤثر الهرمونات الجنسية وخاصة الانثوية في توزيع الشعر وكثافته، وهو ما ينعكس على الخصائص التشريحية لبعض أنواع الشعر.
4- الحالة الصحية: ثبت علميا ان بعض الأمراض مثل سوء التغذية واضطرابات الغدد الصماء تؤثر في معدل نمو الشعر وتركيبه الكيميائي.
5- العوامل البيئية: ان التعرض لعوامل البيئة المختلفة مثل اشعة الشمس، والحرارة، والرطوبة، والملوثات البيئية المختلفة جميعها قد تؤثر في التركيب الكيميائي للشعر.
6- المعالجات التجميلية: ان عمليات تغيير اللون وهي الصبغ، والتمليس الحراري في البنية المجهرية للشعرة، قد تؤثر على نتائج التحاليل الكيميائية والوراثية، الأمر الذي يجب مراعاته عند تفسير النتائج.

المطلب الثالث: أهمية الشعر والقيمة الإثباتية له في علوم الأدلة الجنائية

أولا - أهمية الشعر في علوم الأدلة الجنائية

تنبع أهمية الشعر في علوم الأدلة الجنائية من خلال انه دليلاً ماديا وبيولوجياً يتميز بالثبات النسبي وبقائه في مسرح الجريمة لفترات زمنية طويلة دون أن يفقد كثيراً من خصائصه، كما أنه ينتقل بسهولة نتيجة الاحتكاك المباشر أو غير المباشر بين الأشخاص والأماكن والأدوات، الأمر الذي يجعله من أكثر الآثار البيولوجية شيوعاً في مختلف أنواع الجرائم، مثل جرائم القتل، والاعتداءات الجنسية، والاعتداءات الجسدية، والسرقات، وحوادث الكوارث الجماعية (1)(3).
وتظهر أهمية الشعر كدليل جنائي في تنوع المعلومات التي يمكن استخلاصها منه، إذ يتيح الفحص المجهري دراسة الخصائص الشكلية العامة للشعر، بينما تسمح التحاليل الكيميائية عن الكشف عن المخدرات والمؤثرات العقلية والسموم والمعادن الثقيلة وبعض الأدوية ويوفر التحليل الوراثي إمكانية التعرف على الهوية البشرية عند توافر المادة الوراثية المناسبة. وكل ما سبق يجعل الشعر أداة مهمة في الطب الشرعي، والسموم الجنائية، والرقابة الدوائية، والتحقيقات الجنائية (3)(12).

فضلا عما يميز الشعر بسهولة جمعه وحفظه ونقله مقارنة ببعض العينات البيولوجية الأخرى التي تحتاج ظروف خاصة في التحريز والنقل والحفظ، مع انخفاض احتمالية تحلله إذا تم التعامل معه وفق الإجراءات العلمية السليمة. بالإضافة الى امكانية استخدامه في القضايا القديمة أو ما يعرف بالقضايا الباردة، حيث يبقى الشعر صالحاً للفحص بعد مرور سنوات على وقوع الجريمة، خاصة مع التطور المستمر في تقنيات التحليل الجزيئي (2).

أن الشعر لم يعد مجرد أثر بيولوجي بسيط، بل أصبح دليلاً جنائياً متكاملاً يجمع بين الخصائص البيولوجية والمورفولوجية والكيميائية والوراثية، ويؤدي دوراً محورياً في دعم منظومة العدالة الجنائية الحديثة من خلال توفير معلومات علمية دقيقة تساعد في كشف الحقيقة وتعزيز الثقة بالأدلة العلمية.

ثانيا ـ القيمة الإثباتية للشعر وحدود الاستخدام في علوم الأدلة الجنائية

لقد احتل الشعر مكانة مهمة في علوم الأدلة الجنائية منذ بدايات القرن العشرين، وأصبح يستخدم في العديد من التطبيقات الجنائية، وتتجسد القيمة الإثباتية للشعر في عدة جوانب(1)(11)(3)، أهمها:

1- ربط المشتبه به بمسرح الجريمة من خلال انتقال الشعر بين الأشخاص أو الأشياء.

2- المقارنة بين العينات المجهولة والعينات المرجعية .

3- استبعاد الأشخاص غير المرتبطين بالجريمة .

4- الكشف عن التعرض المزمن للمخدرات والمؤثرات العقلية والأدوية والمعادن الثقيلة والسموم.

5- دعم التعرف على هوية الضحايا والجثث مجهولة الهوية وضحايا الكوارث الجماعية أو المشتبه بهم بواسطة تحليل الحمض النووي.

6- دعم نتائج تحليل الحمض النووي .

7- إعادة بناء بعض ظروف الجريمة والمساهمة في إعادة بناء تسلسل الأحداث الجنائية من خلال دراسة خصائص الشعرة .

8- دعم التحقيقات في قضايا الاعتداءات الجنسية والعنف الأسري والقتل.

9- تقديم أدلة علمية موضوعية يمكن للمحكمة الاستناد إليها ضمن منظومة الأدلة الأخرى.

وقد أكدت العديد من الدراسات الحديثة أن الشعر لا يُعد دليلًا بيولوجيا قاطعًا لوحده في جميع الأحوال إذ تتوقف قوته الإثباتية على نوع الفحص المجري، ومدى توافر المادة الوراثية، واحتمالية انتقال الشعر بصورة عرضية أو حدوث تلوث للعينة، إلا أنه يمثل دليلًا داعمًا عالي القيمة عندما يُفسر ضمن منظومة الأدلة الأخرى في إطار تكاملي مع الأدلة البيولوجية والمادية والرقمية الأخرى، وخاصة إذا دُعم بتحليل الحمض النووي أو التحليل الكيميائي المتقدم، بما يضمن الوصول إلى استنتاجات علمية وقضائية أكثر دقة وموثوقية (12).

رغم الأهمية الكبيرة للشعر في التطبيقات الجنائية، إلا أن قيمته الإثباتية تعتمد على جودة العينة وسلامتها، غياب التلوث الخارجي، توفر المادة الوراثية ودقة الفحوص المخبرية. كما يجب عدم الاعتماد عليه كدليل منفرد في الإثبات، بل يجب دمجه مع الأدلة المادية، الأدلة الرقمية والشهادات الجنائية (5)(11)(12).

المبحث الثاني: الأسس العلمية للفحوص ومراحل فحص الشعر في علوم الأدلة الجنائية

تعتبر فحوص الشعر بكافة أنواعها من أكثر الفحوص والتحاليل المخبرية تطوراً في علوم الأدلة الجنائية، حيث تستند إلى مجموعة من القواعد والمبادئ العلمية المستمدة من علوم مختلفة مثل الأحياء، والكيمياء التحليلية، والطب الشرعي والوراثة الجزيئية، والفيزياء التطبيقية. وتهدف تلك التحاليل إلى استخراج أكبر قدر ممكن من المعلومات المخزنة سواء اكانت بيولوجية اوكيميائية او معلومات وراثية والتي تسهم في تحديد هوية الأشخاص، وربطهم بمسرح الجريمة،

والكشف عن التعرض للمواد الكيميائية والمخدرة والسموم والمعادن الثقيلة، إضافة إلى دعم إعادة بناء الأحداث الجنائية (1) (3).

وقد تطورت فحوص الشعر خلال القرنين الماضيين من مجرد مقارنات شكلية تعتمد على الفحص البصري والمجهري إلى منظومة متكاملة من التقنيات المتقدمة والتي تشمل الفحص المجهري الضوئي والإلكتروني، وتحليل الحمض النووي ، وتقنيات الكروماتوغرافيا المتطورة ، ومطيافية الكتلة، والتحليل الطيفي، والتحليل العنصري والنظائري، الأمر الذي أدى إلى تعزيز القيمة الإثباتية للشعر وزيادة دقة النتائج المستخلصة منه وهو ما أحدث نقلة نوعية في مجال التعرف على الهوية البشرية وإعادة بناء الوقائع الجنائية مما جعل الشعر أحد أكثر الأدلة البيولوجية قيمة في التحقيقات الجنائية الحديثة (1)(12).

ويستعرض هذا المبحث الاسس العلمية التي تقوم عليها فحوص الشعر، وأهم المراحل المخبرية التي تمر بها العينات منذ جمعها وحتى إصدار التقرير الفني، إضافة إلى أهم تقنيات الفحص المستخدمة في المختبرات الجنائية الحديثة.

المطلب الأول: الاسس العلمية لفحوص الشعر الجنائية

أولا ـ الأساس البيولوجي لفحص الشعر

يعتمد الفحص الجنائي للدليل البيولوجي على حقيقة أن الشعرة تحتفظ بمجموعة من الخصائص البيولوجية الهامة والتي تميزها عن غيرها من الأدلة البيولوجية الأخرى، فالشعر يتكون أساساً من بروتين الكيراتين، وهو بروتين يكسب الشعر الثبات والمقاومة للعوامل الفيزيائية والكيميائية، الأمر الذي يسمح ببقاء الشعرة لفترات طويلة نسبياً دون أن تفقد كثيراً من خصائصها (10).

وتكمن الأهمية البيولوجية للشعر في احتوائه على معلومات متنوعة، تشمل الخصائص الشكلية والمورفولوجية، وتشمل المادة الوراثية عند وجود الجذر، إضافة إلى المركبات الكيميائية التي تترسب داخل الشعرة أثناء مراحل نموها، وتوفر هذه الخصائص والصفات أساساً علمياً لإجراء مجموعة متنوعة من الفحوص التي تختلف باختلاف طبيعة القضية الجنائية (1)(3).

كما ان نجاح الفحص البيولوجي يعتمد بالدرجة الأولى على فهم دورة نمو الشعر، إذ تختلف كمية المادة الوراثية ونوعية المعلومات المتوافرة باختلاف مراحل النمو التي تمر بها الشعرة عند انفصالها عن الجسم (12).

ثانيا ـ الأساس الكيميائي لفحص الشعر

ان الفحوص الكيميائية للشعر ترتكز على قدرته على امتصاص المركبات الكيميائية والسامة المختلفة أثناء نموها عبر الدورة الدموية، حيث تنتقل هذه المواد مثل الأدوية والمخدرات والسموم والمعادن الثقيلة إلى بصيلة الشعر، ثم تترسب تدريجياً داخل القشرة الكيراتينية للشعرة. والفضل في ذلك يعود الى بروتين الكيراتين الذي يحتوي على روابط قوية تسمح له بالاحتفاظ بالمركبات الكيميائية لفترات طويلة، كما تحتوي القشرة على مسامات دقيقة وبنية ليفية تسمح بارتباط المواد الكيميائية الداخلية والخارجية بالشعرة(13)(11).

وتتراكم المواد الكيميائية داخل الشعر بطريقتين رئيسيتين:

1- طريقة الترسب الداخلي :(Internal deposition) ويحدث ذلك أثناء نمو الشعرة من خلال الدم الذي يغذي البصيلة، حيث تنتقل المواد الكيميائية إلى خلايا الشعر النامية.

2- طريقة الترسب الخارجي :(External contamination) ويحدث نتيجة تعرض الشعر المباشر للبيئة الخارجية، مثل الدخان أو الغبار أو الملوثات الكيميائية.

هذا التراكم التدريجي للمواد في البصيلة يمنح الشعر ميزة فريدة تتمثل في إمكانية دراسة تسلسل التاريخ الزمني للتعرض لبعض المواد، حيث يعكس كل جزء من الشعرة فترة زمنية محددة من حياة الشخص تبعاً لمعدل نمو الشعر، والذي يبلغ في المتوسط نحو سنتيمتر واحد شهرياً بشكل تقريبي في شعر الرأس (13)(11).

ويستخدم هذا المبدأ المهم والنوعي في مختبرات السموم الجنائية في حالات التعرض المزمن للمخدرات من اجل الكشف عليها، والكشف عن بعض حالات التسمم، ودراسة الالتزام العلاجي لبعض المرضى، إضافة إلى التطبيقات المتعلقة بالطب الشرعي والرقابة الدوائية والعدالة الجنائية.

ثالثا ـ الأساس الوراثي لفحص الشعر

الحمض النووي (DNA) يشكل الأساس العلمي لفحوص البصمة الوراثية التي تجرى على الشعر، ويعد من أكثر الوسائل الحديثة دقة في التعرف على هوية الأشخاص. فإذا كانت الشعرة تحتوي على جذر كامل في مرحلة النمو النشط(Anagen) ، فإنها غالباً ما تحتوي على كمية مناسبة من الحمض النووي الذي يسمح بإجراء تحليل البصمة الوراثية بدرجة عالية من الدقة (3).

أما إذا كانت الشعرة خالية من الجذر، فقد يكون من الممكن استخراج الحمض النووي الميتوكوندري (Mitochondrial DNA)، وهو أقل قدرة على التمييز بين الأفراد مقارنة بالحمض النووي ، إلا أنه ذا أهمية كبيرة في قضايا المفقودين، والكوارث الجماعية، والتعرف على الرفات البشرية (3)(12).

وتعتمد دقة فحص البصمة الوراثية على عدة عوامل، منها سلامة العينة التي يجرى تحليلها، وعدم تعرضها للتلوث، وكفاءة إجراءات الاستخلاص والتنقية والتضخيم، إضافة إلى استخدام مختبرات متطورة ومعتمدة تطبق معايير الجودة الدولية.

رابعا ـ الأساس السمي لتحليل الشعر

أثناء مرحلة نمو الشعر عن طريق الدورة الدموية المغذية لبصيلة الشعر تدخل العديد من المركبات الكيميائية ، حيث تنتقل هذه المواد إلى الخلايا الكيراتينية قبل اكتمال عملية التقرن، ثم تُحبس داخل ساق الشعرة بصورة مستقرة نسبيًا (1).

كما يمكن أن تترسب بعض المواد الكيميائية على سطح الشعرة نتيجة التعرض البيئي أو التلوث الخارجي، ولذلك يجبُ غسل العينات قبل التحليل وفق بروتوكولات معيارية لإزالة الملوثات الخارجية والتمييز بينها وبين المواد الممتصة داخليًا (12).

ويبلغ متوسط معدل نمو شعر الرأس حوالي 1سنتيمتر شهريًا، مما يسمح بتقدير تسلسل الفترة الزمنية للتعرض للمواد الكيميائية من خلال تقسيم الشعرة إلى مقاطع وتحليل كل مقطع على حدة.

المطلب الثاني: مراحل فحص الشعر في المختبرات الجنائية

هناك مراحل متتابعة تمر بها العينات الشعرية، تبدأ منذ لحظة العثور عليها في مسرح الجريمة، وتنتهي بإصدار التقرير الفني النهائي، وتشمل هذه المراحل(2)(12) ما يأتي:

أولاً- جمع العينات: حيث تعتبر من أهم مراحل العمل الجنائي، حيث يبنى عليها جميع المراحل اللاحقة وأي خطأ في هذه المرحلة قد يؤدي إلى فقدان الدليل أو تلوثه، لهذا يجب أن يتم جمع العينات من الشعر باستخدام أدوات خاصة مثل ملاقط معقمة أو أشرطة لاصقة مخصصة أو وسائل أخرى معتمدة، مع ضرورة ارتداء القفازات والكمامات وتغييرها بصورة مستمرة لتجنب انتقال الحمض النووي أو الملوثات. مع ضرورة توثيق مكان العثور على كل شعرة بدقة، وتصويرها قبل جمعها، ووضعها في ظروف حفظ خاصة ومناسبة تمنع تعرضها للرطوبة أو الحرارة أو التلوث.

ثانياً- حفظ العينات: يتم حفظ عينات الشعر في مظاريف ورقية أو عبوات مناسبة تسمح بالتهوية وتمنع تراكم الرطوبة، ويمنع بتاتا حفظها في الأكياس البلاستيكية إذا كانت رطبة، لأن ذلك قد يؤدي إلى نمو الكائنات الدقيقة بسبب الرطوبة والذي يؤدي الى اتلاف العينة.

ثم يجب تدوين جميع البيانات الخاصة بالعينة التي تم جمعها بحيث يشمل رقم القضية، ومكان العثور عليها، وتاريخ ووقت الجمع، واسم القائم بالإجراء، حفاظاً على سلسلة حيازة الأدلة.

ثالثاً- الفحص الأولي للعينات: يتضمن الفحص الأولي للعينات، الفحص الظاهري من خلال دراسة الخصائص الظاهرية للعينة، مثل اللون، والطول، والانحناء، والقطر التقريبي، وحالة الجذر، ووجود معالجات تجميلية أو آثار احتراق أو تلوث او أي تغييرات أخرى واضحة بالعين المجردة، حيث يساعد هذا الفحص الاولي في تحديد نوع الفحوص المخبرية التي ستجرى لاحقاً، كما يوفر معلومات أولية قد تكون ذات قيمة في توجيه التحقيق.

رابعاً- الفحص المخبري للعينات: تخضع العينات الشعرية بعد ذلك لسلسلة من الفحوص العلمية التي تختلف باختلاف طبيعة القضية والهدف من الفحص، وتشمل الفحص المجهري، والفحص الوراثي، والتحليل الكيميائي، والفحوص الطيفية، والتحليل العنصري وغيرها من التقنيات الحديثة.

المبحث الثالث: الفحوص المخبرية للشعر في علوم الأدلة الجنائية

ان الفحص المخبري للشعر والذي يلي الفحص الظاهري، يمثل المرحلة الأساسية التي من خلالها يتم تُحوّيل الأثر المادي البيولوجي الذي جمع من مسرح الجريمة إلى دليل علمي جنائي يمكن الاستناد إليه في التحقيقات والإجراءات القضائية المختلفة.

وقد شهدت تقنيات فحص الشعر في القرن الماضي تطورًا ملحوظًا، إذ انتقلت من الاعتماد على الفحص الظاهري البصري والمجهري التقليدي إلى استخدام تقنيات متقدمة تشمل المجهر الإلكتروني، والتحليل الطيفي، والتحليل الكيميائي، والاختبارات الجزيئية، وتقنيات الحمض النووي. وقد أسهم هذا التطور العلمي في رفع دقة النتائج، وتقليل الأخطاء، وتعزيز القيمة الإثباتية للشعر عند تفسيره ضمن منظومة الأدلة الجنائية الأخرى (1)(14).

أولا - استقبال العينات وإجراءات ضبط الجودة

قبل البدء بالفحص المخبري، تخضع العينات الشعرية قيد الفحوص والتحاليل لسلسلة من إجراءات ضبط الجودة لضمان سلامتها وعدم تعرضها للتلوث أو العبث(2)، وتشمل ما يأتي:

1- مرحلة مراجعة بيانات العينة مثل رقمها وبيانات القضية.
2- مرحلة التأكد من سلامة أختام ضباط الأدلة .
3- مرحلة مطابقة بيانات سلسلة الحيازة (Chain of Custody) .
4- مرحلة توثيق حالة العينة من خال التصوير الفوتوغرافي .
5- مرحلة إعطاء رقم مخبري خاص لكل عينة .
6- مرحلة حفظ العينات في ظروف خاصة ومناسبة حتى موعد الفحص .

ويعتبر أي خلل في هذه المراحل سببًا محتملاً للطعن في دقة وموثوقية النتائج أمام القضاء.

ثانيا - الفحص الظاهري او العياني(Macroscopic Examination)

يعتبر الفحص العياني او الفحص الظاهري أولى مراحل تحليل الشعر، ويتم قبل استخدام المجهر، ويهدف إلى تكوين تصور أولي عن خصائص العينة قيد الدراسة.

ويستخدم الاخصائي الجنائي الأدوات الاتية: عدسة مكبرة، مسطرة دقيقة، جهاز قياس رقمي، كاميرا ملونة للتوثيق ومصدر إضاءة أبيض عالي الشدة.

ويهدف الفحص العياني الى تحديد نوع الشعر، درجة التجعد ، تقدير عدد الشعرات، السمك الظاهري ، تحديد اللون الظاهري، وجود عقد أو تشققات، قياس الطول، ملاحظة وجود أوساخ أو دماء أو مواد غريبة، والكشف عن آثار الاحتراق أو الصبغ أو التبييض (15).

ثالثا - الفحص المجهري الضوئي(Microscopic Examination)

يعتبر الفحص المجهري من أهم الفحوص المستخدمة في علوم الأدلة الجنائية، حيث يسمح بدراسة البنية الداخلية والخارجية للشعرة باستخدام المجهر الضوئي أو المجهر المقارن أو المجهر الإلكتروني. ويستخدم هذا الفحص في المقارنة بين العينات، والتمييز بين شعر الإنسان والحيوان، وتحديد منطقة الجسم التي جاءت منها الشعرة في كثير من الحالات (16).

ويعتبر المجهر الضوئي الحديث أكثر الوسائل استخدامًا في مختبرات الأدلة الجنائية، حيث يسمح بدراسة الخصائص الدقيقة للشعرة، من خلال مجموعة من المراحل وهي:

- **تحضير الشرائح**: حيث تمر عملية التحضير بالمراحل الآتية:

1- تنظيف الشعرة .

2- تثبيتها على شريحة زجاجية .

3- إضافة وسط تثبيت مناسب .

4- تغطيتها بغطاء زجاجي .

5- ترقيم الشريحة .

- **درجات التكبير:** عادةً ما يُستخدم التكبير(من 40×– ولغاية 400×) حسب نوع الفحص المطلوب.

رابعا - الفحص بالمجهر المقارن(Comparison Microscope)

ان المجهر المقارن من أهم الأجهزة المستخدمة في فحص الشعر من خلال المقارنة

ويتكون من مجهرين ضوئيين متصلين، وشاشة رؤية مشتركة، ونظام إضاءة موحد .

حيث يتيح هذا الجهاز مقارنة شعرتين في الوقت نفسه، مع دراسة الفروق الدقيقة بينهما، مثل اللون، توزيع الصبغة، كثافة الصبغة، قطر الشعرة، شكل النخاع، شكل القشور، شكل الجذر، شكل الطرف ووجود المعالجات الكيميائية .

وتُستخدم النتائج لهذه المقارنة في دعم أو استبعاد العلاقة بين العينة المجهولة والعينة المرجعية، لكنها لا تُعد دليلًا قطعيًا على التطابق (17).

خامسا - الفحص بالمجهر الإلكتروني

أحدثت صناعة المجهر الإلكتروني ثورة في تحليل الشعر؛ إذ يوفر قدرة تكبير ودقة أعلى بكثير من المجهر الضوئي (18)، ومن أشهر انواعه:

أولاً- المجهر الإلكتروني الماسح(SEM) : الذي يستخدم لدراسة سطح الشعرة، طبقة القشور، التلف الميكانيكي، آثار القص، آثار الاحتراق والتغيرات الناتجة عن مستحضرات التجميل .

ويمتاز بدقة عالية جدًا، عمق ميداني كبير، صور ثلاثية الأبعاد وإمكانية قياس أبعاد الشعرة بدقة ميكرونية .

ثانياً- المجهر الإلكتروني النافذ(TEM) : الذي يستخدم لدراسة البنية الداخلية للشعرة، القشرة، النخاع، ترتيب ألياف الكيراتين والتغيرات المجهرية الدقيقة .ويستخدم غالبًا في الدراسات البحثية المتقدمة أكثر من الاستخدام الروتيني في المختبرات الجنائية (18).

سادسا - الفحص الوراثي(DNA Analysis)

يعتبر تحليل البصمة الوراثية او تحليل الحمض النووي أكثر الفحوص الحديثة دقة في علوم الأدلة الجنائية، إذ يمكن من خلاله تحديد هوية الأشخاص بدرجة عالية من اليقين الإحصائي عند توافر المادة الوراثية المناسبة (19).

وتشمل مراحل التحليل الوراثي الاتي:
1- مرحلة استخلاص الحمض النووي من العينة.
2- مرحلة تنقية العينة.
3- مرحلة تضخيم الحمض النووي بتفاعل البلمرة المتسلسل(PCR) .
4- مرحلة تحليل البصمة الوراثية.
5- مرحلة المقارنة مع العينات المرجعية.
6- مرحلة التفسير الإحصائي للنتائج.
ويعتبر هذا الفحص حجر الأساس في كثير من التحقيقات الجنائية الحديثة، خصوصاً في جرائم القتل المختلفة ، والاعتداءات الجنسية، والكوارث الجماعية، والتعرف على المفقودين (3).

سابعا ـ التحليل الكيميائي للشعر

يستخدم هذا التحليل للكشف عن المخدرات، المؤثرات العقلية، الأدوية، السموم، المعادن الثقيلة، المبيدات، وبعض الملوثات البيئية.
وتتميز هذه الفحوص بقدرتها على الكشف عن التعرض طويل الأمد، وهو ما يمنح الشعر ميزة على عينات الدم أو البول في كثير من التطبيقات الجنائية والطبية (1)(3).

ثامنا ـ التقنيات التحليلية المتقدمة

تعتمد المختبرات الجنائية الحديثة على عدد من التقنيات المتقدمة (1)(2) (11) (20) ، من أهمها:
1- الكروماتوغرافيا الغازية المقترنة بمطياف الكتلة(GC-MS) : حيث تستخدم في الكشف عن المخدرات، السموم، المذيبات العضوية وبقايا الأدوية، وتتميز هذه التقنية بالحساسية العالية، الدقة والقدرة على التعرف على المركبات المختلفة.
2- الكروماتوغرافيا السائلة عالية الكفاءة(HPLC)
3- الكروماتوغرافيا المقترنة بمطيافية الكتلة GC-MS) و(LC-MS/MS: حيث تستخدم في الكشف عن المركبات الحساسة للحرارة مثل الأدوية الحديثة، المؤثرات العقلية الجديدة و مستقلبات المخدرات، وتتميز بحساسية أعلى من العديد من الطرق التقليدية.
4- مطيافية الامتصاص الذري(AAS) : حيث تستخدم في الكشف عن المعادن الثقيلة وخاصة الرصاص والزئبق والكادميوم.
5- مطيافية البلازما المقترنة بالحث(ICP-MS) : حيث تستخدم في الكشف عن العناصر النادرة، المعادن الثقيلة والسموم المعدنية، وتتميز بقدرتها على قياس تراكيز منخفضة جدًا تصل إلى أجزاء من البليون، مما يجعلها ذات أهمية خاصة في قضايا التسمم الجنائي.
6- مطيافية رامان(Raman Spectroscopy) : حيث تُستخدم هذه التقنية في دراسة التركيب الكيميائي للشعرة، آثار الصبغات، والتغيرات الناتجة عن الاحتراق .
7- مطيافية الأشعة تحت الحمراء(FTIR) : حيث تستخدم في تحليل الكيراتين، دراسة تأثير الحرارة والكشف عن المواد الكيميائية .
8- المجهر الإلكتروني الماسح(SEM)
9- التحليل النظائري المستقر(Stable Isotope Analysis)
وقد أسهمت هذه التقنيات الحديثة في رفع حساسية ودقة الفحوص، وتقليل احتمالات الخطأ، وتوسيع نطاق المعلومات التي يمكن الحصول عليها من الشعرة الواحدة.

المبحث الرابع: الفحوص الكيميائية والسمية للشعر في علوم الأدلة الجنائية وتحدياتها

ان الفحوص الكيميائية والسمية للشعر تعتبر من أهم التطبيقات الحديثة في علوم الأدلة الجنائية، حيث انها تتيح استخراج معلومات دقيقة تتعلق بالتعرض للمواد الكيميائية والسموم والمخدرات والأدوية والمعادن الثقيلة، إضافة إلى تحليل البنية الداخلية للشعرة ودراسة مكوناتها العضوية وغير العضوية.

وفي التحليل السمي الجنائي(Forensic Toxicology) ، أصبح الشعر من أهم العينات البيولوجية المستخدمة وذلك لقدرته الفريدة على الاحتفاظ بالمواد الكيميائية والمخدرات والأدوية والمعادن الثقيلة داخل بنيته لفترات زمنية طويلة. وعلى خلاف عينات الدم أو البول التي تعكس التعرض الحديث للمواد، فإن الشعر يوفر سجلًا زمنيًا يمتد لعدة أشهر أو حتى سنوات، مما يجعله وسيلة فعالة للكشف عن التعرض المزمن للمواد الكيميائية والسامة والمؤثرات العقلية (1)(3)(14)(20).

وقد أدى التطور في تقنيات التحليل الكيميائي والطيفي والأجهزة المخبرية المتقدمة إلى زيادة الاعتماد على الشعر في التحقيقات الجنائية، حيث عملت على تحويل الشعر إلى سجل بيولوجي كيميائي يمكن من خلاله تتبع أنماط التعرض الطويل الأمد للمواد المختلفة الكيميائية والسامة والمخدرات، مما عزز من قيمته في التحقيقات الجنائية والطب الشرعي في قضايا تعاطي المخدرات، والوفيات المشتبه بها، والطب الشرعي، والرقابة المهنية، والطب الرياضي، ومراقبة الالتزام العلاجي.

المطلب الأول ـ آلية انتقال المواد الكيميائية إلى الشعر

تصل المواد الكيميائية المختلفة إلى الشعر من خلال عدة مسارات(1) (3)(11)(13) (20)، أهمها:

1- الانتقال عبر الدم: حيث يعتبر المسار الرئيس، لانتقال المواد الممتصة إلى بصيلة الشعر مع الدم، ثم تُدمج داخل الشعرة أثناء تكوينها.

2- الانتقال عبر العرق: حيث يمكن أن تترسب بعض المواد الكيميائية على سطح الشعرة عبر إفرازات الغدد العرقية.

3- الانتقال عبر الزهم(Sebum) :حيث يمكن ان تنتقل بعض المركبات الدهنية إلى سطح الشعر من خلال الغدد الدهنية.

4- الانتقال عبر التلوث الخارجي: حيث قد يلتصق بالشعر دخان المخدرات، الملوثات الصناعية، المبيدات، المعادن الثقيلة ومستحضرات التجميل . ولهذا السبب تُجرى عملية تنظيف دقيقة للشعر قبل التحليل.

المطلب الثاني: الفحوص الكيميائية والسمية للشعر

أولا ـ فحوص الكشف عن المخدرات والمؤثرات العقلية

يُستخدم الشعر حديثا على نطاق واسع في الكشف عن تعاطي المخدرات والمؤثرات العقلية، حيث يعتبر من أفضل العينات البيولوجية لتحديد التعرض طويل الأمد لهذه المواد. وتشمل المواد التي يمكن الكشف عنها الحشيش، الكوكايين، الأفيونات، الأمفيتامينات، الميثامفيتامين والبنزوديازيبينات(11) (20).

وتتميز الفحوص الكيميائية بقدرتها على تحديد نمط التعاطي على مدى أسابيع أو أشهر، اعتماداً على طول الشعرة ومعدل نموها.

وتعتمد مختبرات الأدلة الجنائية على تقنيات عالية الدقة مثل:

1- الكروماتوغرافيا الغازية المقترنة بمطيافية الكتلة(GC-MS) .

2- الكروماتوغرافيا السائلة المقترنة بمطيافية الكتلة(LC-MS/MS) . وتعتبر هذه التقنيات معياراً ذهبياً في الكشف عن المواد المخدرة داخل الشعر(11) (20).

ثانيا ـ فحوص السموم والمعادن الثقيلة

حيث يُستخدم الشعر أيضاً في الكشف عن السموم والمعادن الثقيلة، وهو ما يُعرف بالتحليل السمّي للشعر (Hair Toxicology)، ومن أهم المعادن التي يتم الكشف عنها الرصاص(Pb) ، الزئبق(Hg) والزرنيخ(As) والكادميوم (Cd)والثاليوم والسيزيوم والسيلينيوم .

كما يمكن الكشف عن بعض السموم العضوية وغير العضوية، مثل المبيدات الحشرية، المركبات الفسفورية العضوية، وبعض السموم الصناعية. وعادة ما تُستخدم هذه الفحوص في حالات الاشتباه بالتسمم المهني المزمن أو التسمم البيئي أو المهني للمواد السامة وجرائم التسميم والوفيات مجهولة السبب (13)(11).

ثالثا ـ فحوص الأدوية والتعرض العلاجي

حديثا يمكن لتحليل الشعر أن يكشف عن استخدام بعض الأدوية، مما يجعله أداة مهمة في تقييم الالتزام العلاجي، الدراسات الدوائية أو الكشف عن إساءة استخدام الأدوية والتحقيق في حالات الجرعات الزائدة وفي حالات الطب الشرعي السريري.

ومن أبرز الأدوية التي يمكن تحليلها مضادات الاكتئاب، المسكنات الأفيونية، الأدوية النفسية، مضادات الصرع، وبعض المضادات الحيوية، حيث تساعد هذه الفحوص في القضايا الطبية الشرعية، والتحقيقات المتعلقة بسوء استخدام الأدوية أو الجرعات الزائدة (20).

رابعا ـ الفحوص العنصرية والطيفية

ان الفحوص العنصرية والطيفية تعتمد على تحليل التركيب الكيميائي الدقيق للشعرة، وتشمل تحديد العناصر المعدنية والنسب الدقيقة لكل عنصر داخل الشعرة (1)(2) (3)(11) .

ومن أهم التقنيات المستخدمة في هذه الفحوص:

1- مطيافية الامتصاص الذري(AAS)

2- مطيافية البلازما المقترنة بالحث(ICP-MS)

3- مطيافية الأشعة تحت الحمراء(FTIR)

4- مطيافية رامان(Raman Spectroscopy)

وتساعد هذه الفحوص في الكشف عن التعرض البيئي، وتحديد مصادر التلوث، ودراسة الفروقات الفردية بين العينات.

خامسا ـ التحليل النظائري للشعر

يعتبر التحليل النظائري من التقنيات الحديثة في الفحوص الجنائية، حيث يعتمد على دراسة نسب النظائر المستقرة للعناصر الموجودة في الشعر مثل الكربون والنيتروجين والهيدروجين والأكسجين.

ويُستخدم هذا التحليل في تحديد الأصل الجغرافي للفرد، تتبع أنماط التغذية، دراسة الهجرة والتنقل، ودعم التحقيقات الجنائية الدولية. وتوفر هذه التقنية معلومات دقيقة جداً يصعب الحصول عليها بالطرق التقليدية (21).

سادسا ـ الفحوص البيئية والتعرض المهني

يساهم تحليل الشعر في تقييم التعرض البيئي والمهني للمواد الكيميائية، حيث يمكن استخدامه في تقييم التعرض للملوثات الصناعية، الكشف عن التعرض لمبيدات زراعية، دراسة التعرض في بيئات العمل الخطرة والتحقيق في حالات التلوث البيئي (22).

المطلب الثالث: تحديات ومزايا فحوص وتحاليل الشعر الكيميائية والسمية في العلوم الجنائية

أولا - التحديات في الفحوص الكيميائية والسمية للشعر في العلوم الجنائية

رغم التطور الكبير في مجال التحاليل الكيميائية، إلا أن الفحوص الكيميائية والسمية للشعر تواجه عدة تحديات(1)(3) (12) (20) (23)، من أهمها:

1- مخاطر التلوث الخارجي للعينة.
2- تأثير الصبغات والمعالجات التجميلية.
3- اختلاف معدلات نمو الشعر بين الأفراد.
4- صعوبة التمييز بين الترسب الداخلي والخارجي.
5- الحاجة إلى معايير دولية موحدة للتفسير.
6- احتمالية التباين بين نتائج المختبرات المختلفة.

لذلك تؤكد الممارسات الجنائية الحديثة على ضرورة تفسير النتائج ضمن سياق شامل يأخذ بعين الاعتبار جميع الظروف المحيطة بالعينة.

ثانيا - مزايا فحوص وتحاليل الشعر الكيميائية والسمية في العلوم الجنائية

يمتاز تحليل الشعر بعدد من الخصائص(24)، أهمها:

1- إمكانية الكشف عن تعاطي المواد المخدرة والمؤثرات العقلية لفترات طويلة .
2- مقاومة التحلل والتغيرات البيئية.
3- سهولة الجمع والحفظ والنقل .
4- صعوبة الغش مقارنة بعينات البول .
5- إمكانية تحديد التسلسل الزمني للتعرض للمواد الكيميائية المختلفة.
6- الحاجة إلى كمية صغيرة من العينة .
7- إمكانية إعادة التحليل عدة مرات وبعد سنوات .

المبحث الخامس: التطبيقات الجنائية للشعر في علوم الأدلة الجنائية

يمثل الشعر أحد أكثر الأدلة البيولوجية استخداماً في التطبيقات الجنائية الحديثة، لسهولة جمعة ونقله وحفظه، واستقراره النسبي مع مرور الزمن، وتنوع المعلومات التي يمكن استخلاصها منه عبر الفحوص المجهرية والكيميائية والوراثية. وقد أصبح الشعر عنصراً محورياً في العديد من التحقيقات والقضايا الجنائية، حيث يسهم في إعادة بناء الوقائع، وربط الأشخاص بالأماكن والأحداث، وتحديد هوية الجناة أو الضحايا، بالإضافة إلى كشف التعرض للمواد السامة أو المخدرة.

ومع التطور الكبير في تقنيات التحليل الجنائي، لم يعد الشعر مجرد دليل مساعد، بل أصبح في كثير من القضايا دليلاً داعماً قوياً يساهم في تعزيز المنظومة الإثباتية، خاصة عند دمجه مع أدلة بيولوجية ومادية أخرى(1)(3) (12) (24)(25).

المطلب الأول: دور الشعر في تحديد الهوية الجنائية

أولا - التعرف على هوية الأشخاص: يعتبر تحليل الشعر وسيلة مهمة في التعرف على هوية الأشخاص، خاصة في الحالات التي لا تتوفر فيها بصمات أصابع أو ملامح واضحة للجثة. ويتم ذلك عبر:

1- تحليل الحمض النووي النووي (Nuclear DNA) عند وجود الجذر.

2- تحليل الحمض النووي الميتوكوندري (mtDNA) في حالة غياب الجذر.
3- المقارنة مع قواعد البيانات الوراثية.
وتزداد أهمية هذا التطبيق في حالات خاصة مثل الجثث المتحللة، الكوارث الجماعية، والحوادث غير المعروفة الهوية.
ثانيا - دور الشعر في التعرف على المفقودين: حيث يسهم الشعر في قضايا المفقودين من خلال:
1- مطابقة العينات مع أفراد العائلة.
2- استخدام الحمض النووي الميتوكوندري لتتبع السلالة الأمومية.
3- دعم عمليات البحث في حالات الاختفاء الطويل.
ويُعد هذا التطبيق من أكثر التطبيقات الإنسانية أهمية في علم الأدلة الجنائية.

المطلب الثاني: الشعر في مسرح الجريمة

أولا - ربط المشتبه به بمسرح الجريمة: حيث يعتبر الشعر من الأدلة الشائعة في مسارح الجرائم نتيجة سهولة انتقاله عبر الاحتكاك المباشر. ويمكن أن يساهم في:
1- إثبات وجود المشتبه به في مكان الجريمة.
2- ربط أدوات الجريمة بالأشخاص.
3- دعم الروايات الجنائية المقدمة من التحقيق.
ومع ذلك، لا يُعتبر وجود الشعر دليلاً قاطعاً وحده، بل يجب دعمه بأدلة إضافية.
ثانيا - إعادة بناء مسرح الجريمة: حيث يساعد تحليل الشعر في إعادة بناء الأحداث من خلال:
1- تحديد موقع سقوط الشعر.
2- تحليل نمط الكسر أو الاقتلاع.
3- دراسة التلوث أو التغيرات الكيميائية.
ويُستخدم هذا التحليل في رسم صورة تقريبية لما حدث أثناء الجريمة.

المطلب الثالث: الشعر في جرائم العنف والاعتداءات

أولا - جرائم القتل: حيث يسهم الشعر في قضايا القتل من خلال:
1- تحديد الضحية أو الجاني.
2- إثبات التواجد في مسرح الجريمة.
3- تحليل آثار العنف مثل اقتلاع الشعر بالقوة.
4- مقارنة الشعر الموجود على الأدوات أو الملابس.
ثانيا - الاعتداءات الجنسية: حيث يعتبر الشعر من الأدلة المهمة في قضايا الاعتداءات الجنسية، حيث يمكن أن:
1- ينتقل بين الضحية والجاني أثناء الاحتكاك.
2- يحتوي على DNA للطرف الآخر.
3- يساعد في دعم الأدلة البيولوجية الأخرى مثل السائل المنوي أو الدم.
ثالثا - جرائم العنف الأسري: يمكن استخدام الشعر في:
1- إثبات تعرض الضحية للعنف.
2- تحليل آثار الشد أو الاقتلاع.
3- دعم الشهادات الطبية والقانونية.

المطلب الرابع: الشعر في القضايا البيئية والسمية

أولا - الكشف عن التسمم الجنائي: حيث يُستخدم الشعر للكشف عن:

1- التسمم المزمن بالمعادن الثقيلة.

2- التعرض للمواد السامة بشكل متكرر.

3- حالات التسمم المتعمد أو غير المتعمد.

ثانيا - التعرض المهني والبيئي: يساعد الشعر في:

1- تحديد التعرض للمواد الكيميائية في بيئة العمل.

2- تقييم المخاطر الصحية في الصناعات المختلفة.

3- التحقيق في قضايا التلوث البيئي.

المطلب الخامس: التطبيقات في الكوارث الجماعية والحوادث الكبرى

أولا - التعرف على ضحايا الكوارث: يُستخدم الشعر في

1- التعرف على ضحايا الحوادث الجماعية.

2- مطابقة العينات مع قواعد البيانات الوراثية.

3- دعم عمليات تحديد الهوية في حالات الحرائق والانفجارات.

ثانيا - الحوادث غير المعروفة الهوية: يسهم الشعر في

1- التعرف على الجثث مجهولة الهوية.

2- دعم التحقيقات في حالات الغرق أو التحلل الشديد.

3- تقديم أدلة علمية دقيقة للسلطات القضائية.

المطلب السادس: التطبيقات في الجرائم المنظمة والإرهاب

أولا - التحقيق في الجرائم المنظمة: يساعد الشعر في

1- تتبع أفراد الشبكات الإجرامية.

2- ربط المشتبه بهم بمواقع متعددة.

3- دعم الأدلة في قضايا المخدرات والاتجار غير المشروع.

ثانيا - قضايا الإرهاب: يُستخدم الشعر في

1- تحديد هوية منفذي العمليات.

2- ربط الأدلة البيولوجية بمسرح الأحداث.

3- دعم التحقيقات الدولية.

النتائج ومناقشتها

في ضوء ما تم تناوله في هذه الدراسة حول الشعر واهميته في علوم الأدلة الجنائية، من خلال تحليل خصائصه البيولوجية، والأسس العلمية لفحوصه المخبرية والكيميائية، والتعرف على تطبيقاته في المجال الجنائي، يمكن استخلاص النتائج الآتية:

1. يُعد الشعر من أهم الأدلة البيولوجية الحديثة في علوم الأدلة الجنائية وذلك بسبب قدرته على الاحتفاظ بالمعلومات المختلفة من بيولوجية وكيميائية لفترات زمنية طويلة.

2. يتميز الشعر ببنية كيراتينية مكونة من الاحماض الامينية ، مقاومة للتحلل، مما يجعله دليلاً ثابتاً نسبياً مقارنة بالعديد من الادلة البيولوجية الأخرى.
3. يتيح تحليل الشعر إمكانية تحديد الهوية البشرية بدقة عالية عند توفر الجذر، من خلال تحليل الحمض النووي النووي (البصمة الوراثية)، أو من خلال الحمض النووي الميتوكوندري في حال غياب الجذر.
4. يُعد الشعر وسيلة فعالة للكشف عن التعرض المزمن للمخدرات والمؤثرات العقلية والسموم والمعادن الثقيلة ، مما يجعله ذا أهمية كبيرة في الطب الشرعي والسموم الجنائية.
5. تسهم الفحوص العينية والمجهرية والكيميائية للشعر في التمييز بين الشعر البشري وشعر الحيوانات، وتحديد بعض الخصائص الشكلية المرتبطة بالأصل الجغرافي أو العرقي في بعض الحالات.
6. تعتمد القيمة الإثباتية للشعر على سلامة إجراءات التعامل معه من خلال جمعه وحفظه وتحليله، وعلى الالتزام بسلسلة حيازة الأدلة.(Chain of Custody)
7. لا يمكن اعتبار الشعر دليلاً قاطعاً بمفرده في جميع القضايا، بل يجب دعمه بأدلة جنائية أخرى لتعزيز القوة الإثباتية.
8. أسهم التطور في تقنيات التحليل الحديثة مثل GC-MS و LC-MS/MSو ICP-MSفي رفع دقة الكشف عن المواد الكيميائية داخل الشعر لنسب عالية جدا.
9. يتيح تحليل الشعر إمكانية دراسة أنماط التعرض الزمني للمواد الكيميائية والسموم ، مما يمنحه ميزة فريدة مقارنة بالعينات الأخرى مثل الدم والبول.
10 .توجد تحديات علمية وفنية تؤثر على دقة نتائج تحليل الشعر، مثل التلوث الخارجي، والمعالجات التجميلية، واختلاف معدلات نمو الشعر بين الأفراد.
11. يشكل التحليل الوراثي للشعر أداة مهمة في تحديد الهوية في حالات الكوارث الجماعية والمفقودين والجرائم المعقدة.
12. يتزايد الاعتماد على الشعر في التحقيقات الجنائية الحديثة نتيجة التطور المستمر في تقنيات التحليل الجزيئي والكيميائي.

التوصيات

استناداً إلى النتائج التي توصلت إليها الدراسة، يمكن تقديم التوصيات الآتية:

1. ضرورة تطوير المختبرات الجنائية الفلسطينية وتزويدها بأحدث الأجهزة والتقنيات المتقدمة في تحليل الشعر.
2. ضرورة اعتماد بروتوكولات موحدة ومعايير دولية لجمع وحفظ وتحليل عينات الشعر في مسارح الجرائم.
3. تدريب وتأهيل العاملين في مجال الأدلة الجنائية الفلسطينية على أحدث تقنيات تحليل الشعر المجهري والكيميائي والوراثي.
4. تعزيز التعاون بين المختبرات الجنائية والمؤسسات الأكاديمية لتطوير البحث العلمي في مجال تحليل الشعر.
5. إدراج موضوع تحليل الشعر كأحد المحاور الأساسية في مناهج الطب الشرعي وعلوم الأدلة الجنائية.
6. إنشاء قواعد بيانات وراثية وطنية وإقليمية لدعم التعرف على الهوية في القضايا الجنائية والكوارث الجماعية.
7. ضرورة استخدام تحليل الشعر كدليل داعم وليس منفرداً في الإثبات الجنائي لضمان دقة النتائج.
8. تعزيز استخدام التقنيات الحديثة مثل الذكاء الاصطناعي في تحليل أنماط الشعر وتحسين دقة التشخيص الجنائي.
9. إجراء المزيد من الدراسات حول تأثير العوامل البيئية والتجميلية على نتائج تحليل الشعر.
10. تطوير التشريعات القانونية بما يواكب التطور العلمي في استخدام الأدلة البيولوجية، وخاصة الشعر.

11.تعزيز التعاون الدولي في تبادل الخبرات والمعايير المتعلقة بتحليل الشعر في الأدلة الجنائية.
12.دعم الأبحاث المستقبلية التي تركز على تطوير تقنيات أكثر حساسية ودقة في الكشف عن المواد الكيميائية داخل الشعر.

المراجع:

1- Rygaard, K., S. K. Hermansen, and M. K. K. Nielsen. 2025. " Hair Testing in Forensic Toxicology: Recent Insights From Root to Tip." Wiley Interdisciplinary Reviews: Forensic Science 7, no. 4: e70019. https://doi.org/10.1002/wfs2.70019.

2- أبو ظاهر، خالد طه (2025) الأدلة المادية الجنائية والبصمات المستحدثة والمقاييس الحيوية في العلوم الجنائية. شركة نسق للطباعة والتصميم. نابلس. فلسطين.

3- Fatima, T., Munawar, A., & Yaseen, J. (2024). Potential of hair analysis in the field of forensic sciences. *Forensic Insights and Health Sciences Bulletin*.

4 - كامل، مصطفى عبد اللطيف (1994) فحص الشعر في الأدلة الجنائية. مجلة الامن والقانون. المجلد 2: العدد 1. اكاديمية شرطة دبي. الامارات العربية المتحدة.

5 - الحمداني، نادية مصطفى حسين (2026) حجية أثر الشعر في الإثبات الجنائي. مجلة النهرين للعلوم القانونية. العدد الأول: المجلد 28. جامعة النهرين. كلية الحقوق. العراق

6- Boroda, A., & Gray, W. (2005). Hair analysis for drugs in child abuse. Journal of the Royal Society of Medicine, 98(7), 318–319. https://doi.org/10.1177/014107680509800709

7-García-Caballero, C., & Martínez-González, M. A. (2023). Children victims of drug abuser parents: Hair testing as a forensic tool to assess exposure-A cohort of 37 cases from Spain. Drug testing and analysis, 15(9), 941–952. https://doi.org/10.1002/dta.3478

8-Patricia E.J. Wiltshire, Hair as a source of forensic evidence in murder investigations,Forensic Science International,Volume 163, Issue 3,2006,Pages 241-248,ISSN 0379-0738, https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2006.06.070.)https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0379073806004543(

9- Florou, V. A., Manaprasertsak, A., Slyusarenko, M., Amend, S. R., Kazi, J. U., Hammarlund, E. U., & Pienta, K. J. (2025). Human hair as a diagnostic tool in medicine. Biochemistry and biophysics reports, 43, 102129. https://doi.org/10.1016/j.bbrep.2025.102129

10- Kintz P (2017b) Hair analysis in forensic toxicology: an updated review with aspecial focus on pitfalls. Curr Pharm Des 23:5480–5486

11-M. Usman, A. Naseer, Y. Baig, T. Jamshaid, M. Shahwar, and S. Khur-shuid, "Forensic Toxicological Analysis of Hair: A Review," EgyptianJournal of Forensic Sciences 9, no. 1 (2019): 17, https://doi.org/10.1186/s41935-019-0119-5.

(PDF) Segmental Hair Analysis of Diphenhydramine and Cyclizine Following a Single Dose. Available from: https://www.researchgate.net/publication/404410848_Segmental_Hair_Analysis_of_Diphenhydramine_and_Cyclizine_Following_a_Single_Dose [accessed Jul 08 2026].
12- Shrihari Sanap, Preet Kumar , Deepika Bhandari(2023) A Review on Forensic Toxicological Analysis of Drugs in Hair using Various Instrumental Techniques. International Journal of All Research Education and Scientific Methods (IJARESM), Volume 11, Issue https://www.ijaresm.com/uploaded_files/document_file/Shrihari_SanapcpwW.pdf
13- Hubbard J. A. (2025). Review on Toxicology Testing in Hair. The journal of applied laboratory medicine, 10(4), 983–1000. https://doi.org/10.1093/jalm/jfaf026
14- Funes, D. S. H., Bonilla, K., Baudelet, M., & Bridge, C. (2023). Morphological and chemical profiling for forensic hair examination: A review of quantitative methods. Forensic science international, 346, 111622. https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2023.111622
15- Deedrick, D.W. and S.L. Koch, Microscopy of hairpart 1: a practical guide and manual for human hairs.Forensic science communications, 2004. 6(1).
16- Sharma, S., Gupta, S., & Yadav, P. K. (2025). Trends in the Forensic Examination of Hair. International Journal of Trichology, 17(3), 173–190. https://doi.org/10.4103/ijt.ijt_89_24
17- Harshini, S. S., Veeraraghavan, V. P., Arthanari, A., Gayathri, R., Kavitha, S., Selvaraj, J., Reshma, P. K., & Dinesh, Y. (2022). Comparative study of male and female human hair: A microscopic analysis. Journal of advanced pharmaceutical technology & research, 13(Suppl 1), S297–S301. https://doi.org/10.4103/japtr.japtr_238_22 (Retraction published J Adv Pharm Technol Res. 2023 Jul-Sep;14(3):282. doi: 10.4103/2231-4040.382188.)
18- Ankad, B. S., Naidu, M. V., Beergouder, S. L., & Sujana, L. (2014). Trichoscopy in trichotillomania: a useful diagnostic tool. International journal of trichology, 6(4), 160–163. https://doi.org/10.4103/0974-7753.142856
19- Liu, Z., Simayijiang, H., Wang, Q., Yang, J., Sun, H., Wu, R., & Yan, J. (2023). DNA and protein analyses of hair in forensic genetics. International journal of legal medicine, 137(3), 613–633. https://doi.org/10.1007/s00414-023-02955-w
20- Pragst F, Hastedt M, Krumbiegel F, Herre S (2015) Hair analysis as a diagnosticand forensic tool in a social support system for families with underagechildren and drug abusing parents: a four year experience. Arab J ForensicSci Forensic Med 1:180–193 (PDF) Forensic toxicological analysis of hair: a review. Available from:

https://www.researchgate.net/publication/332713414_Forensic_toxicological_analysis_of_hair_a_review [accessed Jul 08 2026].
21- Mora, A. (2022). Stable carbon and nitrogen isotope analysis of archaeological human hair: Reconstructing diet and health of ancient individuals. J. Archaeological Science: Rep. 43, 103439.
(PDF) Cryptic carnivores: why feline hair makes cats (Felis catus) look vegan. Available from: https://www.researchgate.net/publication/400412703_Cryptic_carnivores_why_feline_hair_makes_cats_Felis_catus_look_vegan [accessed Jul 09 2026].
22- Kezic, S., Nunez, R., Babić, Ž., Hallmann, S., Havmose, M. S., Johansen, J. D., John, S. M., Macan, M., Symanzik, C., Uter, W., Weinert, P., Turk, R., Macan, J., & van der Molen, H. F. (2022). Occupational Exposure of Hairdressers to Airborne Hazardous Chemicals: A Scoping Review. International journal of environmental research and public health, 19(7), 4176. https://doi.org/10.3390/ijerph19074176
23- Del Ramírez Fernández, M. D. M., Barroso, M., & Andraus, M. (2025). Global Trends and Methodological Challenges in Hair Toxicology: A Survey-Based Analysis. Drug testing and analysis, 17(9), 1715–1720. https://doi.org/10.1002/dta.3879
24- Adav, S. S., & Ng, K. W. (2025). The multifaceted role of hair as a biospecimen: recent advances in precision medicine and forensic science. Experimental & molecular medicine, 57(10), 2234–2250. https://doi.org/10.1038/s12276-025-01548-4
25- Surya M K Surya,M.K (2025) Unraveling the Strand: A Comprehensive Review on the Forensic Significance of Microscopic Human Scalp Hair Analysis . International Journal for Multidisciplinary Research (IJFMR). Volume 7, Issue 6.