



Study of the Effect of Turmeric Root Extract (*Curcuma Longa L.*) on Liver and Kidney Tissues in Male Hamsters (*Hamster Cricetinae*) at Varying Doses

Mohamed O. Abokarsh ^{1*}, Najah B. Wali ², Fadia A. Abdulsadiq ³

¹ Department of Zoology, Faculty of Science, Alasmarya Islamic University, Zliten, Libya

^{2,3} Department of Biology, Faculty of Education, Elmargib University, Alkhums, Libya

**Corresponding author:* m.abokarsh@asmarya.edu.ly

Received: August 08, 2025

Accepted: October 09, 2025

Published: October 14, 2025

Abstract

Despite the well-documented health benefits of turmeric, the safety of consuming high doses over long periods remains uncertain. This study aimed to evaluate the histopathological alterations in the liver and kidneys induced by chronic exposure to turmeric root extract in male hamsters. A total of thirty-two adult male hamsters were randomly assigned to four groups ($n = 8$ per group). The control group received no treatment, while the other three groups received oral doses of turmeric extract at 750, 1000, and 1500 mg/kg/day for 60 consecutive days. At the end of the experiment, liver and kidney tissues were excised and processed for histological examination with hematoxylin and eosin (H&E) staining. The findings revealed a dose-dependent relationship between turmeric extract exposure and the severity of histopathological changes. In the liver, the low dose (750 mg/kg) caused mild vascular congestion, whereas higher doses (1000 and 1500 mg/kg) led to hepatocellular swelling, focal granular degeneration, and marked central congestion, with mild inflammatory infiltration and small necrotic foci at 1500 mg/kg. In the kidneys, glomerular congestion and tubular cell swelling were observed at moderate and high doses, with tubular granular degeneration and mild proteinaceous deposits at 1500 mg/kg. Chronic exposure to high doses (≥ 1000 mg/kg) of turmeric root extract induces significant histopathological changes in both the liver and kidneys, indicating cellular stress and tissue toxicity. These findings highlight the need for caution and for defining safe dose thresholds when using concentrated turmeric extracts over prolonged periods.

Keywords: Turmeric, Curcuma Longa, Liver, Kidney, Histopathological Changes, Hamster.

دراسة تأثير مستخلص جذور الكركم (*Curcuma longa L.*) على أنسجة الكبد والكلى في ذكور حيوانات الهاستر (*Hamster Cricetinae*) عند جرعات متباعدة

محمد عمر أبوكرش ^{1*}، نجاح بشير والي ²، فادية عبد النبي عبد الصادق ³

¹ قسم علم الحيوان، كلية العلوم، الجامعة الأسمورية الإسلامية، زليتن، ليبيا

^{2,3} قسم الأحياء، كلية التربية، جامعة المرقب، الخمس، ليبيا

الملخص

على الرغم من الفوائد الصحية الموثقة جيداً للكركم، إلا أن سلامة استهلاكه بجرعات عالية ولفترات طويلة لا تزال غير مؤكدة. هدفت هذه الدراسة إلى تقييم التغيرات النسيجية المرضية في الكبد والكلى الناتجة عن التعرض المزمن لمستخلص جذور الكركم في ذكور حيوانات الهاستر.

تم توزيع اثنين وثلاثين من ذكور الهاستر البالغة عشوائياً إلى أربع مجموعات (ثمانى حيوانات في كل مجموعة). لم تلتقط المجموعة الضابطة أي علاج، بينما تلقت المجموعات الثلاث الأخرى جرعات فموية من مستخلص الكركم بمستويات 750، 1000، و1500 ملغم/كغم لمرة ستين يوماً متتالية. في نهاية التجربة، استُخلصت أنسجة الكبد والكلى وتمت معالجتها للفحص النسيجي باستخدام صبغة الهيماتوكسيلين والأيوزين (H&E).

أظهرت النتائج وجود علاقة طردية بين جرعة المستخلص وشدة التغيرات النسيجية. في الكبد، سببت الجرعة المنخفضة (750 ملغم/كغم) احتقاناً وعائناً طفيفاً فقط، في حين أدت الجرعات الأعلى (1000 و1500 ملغم/كغم) إلى تورم الخلايا الكبدية وتتكسر حبيبي بؤري واحتقان مركري واضح، مع ارتباخ التهابي خفيف وبؤر تخرسية صغيرة عند أعلى جرعة. أما

في الكلى، فقد لوحظ احتقان كبيبي وتورم في الخلايا الأنبوية عند الجرعات المتوسطة والعالية، مصحوباً بتكس حبيبي أنبوبي ورواسب بروتينية خفيفة عند جرعة 1500 ملغم/كم. تشير هذه النتائج إلى أن التعرض المزمن لجرعات عالية (≤ 1000 ملغم/كم) من مستخلص جذور الكركم يؤدي إلى تغيرات نسيجية مرضية ملحوظة في كل من الكبد والكلى، مما يدل على وجود إجهاد خلوي وسمية نسيجية. وتؤكد هذه النتائج ضرورة توخي الحذر وتحديد حدود الجرعات الآمنة عند استخدام مستخلصات الكركم المركزة لفترات طويلة.

الكلمات المفتاحية: الكركم، الكبد، الكلى، التغيرات النسيجية، الهاستر.

المقدمة

يُعد نبات الكركم (*Curcuma longa*, L.) من أكثر التوابل والنباتات الطبية استخداماً حول العالم، حيث يشتهر بخصائصه المضادة للأكسدة والالتهاب التي تعزى بشكل رئيسي لمركب الكركمين [1]. يستخدم الكركم على نطاق واسع في الطب التقليدي والحديث للوقاية من العديد من الأمراض ومعالجتها [2].

على الرغم من هذا السجل الحافل من الفوائد، فإن الإفراط في تناول المستخلصات المركزة منه أو استخدامها لفترات ممتدة يثير تساؤلات حول سلامتها وسميتها العضوية. تبرز الكبد والكلى كأعضاء مستهدفة رئيسية للسمية المحتملة، نظراً لدورهما المركزي في استقلاب وطرح المركبات الدوائية والغذائية [3].

في حين ركزت العديد من الدراسات السابقة على المؤشرات البيوكيميائية للسمية [4]، فإن التقييم النسيجي المباشر يظل المعيار الذهبي لاكتشاف التلف الخلوي والبنيوي المبكر الذي قد لا تتعكس تغيراته بشكل فوري في التحاليل الكيميائية الحيوية. تقدم الفحوصات النسيجية رؤى لا تقدر بثمن حول التأثيرات البنية للمواد الفعالة على الأنسجة [5].

لذلك، هدفت هذه الدراسة إلى سد هذه الفجوة من خلال تقييم منهجي وشامل للتغيرات النسيجية في الكبد والكلى لدى ذكور الهاستر بعد تعرضها المزمن (60 يوماً) لجرعات متضاعدة من مستخلص جذور الكركم الكامل، مما يوفر تقييماً مباشراً لسلامته النسيجية.

المواد والطرق

تحضير المستخلص:

تم الحصول على جذور الكركم الطازجة من مصادر محلية موثوقة من مدينة زليتن. بعد الغسل والتجميف في الظل، طحنت الجذور لتصبح مسحوقاً ناعماً. حضر المستخلص الهيدروكحولي (ماء: إيثanol 50:50 حجماً إلى حجم تركيز الإيثانول 37%) باستخدام طريقة النقع مع التحرير المتقطع لمدة 48 ساعة، يليه الترشيح والتركيز باستخدام المبشر الدوار تحت تفريغ [6].

الحيوانات والتجربة:

استخدمت 32 من ذكور الهاستر السوري البالغة (وزن 190-250 جم). أبقيت الحيوانات في ظروف قياسية (درجة حرارة $22\pm 2^{\circ}\text{C}$ ، دورة ضوئية 12/12 ساعة) مع توفر الماء والغذاء ad libitum. وزعت الحيوانات عشوائياً إلى 4 مجموعات (ن=8):

▪ المجموعة الضابطة: تلقت مذيب المستخلص (الماء).

▪ المجموعات المعالجة: تلقت المستخلص عن طريق الفم بجرعات 750، 1000، و 1500 مجم/يوم لمدة 60 يوماً متتالياً.

التحضيرات النسيجية:

بعد 24 ساعة من الجرعة الأخيرة، تم التضحية بالحيوانات تحت التخدير. استؤصلت أنسجة الكبد والكلى فوراً وغمرت في محليل التثبيت. ثبتت العينات في الفورمالين المحايد 10% لمدة 24 ساعة. بعد ذلك، معالجة الأنسجة بطريقة التقليدية: التجفيف، التشغيف، التضمين في البارافين. قطعت الشرائح بسمك 5 ميكرومتر ثم صبغت بصبغة H&E القياسية للفحص تحت المجهر الضوئي [7].

التحليل النسيجي:

تم إجراء الشخص النسيجي المجهرى للشرائح في قسم الباثولوجيا النسيجية بمستشفى مصراتة الطبي. حيث فحصت جميع الشرائح المصبوغة بصبغة H&E بواسطة أخصائي نسيج لتقدير التغيرات المرضية في أنسجة الكبد والكلى.

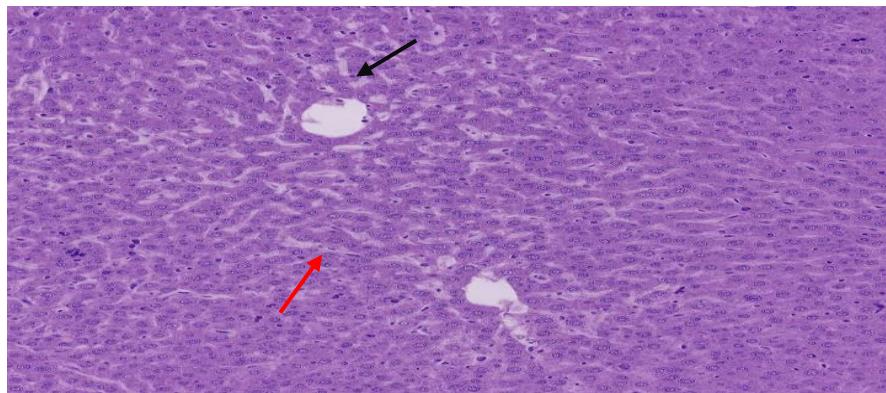
الإذن الأخلاقي:

تمت جميع الإجراءات التجريبية المتعلقة بالحيوانات وفقاً للمعايير الأخلاقية المعتمدة من قبل لجنة أخلاقيات البحث في كلية العلوم، الجامعة الأسمورية الإسلامية، زليتن، ليبيا (رقم الموافقة: AEC-2025-04).

النتائج

1. التغيرات النسيجية في الكبد (المجموعة الضابطة)

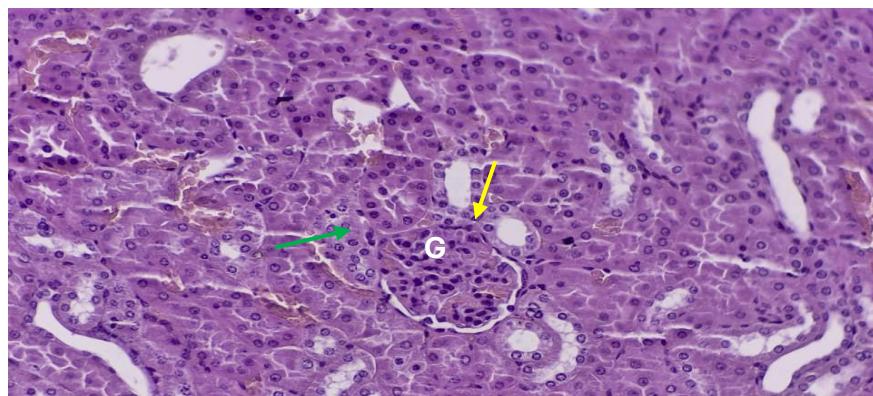
كشف الفحص النسيجي المجهرى للعينات المأخوذة من المجموعة الضابطة عن وجود بنى نسيجية طبيعية وسليمة في كل من الكبد والكلى. في النسيج الكبدي (الشكل 1)، أظهرت الفصيصات الكبدية تركيباً سليماً، مع وجود حال كبدية منتظمة تشع من الأوردة المركزية (السهم الأسود). الخلايا الكبدية ظهرت سليمة المظاهر، ذات أنوية مركبة واضحة (رأس السهم الأحمر) وسيتوبرلامز متجانس، مع عدم ملاحظة أي دلائل على الاحتقان الوعائي أو التنكس أو الالتهاب.



الشكل 1. نسيج كبدي -المجموعة الضابطة. توضح الصورة البنية الطبيعية لفصيص الكبدي، مع الوريد المركزي (السهم الأسود) والحبال الكبدية المنتظمة ذات الخلايا السليمة التي تتميز بأنوية واضحة (رأس السهم الأحمر). (الصبغة: H&E. شريط المقياس: 5 ميكرومتر)

2. التغيرات النسيجية في الكلى (المجموعة الضابطة)

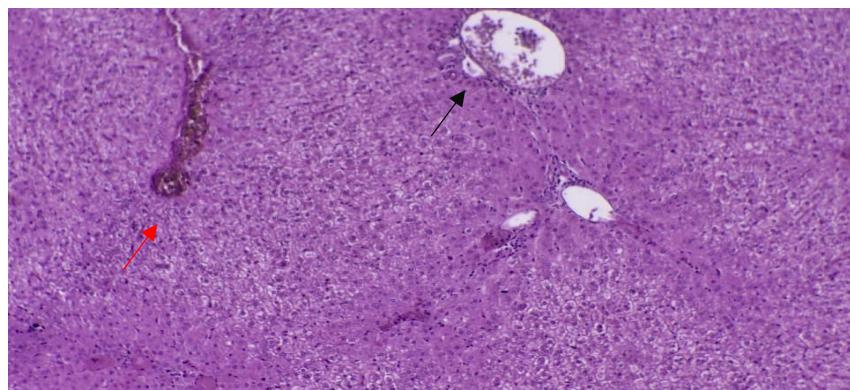
أما في النسيج الكلوي (الشكل 2)، فقد لوحظت كبيبات كلوية سلية ومحاطة بمحفظة بومان واضحة المعالم (السهم الأخضر). كما أظهرت الأنابيب الكلوية، القريبة منها والبعيدة، خلايا ظهارية مكعبية سلية ذات أنوية واضحة (رأس السهم الأصفر) ولمعة منتظمة، دون أي مؤشرات على التورم الخلوي أو وجود روابط أنوية.



الشكل 2. نسيج كلوي -المجموعة الضابطة. تظهر الكبيبة الكلوية السليمة (G) محاطة بمحفظة بومان (السهم الأخضر)، والأنابيب الكلوية المبطنة بخلايا ظهارية سلية ذات أنوية واضحة (رأس السهم الأصفر). (الصبغة: H&E. شريط المقياس: 5 ميكرومتر)

3. التغيرات النسيجية في الكبد (جرعة 750 مجم/كجم)

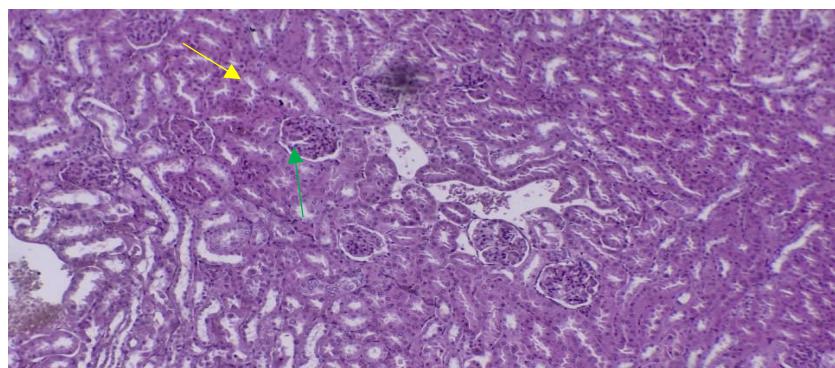
كشف الفحص النسيجي المجهرى للعينات المأخوذة من المجموعة المعالجة بجرعة 750 مجم/كجم عن وجود تغيرات نسيجية طفيفة في أنسجة الكبد. في النسيج الكبدي (الشكل 3)، أظهرت الفصيصات الكبدية احتقاناً وعانياً طفيفاً في الأوردة المركزية والجيوب الكبدية (السهم الأسود). الخلايا الكبدية ظهرت متورمة قليلاً (رأس السهم الأحمر) مع احتفاظها بشكلها العام، مع عدم ملاحظة أي دلائل على التنكس أو الالتهاب الواضح.



الشكل 3. نسيج كبدي -جرعة 750 مجم/كجم. توضح الصورة التغيرات الطفيفة في الفصيص الكبدي، مع وجود احتقان وعائي خفيف في الوريد المركزي والجذور الكبدية (السهم الأسود) وتورم بسيط في الخلايا الكبدية (رأس السهم الأحمر).
(الصبغة: H&E. شريط المقياس: 5 ميكرومتر)

4. التغيرات النسيجية في الكلى (جرعة 750 مجم/كجم)

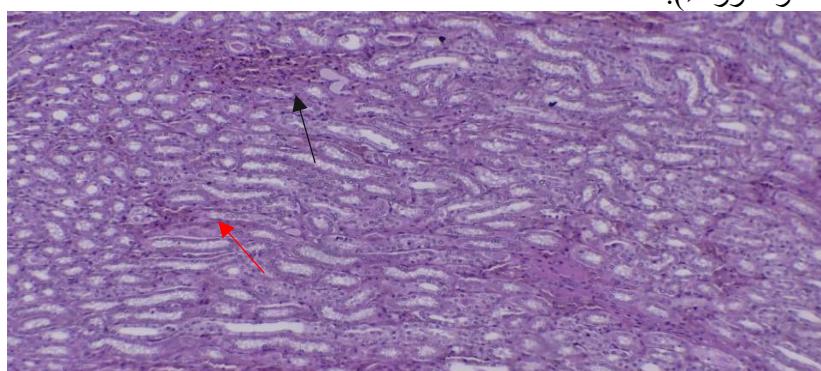
أما في النسيج الكلوي (الشكل 4)، فقد لوحظت كبيبات كلوية محتقنة بشكل طفيف (السهم الأخضر). كما أظهرت الأنابيب الكلوية خلايا ظهارية متورمة قليلاً (رأس السهم الأصفر) مع احتفاظها ببنيتها الأساسية، دون أي مؤشرات على وجود رواسب أنبوبية أو تتكس خلوي واضح.



الشكل 4. نسيج كلوي -جرعة 750 مجم/كجم. تظهر الكبيبة الكلوية المحتقنة بشكل طفيف (السهم الأخضر)، والأنابيب الكلوية المبطنة بخلايا ظهارية متورمة قليلاً (رأس السهم الأصفر). (الصبغة: H&E. شريط المقياس: 5 ميكرومتر).

5. التغيرات النسيجية في الكبد (جرعة 1000 مجم/كجم)

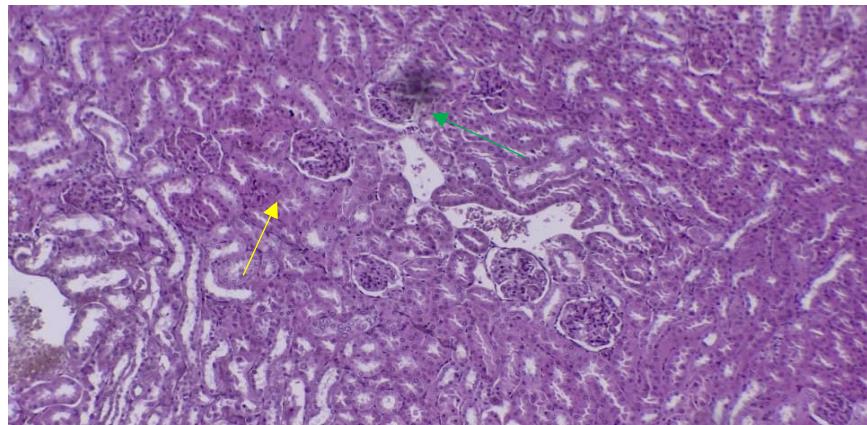
كشف الفحص النسيجي المجهري للعينات المأخوذة من المجموعة المعالجة بجرعة 1000 مجم/كجم عن وجود تغيرات نسيجية متوسطة في أنسجة الكبد. في النسيج الكبدي (الشكل 5)، أظهرت الفصيصات الكبدية احتقاناً وعائياً واضحاً في الأوردة المركزية (السهم الأسود)، مع تورم خلوي كبدي ملحوظ (رأس السهم الأحمر) وبداية ظهور تتكس حبيبي في سينوبلازم الخلايا (الدائرة الزرقاء).



الشكل 5. نسيج كبدي -جرعة 1000 مجم/كجم. توضح الصورة تغيرات نسيجية متوسطة في الفصيص الكبدي، مع وجود احتقان وعائي واضح في الوريد المركزي (السهم الأسود)، وتورم خلوي كبدي ملحوظ (رأس السهم الأحمر)، وبداية ظهور تتكس حبيبي في سينوبلازم الخلايا (الدائرة الزرقاء). (الصبغة: H&E. شريط المقياس: 5 ميكرومتر)

6. التغيرات النسيجية في الكلى (جرعة 1000 مجم/كجم)

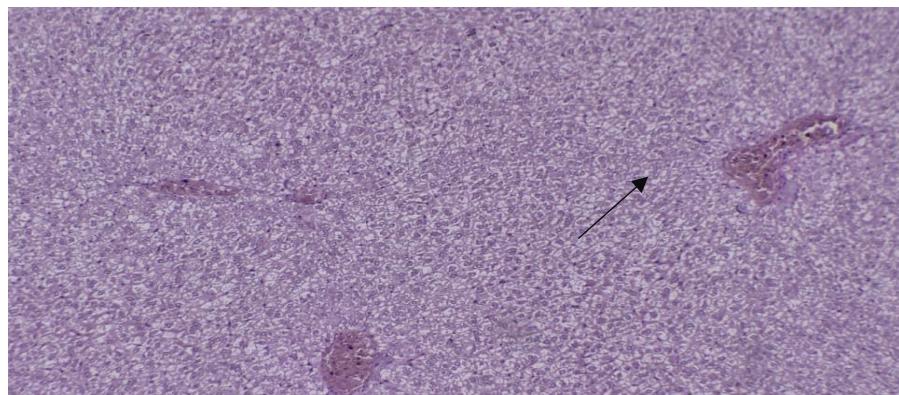
أما في النسيج الكلوي (الشكل 6)، فقد لوحظ احتقان كبيبي واضح (السهم الأخضر) مع تورم متوسط في الخلايا الظهارية للأنابيب الكلوية (رأس السهم الأصفر). كما ظهر تضيق في التجويف الداخلي لبعض الأنابيب نتيجة التورم الخلوي.



الشكل 6. نسيج كلوي - جرعة 1000 مجم/كجم. تظهر الصورة احتقاناً كبيبياً واضحاً (السهم الأخضر)، وتوسعاً في محفظة بومان، وتورماً متوسطاً في الخلايا الظهارية للأنابيب الكلوية (رأس السهم الأصفر). (الصبغة: H&E. شريط المقاييس: 5 ميكرومتر)

7. التغيرات النسيجية في الكبد (جرعة 1500 مجم/كجم)

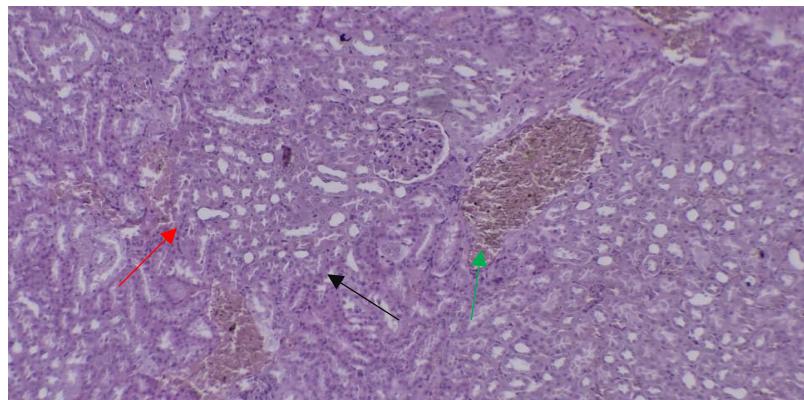
كشف الفحص النسيجي المجهري للعينات المأخوذة من المجموعة المعالجة بجرعة 1500 مجم/كجم عن وجود تغيرات نسيجية شديدة في أنسجة الكبد في النسيج الكبدي (الشكل 7)، أظهرت الفصيصات الكبدية احتقاناً وعائياً شديداً في الأوردة المركزية (السهم الأسود)، مع تتكس حبيبي واسع الانتشار ووجود بؤر تخرية. كما لوحظ ارتشاح التهابي حول المناطق المركزية.



الشكل 7. نسيج كبدي - جرعة 1500 مجم/كجم. توضح الصورة تغيرات نسيجية شديدة في الفصيص الكبدي، مع وجود احتقان وعائي شديد في الوريد المركزي (السهم الأسود)، وتتكس حبيبي واسع الانتشار، وبؤر تخرية وارتشاح التهابي حول المناطق المركزية. (الصبغة: H&E. شريط المقاييس: 5 ميكرومتر)

8. التغيرات النسيجية في الكلى (جرعة 1500 مجم/كجم)

أما في النسيج الكلوي (الشكل 8)، فقد لوحظ تتكس حبيبي واضح في الخلايا الأنبوية (الدائرة الزرقاء)، مع احتقان وعائي شديد (السهم الأسود) وتورم خلوي بارز في الظهارة الأنبوية (رأس السهم الأحمر). كما ظهرت روابط بروتينية داخل التجويف الداخلي فن بعض الأنابيب (السهم الأخضر).



الشكل 8. نسيج كلوي - جرعة 1500 مجم/كجم. تظهر الصورة تتكسّاً حبيبياً في الخلايا الأنبوية واحتقاناً وعائياً شديداً (السهم الأسود)، وتورماً خلويّاً بارزاً في الظهارة الأنبوية (رأس السهم الأحمر)، ورواسب بروتينية داخل التجويف الداخلي فن الأنابيب (السهم الأخضر). (الصبغة: H&E. شريط المقياس: 5 ميكرومتر)

المناقشة

كشفت نتائج هذه الدراسة عن وجود علاقة طردية واضحة بين جرعة مستخلص جذور الكركم ومدى التلف النسيجي في كل من الكبد والكلى، حيث تدرج التغيرات من احتقان وعائي طفيف عند الجرعة المنخفضة (750 مجم/كجم) إلى تتكس خلوي واضح وتترخّر عند الجرعة العالية (1500 مجم/كجم). يؤكد هذا التدرج على الطبيعة المعتمدة على الجرعة للسمية النسيجية للمستخلص [6].

في الكبد، يتوافق التسلسل الملاحظ للضرر - من الاحتقان الوعائي إلى التورم الخلوي فالتكس الحبيبي والتترخّر - مع الآلية المقترنة للسمية الكبدية للكركمين التي تشمل إجهاداً تأكسدياً ناتجاً عن تراكم المركبات الفينولية النشطة في الخلايا الكبدية [8]. يُعتقد أن هذه المركبات تتدخل في وظائف الغشاء الخلوي والميتوكوندريا، مما يؤدي إلى اختلال التوازن الأيوني وتبدل في نفاذية الأغشية [9].

تتوافق نتائجنا مع دراسة [9] التي وجدت أن الجرعات العالية من الكركمين تسبب تتكساً دهنياً وارتضاحاً التهابياً في أنسجة كبد الجرذان. كما تدعمها دراسة [10] التي أشارت إلى احتمال تسبب الجرعات العالية من الكركم في تأثيرات سلبية على الكبد. وتنتفق أيضاً مع ما توصلت إليه دراسة [11] التي حذرت من أن الاستخدام المزمن للكركم بجرعات عالية قد يؤدي إلى تغيرات نسيجية في الكبد.

في الكلى، كان نمط السمّية بارزاً في الخلايا الأنبوية، حيث بدأ بتورم طفيف في الظهارة الأنبوية عند الجرعة المنخفضة وتطور إلى تتكس حبيبي ورواسب بروتينية عند الجرعة العالية. يشير هذا النمط إلى إصابة أنبوية انتقائية، مما يدعم فرضية أن نواتج استقلاب الكركمين تتركز في الخلايا الأنبوية ذات النشاط الإفرازي والامتصاصي العالي [12]. وهذا يتوافق مع دراسة [13] التي وجدت أن المستخلصات النباتية يمكن أن تسبّب تلفاً أنبوياً كلويّاً في نماذج حيوانية.

تفسر هذه النتائج التغيرات الكيميائية الحيوية المسجلة في الدراسات السابقة، حيث أن الضرر الأنبوبي يمكن أن يسبق الخل الوظيفي الكبيبي [14]. كما توضح الدراسة الحالية أن التغيرات النسيجية يمكن أن تكون أكثر حساسية من المؤشرات الكيميائية الحيوية في الكشف المبكر عن السمّية الكلوية.

الاستنتاجات

تؤكّد النتائج التي تم الحصول عليها في هذه الدراسة وجود علاقة طردية واضحة بين التعرض المزمن لمستخلص جذور الكركم (*Curcuma longa L.*) وظهور تغيرات نسيجية مرضية في كل من الكبد والكلى لدى ذكور حيوانات الأقداد (الهامستر). حيث أسفرت المعاملة اليومية لمدة 60 يوماً عن ظهور سمة جرعة-استجابة مميزة، تجلّت في تدرج شديد الوضوح في شدة التلف النسيجي.

في النسيج الكبدي، تطورت التغيرات المرضية من مجرد احتقان وعائي طفيف عند الجرعة المنخفضة (750 مجم/كجم)، إلى تتكس حبيبي واضح وفقدان جزئي للبنية المعمارية لفصوصات الكبدية عند الجرعة المتوسطة (1000 مجم/كجم)، وصولاً إلى ظهور بور تترخّرية وارتضاحات التهابية عند الجرعة العالية (1500 مجم/كجم). هذه التسلسلات المرضية تشير بقوة إلى حدوث إجهاد تأكسدي خلوي وتلف في الميتوكوندريا، مما يدعم الفرضيات القائلة بآلية السمّية الخلوية للمركبات الفينولية المركزية.

أما في النسيج الكلوي، فقد انعكست هذه العلاقة الجرعية في تطور الإصابة من احتقان كبيبي بسيط إلى تتكس خلوي واضح في الأنابيب الكلوية، مع ظهور رواسب بروتينية داخل التجويف الأنبوبي. هذه المشاهدات تشير إلى تأثير الوظيفة الأنبوية الانتقائية بشكل أكبر من الوظيفة الكببية، مما يدعم فرضية التراكم الانتقائي لمستقبلات المستخلص في الخلايا الأنبوية ذات النشاط الأيضي العالي.

وبشكل حاسم، حددت هذه الدراسة عنبة سمية نسيجية حرجة عند الجرعة 1000 مجم/كجم/يوم، حيث أصبح التلف النسيجي واضحاً ومستديماً. هذه العنبة تمثل نقطة مرجعية مهمة لتحديد النافذة العلاجية الآمنة لمستخلص الكركم.

بناءً على هذه النتائج، يمكن الاستنتاج أن الاستخدام المزمن لمستخلص جذور الكركم بجرعات عالية يحمل مخاطر حقيقة على سلامة الأنسجة الكبدية والكلوية، مما يستدعي ضرورة التقييم الدقيق للجرعات والمدة الزمنية للاستخدام، والتأكيد على أن الخصائص الطبيعية لمستخلص لا تضمن سلامته عند استخدام بتراكيز عالية ولمدد ممتدة.

المراجع

1. Zhou, H., Beevers, C. S., & Huang, S. (2011). The targets of curcumin. *Current Drug Targets*, 12(3), 332–347.
2. Bruck, R., Ashkenazi, M., Weiss, S., Goldiner, I., Shapiro, H., Aeed, H., et al. (2007). Prevention of liver cirrhosis in rats by curcumin. *Liver International*, 27(3), 373–383.
3. Soleimani, V., Sahebkar, A., & Hosseinzadeh, H. (2018). Turmeric (*Curcuma longa*) and its major constituent (curcumin) as nontoxic and safe substances. *Phytotherapy Research*, 32(6), 985–995.
4. Smith, T. J., & Ashar, B. H. (2019). Iron deficiency anemia due to high-dose turmeric. *Cureus*, 11(1), e3862.
5. Gunter, M. J., et al. (2016). Curcumin and kidney function: A systematic review. *Journal of Renal Nutrition*, 26(5), e23–e31.
6. Khorsandi, L., Orazizadeh, M., & Niazvand, F. (2017). Effects of curcumin on titanium dioxide nanoparticles-induced hepatotoxicity in rats. *Iranian Journal of Basic Medical Sciences*.
7. Panda, V., Ashar, H., & Srinath, S. (2017). Antioxidant and hepatoprotective effect of *Garcinia indica* fruit rind in carbon tetrachloride-induced liver injury in Wistar rats. *Journal of Complementary and Integrative Medicine*, 14(3). *Sciences*, 20(8), 920–927.
8. García-Niño, W. R., & Pedraza-Chaverri, J. (2014). Protective effect of curcumin against heavy metals-induced liver damage. *Food and Chemical Toxicology*, 69, 182–201.
9. Hosseini, A., & Hosseinzadeh, H. (2018). Antidotal or protective effects of *Curcuma longa* (turmeric) and its active ingredient, curcumin, against natural and chemical toxicities: A review. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 99, 411–421.
10. Verma, M., et al. (2021). Turmeric production, composition and its non-conventional uses: A review. *The Pharma Innovation Journal*, 10(12), 2757–2762.
11. Abdel-Daim, M. M., et al. (2019). Nephroprotective efficacy of curcumin against arsenic-induced renal injury in rats. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(26), 26857–26865.
12. Trujillo, J., et al. (2013). Renal protective effect of curcumin in cisplatin-induced nephrotoxicity in rats. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 65(6), 872–881.
13. Jagetia, G. C., & Aggarwal, B. B. (2007). "Spicing up" of the immune system by curcumin. *Journal of Clinical Immunology*, 27(1), 19–35.
14. Hussain, Z., Waheed, M., Ahmad, S., & Parveen, R. (2015). Effect of curcumin on hematological parameters in iron deficiency anemia. *Pakistan Journal of Physiology*, 11(2), 21–25.