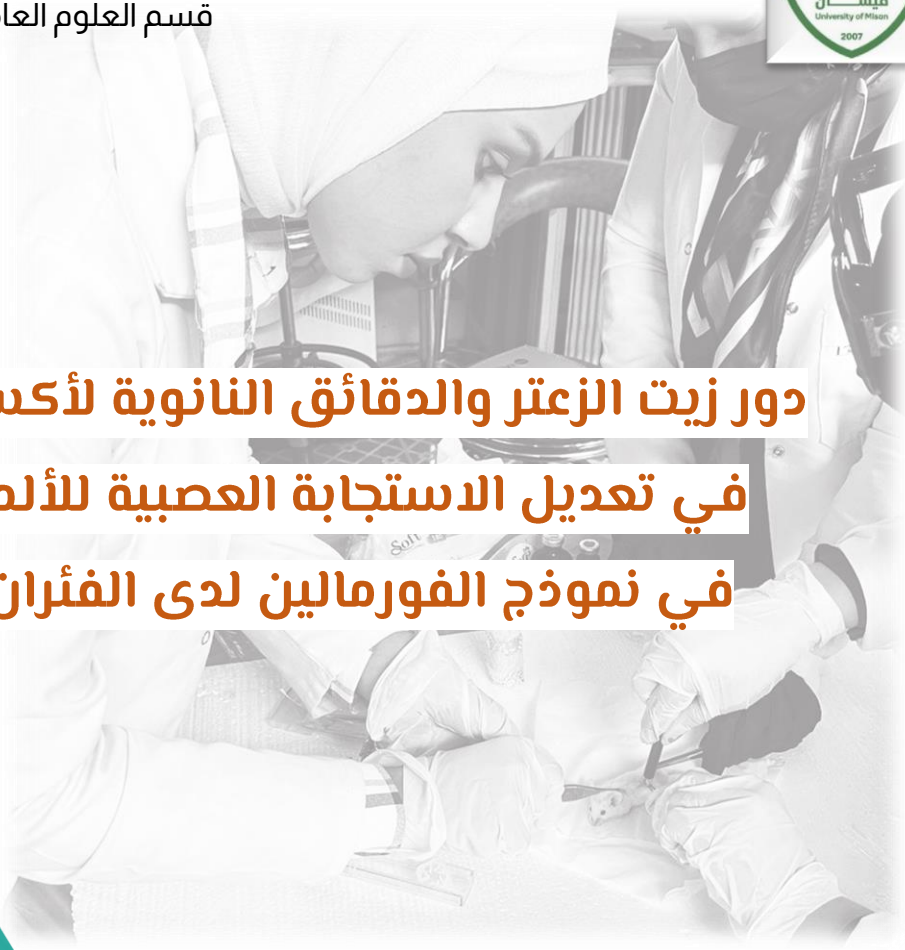
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة ميسان / كلية التربية الأساسية
قسم العلوم العامة



دور زيت الزعتر والدقائق النانوية لأكسيد السيريوم في تعديل الاستجابة العصبية للألم المستحث في نموذج الفورمالين لدى الفئران المختبرية

2026
1447هـ

بحث مقدم إلى مجلس قسم العلوم العامة
في كلية التربية الأساسية / جامعة ميسان
وهو جزء من متطلبات نيل درجة البكالوريوس

من قبل الطالبات

زهراء عقيل مسلم
زينب جميـــل جلود
زهراء زيـــــاد بشار

اشراف

أ.م. سارة طعمة السراي

بسم الله الرحمن الرحيم

الاهداء...

سلامٌ على الذين نبتوا من طين العراق،

فكانوا " حشداً " حين اشتدّ ظلام الخوف،

وكانوا فجرًا حين انقطع الرجاء

أصغوا لنداء الأرض، كأنّه يعلو من تحت أقدام الغزاة،

فلبّوا النداء بالدم، لا بالكلمات

صعدوا إلى الله،

يحملون في جيوبهم تراب السواتر،

وفي ثنايا ثيابهم عبق أمهاتهم،

وتركوا خلفهم دنيا لا تليق بفرسانٍ مثلهم

هم أحياءٌ عند ربهم،

وأحياءٌ في كل شبرٍ

استعاد أنفاسه بفضل نزيفهم

إلى شهداء العقيدة والشرف نهدي ثمرة جهدنا المتواضع

الباحثات

الشكر والتقدير

الحمد لله الذي أفتتح كتابه بالحمد فقال (الحمد لله رب العاملين)، سبحانه، خلقنا ولم نكن قبل الخلق شيئاً، ووهبنا سمعاً وبصراً وعقلاً وفؤاداً، نحمده أناء الليل وأطراف النهار على نعمه وجزيل عطائه، وصلى الله على نبينا وحبيبنا المصطفى محمد وعلى آله الطيبين الطاهرين ...

فـلا يسعنا بعد حمد الله والثناء عليـه إلا أن نعترف بالفضل والامتنـان إلى والدينا الكرام اللذان لولا دعائهم ما وصلنا لما نحن فيه، والشكر موصول إلى مشرفة البحث (أ.م. سارة طعمة السرّاي) التي كانت نعم العون لنا في تـوجيهاتها العلمية القيّمة، لتسهيل مهمة البحث فجزاها الله خير الجزاء ووفقها لمواصلـة العطاء العلمي.

ونقدم شكرنا وتقديرنا إلى كل الأساتذة الكرام في كلية التربية الأساسية ـ قسم العلوم العامة، الذين احتضنونا طيلة فترة الدراسة التي دامت أربعة سنوات. كما ونشكر كل من مد يد العون لنا في حياتنا ودراستنا، أهلنا .. وأساتذتنا .. وأصدقائنا جميعاً إليكم فائق الشكر والتقدير ...

الطالبات

المحتويات

ت	الموضوع	الصفحة
1	الخلاصة	1
2	الفصل الأول: المقدمة واستعراض المراجع	4 – 1
3	الفصل الثاني: مواد العمل وطرائقه	8 – 5
4	الفصل الثالث: النتائج	14 – 9
5	الفصل الرابع: المناقشة	16 – 15
6	الاستنتاجات والتوصيات	17
7	المصادر	18

الملخص

يهدف هذا البحث إلى دراسة تأثير أكسيد السيريوم النانوي وزيت الزعتر على الاستجابة للألم باستخدام اختبار الفورمالين في الفئران. أُجريت التجربة على ثلاث مجاميع، حيث تمثل المجموعة الأولى السيطرة الإيجابية التي حُقنت بالفورمالين بتركيز 2% في باطن القدم الخلفية اليمنى، بينما حُقنت المجموعة الثانية بأكسيد السيريوم النانوي ثم بالفورمالين بعد ساعة، في حين جُرّعت المجموعة الثالثة بزيت الزعتر عن طريق الفم ثم حُقنت بالفورمالين بعد ساعة.

تم تقييم الاستجابة للألم من خلال حساب عدد مرات لعق الفئران للقدم المحقونة خلال فترات زمنية مختلفة (5، 15، 30، 45، 60 دقيقة). أظهرت النتائج أن مجموعة الفورمالين سجلت أعلى عدد من اللعقات، بينما انخفض عدد اللعقات في المجموعات المعالجة، حيث أظهرت مجموعة أكسيد السيريوم النانوي تأثيرًا مسكنًا، في حين أظهرت مجموعة زيت الزعتر تأثيرًا أقوى في تقليل الاستجابة للألم.

أظهر التحليل الإحصائي باستخدام اختبار ANOVA وجود فروق معنوية بين المجاميع، خاصة في الأوقات الوسطية من التجربة. وتشير هذه النتائج إلى أن كلًا من أكسيد السيريوم النانوي وزيت الزعتر يمتلكان تأثيرًا مسكنًا للألم، مع تفوق واضح لزيت الزعتر.

يُستنتج من هذه الدراسة أن استخدام المواد الطبيعية والنانوية قد يمثل خيارًا واعدًا لتقليل الألم، مما يستدعي إجراء دراسات إضافية لفهم آلية عملها بشكل أعمق.

الفصل الأول
المقدمـــــة

يُعد الألم (Pain) من أهم الاستجابات الحيوية في الجسم، حيث يعمل كإشارة تحذيرية تدل على وجود ضرر في الأنسجة، ويساهم في حماية الجسم من العوامل الضارة. ينتقل الإحساس بالألم عبر ألياف عصبية متخصصة مثل ألياف **Aδ** و **C** إلى الجهاز العصبي المركزي، مما يؤدي إلى ظهور استجابات سلوكية تهدف إلى تقليل الضرر .(Moss, 2020) وغالبًا ما يرتبط الألم بحدوث الالتهاب، والذي يُعد استجابة طبيعية تسهم في الحفاظ على الاتزان الداخلي (Homeostasis) وتعزيز عملية إصلاح الأنسجة، إلا أن استمرار الالتهاب قد يؤدي إلى تلف الأنسجة وتطور حالات مرضية مزمنة.(Morris et al., 2022)

يُستخدم **اختبار الفورمالين (Formalin test)** بشكل واسع في الدراسات الحيوانية لدراسة الألم، نظرًا لقدرته على محاكاة مرحلتين مميزتين من الاستجابة الألمية، هما المرحلة المبكرة الناتجة عن التنبيه المباشر للنهايات العصبية، والمرحلة المتأخرة المرتبطة بإفراز الوسطاء الالتهابيين. ويُعد هذا الاختبار من النماذج المهمة لتقييم فعالية المواد المسكنة والمضادة للالتهاب، حيث يتم حقن الفورمالين في باطن القدم الخلفية للحيوان، ويتم قياس شدة الألم من خلال السلوكيات الظاهرة مثل لعق القدم المصابة.

على الرغم من توفر العديد من الأدوية المسكنة، خاصة الأدوية الأفيونية، إلا أن استخدامها قد يرتبط بآثار جانبية غير مرغوبة مثل الإدمان والتأثير على الجهاز العصبي، مما يدفع الباحثين إلى البحث عن بدائل علاجية أكثر أمانًا وفعالية.(Moss, 2020)

في هذا السياق، برزت **الجسيمات النانوية لأكسيد السيريوم (CeO_2-NPs)** كأحد العوامل الواعدة في المجال الطبي، نظرًا لامتلاكها خصائص مضادة للأكسدة ومضادة للالتهاب. حيث تمتلك هذه الجسيمات القدرة على تنظيم التوازن التأكسدي داخل الخلايا من خلال التفاعل مع أنواع الأوكسجين التفاعلية، مما يساهم في تقليل الإجهاد التأكسدي المرتبط بالألم والالتهاب .(Mostaar et al., 2024; Nur & Caylak, 2024) كما أظهرت دراسات أخرى أن هذه الجسيمات يمكن أن يكون لها دور في التأثير على آليات الألم على المستوى المركزي، مما يعزز من أهميتها كخيار علاجي محتمل (Monroy-Ramirez et al., 2025).

من جهة أخرى، يُعد **زيت الزعتر (Thymus vulgaris)** من المواد الطبيعية المهمة التي تمت دراستها لاحتوائه على مركبات فعالة مثل **الثيمول (Thymol) والكرافاكرول (Carvacrol)** ، والتي تمتلك خصائص مضادة للالتهاب ومسكنة للألم. ويُعتقد أن هذه المركبات تعمل من خلال التأثير على القنوات العصبية المرتبطة بالإحساس بالألم مثل **TRPA1**، مما يساهم في تقليل الإشارات العصبية المرتبطة بالألم .(Mukaiyama et al., 2020) كما أظهرت دراسات أخرى أن زيت الزعتر يمتلك نشاطًا حيويًا عاليًا نتيجة تركيبته الكيميائية الغنية، مما يجعله خيارًا طبيعيًا واعدًا في تقليل الألم والالتهاب ,Moualla & Naser) 2015; Monsef et al., 2024).

وبالإضافة إلى ذلك، فإن استخدام المواد الطبيعية والنانوتكنولوجية في معالجة الألم يمثل اتجاهًا حديثًا في الأبحاث الطبية، حيث يهدف إلى تقليل الآثار الجانبية وتحسين فعالية العلاج، مما يعزز من أهمية دراسة هذه المواد في النماذج الحيوانية المختلفة.

بناءً على ما سبق، تهدف هذه الدراسة إلى تقييم تأثير أكسيد السيريوم النانوي وزيت الزعتر على الاستجابة للألم باستخدام اختبار الفورمالين في الفئران، وذلك من خلال دراسة التغيرات السلوكية المرتبطة بالألم، مثل عدد مرات لعق باطن القدم المحقونة خلال فترات زمنية مختلفة، لمعرفة مدى فعالية هذه المواد في تقليل الألم.

الفصل الثانـي

المواد وطرق العمل

حيوانات التجربة:

أُجريت التجربة على فئران مختبرية، حيث تم تقسيمها إلى ثلاث مجاميع، وكل مجموعة تضم أربعة فئران. تم تقسيم الحيوانات إلى ثلاث مجاميع كما يلي:

- المجموعة الأولى (السيطرة الإيجابية) :حُقنت بالفورمالين بتركيز 2% في باطن القدم الخلفية اليمنى لتحفيز الألم .
- المجموعة الثانية :حُقنت بأكسيد السيريوم النانوي، ثم بعد ساعة واحدة حُقنت بالفورمالين بتركيز 2% في باطن القدم الخلفية اليمنى .
- المجموعة الثالثة :جُرِّعت بزيت الزعتر بتركيز 100%عن طريق الفم، ثم بعد ساعة واحدة حُقنت بالفورمالين بتركيز 2% في باطن القدم الخلفية اليمنى .

مواد التجربة وطريقة التجريع:

استُخدمت في التجربة المواد التالية:

- الفورمالين بتركيز 2% (شكل 1).
- أكسيد السيريوم النانوي بتركيز 600 ميكروغرام/مل (Sigma-Aldrich, USA).
- زيت الزعتر بتركيز 100% (Thyme oil-Kukka, UK)، (شكل 2).

تم تحضير المحاليل المستعملة بالتجربة باستعمال المحلول الفسيولوجي (Normal Saline 0.9%).

تم إعطاء جميع المواد بحجم ثابت قدره 50 ميكروليتر لكل حيوان باستخدام سرنجة إنسولين (حجم 1 مل)، كما يلي:

- الفورمالين وأكسيد السيريوم: حقن تحت الجلد في باطن القدم الخلفية اليمنى.
- زيت الزعتر: إعطاء فموي.

قياس الاستجابة للألم:

تم تقييم الاستجابة للألم من خلال حساب عدد مرات لعق الفأر لِباطن القدم الخلفية اليمنى المحقونة بالفورمالين.

وُضع كل حيوان بشكل منفصل داخل حافظة شفافة، وتمت مراقبته باستخدام عداد إلكتروني لتسجيل عدد اللعقات بدقة (شكل 3، 4، 5).

تم تسجيل عدد اللعقات خلال الفترات الزمنية التالية:

- 5 دقائق بعد الحقن
- 15 دقيقة بعد الحقن
- 30 دقيقة بعد الحقن
- 45 دقيقة بعد الحقن
- 60 دقيقة بعد الحقن

التحليل الاحصائي:

تم تحليل النتائج باستخدام برنامج GraphPad Prism وبالاعتماد على اختبار تحليل التباين (ANOVA) لتحديد الفروق المعنوية بين المجاميع.

شكل (1) صورة للفورمالين المستعمل في التجربة

شكل (2) صورة لزيت الزعتر المستعمل في التجربة

شكل (3) صورة للعداد الرقمي المستعمل في التجربة.

شكل (4) صورة لطريقة لحقن مواد التجربة في موضع باطن القدم.

شكل (5) صورة توضع طريقة لعق الحيوان لقمه خلال المعاملات استجابة للالم

الفصل الثالث

النتـــائج

تم تقييم الاستجابة للألم من خلال حساب عدد مرات لعق الفئران لِباطن القدم الخلفية اليمنى بعد حقن الفورمالين، خلال فترات زمنية مختلفة (5، 15، 30، 45، 60 دقيقة).

أظهرت النتائج أن **المجموعة المعاملة بالفورمالين (السيطرة الإيجابية)** سجلت أعلى عدد من اللعقات مقارنة ببقية المجاميع، حيث ازداد عدد اللعقات تدريجيًا ليصل إلى أعلى قيمة عند الدقيقة 30، ثم بدأ بالانخفاض تدريجيًا حتى الدقيقة 60 (جدول 1، شكل 6).

في المقابل، أظهرت **المجموعة المعاملة بأكسيد السيريوم النانوي (CeO_2NPs)** انخفاضًا واضحًا في عدد اللعقات مقارنة بمجموعة الفورمالين (السيطرة الإيجابية) في جميع الأوقات، مما يدل على وجود تأثير مُخفف للألم (جدول 2، شكل 7).

أما **مجموعة زيت الزعتر** فقد أظهرت انخفاضًا أكبر في عدد اللعقات مقارنة بكل من مجموعة الفورمالين (السيطرة الإيجابية) ومجموعة أكسيد السيريوم، مما يشير إلى تأثير مُسكن أقوى (جدول 3، شكل 8).

كما أظهرت النتائج أن أعلى استجابة للألم كانت عند الدقيقة 30 في جميع المجاميع، وهو ما يمثل الطور الالتهابي من اختبار الفورمالين.

أظهر التحليل الإحصائي باستخدام برنامج GraphPad Prism وباعتماد اختبار **ANOVA** وجود فروق معنوية بين المجاميع في معظم الأوقات، خاصة عند الدقائق (5، 15، 30، 45)، حيث كانت الفروق واضحة بين مجموعة الفورمالين (السيطرة الإيجابية) والمجاميع المعالجة، بينما كانت الفروق أقل وضوحًا عند الدقيقة 60.

تشير الأشكال البيانية إلى وجود انخفاض واضح في عدد اللعقات في المجاميع المعالجة مقارنة بمجموعة الفورمالين (السيطرة الإيجابية)، مع تفوق ملحوظ لمجموعة زيت الزعتر في تقليل الاستجابة للألم (شكل 9، 10، 11، 12، 13).

جدول (1) عدد اللعقات خلال زمن التجربة لدى الفئران في المجموعة المعاملة بمحلول الفورمالين في باطن القدم

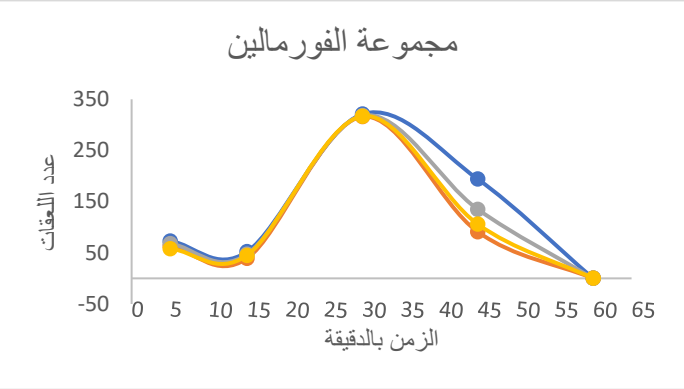
	عدد اللعقات خلال الزمن				
المكررات	5	15	30	45	60
الفأر 1	73	52	321	194	0
الفأر 2	63	39	316	91	0
الفأر 3	68	47	318	135	0
الفأر 4	58	45	317	106	0

جدول (2) عدد اللعقات خلال زمن التجربة لدى الفئران في المجموعة المعاملة بجزينات CeO_2NP في باطن القدم وبعد ساعة حقنت بمحلول الفورمالين في المنطقة نفسها

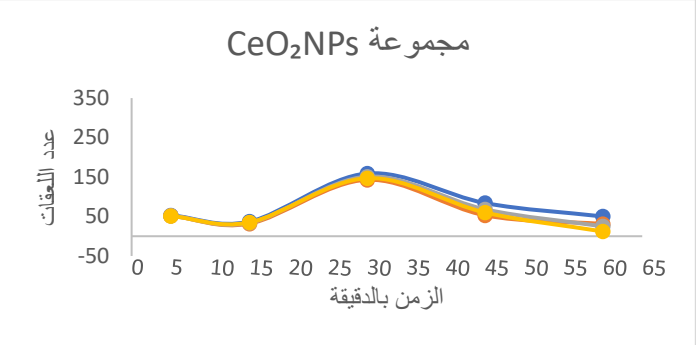
	عدد اللعقات خلال الزمن				
المكررات	5	15	30	45	60
الفأر 1	53	37	159	84	50
الفأر 2	52	32	143	53	31
الفأر 3	52	34	151	68	25
الفأر 4	51	35	147	60	12

جدول (3) عدد اللعقات خلال زمن التجربة لدى الفئران في المجموعة المعاملة بجرعة فموية من زيت الزعتر وبعد ساعة بمحلول الفورمالين في باطن القدم

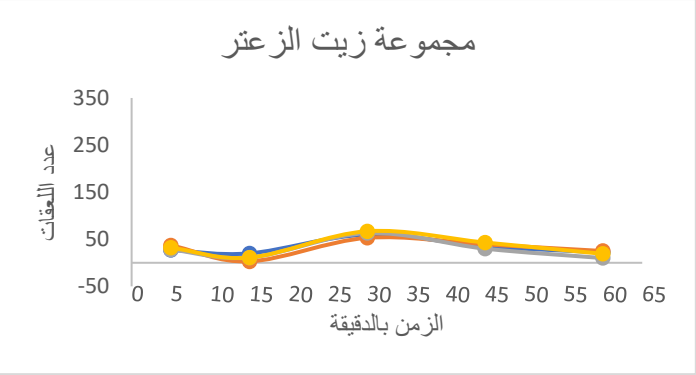
	عدد اللعقات خلال الزمن				
المكررات	5	15	30	45	60
الفأر 1	27	20	60	35	22
الفأر 2	37	3	53	39	25
الفأر 3	28	11	63	30	10
الفأر 4	32	11	67	43	19



شكل (6) المنحنى الزمني لسلوك لعق القدم خلال فترة التجربة (0–60 دقيقة) في المجموعة المحقونة بمحلول الفورمالين موضعياً داخل القدم.

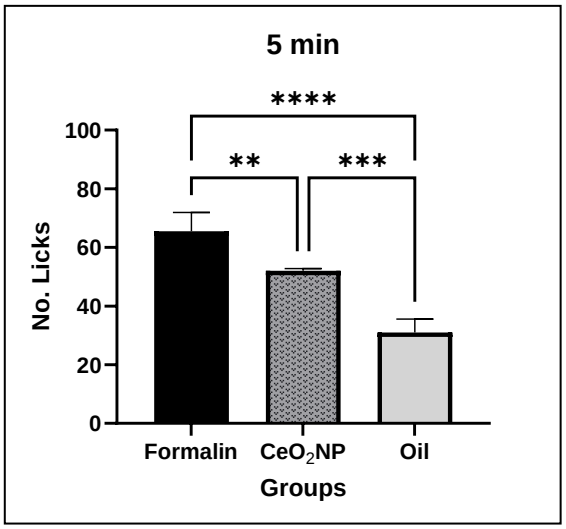


شكل (7) المنحنى الزمني لسلوك لعق القدم خلال فترة التجربة (0–60 دقيقة) في المجموعة المحقونة بمحلول CeO_2NP داخل القدم وبعد ساعة حقنت في نفس الموضع بمحلول الفورمالين.

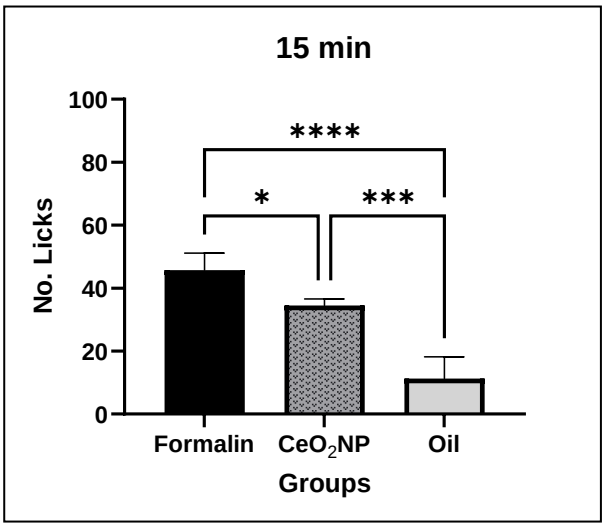


شكل (8) المنحنى الزمني لسلوك لعق القدم خلال فترة التجربة (0–60 دقيقة) في المجموعة التي جرعت في الفم بزيت الزعتر وبعد ساعة حقنت بمحلول الفورمالين داخل القدم.

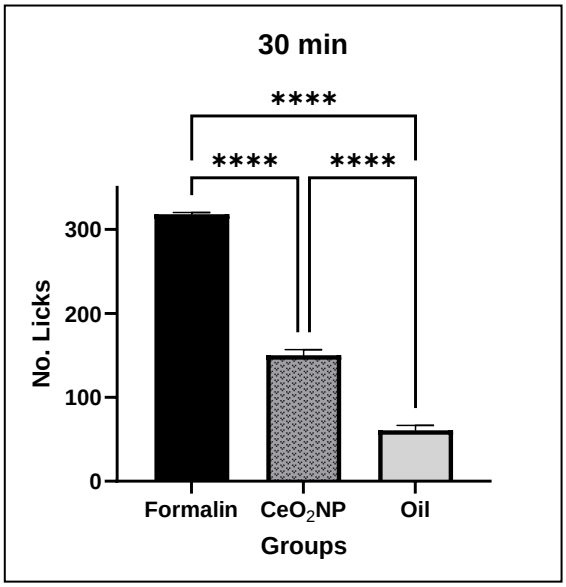
ملاحظة: تشير الألوان المختلفة الى التباين في استجابات الألم بين فئران كل مجموعة.



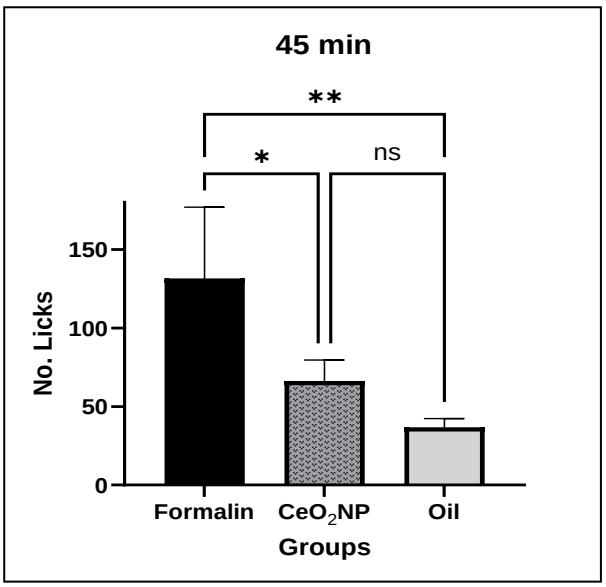
شكل (9) تكرار سلوك لعق القدم خلال الدقائق الخمس الأولى من المعاملة في مجموعات التجربة، تشير النجوم فوق الأعمدة إلى وجود فروق معنوية بين المجموعات.



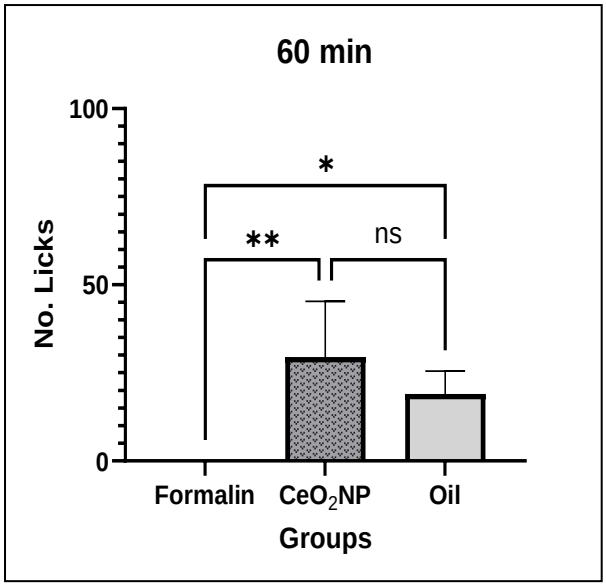
شكل (10) تكرار سلوك لعق القدم بعد 15 دقيقة من المعاملة في مجموعات التجربة، تشير النجوم فوق الأعمدة إلى وجود فروق معنوية بين المجموعات.



شكل (11) تكرار سلوك لعق القدم بعد 30 دقيقة من المعاملة في مجموعات التجربة، تشير النجوم فوق الأعمدة إلى وجود فروق معنوية بين المجموعات.



شكل (12) تكرار سلوك لعق القدم بعد 45 دقيقة من المعاملة في مجموعات التجربة، تشير النجوم فوق الأعمدة إلى وجود فروق معنوية بين المجموعات.



شكل (13) تكرار سلوك لعق القدم بعد 60 دقيقة من المعاملة في مجموعات التجربة، تشير النجوم فوق الأعمدة إلى وجود فروق معنوية بين المجموعات.

الفصل الرابع
المنـــاقشة

أظهرت نتائج الدراسة الحالية أن حقن الفورمالين في باطن القدم الخلفية أدى إلى زيادة واضحة في عدد مرات لعق القدم، مما يدل على حدوث استجابة ألمية واضحة. ويُعد اختبار الفورمالين من النماذج المعتمدة لدراسة الألم في الحيوانات، حيث يسبب استجابة ألم ثنائية الطور تشمل مرحلة مبكرة ناتجة عن تنبيه مباشر للنهايات العصبية، ومرحلة متأخرة مرتبطة بالالتهاب وإفراز الوسطاء الالتهابيين.(Moss, 2020)

كما بينت النتائج أن أعلى عدد من اللعقات سُجل عند الدقيقة 30، وهو ما يمثل الطور الالتهابي من الاختبار، ويُعزى ذلك إلى زيادة إفراز المواد الالتهابية المرتبطة بالألم. وتشير الدراسات إلى أن الالتهاب يلعب دورًا رئيسيًا في تضخيم الإحساس بالألم من خلال تأثيره على الأنسجة والأعصاب.(Morris et al., 2022)

أظهرت مجموعة أكسيد السيريوم النانوي انخفاضًا في عدد اللعقات مقارنة بمجموعة السيطرة الإيجابية، مما يشير إلى امتلاك هذه الجسيمات تأثيرًا مسكنًا للألم. ويمكن تفسير هذا التأثير بقدرة أكسيد السيريوم النانوي على تقليل الإجهاد التأكسدي من خلال معادلة أنواع الأوكسجين التفاعلية(ROS) ، مما يساهم في تقليل الالتهاب المرتبط بالألم .(Mostaar et al., 2024; Nur & Caylak, 2024) كما تشير بعض الدراسات إلى أن هذه الجسيمات قد تؤثر أيضًا في آليات الألم على المستوى العصبي، مما يعزز من فعاليتها في تقليل الاستجابة للألم (Monroy-Ramirez et al., 2025).

أما بالنسبة لمجموعة زيت الزعتر، فقد أظهرت النتائج انخفاضًا أكبر في عدد اللعقات مقارنة ببقية المجاميع، مما يدل على تأثير مسكن أقوى. ويُعزى هذا التأثير إلى احتواء زيت الزعتر على مركبات فعالة مثل الثيمول والكرافاكرول، والتي تمتلك خصائص مضادة للالتهاب ومسكنة للألم، حيث تعمل على التأثير في القنوات العصبية المرتبطة بالإحساس بالألم مثل .(Mukaiyama et al., 2020) TRPA1 كما أن التركيب الكيميائي لزيت الزعتر يساهم في تقليل إفراز المواد الالتهابية، مما يؤدي إلى انخفاض شدة الألم (Moualla & Naser, 2015; Monsef et al., 2024).

بشكل عام، تشير نتائج هذه الدراسة إلى أن كلًا من أكسيد السيريوم النانوي وزيت الزعتر يمتلكان تأثيرًا مسكنًا للألم، إلا أن زيت الزعتر أظهر فعالية أكبر في تقليل الاستجابة السلوكية للألم، مما يشير إلى إمكانية استخدامه كمصدر طبيعي واعد في تقليل الألم.

الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات:

1. أظهر اختبار الفورمالين فعالية واضحة في إحداث الألم في الفئران، حيث سُجلت أعلى استجابة ألمية في الطور الالتهابي.
2. أدى استخدام أكسيد السيريوم النانوي إلى تقليل عدد اللعقات مقارنة بمجموعة الفورمالين، مما يدل على امتلاكه تأثيرًا مسكنًا للألم .
3. أظهر زيت الزعتر تأثيرًا مسكنًا أقوى من أكسيد السيريوم النانوي، حيث أدى إلى انخفاض أكبر في الاستجابة للألم، مما يشير إلى فعاليته كمصدر طبيعي في تقليل الألم.

التوصيات:

1. إجراء دراسات مستقبلية باستخدام جرعات مختلفة من أكسيد السيريوم النانوي وزيت الزعتر لتحديد الجرعة المثلى للتأثير المسكن .
2. دراسة الآليات الحيوية بشكل أعمق، مثل قياس المؤشرات الالتهابية لفهم طريقة عمل هذه المواد بشكل أفضل .
3. توسيع الدراسة لتشمل نماذج أخرى من الألم أو فترات زمنية أطول لتقييم التأثير طويل الأمد لهذه المواد .

المصادر:

1. Moss, R. A. (2020). *Psychotherapy in pain management: New viewpoints and treatment targets based on a brain theory.* AIMS Neuroscience, 7(3), 194. https://www.aimspress.com/article/10.3934/Neuroscience.2020013

2. Morris, G., Gevezova, M., Sarafian, V., & Maes, M. (2022). *Redox regulation of the immune response.* Cellular & Molecular Immunology, 19(10), 1079–1101.

3. Mostaar, A., Behroozi, Z., MotamedNezhad, A., Taherkhani, S., Mojarad, N., Ramezani, F., & Hajimirzaie, P. (2024). *The effect of intra spinal administration of cerium oxide nanoparticles on central pain mechanism: An experimental study.* Journal of Bioenergetics and Biomembranes, 56(5), 505–515. https://doi.org/10.1007/s10863-024-10015-0

4. Nur, G., & Caylak, E. (2024). *Antioxidant and anti-inflammatory effects of cerium oxide nanoparticles on acetamiprid-induced renal and hepatic toxicity in rats.* Medycyna Weterynaryjna. https://doi.org/10.21521/mw.6953

5. Monroy-Ramirez, H. C., Salto-Sevilla, J., Arceo-Orozco, S., Caloca-Camarena, F., Flores-Peña, R., Lopez-Mena, E., & Armendariz-Borunda, J. (2025). *Cerium oxide nanoparticles: a promising nanotherapy approach for chronic degenerative diseases.* Journal of Materials Science: Materials in Engineering, 20(1), 69.

6. Mukaiyama, M., Usui, T., & Nagumo, Y. (2020). *Non-electrophilic TRPA1 agonists, menthol, carvacrol and clotrimazole, open epithelial tight junctions via TRPA1 activation.* The Journal of Biochemistry, 168(4), 407–415. https://doi.org/10.1093/jb/mvaa057

7. Moualla, N., & Naser, M. (2015). *Using GC/MS to study the chemical composition of essential oil of Thymus vulgaris L. at AL-qadmous area, Syria.* Research Journal of Pharmacy and Technology, 8(4), 437–442. https://doi.org/10.5958/0974-360X.2015.00073.6

8. Monsef, A., Nemattalab, M., Parvinroo, S., & Hesari, Z. (2024). *Antibacterial effects of thyme oil loaded solid lipid and chitosan nano-carriers against Salmonella Typhimurium and Escherichia coli as food preservatives.* PLOS One, 19. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0315543