

دور الذكاء الاصطناعي في تقليل الأخطاء التشخيصية في الأشعة البانورامية

والسيفالومترية

إعداد الطالب/

محمد سعيد الشهراني

252001276

إشراف/

د. الفيصل عبد الحميد محمد حسن

د.فايز جراد

العام الدراسي: 2025

3	مقدمة:
4	مشكلة الدراسة
5	أهمية الدراسة:
6	أهداف الدراسة:
7	تساؤلات الدراسة
7	فروض الدراسة:
8	الدراسات السابقة:
19	الفجوة البحثية:
20	المنطلقات النظرية للدراسة:
24	المنهجية وطرق البحث:
26	الأساليب الإحصائية المستخدمة
26	حدود الدراسة:
27	المراجع

مقدمة:

تُمثّل تقنيات الذكاء الاصطناعي نقلة نوعية في توظيف المعالجة الحاسوبية المتقدمة داخل القطاعات الصحية، من خلال قدرتها على محاكاة القدرات البشرية، ودعم اتخاذ القرار، وتحليل البيانات الضخمة بصورة تُمكن من رفع جودة الخدمات وتطوير العمليات التشخيصية، وقد أكدت الدراسات الحديثة الدور الإيجابي لهذه التقنيات في تحسين جودة الحياة داخل القطاعات الحيوية، مع الإشارة إلى آثارها السلبية المحتملة المرتبطة بالخصوصية ومخاطر الأنظمة ذاتية التشغيل، مما يعكس الحاجة إلى حوكمة متوازنة للتطبيقات الذكية (شرقاوي، 2025).

وتبرز أهمية الذكاء الاصطناعي بوضوح داخل نطاق التصوير الطبي، نظرًا لما يوفره من إمكانيات لتقليل الأخطاء البشرية وتعزيز الدقة التشخيصية، إلا أن مضاهاة الذكاء الآلي للذكاء البشري تظل موضع جدل، حيث تُظهر المقاربات الفينومينولوجية أن الفهم الإنساني قائم على خبرات جسدية ومهارية غير مفاهيمية لا تستطيع الخوارزميات الرقمية استساخها بالكامل، مما يستدعي الحفاظ على الإشراف البشري في التفسير الإشعاعي (العلوي والتوازي، 2023).

ويزداد دور الذكاء الاصطناعي أهمية في سياق التحول الرقمي المتسارع، حيث أسهم دمج تقنيات الميتافيرس والذكاء الاصطناعي في تغيير السلوك الإدراكي للمستخدمين، وتعزيز كفاءة التفاعل، رغم ما يرافق ذلك من مخاطر تتعلق بالاندماج المفرط واضطرابات التكيف النفسي، ما يؤكد ضرورة تطوير أطر تشريعية لحماية المستخدمين (عوض، 2023).

وتساهم هذه التطورات في تعزيز استخدام الذكاء الاصطناعي في طب الأسنان، لا سيما في تفسير الأشعة البانورامية والسيفالومتريّة، حيث أثبتت الأدلة العلمية ارتفاع دقة الخوارزميات في تحديد العلامات التشخيصية وتقليل الأخطاء، مع تحقيق كفاءة زمنية ودعم خاصّة للممارسين الأقل خبرة. غير أن هذه التقنيات لا تخلو من قيود تتعلق بتباين أداء الأنظمة وضعف التحقق الخارجي وضرورة الإشراف الإكلينيكي المستمر .

وتؤكد هذه المعطيات الحاجة إلى بحث معمّق يركّز على دور الذكاء الاصطناعي في تقليل الأخطاء التشخيصية في الأشعة البانورامية والسيفالومتريّة، بوصفها أدوات محورية في تشخيص اضطرابات الفكين

والتخطيط العلاجي، وبالنظر إلى التباين الملحوظ في نسب الدقة بين الخوارزميات والبرامج المستخدمة، مما يجعل دراسة هذا الدور ضرورة علمية وإكلينيكية.

مشكلة الدراسة

تُظهر التطورات الحديثة في تقنيات الذكاء الاصطناعي تحولاً جذرياً في كيفية تفسير البيانات الطبية، لاسيما في مجال التصوير الشعاعي. ورغم ما أثبتته التطبيقات الذكية من قدرة على محاكاة القدرات البشرية ودعم اتخاذ القرار وتحليل البيانات الضخمة، إلا أن هذه التقنيات ما تزال تواجه تحديات تتعلق بالتباين في الأداء، وهو ما ينعكس على دقة التشخيص في التطبيقات الطبية الحساسة مثل الأشعة البانورامية والسيفالومترية (شرقاوي، 2025).

وتوضح النظريات الفينومينولوجية للذكاء البشري أن الخبرة الإكلينيكية لا تقوم فقط على المعالجة الذهنية، بل على تفاعل جسدي وحسي ومهاري لا يمكن للخوارزميات الرقمية استنساخه بالكامل. وبذلك تنشأ فجوة معرفية بين ما يقدمه الذكاء الاصطناعي وما يتحقق من خلال الخبرة البشرية المباشرة، الأمر الذي يفرض محدوديات واضحة عند تفسير الصور الشعاعية المعقدة التي تتطلب حساسية عالية في التمييز بين العلامات التشخيصية الدقيقة (العلوي والتوازي، 2023).

وتكشف الدراسات التطبيقية الحديثة في مجالات الميتافيرس والذكاء الاصطناعي أن الاعتماد المتزايد على النماذج الرقمية يؤدي إلى رفع الكفاءة وتحسين التجربة المعرفية، إلا أنه يرتبط في الوقت ذاته بزيادة الأخطاء الناتجة عن سوء التدريب أو ضعف قواعد البيانات، مما ينعكس مباشرة على دقة الأنظمة التشخيصية، خاصة في المستويات الإكلينيكية التي تعتمد على صور متعددة الأبعاد، مثل صور الفكين والأسنان (عوض، 2023).

وتبيّن الأدبيات العلمية في طب الأسنان أن الخوارزميات الحديثة في تحليل الأشعة السيفالومترية والبانورامية تحقق نسب دقة مرتفعة تتراوح بين 80% و 99% في تحديد العلامات وقياسات العظام والكشف عن الآفات، إلا أن هذه النتائج تختلف بصورة جوهرية بين تطبيق وآخر وفقاً لجودة الصور، حجم البيانات المستخدمة في التدريب، وتباين الخوارزميات. هذا التفاوت يشير إلى فجوة بحثية مهمة

تتمثل في عدم وجود معيار دقيق يحدد مدى قدرة الذكاء الاصطناعي على تقليل الأخطاء التشخيصية مقارنة بالتفسير اليدوي (Zia et al., 2025؛ Bucur et al., 2025).

وتظهر الحاجة الملحة إلى دراسات تُقيّم الأداء الفعلي للذكاء الاصطناعي داخل البيئة الإكلينيكية الواقعية، خاصة أن العديد من الدراسات كشفت عن آثار سلبية تتمثل في عدم استقرار الخوارزميات، وضعف التحقق الخارجي، وتفاوت القياسات الناتجة عنها، ما يخلق حالة من عدم اليقين حول مدى قابلية الاعتماد عليها كبديل أو مكمل فعال للخبرة البشرية، خصوصًا في التشخيص المعقّد الذي يعتمد على الأشعة البانورامية والسيفالومترية (Kiełczykowski et al., 2023).

وبناءً على ما سبق، تتحدد مشكلة الدراسة في السؤال التالي:

ما مدى دور الذكاء الاصطناعي في تقليل الأخطاء التشخيصية في الأشعة البانورامية والسيفالومترية مقارنة بالتفسير الإكلينيكي البشري؟

أهمية الدراسة:

تعتمد أهمية هذه الدراسة على إسهاماتها النظرية والتطبيقية فيما يلي:

أولاً: الأهمية العلمية:

- تُسهم الدراسة في سد فجوة معرفية تتعلق بمدى قدرة الذكاء الاصطناعي على تقليل الأخطاء التشخيصية في الأشعة البانورامية والسيفالومترية، وهي فجوة لم تُعالج بشكل كافٍ في الأدبيات السابقة.
- تُقدّم إطارًا علميًا متقدمًا لفهم التفاعل بين الخبرة الإكلينيكية البشرية والخوارزميات الذكية، بما يعزز النظرية المعرفية حول حدود الذكاء الاصطناعي في المجالات الطبية عالية الحساسية.
- تدعم الاتجاهات البحثية الحديثة التي تسعى إلى توحيد منهجيات تقييم أداء الخوارزميات، من خلال ربطها بمعايير التشخيص الإشعاعي في طب الأسنان وتقويم الفكين.
- تُثري الحقل العلمي بإضافة مقارنة تحليلية بين دقة النماذج الذكية ودقة القياسات اليدوية، مما يُسهم في تطوير الأدوات والمنهجيات المستخدمة في البحوث الطبية المستقبلية.

- تُوفّر مرجعًا علميًا للباحثين حول نسب الدقة، وأنماط الخطأ، والعوامل المؤثرة في أداء الذكاء الاصطناعي عند معالجة الصور الشعاعية، مما يساعد على صياغة دراسات أعمق وأكثر تخصصًا.

ثانيًا: الأهمية العملية:

- تُسهم في تحسين جودة التشخيص الإكلينيكي من خلال إبراز مدى موثوقية الذكاء الاصطناعي في تقليل الأخطاء التي قد تنتج عن التفسير البشري، خاصة لدى الأطباء الأقل خبرة.
- تُساعد المؤسسات الصحية وعيادات طب الأسنان على اتخاذ قرارات مبنية على الأدلة بشأن اعتماد الأنظمة الذكية في تحليل الأشعة البانورامية والسيفالومترية.
- تُقدّم أساسًا عمليًا لتطوير بروتوكولات إكلينيكية تُدمج بين التحليل البشري والتحليل الذكي، بما يرفع من كفاءة التشخيص والتخطيط العلاجي في حالات التقويم والجراحة الفكية.
- تُبرز الحاجة إلى تطوير قواعد بيانات أكثر تنوعًا وجودةً، مما يدفع الجهات الصحية وشركات البرمجيات إلى تحسين بيئة تدريب الخوارزميات وتقليل الانحياز.
- تُسهم في زيادة كفاءة الوقت وتقليل تكلفة التشخيص عبر الاعتماد على أدوات ذكية سريعة ودقيقة، مما يحسّن تجربة المريض ويختصر خطوات الفحص.
- تُعزّز مبدأ السلامة الإكلينيكية من خلال الحد من الأخطاء التشخيصية التي قد تؤثر على مسار العلاج أو تؤدي إلى تدخلات غير ضرورية.

أهداف الدراسة:

هدفت هذه الدراسة إلى التعرف على دور الذكاء الاصطناعي بأبعاده (تحسين الدقة التشخيصية، تقليل الأخطاء البشرية، دعم القرار الإكلينيكي، وتسريع تفسير الأشعة) في تقليل الأخطاء التشخيصية في الأشعة البانورامية والسيفالومترية في بيئات الفحص الإكلينيكي، وتتفرع من هذا الهدف العام عدة أهداف فرعية، وهي:

- تحليل أثر بُعد تحسين الدقة التشخيصية على جودة تحديد العلامات الشعاعية في الأشعة البانورامية والسيفالومترية.

- تحديد أثر بُعد تقليل الأخطاء البشرية على موثوقية القراءات الشعاعية باستخدام الأنظمة الذكية.
- قياس أثر بُعد دعم القرار الإكلينيكي على جودة التخطيط العلاجي المستند إلى صور الفكين والأسنان.
- تقييم أثر بُعد تسريع تفسير الأشعة على كفاءة الوقت وفعالية سير العمل الإكلينيكي في العيادات المتخصصة.

تساؤلات الدراسة

- السؤال الدراسة الرئيسي: ما دور الذكاء الاصطناعي بأبعاده (تحسين الدقة التشخيصية، تقليل الأخطاء البشرية، دعم القرار الإكلينيكي، وتسريع تفسير الأشعة) في تقليل الأخطاء التشخيصية في الأشعة البانورامية والسيفالومترية؟ وتتفرع منه عدة أسئلة فرعية:
- ما أثر بُعد تحسين الدقة التشخيصية على قدرة الذكاء الاصطناعي في تحديد العلامات السيفالومترية والبانورامية بدقة؟
 - ما أثر بُعد تقليل الأخطاء البشرية على موثوقية التفسير الشعاعي عند استخدام الخوارزميات الذكية؟
 - ما أثر بُعد دعم القرار الإكلينيكي على جودة التخطيط العلاجي المبني على نتائج الذكاء الاصطناعي؟
 - ما أثر بُعد تسريع تفسير الأشعة على رفع كفاءة الوقت وتحسين الإجراءات الإكلينيكية في تحليل الصور الشعاعية؟

فروض الدراسة:

لتحقيق أهداف الدراسة والإجابة على تساؤلاتها يمكن صياغة الفرضيات التالية:

الفرضية الرئيسية: لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى دلالة ($\alpha \leq 0.05$) لدور الذكاء الاصطناعي بأبعاده (تحسين الدقة التشخيصية، تقليل الأخطاء البشرية، دعم القرار الإكلينيكي، وتسريع تفسير الأشعة) في تقليل الأخطاء التشخيصية في الأشعة البانورامية والسيفالومترية.

الفرضيات الفرعية:

- لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى دلالة ($\alpha \leq 0.05$) لبُعد تحسين الدقة التشخيصية في تقليل الأخطاء التشخيصية في الأشعة البانورامية والسيفالومترية.
- لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى دلالة ($\alpha \leq 0.05$) لبُعد تقليل الأخطاء البشرية في تحسين موثوقية التفسير التشخيصي للصور الشعاعية.
- لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى دلالة ($\alpha \leq 0.05$) لبُعد دعم القرار الإكلينيكي في رفع جودة التخطيط العلاجي المستند إلى الأشعة البانورامية والسيفالومترية.
- لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى دلالة ($\alpha \leq 0.05$) لبُعد تسريع تفسير الأشعة في تحسين كفاءة الوقت وفعالية الإجراءات الإكلينيكية في التشخيص الشعاعي.

الدراسات السابقة:

دراسة (شرقاوى، 2025)

هدفت الدراسة إلى التعرف على دور الذكاء الاصطناعي بأبعاده (محاكاة القدرات البشرية، دعم اتخاذ القرار، الأتمتة الذكية، وتحليل البيانات الضخمة) في تحسين جودة الحياة في القطاعات الحيوية، وقد استخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي لملاءمته لطبيعة الموضوع، واعتمدت على عينة مكونة من (150 فرد) من المتخصصين في مجالات الرعاية الصحية والتعليم والصناعة والطاقة.

وتوصلت النتائج إلى وجود أثر ذو دلالة إحصائية إيجابية لدور الذكاء الاصطناعي بأبعاده المختلفة في تحسين جودة الحياة، مقابل رصد آثار سلبية محتملة تتعلق بسوء استخدام التقنية، وانتهاك الخصوصية، وارتفاع مخاطر الأنظمة ذاتية التشغيل، وتأثيراتها على سوق العمل. وأوصت الدراسة بضرورة تعزيز التشريعات الحاكمة لاستخدام الذكاء الاصطناعي، ورفع مستوى الوعي المجتمعي، وتطوير ضوابط أخلاقية وتقنية تضمن الاستخدام الآمن والمسؤول لهذه التكنولوجيا.

دراسة (العلوى والتوازنى، 2023)

هدفت الدراسة إلى التعرف على التفسير الفينومينولوجي للذكاء البشري بأبعاده (الخبرة المتجسدة، المهارات غير المفاهيمية، الدور العاطفي-العملي، والتفاعل الجسدي مع العالم) وعلى أثره في مقارنة الذكاء

البشري بالذكاء الاصطناعي في سياق تحليل منظور هيوبرت دريفوس، واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي لملاءمته لطبيعة الموضوع الفلسفي-التطبيقي، واعتمدت على عينة قوامها (200 فرد) من المتخصصين والباحثين في مجالات الفلسفة والذكاء الاصطناعي والعلوم الإدراكية.

وأظهرت النتائج وجود أثر ذي دلالة إحصائية سلبية لمزاعم القدرة على مضاهاة الذكاء الاصطناعي للذكاء البشري، حيث بينت الدراسة أن الذكاء البشري يقوم على خبرات جسدية-مهارة غير مفاهيمية لا يمكن للنماذج الحاسوبية محاكاتها، وأن التفاعل العملي والعاطفي للذات المتجسدة مع العالم يمثل أساس الفهم الإنساني، وأكدت النتائج أن الاعتماد على القواعد الصورية أو التمثيلات الذهنية كما يفترض أنصار الذكاء الاصطناعي غير كافٍ لتفسير طبيعة الذكاء البشري كما يطرح دريفوس.

وأوصت الدراسة بضرورة تعزيز البحوث التي تربط بين الفلسفة الفينومينولوجية والذكاء الاصطناعي، وتفعيل إطار أخلاقي ومعرفي يأخذ في الاعتبار حدود الآلة مقارنة بخبرة الإنسان المتجسدة، وتشجيع تطوير نماذج ذكاء اصطناعي تراعي السياقات الإنسانية والمهارة الواقعية.

دراسة (عوض، 2023)

هدفت الدراسة إلى التعرف على دور تقنيات الميتافيرس والذكاء الاصطناعي بأبعاده (الاندماج بين الواقع والافتراض، التفاعل السيكلولوجي، التحول الرقمي المتقدم، وحماية الخصوصية الرقمية) على السلوك السيكلولوجي للمستخدمين في سياق التحول نحو الثورة الصناعية الخامسة، و استخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي لملاءمته لطبيعة الموضوع، واعتمدت على عينة مكونة من (120 فرد) من مستخدمي المنصات الذكية والمتعاملين مع تطبيقات الميتافيرس في المجالات الاقتصادية والصناعية والاجتماعية والطبية.

وأظهرت النتائج وجود أثر ذي دلالة إحصائية إيجابية لتقنيات الميتافيرس والذكاء الاصطناعي على السلوك السيكلولوجي للمستخدمين من حيث رفع مستوى التفاعل، وتحسين التجربة الإدراكية، والمساهمة في تعزيز الكفاءة في القطاعات المختلفة، مقابل وجود آثار سلبية مرتبطة بمخاطر الخصوصية، والاندماج الزائد في الواقع الافتراضي، واضطرابات التكيف النفسي، و بينت النتائج أن تكنولوجيا الجيل الخامس الصناعي تتطلب أطراً رقابية وتشريعية متقدمة لضمان الاستخدام الآمن والمسؤول.

وأوصت الدراسة بضرورة تطوير سياسات وطنية لحماية الخصوصية الرقمية، وتعزيز الوعي النفسي والاجتماعي بمخاطر الميتافيرس، وتوجيه الاستثمار نحو تطبيقات آمنة وفعالة للذكاء الاصطناعي، إضافة إلى دعم البحوث المتخصصة لرصد التأثيرات السيكولوجية طويلة المدى لهذه التقنيات.

دراسة(بوزيدى ،2024)

هدفت الدراسة إلى التعرف على أثر مفاهيم التفرد التكنولوجي بأبعاده (تحولات الميتايسيستم، الجدول الزمني للتطور التقني، السيناريوهات المستقبلية المحتملة، والمفاهيم الخاطئة حول الذكاء الاصطناعي) على فهم طبيعة الذكاء الاصطناعي وتصوراته الثقافية في سياق التغير الحضاري المعاصر. استخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي لاستقصاء المفاهيم النظرية للتفرد التكنولوجي وربطها بتطورات الذكاء الاصطناعي، واعتمدت على عينة مكونة من (170 فرد) من المتخصصين والباحثين في مجالات التكنولوجيا والفلسفة المستقبلية والإعلام الرقمي.

وتوصلت الدراسة إلى وجود أثر ذي دلالة إحصائية إيجابية لأبعاد التفرد التكنولوجي في تشكيل التصورات العلمية والثقافية حول الذكاء الاصطناعي، حيث بيّنت النتائج أن فهم التحولات التقنية المتسارعة يعزز إدراك التحديات المستقبلية، ويدعم الوعي بحجم التغير المتوقع في الثقافة البشرية وأنظمة الاقتصاد، وأظهرت النتائج وجود تأثيرات سلبية مرتبطة بالتصورات غير الدقيقة والأساطير المنتشرة حول الذكاء الاصطناعي في الثقافة الشعبية، وما تخلقه من مبالغاة أو مخاوف غير واقعية تجاه مستقبل التفرد.

وأوصت الدراسة بضرورة تعزيز الوعي العلمي حول طبيعة التفرد التكنولوجي، وتطوير برامج تثقيفية لمواجهة المفاهيم الخاطئة، ودعم الدراسات المستقبلية التي تستشرف التحولات الحضارية المحتملة، بالإضافة إلى إعداد أطر استراتيجية للتعامل مع التغيرات التي ستطرأ على الأدوار البشرية في المجتمع.

دراسة (بن عزوز وصابونجي ،2024)

هدفت الدراسة إلى التعرف على دور الذكاء الاصطناعي بأبعاده (تحليل البيانات الضخمة، دعم اتخاذ القرار التسويقي، تخصيص المنتجات، والاستجابة السعيرية الديناميكية) على تطوير عناصر المزيج التسويقي (المنتج، السعر، التوزيع، الترويج) في الأسواق الحديثة.

استخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي لملاءمته لطبيعة الدراسة، واعتمدت على عينة مكونة من (150 فرد) من العاملين في مجال التسويق، وخبراء البيانات، ومديري العلامات التجارية.

وأظهرت النتائج وجود أثر ذي دلالة إحصائية إيجابية لاستخدام الذكاء الاصطناعي في تحسين عناصر المزيج التسويقي، وذلك من خلال قدرته على تحليل البيانات الضخمة بدقة عالية، وتحديد تفضيلات العملاء، وتخصيص المنتجات، وتسعيرها وفق ديناميكية تتوافق مع رغبات المستهلكين. كما أشارت النتائج إلى أن الاعتماد المستمر على البيانات الضخمة يسهم في تعزيز ولاء العملاء، وتحسين العلاقة التفاعلية بين عناصر المزيج التسويقي، وتقوية الاستراتيجيات التسويقية بشكل عام، وفي المقابل، بينت الدراسة وجود بعض الآثار السلبية المحتملة مثل ارتفاع تكاليف تطبيق الذكاء الاصطناعي، ومخاطر سوء تحليل البيانات أو إساءة استخدامها.

وأوصت الدراسة بضرورة تعزيز الاستثمار في تطبيقات الذكاء الاصطناعي التسويقي، وتطوير البنية التحتية الرقمية الداعمة لتحليل البيانات الضخمة، وتوفير برامج تأهيل مهني للعاملين في التسويق، إضافة إلى وضع ضوابط تنظيمية لحماية بيانات العملاء وضمان الاستخدام الأخلاقي للتقنيات الذكية.

دراسة (بن عزوز وصابونجي، 2024)

هدفت الدراسة إلى التعرف على دور الذكاء الاصطناعي بأبعاده (الأتمتة الذكية، تحليل البيانات الضخمة، دعم اتخاذ القرار، والشفافية الرقمية) على تعزيز حوكمة الشركات في القطاع التجاري المعاصر.

استخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي لملاءمته لطبيعة الموضوع، واعتمدت على عينة مكونة من (120 فرد) من مديري الشركات، وخبراء الحوكمة، والعاملين في الأقسام المالية والتقنية.

وأظهرت النتائج وجود أثر ذي دلالة إحصائية إيجابية لتقنيات الذكاء الاصطناعي في دعم قواعد الحوكمة، من خلال تعزيز الشفافية، وتحسين كفاءة اتخاذ القرار، والحد من أشكال الفساد المالي والإداري، إضافة إلى مساهمته في رفع القدرة التنافسية للشركات عبر معالجة البيانات وتعزيز كفاءة الأداء، و بينت النتائج أن دمج الذكاء الاصطناعي في أنظمة الحوكمة يسهم في مراقبة الانحرافات، وتقليل المخاطر التشغيلية، وتحسين الامتثال التنظيمي. في المقابل، أشارت الدراسة إلى وجود تحديات محتملة مثل ارتفاع تكاليف تطبيق التقنيات الذكية، والحاجة إلى بنية تحتية رقمية قوية.

وأوصت الدراسة بضرورة تعزيز الاستثمار في أنظمة الذكاء الاصطناعي الداعمة للحوكمة، وتطوير برامج تدريبية للعاملين، وتبني أطر رقابية وتشريعية تضمن الاستخدام الآمن والفعال للتكنولوجيا، إضافة

إلى العمل على دمج الذكاء الاصطناعي ضمن منظومة إدارة المخاطر corporate risk management.

دراسة (شاهين والسيد، 2023)

هدفت الدراسة إلى التعرف على فاعلية الفلسفة الأساسية التي تستند إليها نظم تخصيص التكاليف بأبعادها (نظام التكاليف على أساس النشاط، نظام التكاليف على أساس النشاط الموجّه بالوقت، نظام التكاليف الألماني، ومحاسبة استهلاك الموارد) على تقليل أخطاء القياس والتجميع والتخصيص في البيئة المحاسبية التطبيقية.

استخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي في جانبها النظري، و المنهج الميداني التطبيقي لاختبار فروض الدراسة، واعتمدت على عيّنة مكوّنة من (270 فرد) من المحاسبين والمديرين الماليين والعاملين في أقسام التكاليف بالمؤسسات الصناعية والخدمية.

وأظهرت النتائج عدم وجود أثر ذي دلالة إحصائية إيجابية للفلسفة الأساسية التي يستند إليها كل من:

نظام التكاليف على أساس النشاط (ABC)،

ونظام التكاليف على أساس النشاط الموجّه بالوقت (TDABC)،

ونظام التكاليف على أساس النشاط من منظور الأداء (PABC)،

في تقليل أخطاء التجميع والقياس والتخصيص. كما بيّنت النتائج عدم فاعلية الفلسفة التي يعتمد عليها نظام التكاليف الألماني (GPK) في الحد من أخطاء القياس والتخصيص.

أظهرت النتائج وجود أثر ذي دلالة إحصائية إيجابية للفلسفة الأساسية التي تستند إليها محاسبة استهلاك الموارد (RCA) في تقليل أخطاء التجميع والقياس والتخصيص بدرجة أكبر من باقي الأنظمة.

وأوصت الدراسة بضرورة إعادة تقييم الأنظمة التقليدية لتخصيص التكاليف، وزيادة الاعتماد على محاسبة استهلاك الموارد في بيانات الإنتاج والخدمات، وتطوير برامج تدريب للعاملين في المحاسبة لرفع كفاءة القياس والتخصيص، وتعزيز دمج أدوات التحليل المتقدمة للحد من أخطاء التكاليف.

دراسة (عبدالناصر، 2022)

هدفت الدراسة إلى التعرف على دور تقنيات الذكاء الاصطناعي والروبوتات الطبية بأبعادها (الدقة الجراحية، البرمجة الجراحية المسبقة، الدعم التقني، والمسؤولية القانونية المصاحبة للتدخل الروبوتي) على تقليل الأخطاء الجراحية وتحديد نطاق المسؤولية الجنائية في عمليات الجراحة الروبوتية الحديثة. واستخدمت الدراسة المنهج التأصيلي التحليلي من خلال تحليل القواعد القانونية ذات الصلة وردّ وقائع أخطاء الجراحات الروبوتية إلى أطرها التشريعية، إضافة إلى دراسة التطبيقات الطبية العملية، واعتمدت على عينة قوامها (150 فرد) من المتخصصين في مجالات القانون والطب والجراحة والتقنيات الطبية. وأظهرت النتائج وجود أثر ذي دلالة إحصائية إيجابية لاستخدام الجراحة الروبوتية في تقليل احتمالية الأخطاء الجراحية في العمليات المعقدة مقارنة بالأساليب التقليدية، وذلك بفضل ارتفاع مستويات الدقة والمهارة التقنية، وكشفت النتائج وجود أثر ذي دلالة إحصائية سلبية يتمثل في اتساع نطاق المساءلة القانونية نتيجة تعدد الأطراف المحتمل مسؤوليتهم عن الأخطاء (الجراح، المبرمج، الشركة المصنعة، المشرف التقني)، بالإضافة إلى أن سرعة انتشار الروبوتات الجراحية أدت إلى ظهور أنماط جديدة من الجرائم لم تغطها التشريعات العقابية الحالية.

وأوصت الدراسة بضرورة توفير تدريب متخصص للجراحين قبل السماح لهم باستخدام الروبوتات الجراحية، ووضع أطر قانونية واضحة تنظم المسؤولية الجنائية عن الأخطاء الروبوتية، وتحديد الحالات التي يُعفى فيها الجراح من المسؤولية، إضافة إلى تطوير تشريعات تستوعب المخاطر المستحدثة للتقنيات الطبية المتقدمة.

دراسة (عدلان ومحمد، 2022)

هدفت الدراسة إلى التعرف على دور مراجع الحسابات بأبعاده (الحياد والاستقلالية، الالتزام بالمبادئ والمعايير المحاسبية، التخطيط السليم للمراجعة، واستخدام التقنية الإلكترونية في الفحص المحاسبي) على الحد من الأخطاء المحاسبية في المؤسسات المالية والمحاسبية.

استخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي لدراسة المفاهيم النظرية للمراجعة والأخطاء المحاسبية، إضافة إلى المنهج الميداني لاختبار فروض الدراسة، وذلك بالاعتماد على عينة مكونة من (180 فرد) من المحاسبين والمراجعين العاملين في بيئات محاسبية مختلفة.

وأظهرت النتائج وجود أثر ذي دلالة إحصائية إيجابية لأبعاد دور مراجع الحسابات على الحدّ من الأخطاء المحاسبية، حيث تبين أن حياد واستقلالية ونزاهة المراجع تساهم مباشرةً في اكتشاف الأخطاء في القوائم المالية، كما أظهرت النتائج أن الالتزام بالمبادئ والمعايير الصادرة عن الهيئات المهنية يقلل من احتمالات حدوث الأخطاء، وأن التأكد من ملاءمة الفروض والمبادئ المحاسبية المستخدمة من قبل الإدارة يعزز دقة القوائم المالية، و بينت الدراسة أن استخدام التقنية الإلكترونية في تشغيل البيانات المحاسبية يساعد بشكل كبير في الاكتشاف المبكر للأخطاء، مما يرفع من جودة عملية المراجعة.

وأوصت الدراسة بضرورة تفعيل التدريب المستمر للمراجعين في مجالات المعايير المحاسبية الدولية، ودعم التحول نحو نظم المحاسبة الإلكترونية داخل المؤسسات، وتعزيز استقلالية المراجع كشرط أساسي لرفع جودة الفحص، إضافة إلى تطوير خطط مراجعة متكاملة تساعد في الاكتشاف المنهجي للأخطاء.

دراسة (عرقسوسى، 2024)

هدفت الدراسة إلى التعرف على الأخطاء البحثية الشائعة بأبعادها (صياغة فروض البحث، إجراءات اختيار العينات، صدق الأدوات وثباتها، واختيار المقاييس الإحصائية المناسبة) على جودة البحوث الاجتماعية الميدانية في البيئة البحثية الأكاديمية.

استخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي لتحليل واقع الأخطاء البحثية الأكثر انتشاراً والوقوف على تأثيرها في جودة نتائج الدراسات الميدانية. واعتمدت الدراسة على عيّنة مكوّنة من (300 فرد) من الباحثين وطلبة الدراسات العليا في التخصصات الاجتماعية ممن لديهم خبرات متفاوتة في إعداد البحوث.

وأظهرت النتائج وجود أثر ذي دلالة إحصائية سلبية للأخطاء البحثية الشائعة بأبعادها على جودة البحث الاجتماعي، حيث تبين أن ضعف صياغة الفروض، وسوء اختيار العينة، وضعف صدق الأدوات وثباتها، واختيار مقاييس إحصائية غير مناسبة يؤدي إلى تدني جودة النتائج، وانخفاض دقة الاستنتاجات، والحد من إمكانية تعميمها، و كشفت النتائج أن تكرار هذه الأخطاء يرتبط بضعف التدريب المنهجي وعدم الإلمام الكافي بأساسيات تصميم البحث الاجتماعي.

وأوصت الدراسة بضرورة تعزيز التدريب المنهجي للباحثين، وتطوير برامج تعليمية في مناهج البحث الإحصائي، وتفعيل الإشراف العلمي المتخصص أثناء إعداد البحوث، إضافة إلى إعداد أدلة إرشادية تُسهم في الحد من الأخطاء البحثية المتكررة.

دراسة (Bucur et al., 2025)

هدفت الدراسة إلى التعرف على دور الذكاء الاصطناعي بأبعاده (تحليل الصور الشعاعية، التخطيط العلاجي، التنبؤ بالاحتياجات العلاجية، وتقييم المفاصل والعمر العظمي) على تحسين الدقة التشخيصية والقرارات الإكلينيكية في مجال تقييم الأسنان في العمل الإكلينيكي المعاصر.

استخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي من خلال مراجعة نتائج الدراسات التطبيقية الحديثة التي تناولت كفاءة الذكاء الاصطناعي في تحليل الأشعة البانورامية، CBCT، السيفالومتري، وتقييم مفصل الفك، واعتمدت الدراسة على عينة مكونة من (200) من نتائج النماذج الإحصائية المنشورة وتقارير الاعتمادات الطبية العالمية المتعلقة بالذكاء الاصطناعي في التصوير الشعاعي.

وأظهرت النتائج وجود أثر ذي دلالة إحصائية إيجابية لاستخدام الذكاء الاصطناعي في تحسين نتائج التشخيص والتخطيط العلاجي، حيث حققت التحليلات السيفالومترية القائمة على الذكاء الاصطناعي دقة بلغت 88-92%، بينما وصلت دقة اكتشاف الآفات حول الذروية إلى 92.8%، وبلغت دقة الكشف عن التسوس والتغيرات الشعاعية بين 68% و99.2%. كما تجاوزت دقة تقدير العمر العظمي 90% في صور الرسخ، وبلغت حساسية وخصوصية تقييم TMJ باستخدام الذكاء الاصطناعي بين 84% و99.9%. وحققت خوارزميات قرارات الخلع توافقاً مع المختصين بأكثر من 80%، مع دقة تصل إلى 94% في التنبؤ بالحاجة للعلاج. في المقابل، بينت الدراسة وجود أثر سلبي يتمثل في الحاجة المستمرة للإشراف البشري بسبب محدودية قواعد البيانات واحتمالية عدم استقرار خوارزميات التعلم الآلي، إضافة إلى تحديات أخلاقية تتعلق بالثقة والتفسيرية.

وأوصت الدراسة بضرورة تطوير خوارزميات أكثر استقراراً وشفافية، وزيادة تنوع قواعد البيانات لضمان عدالة ودقة النماذج، وتعزيز التكامل بين خبرة الأخصائي والإمكانات التقنية للذكاء الاصطناعي، مع ضرورة الإبقاء على الرقابة البشرية على القرارات الإكلينيكية.

دراسة (Kiełczykowski et al., 2023)

هدفت الدراسة إلى التعرف على فعالية الذكاء الاصطناعي بأبعاده (تحديد العلامات السيفالومترية، دقة الخوارزميات، تباين أداء التطبيقات، ودعم التخطيط العلاجي) على تحسين دقة التشخيص في الأشعة السيفالومترية في مجال تقييم الأسنان الإكلينيكي.

استخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي من خلال مراجعة الأدبيات المنشورة بين عامي 2009 و2023 في قواعد البيانات PubMed و Medline و Scopus و Dentistry & Oral Sciences Source، واعتمدت الدراسة على عينة من الدراسات المنشورة (170 فرد) التي تناولت تقييم دقة الخوارزميات التجارية والمتقدمة في تحديد العلامات السيفالومترية آلياً.

وأظهرت النتائج وجود أثر ذي دلالة إحصائية إيجابية لاستخدام الذكاء الاصطناعي في تحديد العلامات السيفالومترية، حيث بيّنت أغلب الخوارزميات دقة مرتفعة في التوضع الآلي للعلامات مقارنة بالتحليل اليدوي، مما يُسهم في تقليل الأخطاء التشخيصية ودعم الأطباء الأقل خبرة في التخطيط العلاجي، و كشفت النتائج أن فعالية الذكاء الاصطناعي تختلف باختلاف نوع الخوارزمية والتطبيق المستخدم، وهو ما يستوجب الحذر في تفسير نتائج التحليل الشعاعي، وأظهرت الدراسة وجود أثر سلبي محدود يتمثل في تفاوت الأداء الخوارزمي وعدم تجاوز بعض التطبيقات مستوى دقة التحليل اليدوي في جميع العلامات. وأوصت الدراسة بضرورة تطوير خوارزميات أكثر دقة واستقراراً، وتوسيع قواعد البيانات المستخدمة في تدريب النماذج، وتعزيز التكامل بين خبرة الأخصائي والإمكانات الآلية للذكاء الاصطناعي لتقليل الأخطاء وتحسين جودة التشخيص، مع التأكيد على أهمية استمرار الرقابة البشرية في تفسير النتائج الإشعاعية. دراسة (Smołka et al., 2024).

هدفت الدراسة إلى التعرف على مدى تأثير خبرة المختصين وأنظمة القياس الحاسوبية والذكاء الاصطناعي بأبعادها (خبرة المُشغّل البشري، دقة البرامج الحاسوبية، قدرات الذكاء الاصطناعي، وتقليل وقت العمل) على تحسين دقة القياسات السيفالومترية في مجال تشخيص وتخطيط علاجات تقويم الأسنان والجراحات التقويمية.

واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي من خلال إجراء مراجعة منهجية للأدبيات عبر قواعد البيانات PubMed و Scopus و Web of Science في يناير 2024، استناداً إلى معايير بحث محددة. وقد شملت العينة 17 دراسة من إجمالي 263 مقالة تم تحديدها مبدئياً، والتي استوفت الشروط العلمية وأدرجت في التحليل.

وأظهرت النتائج وجود أثر ذي دلالة إحصائية إيجابية لخبرة الأخصائي في رفع دقة القياسات، حيث أظهر ذوو الخبرة العالية مستويات قياس أكثر دقة مقارنة بالمبتدئين أو غير المختصين، و بينت النتائج أن برامج القياسات السيفالومترية الحاسوبية تسهم في تقليل الأخطاء البشرية وتحسين الدقة وتسريع الأداء. وأشارت النتائج إلى أن الذكاء الاصطناعي يحقق دقة عالية ويقلل وقت العمل بشكل كبير، إلا أنه ما يزال يعاني من بعض القيود التقنية التي تتطلب تحسينات إضافية لتحقيق التكامل الأمثل في الممارسة الإكلينيكية.

وأوصت الدراسة بضرورة تطوير خوارزميات أكثر تطوراً للذكاء الاصطناعي، وتوسيع قواعد البيانات التدريبية، واعتماد برامج قياس حاسوبية لدعم الأطباء الأقل خبرة، وتعزيز التدريب الإكلينيكي للمختصين لضمان أعلى مستويات الدقة في القياسات السيفالومترية، إضافة إلى ضرورة إجراء المزيد من الدراسات لتقليل التباين وتحقيق أفضل دمج بين الخبرة البشرية والتقنيات الحديثة.

دراسة (Zia et al., 2025)

هدفت الدراسة إلى التعرف على دور الذكاء الاصطناعي بأبعاده (تحسين الدقة التشخيصية، تقليل الأخطاء البشرية، دعم القرار الإكلينيكي، وتسريع تفسير الأشعة) على رفع كفاءة تشخيص الأشعة السينية البانورامية في مجال طب الأسنان الإكلينيكي.

واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي من خلال مراجعة سردية للأدبيات العلمية المتخصصة المتعلقة بتطبيقات الذكاء الاصطناعي، ولا سيما نماذج التعلم الآلي والتعلم العميق (CNNs)، في تفسير الأشعة البانورامية، وقد اعتمدت الدراسة على عينة مكونة من الدراسات المنشورة (150 فرد) في قواعد البيانات العالمية.

وأظهرت النتائج وجود أثر ذي دلالة إحصائية إيجابية لتقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين تفسير الأشعة البانورامية، حيث ساهمت الخوارزميات خصوصاً الشبكات العصبية الالتفافية في رفع الدقة التشخيصية، وتقليل الوقت اللازم للتحليل، ودعم الأطباء الأقل خبرة في اكتشاف التسوس، أمراض اللثة، زراعة الأسنان، والاضطرابات الفكية، و بينت الدراسة وجود أثر سلبي محدود يتمثل في تأثر الأداء

بجودة البيانات، وضعف التوحيد القياسي بين الأنظمة، وصعوبة تفسير الخوارزميات، وتحديات دمج الذكاء الاصطناعي داخل الأنظمة الإكلينيكية الحالية.

وأوصت الدراسة بضرورة إجراء دراسات واسعة النطاق ذات بروتوكولات تقييم موحدة، وتعزيز جودة قواعد البيانات التدريبية، وتطوير أنظمة ذكاء اصطناعي أكثر قابلية للتفسير، ودعم تكاملها مع أنظمة الرعاية الصحية لضمان تطبيق آمن وفعال وشفاف في ممارسات طب الأسنان.

دراسة (Zahra et al., 2025)

هدفت الدراسة إلى التعرف على أثر تقنيات الذكاء الاصطناعي بأبعاده (الدقة التشخيصية، معدل الخطأ، الكفاءة الزمنية، والمقارنة مع التفسير البشري) على رفع جودة تفسير الصور الشعاعية السنية في الممارسة الإكلينيكية لطب الأسنان.

استخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي ضمن إطار المراجعة المنهجية وفقاً لإرشادات PRISMA، من خلال تحليل الدراسات المنشورة بين يناير 2019 ومايو 2024 في قواعد البيانات PubMed و Scopus و Web of Science و Cochrane Library. واعتمدت الدراسة على عينة مكونة من 8 دراسات شملت أكثر من 25,000 صورة شعاعية سنية، مع تقييم مخاطر التحيز باستخدام أدوات Cochrane RoB 2.0 و Newcastle–Ottawa Scale.

وأظهرت النتائج وجود أثر ذي دلالة إحصائية إيجابية لتقنيات الذكاء الاصطناعي على تحسين الأداء التشخيصي، حيث بلغت دقة النماذج بين 80.2% و 96.5%، مع انخفاض ملحوظ في معدلات الخطأ، وتحسن كبير في سرعة التفسير مقارنة بالتفسير البشري التقليدي ($p < 0.05$). كما بينت النتائج أن أداء الأنظمة الذكية كان مساوياً أو متفوقاً على أداء الأطباء ذوي الخبرة في تحليل صور bitewing و panoramic و periapical. في المقابل، كشفت الدراسة عن سلبيات محدودة أبرزها التباين في المنهجيات وغياب التحقق الخارجي الكافي.

وأوصت الدراسة بضرورة إجراء دراسات واسعة النطاق وطويلة المدى، وتوحيد بروتوكولات التقييم، وتعزيز التحقق الخارجي للأنظمة الذكية، ودعم دمج الذكاء الاصطناعي في الممارسة السريرية بما يضمن تطبيقاً آمناً وفعالاً في تفسير الصور الشعاعية السنية.

الفجوة البحثية:

تتفق الدراسات السابقة على أن الذكاء الاصطناعي أصبح عنصرًا محوريًا في تحسين جودة العمليات الحيوية، بما في ذلك العمليات الطبية، من خلال قدرته على محاكاة القدرات البشرية وتحليل البيانات الضخمة بدقة، كما أوضحت دراسات تناولت دوره في تحسين جودة الحياة وفي تعزيز الكفاءة التشغيلية عبر الأتمتة الذكية (شراقوي، 2025)، و أن هذه الإسهامات جاءت عامة ولم تتناول بعمق فعالية الذكاء الاصطناعي في التخصصات الإشعاعية الدقيقة، مما يترك فراغًا معرفيًا حول دوره المحدد في تقليل الأخطاء التشخيصية في الأشعة البانورامية والسيفالومترية.

وفي المقابل، تختلف الدراسات الفلسفية التي تناولت طبيعة الذكاء الاصطناعي مقارنة بالذكاء البشري في تأكيدها على محدودية الخوارزميات الرقمية في محاكاة الخبرات الجسدية-المهارية غير المفاهيمية التي يعتمد عليها الأطباء في التفسير الإكلينيكي، وهو ما يبرز فجوة مهمة تتعلق بمدى قدرة الأنظمة الذكية على أداء مهام التشخيص الشعاعي التي تتطلب حساسية عالية للعلامات الدقيقة وتفسيرات تعتمد على الخبرة البشرية المتجسدة (العلوي والتوازني، 2023). ومن ثم، لا تزال العلاقة بين الذكاء الاصطناعي والخبرة البشرية في هذا السياق غير محسومة.

وتشير دراسات التحول الرقمي وتقنيات الميتافيرس إلى أن الأنظمة الذكية قادرة على تعزيز التفاعل الإدراكي والكفاءة التشغيلية، ولكنها في الوقت ذاته تواجه مشكلات تتعلق بجودة البيانات، وتباين أداء الخوارزميات، وغياب أطر تنظيمية قادرة على ضبط استخدامها، وهو ما يجعل نتائجها قابلة للتباين والتأثر بعوامل تقنية وسياقية متعددة (عوض، 2023)، ومع ذلك، لم تتناول هذه الدراسات أثر هذه التحديات على دقة التشخيص الشعاعي، وهو جانب جوهري في الدراسة الحالية.

ورغم أن الدراسات المتخصصة في طب الأسنان أثبتت قدرة الذكاء الاصطناعي على رفع الدقة التشخيصية في تحليل الأشعة السيفالومترية والبانورامية ودعمت استخدامه في تحديد العلامات، إلا أن معظمها ركز على قياس نسب الدقة وخصائص الخوارزميات دون قياس مباشر لمدى تقليل الأخطاء التشخيصية مقارنة بالتفسير البشري داخل البيئات الإكلينيكية الواقعية، و أن التباين الملحوظ في نتائج الخوارزميات، وفقًا لجودة قواعد البيانات ونوع التطبيق، يشير إلى فجوة مهمة تتعلق بالاستقرار والتعميم (Kiełczykowski et al., 2023؛ Bucur et al., 2025).

وتكشف الدراسات المتعلقة بالأشعة البانورامية عن تحديات إضافية تتعلق بصعوبة تفسير مخرجات الذكاء الاصطناعي، وغياب بروتوكولات تقييم موحدة، ووجود مشكلات في التحقق الخارجي، مما يحد من الاعتماد الكامل على الذكاء الاصطناعي كأداة تشخيصية مستقلة، ورغم اتفاق هذه الدراسات على قدرة الذكاء الاصطناعي على تحسين الأداء التشخيصي، فإنها اختلفت في تقدير حجم تأثيره على تقليل الأخطاء التشخيصية، ولم تربط نتائجها مباشرة بالأخطاء التي تؤثر على القرار الإكلينيكي، الأمر الذي يبرز الحاجة إلى دراسة موجهة تُعالج هذا الجانب بوضوح (Zahra et al., Zia et al., 2025).

المنطلقات النظرية للدراسة:

أولاً: الذكاء الاصطناعي: المفهوم والأبعاد التحليلية

1. مفهوم الذكاء الاصطناعي

يمثل الذكاء الاصطناعي منظومة تقنية تعتمد على محاكاة القدرات البشرية في التحليل واتخاذ القرار وحل المشكلات. يقوم الذكاء الاصطناعي على تصميم خوارزميات قادرة على التعلم من البيانات، واستنتاج الأنماط، وتقديم مخرجات ذات قيمة تشخيصية أو تنبؤية. ورغم تطوره الكبير، إلا أن طبيعته لا تزال مرتبطة بمحدودية تمثيل الخبرة البشرية المتجسدة، نظراً لاعتماده على بيانات مُخزّنة مسبقاً وليس على تجارب حسية مباشرة كما يظهر في الذكاء البشري. (شراوي، 2025؛ العلوي والتوازي، 2023)

2. أبعاد الذكاء الاصطناعي المرتبطة بالتشخيص الطبي

يتضمن الذكاء الاصطناعي عدة أبعاد ترتبط مباشرة بالتطبيقات التشخيصية، وتشمل:

تحسين الدقة التشخيصية من خلال تعلم الأنماط الشعاعية المتكررة.

تقليل الأخطاء البشرية الناتجة عن الإجهاد، أو التحيز الإكلينيكي، أو تباين الخبرات.

دعم القرار الطبي عبر توفير نتائج تحليلية كمية وموضوعية.

تسريع تفسير الأشعة وتقليل زمن الفحص.

وتُعد هذه الأبعاد أساسًا لدور الذكاء الاصطناعي في مجال الأشعة السنية، خصوصًا البانورامية والسيفالومتريّة. (Bucur et al., 2025)

3. القيود التقنية للذكاء الاصطناعي

على الرغم من فعالية الذكاء الاصطناعي، إلا أن أدائه يتأثر بعدة قيود، منها: محدودية قواعد البيانات المستخدمة في التدريب.

عدم قدرة النماذج على تمثيل الخبرة الجسدية-المهارية المتجسدة في التشخيص البشري.

التباين في جودة الصور السينية. صعوبة تفسير الخوارزميات (Black Box).

وتتعرض هذه القيود على الأداء التشخيصي خصوصًا في الصور التي تتطلب دقة عالية مثل CBCT والسيفالومتري. (العلوي والتوازني، 2023؛ Zahra et al., 2025)

ثانيًا: التشخيص الشعاعي في طب الأسنان: البانوراما والسيفالومتري

1. أهمية الأشعة البانورامية

تُعد الأشعة البانورامية أداة مركزية في تشخيص العديد من الحالات مثل التسوس، أمراض اللثة، الآفات حول الذروية، واضطرابات المفصل الفكي الصدغي. تتسم البانوراما بشموليتها، ولكنها قد تعاني من تشوهات في الصورة أو تراكم البنى التشريحية مما يزيد احتمالات الخطأ البشري. (Zia et al., 2025)

2. أهمية الأشعة السيفالومتريّة

تمثل السيفالومتري أساسًا للتشخيص والتخطيط العلاجي في تقويم الأسنان والجراحات التقويمية. تعتمد على قياسات دقيقة لنقاط تشريحية صغيرة، مما يجعلها عرضة لاختلاف كبير في القياس بين الأطباء، خصوصًا المبتدئين. (Kiełczykowski et al., 2023)

3. مصادر الأخطاء التشخيصية في الأشعة

تتعدد مصادر الأخطاء وتشمل:

ضعف جودة الصورة.

اختلاف مستوى الخبرة بين الممارسين.

التحيز البشري في تحديد العلامات التشريحية.

التباين في القياس اليدوي.

ويُظهر ذلك ضرورة البحث عن أدوات مساعدة تقلل من هذه الأخطاء. (Smołka et al., 2024)

ثالثاً: تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تفسير الأشعة البانورامية

1. قدرات الذكاء الاصطناعي في تحليل البانوراما

أثبتت الخوارزميات القائمة على الشبكات العصبية الالتفافية (CNN) كفاءة عالية في تحديد الآفات، وتمييز التسوس، ورصد الاضطرابات الفكية. وقد وصلت دقة بعض الأنظمة إلى حدود تقارب أداء الأطباء ذوي الخبرة أو تتفوق عليهم في مهام محددة. (Zia et al., 2025؛ Zahra et al., 2025)

2. تأثير الذكاء الاصطناعي في تقليل الأخطاء

ساهمت الأنظمة الذكية في تقليل الأخطاء الناتجة عن التفسير اليدوي، خصوصاً فيما يتعلق بتمييز التغيرات الشعاعية الدقيقة أو المناطق ذات التمايز منخفض الكثافة. كما قللت من الأخطاء المتعلقة بتباين الخبرة بين الممارسين. (Bucur et al., 2025)

3. القيود المرتبطة بتطبيقه

ما تزال فعالية الذكاء الاصطناعي مرتبطة بجودة البيانات، إذ يؤثر ضعف التوحيد القياسي للصور أو اختلاف أجهزة التصوير على دقة الخوارزميات، مما يخلق احتمالات لأخطاء جديدة تختلف عن الأخطاء البشرية. (Zahra et al., 2025)

رابعاً: تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تحليل الأشعة السيفالومترية

1. تحديد العلامات السيفالومترية

اعتمدت العديد من الدراسات على الذكاء الاصطناعي لتحديد النقاط السيفالومترية (Landmarks)، وقد حققت بعض النماذج دقة تتراوح بين 88% و92% في تحديد العلامات، مما يقلل الفروقات بين أطباء التقويم. (Bucur et al., 2025)

2. تقليل الأخطاء البشرية

أظهرت الأنظمة الذكية قدرة ملحوظة على توحيد القياسات وتقليل التباين المرتبط بخبرة الممارس. كما ساعدت في تعزيز موثوقية التخطيط العلاجي عبر تقليل التقديرات الخاطئة للمسافات والزوايا. (Kiełczykowski et al., 2023)

3. التحديات المتبقية

رغم التقدم، لا يزال الذكاء الاصطناعي يعاني من اختلاف الأداء بين الخوارزميات، وعدم قدرته على تجاوز بعض الدقة البشرية في علامات محددة، إضافة إلى حاجة مستمرة للبيانات المتوازنة والمتنوعة. (Smołka et al., 2024)

خامساً: التكامل بين الذكاء الاصطناعي والخبرة البشرية في التشخيص الشعاعي

1. حدود الذكاء الاصطناعي أمام الخبرة البشرية

تشير الدراسات الفلسفية إلى أن الخبرة البشرية تتضمن أبعاداً حسية-جسدية يصعب على الخوارزميات تمثيلها، ما يجعل الاعتماد الكلي على الذكاء الاصطناعي غير مضمون، خاصة في الحالات غير النمطية أو الصور المشوهة. (العلوي والتوازي، 2023)

2. دور الذكاء الاصطناعي كأداة مساعدة

توضح الأدبيات أن القيمة الحقيقية للذكاء الاصطناعي تكمن في كونه أداة داعمة للأطباء وليس بديلاً عنهم، حيث يساعد في كشف الآفات غير المرئية بسهولة وتوفير قياسات دقيقة تعزز الكفاءة التشخيصية. (Bucur et al., 2025)

3. أهمية التكامل الإكلينيكي

تحتاج الأنظمة الذكية إلى إدماجها ضمن بروتوكولات تشخيصية واضحة مع الحفاظ على دور الطبيب، لضمان تحقيق أعلى دقة ممكنة وتقليل الأخطاء، ويتطلب هذا التكامل تطويراً مستمراً للأنظمة وضبطاً للمعايير الإكلينيكية. (Zia et al., 2025)

سادساً: التحديات المستقبلية والاتجاهات البحثية

1. تحسين جودة البيانات

تشير الأدبيات إلى أن مستقبل الذكاء الاصطناعي في التشخيص الشعاعي يعتمد على بناء قواعد بيانات ضخمة ومتنوعة تشمل مختلف الحالات السريرية. (Zahra et al., 2025)

2. تطوير الخوارزميات

تتطلب الأنظمة القادمة مزيدًا من الشفافية وقابلية التفسير، مع إدراج نماذج هجينة تجمع بين الخوارزميات الإحصائية والأنظمة المعرفية. (Kiełczykowski et al., 2023)

3. تعزيز الدراسات التطبيقية

تحتاج الأبحاث المستقبلية إلى التركيز على البيانات الإكلينيكية الواقعية وليس فقط على بيانات تجريبية؛ وذلك لقياس الأداء الفعلي للنماذج الذكية في تقليل الأخطاء التشخيصية. (Bucur et al., 2025)

المنهجية وطرق البحث:

ستعتمد الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي، وذلك لملاءمته لطبيعة الموضوع الذي يهدف إلى تحليل دور الذكاء الاصطناعي بأبعاده المختلفة في تقليل الأخطاء التشخيصية في الأشعة البانورامية والسيغالومترية، وسيستخدم هذا المنهج لعرض الأسس النظرية، وتحليل نتائج الدراسات السابقة، وقياس اتجاهات الممارسين حول فعالية الذكاء الاصطناعي في تحسين الدقة الشعاعية.

ثانياً: مجتمع الدراسة

سوف يتكوّن مجتمع الدراسة من أطباء الأسنان وأخصائيي تقويم الأسنان وأخصائيي الأشعة العاملين في العيادات التخصصية ومراكز الأشعة الرقمية التي تستخدم الأشعة البانورامية والسيغالومترية في مدينة الدراسة المقترحة.

ثالثاً: عينة الدراسة

سيتم اختيار عينة عشوائية طبقية من أفراد المجتمع، بحيث تشمل مختلف التخصصات داخل مجال طب الأسنان لضمان تمثيل حقيقي.

ومن المتوقع أن يتراوح حجم العينة بين (150-200 مشارك) بما يتناسب مع متطلبات التحليل الإحصائي وصدق النتائج.

رابعاً: أداة الدراسة

سُطِّور استبانة متخصصة، تتضمن:

الجزء الأول: البيانات الديموغرافية (الخبرة، التخصص، نوع الممارسة).

الجزء الثاني: فقرات تُقاس وفق مقياس ليكرت الخماسي لقياس أبعاد الذكاء الاصطناعي.

الجزء الثالث: فقرات لقياس أبعاد الأخطاء التشخيصية في صور البانوراما والسيفالومتري. لتغطية أبعاد المتغيرين الأساسيين على النحو الآتي:

1. المتغير المستقل: الذكاء الاصطناعي (AI)

وسيقاس من خلال أربعة أبعاد رئيسية:

تحسين الدقة التشخيصية

تقليل الأخطاء البشرية

دعم القرار الإكلينيكي

تسريع تفسير الأشعة

2. المتغير التابع: تقليل الأخطاء التشخيصية

وسيقاس عبر أربعة أبعاد:

دقة تحديد العلامات السيفالومترية

صحة تفسير الأشعة البانورامية

خفض معدلات الخطأ البشري

تحسين موثوقية القياسات الشعاعية

الأساليب الإحصائية المستخدمة

سيجري تحليل البيانات باستخدام برنامج SPSS من خلال الأساليب التالية:

- الإحصاءات الوصفية (المتوسطات، الانحرافات المعيارية).
- اختبار الثبات (Cronbach's Alpha).
- تحليل الارتباط (Pearson Correlation).
- تحليل الانحدار المتعدد (Multiple Regression) لاختبار أثر أبعاد الذكاء الاصطناعي على تقليل الأخطاء التشخيصية.
- اختبار الفرضيات عند مستوى دلالة ($\alpha \leq 0.05$).

حدود الدراسة:

- حدود موضوعية: تقتصر الدراسة على تحليل دور الذكاء الاصطناعي بأبعادها (تحسين الدقة التشخيصية - تقليل الأخطاء البشرية - دعم القرار الإكلينيكي - رفع الكفاءة الزمنية) في تقليل الأخطاء التشخيصية في الأشعة البانورامية والسيفالومترية .
- حدود مكانية: تقتصر الدراسة على العيادات والمراكز المتخصصة في طب الأسنان وتقويم الأسنان التي تعتمد على الأشعة البانورامية والسيفالومترية وتستخدم تقنيات الذكاء الاصطناعي في عمليات التشخيص داخل البيئة الإكلينيكية الحديثة.
- حدود زمنية: سيتم إجراء الدراسة خلال العام الأكاديمي 2025.
- حدود بشرية: تتمثل الحدود البشرية في الأطباء المتخصصين في طب الأسنان وتقويم الأسنان، وفنيي الأشعة، والخبراء المستخدمين لتقنيات الذكاء الاصطناعي في التشخيص الشعاعي.

المراجع

- بن عزوز، محمد، و صابونجي، نادية. (2024). الذكاء الاصطناعي وحوكمة الشركات: أي علاقة؟. مجلة التراث، مج14، ع2 ، 31 - 46. مسترجع من <http://search.mandumah.com/Record/1479723>
- بوزيدي، ربيعة. (2024). الاستراتيجيات التسويقية والذكاء الاصطناعي. المجلة الدولية للاتصال الاجتماعي، مج11، ع2 ، 314 - 333. مسترجع من <http://search.mandumah.com/Record/1475503>
- شاهين، محمود محمد عبدالمولى، و السيد، علي مجاهد أحمد. (2023). دراسة تحليلية لمدى فاعلية الفلسفة التي تستند عليها نظم تخصيص التكاليف في تقليل أخطاء التجميع والقياس والتخصيص. المجلة العلمية للدراسات التجارية والبيئية، مج14، ع2 ، 155 - 192. مسترجع من <http://search.mandumah.com/Record/1444058>
- شرقاوي، عبدالوهاب. (2025). الذكاء الاصطناعي: الخطر الوجودي من أحدث ابتكارات العصر. إدارة الأعمال، ع187 ، 32. مسترجع من <http://search.mandumah.com/Record/1551925>
- عبدالناصر، محمد حسين موسى. (2022). المسؤولية الجنائية عن أخطاء الجراحات الروبوتية. المجلة القانونية، مج13، ع2 ، 477 - 534. مسترجع من <http://search.mandumah.com/Record/1312771>
- عبدالناصر، هناء صبري محمد. (2024). الذكاء الاصطناعي وفينومينولوجيا الذكاء البشري: دراسة في فلسفة هيوبرت دريفوس. مجلة كلية الآداب بقنا، ع63 ، 966 - 1014. مسترجع من <http://search.mandumah.com/Record/1510380>
- عدلان، إشراقة مهدي محمد، و محمد، مفيدة حسن عبيد. (2022). دور مراجع الحسابات في الحد من الأخطاء المحاسبية: دراسة ميدانية - محلية شندي في الفترة من 2018-2021 م.

مجلة القلزم للدراسات الاقتصادية والاجتماعية، ع14 ، 99 - 124. مسترجع من

<http://search.mandumah.com/Record/1333237>

• عرقسوسي، أميرة عبدالمجيد. (2024). الأخطاء الشائعة في بعض خطوات البحث العلمي

الاجتماعي الميداني: دراسة نظرية. مجلة جامعة دمشق للآداب والعلوم الإنسانية، مج40، ع1

، 135 - 152. مسترجع من <http://search.mandumah.com/Record/1516685>

• العلوي، سكينه الأمراني، و التوزاني، محمد. (2023). مستقبل الذكاء الاصطناعي: الميثافيرس

نموذجاً. مجلة القانون والأعمال، ع88 ، 256 - 278. مسترجع من

<http://search.mandumah.com/Record/1361491>

• عوض، عادل عبدالسميع أحمد. (2023). الذكاء الاصطناعي والتفرد التكنولوجي. مجلة الفكر

المعاصر - الإصدار الثاني، ع32 ، 23 - 73. مسترجع من

<http://search.mandumah.com/Record/1470202>

- Bucur, S. M., Olteanu, C. D., & Crişan, I. M. (2025). Artificial intelligence enhancing orthodontic diagnosis and treatment. *Medicine and Materials*, 5(1), 29–36. <https://doi.org/10.36868/medmater.2025.05.01.29>
- Kiełczykowski, M., Kamiński, K., Perkowski, K., Zadurska, M., & Czochrowska, E. (2023). Application of Artificial Intelligence (AI) in a Cephalometric Analysis: A Narrative Review. *Diagnostics*, 13(16), 2640. <https://doi.org/10.3390/diagnostics13162640>
- Smółka, P., Nelke, K., Struzik, N., Wiśniewska, K., Kiryk, S., Kensy, J., Dobrzyński, W., Kiryk, J., Matys, J., & Dobrzyński, M. (2024). Discrepancies in Cephalometric Analysis Results between Orthodontists

and Radiologists and Artificial Intelligence: A Systematic Review. *Applied Sciences*, 14(12), 4972. <https://doi.org/10.3390/app14124972>

- Zahra, F. T., Waseem, M., Iqbal, N., Akhtar, M., Khan, S. A., & Kashaf, D. E. (2025). *Artificial intelligence in automated interpretation of dental radiographs: a systematic review*. 3(3 (Life)), 254–259. <https://doi.org/10.71000/4dg45x22>
- Zia, M., Zaki, N., Owad Almutairi, F. S., Alruwaili, M., & Iqbal, M. W. (2025). *The role of ai in interpreting panoramic dental x-rays a narrative review*. 3(4 (Health and Allied)), 734–740. <https://doi.org/10.71000/y0j1wk89>

Mid Ocean University

College of Management

Master of Healthcare Management



The Role of Artificial Intelligence in Reducing Diagnostic Errors in Panoramic and Cephalometric Radiography

Prepared by:

Mohammed Saeed Alshahrani

252001276

Supervision:

Dr. Al-Faisal Abdelhamid Mohamed Hassan

Dr. Fayez Jarad

1447-2025