International Journal of Multidisciplinary Research and Growth Evaluation.

Redefining Human Responsibility in the Age of Artificial Intelligence: Toward a Normative Framework for the Governance of Political Systems

Aya Sadeq Jumaah [1*], Dr. Khairullah Sabhan Abdullah Al-Juboury [2]
[1] University of Baghdad, College of Political Science, Baghdad, Iraq.
[2] University of Mosul, College of Political Science, Nineveh, Iraq.

* Corresponding Author: **Aya Sadeq Jumaah**

Article Info

ISSN (Online): 2582-7138
Impact Factor (RSIF): 7.98
Volume: 06
Issue: 06
November-December 2025
Received: 25-09-2025
Accepted: 27-10-2025
Published: 23-11-2025
Page No: 607-610

Abstract
The contemporary world is experiencing a profound transformation in the structure and function of political systems as artificial intelligence becomes increasingly embedded in public administration, electoral processes, surveillance mechanisms, and digital communication spheres. This study seeks to develop a new normative framework for reexamining human responsibility within political governance at a time when AI systems play significant roles in shaping decision-making outcomes. Drawing on current political tools, ethical theory, and recent governance studies, the research proposes a three-dimensional framework—principled standards, institutional design, and mechanisms of accountability and redress—to clarify, operationalize, and enforce responsibility. The study further presents practical policy recommendations, including mandatory human oversight, traceability of decisions, and institutional capacity-building, to ensure that artificial intelligence strengthens democratic legitimacy, protects human rights, and promotes social cohesion.

Keywords: Human Responsibility, Artificial Intelligence, Political Systems, Governance, Democracy

1. Introduction

والاقتصادية والاجتماعية. ففي الأنظمة السياسية تحديدًا، تُشكل تقنيات الذكاء الاصطناعي بشكل متزايد عمليات صنع القرار، وصياغة السياسات العامة، والديناميكيات الانتخابية، وإدارة مؤسسات الدولة. ومع مشاركة الخوارزميات في مهام كانت حكراً على البشر في السابق - مثل الحوكمة التنبؤية، وتقييم المخاطر، وتخصيص الموارد العامة - أصبح المفهوم التقليدي للمسؤولية البشرية أكثر تعقيداً وصعوبة في تحديد معالمه. وتُشكل هذه التطورات تحدياً للأسس الأخلاقية وهياكل المساءلة القائمة، مما يثير تساؤلات مُلحة حول كيفية فهم المسؤولية وتقاسمها وتنظيمها في عصر تُوزع فيه الفاعلية بين البشر والمؤسسات والآلات الذكية.

وعلى الرغم من التكامل المتزايد للذكاء الاصطناعي في الحوكمة، إلا أن النظرية السياسية والسياسات العامة لم تُبلور بعد إطاراً معيارياً متماسكاً قادراً على تنظيم هذا التوزيع الجديد للمسؤولية. وتواجه نماذج المساءلة الحالية - المتجذرة في المفاهيم الكلاسيكية للسلطة السياسية والمسؤولية القانونية والواجب الأخلاقي - صعوبة في معالجة الحالات التي تؤثر فيها الأنظمة الخوارزمية على النتائج السياسية، بل تُحددها. ويُعرّض هذا الفراغ المفاهيمي الأنظمة السياسية لمخاطر مثل تراجع الشفافية، وضعف الشرعية الديمقراطية، وضعف ثقة المواطنين في المؤسسات. لذا، فإن إعادة تعريف المسؤولية البشرية في عصر الذكاء الاصطناعي ليست مجرد ممارسة أكاديمية، بل ضرورة عملية لضمان حوكمة أخلاقية وفعّالة في القرن الحادي والعشرين.

وتتمثل المشكلة الرئيسية التي يتناولها هذا البحث في غياب إطار معياري شامل يُعرّف بوضوح المسؤولية البشرية ضمن الأنظمة السياسية التي تتشكل بشكل متزايد بفعل العمليات التي يُحركها الذكاء الاصطناعي. ويكمن التحدي في تحديد كيفية توزيع المسؤولية بين صانعي القرار البشريين وأنظمة الذكاء الاصطناعي، وكيفية الحفاظ على المساءلة عند تأثير الخوارزميات على القرارات، وكيف يمكن للأنظمة السياسية حماية المبادئ الديمقراطية في ظل هذا التحول التكنولوجي. ويسترشد هذا البحث بالفرضية الآتية إن دمج الذكاء الاصطناعي في الحوكمة السياسية يتطلب إعادة تعريف مفهوم المسؤولية البشرية متعدد الأبعاد - مفهوم يتضمن الأبعاد الأخلاقية والقانونية والهيكلية - من أجل الحفاظ على المساءلة والشرعية والرقابة الديمقراطية.

ولاختبار هذه الفرضية ومعالجة مشكلة البحث، يعتمد البحث نهجاً نوعياً وتحليلياً ومعيارياً، قائماً على أساس منهج التحليل النظمي، بغية التحقق من فرضية البحث.

وتتضمن هيكلية البحث مقدمة تقود إلى تأطير المسؤولية في السياق السياسي، ثم الانتقال إلى الذكاء الاصطناعي وأثره على حقوق الإنسان، وصولاً إلى إعادة تعريف المسؤولية في الأنظمة السياسية: نحو إطار معياري جديد، ثم الخاتمة والتوصيات.

أولاً: تأطير المسؤولية في السياق السياسي

للمسؤولية في الحوكمة السياسية ثلاثة أبعاد مترابطة هي: الاطار المعياري: ويقصد به المبادئ الأخلاقية والواجبات الأخلاقية؛ والاطار القانوني: ويقصد به الالتزامات والمسؤوليات القانونية؛ والاطار الإجرائي: الذي يتمثل بالممارسات المؤسسية وآليات الإشراف.

) أن الذكاء الاصطناعي لا يُعد كياناً أخلاقياً مستقلاً، بل أداة متقدمة، وتبقى المسؤولية الأخلاقية والسياسية منوطة بالبشر Floridi. 2023وفي هذا السياق يرى (الذين يصممونه ويشغّلونه وينظمونه. كما تُظهر المراجعات المنهجية الحديثة أن الحوكمة الفعالة تتطلب هياكل وإجراءات وممارسات مترابطة على المستويات المحلية والوطنية والدولية (Batool. 2025.).

كما إن المسؤولية في سياق الذكاء الاصطناعي تشمل نوعين هما: المسؤولية الرجعية التي تترتب عن الأضرار بعد وقوعها، أي المساءلة والتعويض. والمسؤولية الاستباقية التي تعنى بالواجب الأخلاقي لمنع الضرر قبل وقوعه. وتصبح هذه الأبعاد أكثر تعقيداً في المجال السياسي، إذ ترتبط بالشرعية الديمقراطية وبحقوق المواطنين وباختلال توزيع المخاطر بين الفئات الاجتماعية (Davenport. 2018). وتواجه عملية تحديد المسؤولية في الاطار السياسية مجموعة من التحديات أهمها:

1. الغموض وصعوبة التتبع: كثير من أنظمة الذكاء الاصطناعي المعاصرة غير قابلة للفهم الكامل (الصندوق الأسود)، مما يعقّد تحديد المسؤوليات. ويشدّد (مولر) على ضرورة الشفافية وقابلية التفسير كأساس للمساءلة (Müller. 2025.).
2. تشتّت المسؤوليات في المنظومات المعقدة: ينتج الذكاء الاصطناعي غالباً عن سلسلة أطراف متعددة (مطورين، وشركات، ومؤسسات عامة)، مما يخلق ضبابية في تحديد من يتحمّل المسؤولية (Batool. 2025.).
3. الفجوات التنظيمية والزمنية: تتطور التقنيات أسرع من القوانين، وغالباً ما تكون قدرات المؤسسات على تطبيق التشريعات ضعيفة. ويُعد قانون الاتحاد الأوروبي نموذجاً متقدماً لكنه يكشف عن صعوبات في التنفيذ والرقابة (European Commission. 2025.).
4. سوء الاستخدام السياسي: يمكن استغلال النماذج التوليدية وتقنيات الاستهداف السياسي لتضليل الناخبين أو نشر خطاب الكراهية، ما يستدعي توازناً دقيقاً بين حرية التعبير وحماية المجال العام من التلاعب.

فالمسؤولية السياسية مصممة لالتزام القائمين على السلطة (المديرين والمؤسسات والموظفين والممثلين الآخرين) بتبرير قراراتهم وإجراءاتهم. وهذا يعني أن القدرة السياسية ليست جامعة مطلقة، ولكنها تلتزم بالمعايير القانونية والأخلاقية والمؤسساتية التي تضمن الشفافية وإمكانية إعادة البناء. لذا يجب على الممثلون السياسيون احترام القانون ويمكن أن تتم معاقبتهم من قبل المحاكم في حالة الانتهاك مثل الفساد وغيره. ففي السياق السياسي، تعد المسؤولية بمثابة مبدأ أساسي للحكم الديمقراطي، ويضمن أن تمارس هذه القدرة أسلوباً شفافاً ومسيطراً عليه وموجهاً نحو المصلحة العامة. وإنهم يكتسبون ثقة المواطنين ويحدون من التعسف ويفضلون شرعية النظام السياسي (Biswal. 2020: 169).

ثانياً: الذكاء الاصطناعي وأثره على حقوق الإنسان

أصبح الذكاء الاصطناعي قوةً تحويليةً تُؤثر على جميع جوانب الحياة البشرية مثل الاتصالات والعمل إلى الأمن والحوكمة. وبينما يُتيح الذكاء الاصطناعي إمكاناتٍ هائلةً للابتكار والكفاءة، فإنه يطرح أيضاً تحدياتٍ جديدةً ومعقدةً لحماية حقوق الإنسان وتعزيزها.

1. الحق في الخصوصية وحماية البيانات

تعتمد أنظمة الذكاء الاصطناعي بشكل كبير على جمع البيانات ومعالجتها على نطاق واسع. وغالباً ما ينطوي هذا الاعتماد على جمع المعلومات الشخصية، مما قد يُعرّض الأفراد لانتهاكات الخصوصية والمراقبة وإساءة استخدام البيانات. فعلى سبيل المثال، وُجّهت انتقاداتٌ لتقنية التعرف الآلي على الوجه لإتاحتها المراقبة الجماعية وتقويضها لحقوق الخصوصية. وأكدت (مفوضية الأمم المتحدة السامية لحقوق الإنسان) أن مثل هذه الممارسات قد "تتدخل بشكل غير ملائم في الخصوصية وإخفاء الهوية" (European Union Agency for Fundamental Rights. 2022.).

٢ . المساواة وعدم التمييز

يمكن لخوارزميات الذكاء الاصطناعي إعادة إنتاج التحيزات الاجتماعية القائمة وتضخيمها. ويمكن أن يحدث التمييز عندما تعكس البيانات المستخدمة لتدريب أنظمة الذكاء الاصطناعي أوجه عدم المساواة أو الصور النمطية التاريخية، مما يؤثر على التوظيف، والرقابة، والإقراض، والوصول إلى الخدمات العامة. وتشير (اليونسكو) إلى أن مجموعات البيانات المتحيزة أو القرارات الخوارزمية الغامضة قد تؤدي إلى معاملة غير متساوية، مما يعزز الظلم المنهجي بدلاً من تصحيحه (2021. UNESCO.).

٣ . حرية التعبير والوصول إلى المعلومات

يمكن لأنظمة إدارة المحتوى المدعومة بالذكاء الاصطناعي والمستخدمة على منصات التواصل الاجتماعي أن تقمع دون قصد الخطاب المشروع أو تفرض رقابة غير متناسبة على مجموعات معينة. في المقابل، قد تُسهم خوارزميات التوصية في خلق ما يُسمى بـ (غرف الصدى) ونشر المعلومات المضللة، مما يُشوّه الخطاب العام. ويُجادل الباحثون بأن هذه الديناميكيات يُمكن أن تُقوّض المشاركة الديمقراطية وحرية الفكر (Floridi. 2023).

٤ .الحق في العمل والأمن الاقتصادي

تُحدث الأتمتة المُدعّمة بالذكاء الاصطناعي تحولاً في أسواق العمل عبر استبدال الأدوار البشرية أو إعادة تشكيلها في قطاعات مُتعددة. وعلى الرغم من أن الذكاء الاصطناعي يُمكن أن يُوفر فرصاً جديدة، إلا أنه يُمكنه أيضاً أن يُسبب فقدان الوظائف وتفاقم التفاوت الاقتصادي إذا لم تُوفّر الحماية الاجتماعية الكافية وبرامج إعادة التدريب (International Labour Organization. 2022.).

٥ .المساءلة والحق في الانصاف

تُعدّ المساءلة من أهمّ تحديات حقوق الإنسان التي يُشكّلها الذكاء الاصطناعي. فعندما تُتّخذ الأنظمة المُستقلة قرارات أو تُساعد في اتخاذها - على سبيل المثال، في إنفاذ القانون، أو تخصيص الرعاية الاجتماعية، أو التوصيات القضائية - يُصبح تحديد المسؤول قانونياً عن الضرر أمراً صعباً. وتؤكد وكالة الاتحاد الأوروبي للحقوق الأساسية (FRA) على ضرورة وجود "رقابة بشرية، وإمكانية تتبع، وسبل انتصاف فعالة" في حوكمة الذكاء الاصطناعي، وذلك لضمان الحق في انصاف فعال (2022. FRA.).

6. الحق في الحياة والحرية والأمن

في التطبيقات الأمنية والعسكرية، تُثير أنظمة الذكاء الاصطناعي - مثل الأسلحة الفتاكة ذاتية التشغيل أو الشرطة - مخاوف أخلاقية وقانونية عميقة. وقد يؤدي الاستهداف أو التنميط الآلي إلى حرمان تعسفي من الحياة أو الحرية. وقد حذّر (الأمين العام للأمم المتحدة) من أن هذه التقنيات، في غياب التنظيم المناسب، قد تُقوّض القانون الإنساني الدولي وحماية حقوق الإنسان (United Nations. 2023.).

لذا فإنّ للذكاء الاصطناعي إمكانات مزدوجة؛ إما أن يُعزز حقوق الإنسان عبر الابتكار والشفافية والكفاءة، أو أن يُقوّضها عبر التحيز والمراقبة والغموض. وتتطلب حماية حقوق الإنسان في عصر الذكاء الاصطناعي إطاراً تنظيمياً وأخلاقياً متيناً قائماً على الرقابة البشرية والشفافية والمساءلة.

ثالثاً: إعادة تعريف المسؤولية في الأنظمة السياسية: نحو إطار معياري جديد

من أجل إعادة تعريف المسؤولية في الأنظمة السياسية فهناك إطاراً ثلاثي الأبعاد لإعادة تعريف هذه المسؤولية وهو كالآتي:

1. المعايير المبدئية: هناك مجموعة من المعايير التي لابد من مراعاتها في هذا السياق، أيّ ما الذي يجب أن تهدف إليه المسؤولية وفقاً لهذا المعيار (Munoko. 2020: 210):

أ كرامة الإنسان وسموّ الحقوق: بمعنى احترام الحقوق الإنسانية والعمليات الديمقراطية بوصفها قيمة عليا غير قابلة للتنازل.

ب التناسب والعقلانية العامة: يجب أن يكون استخدام الذكاء الاصطناعي متناسباً مع المصلحة العامة ومبرّراً بشفافية أمام المواطنين.

ت الشفافية وقابلية التفسير: في القرارات التي تمس الحقوق أو الخدمات العامة، يجب توثيق منطق النظام ومصادر بياناته ومعاييره بشكل يمكن فهمه من قبل المواطنين.

ث الإنصاف وعدم التمييز: يعد الانصاف واجباً لتجنّب الانحيازات الخوارزمية ضد الفئات الضعيفة.

2. التصميم المؤسسي: من أجل تحديد من يتحمل المسؤولية وكيف، لابد من مراعاة الآتي (Sedkaoui. 2024):

إشراف بشري إلزامي مع تحديد جهة المسؤولية: لابد من تعيين موظف مسؤول عن أنظمة الذكاء الاصطناعي في المؤسسات العامة (ضابط الذكاء أ الاصطناعي)، يكون مسؤولاً قانونياً عن نتائجها، مع التزامات على الشركات المزودة بالكشف عن حدود النظام ومخاطره.
هيئات تدقيق مستقلة: لابد من إنشاء هيئات رقابية مستقلة ذات صلاحيات فنية وقانونية لمراجعة الأنظمة ومعالجة الشكاوى. ب
حوكمة تشاركية: يجب إشراك المواطنين ومنظمات المجتمع المدني في تقييم أثر الأنظمة السياسية الذكية عبر مجالس استشارية أو لجان رقابية. ت
التتبع وحفظ السجلات: إلزام الجهات بحفظ السجلات وتدريب النماذج وقراراتها لتسهيل التحقيق في الأضرار وإصلاحها. أ
نظام مسؤولية متدرّج: لابد من تحديد المساءلة الإدارية والمدنية عن الإهمال، ومسؤولية جنائية عن الأفعال المتعمّدة مثل التلاعب الانتخابي. ب
المراجعة الدورية والتحديث التشريعي: لابد من إدخال بنود مراجعة دورية للقوانين، وإنشاء (بيئات اختبار تنظيمية) لتقييم الأنظمة الجديدة. ت

لذا يتطلب الإطار المعياري الجديد دمج ثلاثة أبعاد أساسية. أولاً، يجب أن تتجاوز المسؤولية الأخلاقية، التي تُشدد على الشفافية والنزاهة والاستجابة للصالح العام، شاغلي المناصب الرسمية لتشمل التكنوقراطيين والكيانات الخاصة والأنظمة الرقمية المؤثرة في صنع القرار السياسي. ثانياً، يجب أن تُدرك المسؤولية الهيكلية الطبيعة المترابطة للحوكمة المعاصرة، مُعززةً آليات التعاون التي تُوزع المساءلة عبر الشبكات بدلاً من تركيزها فقط في التسلسلات الهرمية التقليدية. ثالثاً، يجب أن تُهيئ المسؤولية الاستشرافية الأنظمة السياسية للمخاطر المستقبلية - البيئية والتكنولوجية والاجتماعية والسياسية - عبر التنظيم الاستباقي وتخطيط السياسات طويلة المدى (Nagwani & Suri. 2023).

ومن ثم فإنّ، عملية إعادة تعريف المسؤولية تعني تعزيز الأسس الأخلاقية للسلطة السياسية مع تكييف هياكل المساءلة مع واقع القرن الحادي والعشرين. وهذا يتطلب أنظمة سياسية لا تقتصر على تفسير القرارات السابقة فحسب، بل تكون أيضاً مُجهزة للتصرف بحكمة في مواجهة أوجه عدم اليقين عبر ترسيخ المسؤولية كمبدأ ديناميكي ومشترك واستشرافي. ويمكن للأنظمة السياسية تعزيز شرعيتها، وحماية القيم الديمقراطية، وضمان بقاء السلطة - سواء أكانت بشرية أم خوارزمية - متوافقة مع احتياجات المجتمع ورفاهه الجماعي.

الخاتمة والتوصيات

لم تعد عملية إعادة تعريف المسؤولية في النظم السياسية المعاصرة ترفاً نظرياً، بل ضرورة هيكلية في عصر يتميز بالتسارع التكنولوجي، والترابط العالمي، وأشكال السلطة سريعة التطور. ولا تزال المفاهيم التقليدية للمسؤولية السياسية - التي تُركز أساساً على المساءلة، والمسؤولية القانونية - أساسية، ولكنها غير كافية لمواجهة التحديات المعقدة التي تُشكل الحوكمة في الوقت الراهن. ومع تزايد توزيع السلطة السياسية بين مؤسسات الدولة، والجهات الفاعلة غير الحكومية، والأنظمة الخوارزمية، لابد إعادة تصور المسؤولية باعتبارها التزاماً معيارياً متعدد الطبقات ومشتركاً، بدلاً من كونها التزاماً مؤسسياً ضيقاً.

فإن إعادة تعريف المسؤولية الإنسانية في عصر الذكاء الاصطناعي عمل أخلاقي ومؤسسي في آن واحد. فالأنظمة السياسية مطالبة بتبني معايير مبدئية ترتكز على حقوق الإنسان، وتصميمات مؤسسية تحدد المسؤولية بوضوح، وآليات مساءلة ومعالجة قابلة للتنفيذ. وتمثل توصية اليونسكو وقانون الاتحاد الأوروبي للذكاء الاصطناعي خطوات مهمة في هذا الاتجاه، لكنّ النجاح الحقيقي يعتمد على بناء القدرات المؤسسية، وإشراك المواطنين، وتكييف القوانين مع التطور التقني المستمر. وإن الإطار الثلاثي المقترح (المعايير المبدئية، والتصميم المؤسسي، والمساءلة والمعالجة) يشكل خريطة طريق عملية لحوكمة الذكاء الاصطناعي دون التخلي عن جوهر المسؤولية الإنسانية.

وتتطلب عملية إعادة توزيع المسؤولية بين الإنسان والآلة توازناً بين قيم متناقضة؛ الابتكار والفعالية من جهة، والشرعية وحقوق الإنسان من جهة أخرى. وإن منح الذكاء الاصطناعي صفة (الفاعل الأخلاقي) لا يعني منحه شخصية قانونية مستقلة، بل يستدعي تعزيز الأطر البشرية والمؤسسية لضمان الإشراف والمساءلة. وتُظهر التجارب الإقليمية، لاسيما في أوروبا، أن نجاح الحوكمة مرهون بالقدرة المؤسسية، وتوافر موارد المراقبة والتقييم المستمر.

التوصيات:

1. اعتماد معايير قانونية قائمة على المخاطر: لابد من فرض رقابة بشرية في القرارات عالية التأثير مثل القضاء والانتخابات والضمان الاجتماعي.
2. بناء القدرات المؤسسية: لابد من تمويل وحدات متخصصة في الوزارات والهيئات الرقابية تجمع بين الخبرة التقنية والقانونية والسياسية.
3. إلزامية تقييم الأثر الخوارزمي ونشر السجلات العامة: لابد من توثيق كل نظام يُستخدم في الحوكمة العامة وإتاحة المعلومات للمواطنين.
4. آليات تظلّم ومحو أمية رقمية: لابد من تسهيل تقديم الشكاوى وتدريب المواطنين على فهم قرارات الذكاء الاصطناعي ومساءلتها.

المراجع:

1. Batool, A. (2025). AI governance: A systematic literature review. AI and Ethics.(https://link.springer.com/article/10.1007/s43681-024-00653-w).
2. European Commission. (n.d.). AI Act Shaping Europe's digital future. European Commission. Retrieved November 2025, from (https://digitalstrategy.ec.europa.eu/en/policies/regulatory-framework-ai).
3. Floridi, L. (2023). The ethics of artificial intelligence: Principles, challenges, and opportunities. Oxford University Press.
4. Müller, V. C. (2025). Ethics of artificial intelligence [Preprint]. (https://arxiv.org/abs/2508.16658).
5. UNESCO. (2021). Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.(https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381137).
6. European Union Agency for Fundamental Rights. (2022). FairAI: Ensuring fundamental rights in artificial intelligence systems. Publications Office of the European Union. (https://fra.europa.eu/en/publication/2022/fair-ai).
7. Floridi, L. (2023). The ethics of artificial intelligence: Principles, challenges, and opportunities. Oxford University Press.
8. International Labour Organization. (2022). The impact of artificial intelligence on the world of work: Opportunities and challenges. ILO.(https://www.ilo.org/global/publications).
9. Office of the United Nations High Commissioner for Human Rights. (2021). The right to privacy in the digital age: Report of the United Nations High Commissioner for Human Rights (A/HRC/48/31). United Nations. (https://www.ohchr.org/en/documents/thematicreports/ahrc4831-right-privacy-digital-age).
10. UNESCO. (2021). Recommendation on the ethics of artificial intelligence. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381137).
11. United Nations. (2023). Our common agenda: Policy brief on a new agenda for peace. United Nations. (https://www.un.org/en/common-agenda).
12. Davenport, T. H. (2018). The AI advantage: How to put the artificial intelligence revolution to work. mit Press.
13. Munoko, I., Brown-Liburd, H. L., & Vasarhelyi, M. (2020). The ethical implications of using artificial intelligence in auditing. Journal of business ethics, 167(2), 209-234.
14. Zohuri, B., & Rahmani, F. M. (2023). Artificial intelligence driven resiliency with machine learning and deep learning components. Japan Journal of Research, 1(1).

15. Biswal, S. K. (2020). The space of artificial intelligence in public relations: the way forward. Optimization in Machine Learning and Applications, 169-176.
16. Nagwani, N.K. & Suri , J.S. (2023).An artificial intelligence framework on software bug triaging Technological evolution, and future challenges. International Journal of Information Management Data Insights, 3 (1)