نظرية الرخاوي للتقصير الخوارزمي التراكمي
من السببية الخطية إلى السببية الشبكية غير الخطية في عصر الذكاء الاصطناعي والأنظمة الذكية المعقدة

إطار قانوني ورياضي وفلسفي متكامل لإعادة تعريف المسؤولية التقصيرية في الأنظمة الخوارزمية المتفاعلة

تأليف
الدكتور محمد كمال عرفة الرخاوي
الباحث والمستشار والخبير والفقيه والمؤلف القانوني والمحاضر الدولي في القانون

المعرف الرقمي
10.5281/zenodo.21232742

تاريخ الإصدار
يوليو2026

اللغات
العربية، الإنجليزية

الحالة
إطار نظري وقانوني ورياضي أكاديمي رصين

الإهداء

إلى روح أمي الطاهرة وأبي الطاهر
اللذين علماني أن الكرامة لا تُشترى وأن الحرية لا تُوهب بل تُنتزع انتزاعاً من أغلال النفس
وأن العدل أساس الملك، وأن الحق يُصان بالعلم، وأن العلم يُصان بالأمانة

وإلى ابنتي الحبيبة قرة عيني صبرينال المصرية الجزائرية
يا من تمثلين الأمل في جيل جديد يرفض عبودية الغريزة ويختار حرية الوعي
ويؤمن بأن التكنولوجيا يجب أن تخدم الإنسان لا أن تستعبده

هذا العمل هو ثمرة سنوات من التأمل في إشكالية العدالة في عصر الآلة الذكية
أقدمه للعلم والقانون والإنسانية
راجياً أن يكون لبنة في بناء مستقبل أكثر عدلاً

الملخص التنفيذي

يقدم هذا المرجع نظرية قانونية ورياضية وفلسفية جديدة كلياً تُعالج إشكالية جوهرية في عصر الذكاء الاصطناعي: كيف تُوزع المسؤولية التقصيرية عندما يتفاعل نظامان أو أكثر من الأنظمة الخوارزمية، وكل نظام يعمل بشكل صحيح بمفرده، لكن تفاعلها معاً ينتج ضرراً جسيماً لا يمكن إسناده إلى نظام بعينه؟

تقوم النظرية التقليدية للمسؤولية التقصيرية على مبدأ السببية الخطية: فعل واحد يؤدي إلى نتيجة واحدة، ويمكن تحديد المسؤول بدقة. لكن في عصر الأنظمة الذكية المعقدة، تتحول السببية من خطية إلى شبكية غير خطية، وتصبح المسؤولية موزعة على شبكة معقدة من التفاعلات بين الأنظمة.

تُقدم نظرية الرخاوي للتقصير الخوارزمي التراكمي حلاً منهجياً لهذه الإشكالية من خلال سبعة مبادئ مبتكرة:

المبدأ الأول: العناية التراكمية، الذي يُلزم كل مطور ليس فقط بالعناية بنظامه بمفرده، بل أيضاً بكيفية تفاعل نظامه مع الأنظمة الأخرى في النظام البيئي الخوارزمي.

المبدأ الثاني: السببية الشبكية غير الخطية، الذي يعيد تعريف السببية من نموذج خطي إلى نموذج شبكي غير خطي، حيث تُحسب مساهمة كل نظام في الضرر النهائي بناءً على درجة تفاعله مع الأنظمة الأخرى، مع الأخذ في الاعتبار التأثيرات الأسية ونقاط الاختناق.

المبدأ الثالث: المسؤولية التناسبية، الذي يوزع المسؤولية على المشاركين في النظام البيئي بنسبة قدرتهم على التنبؤ بالتفاعلات، وقدرتهم على منع الضرر، واستفادتهم من النظام.

المبدأ الرابع: عكس عبء الإثبات، الذي يُلزم المطورين بتقديم سجل التفاعل الخوارزمي للمحكمة، وإلا اعتُبروا مسؤولين بنسبة مائة بالمائة.

المبدأ الخامس: التكامل التنظيمي الدولي، الذي يُوحد النظرية مع قانون الذكاء الاصطناعي الأوروبي والقوانين الناشئة في الصين والولايات المتحدة، ويُنشئ محكمة دولية للتنازع الخوارزمي.

المبدأ السادس: معامل النضج الخوارزمي، الذي يُميز بين الأنظمة الناضجة التي تم اختبارها ملايين المرات والأنظمة الناشئة، حيث تتناقص المسؤولية مع زيادة النضج.

المبدأ السابع: مبدأ التناسب العكسي مع السيطرة، الذي يُقرر أن كل نظام يتحمل مسؤولية بنسبة سيطرته الفعلية على مخرجات التفاعل، بغض النظر عن حجمه التقني.

يُقدم المرجع نموذجاً رياضياً متطوراً غير خطي لحساب درجة مساهمة كل نظام في الضرر، وصيغة لتوزيع التعويضات، وخوارزميات لاكتشاف التفاعلات الضارة قبل وقوع الضرر. كما يُقدم إطاراً تنظيمياً متكاملاً يشمل معايير الاختبار الإلزامية، وشهادات التوافق الخوارزمي، ونموذج التأمين البارامتري للخوارزميات، وسجل المسؤولية الخوارزمي الموزع على البلوك تشين، وبروتوكول الطوارئ الخوارزمي بالقواطع التلقائية.

يستند المرجع إلى حالات واقعية موثقة تشمل كارثة التداول الآلي عام 2010، وحوادث السيارات ذاتية القيادة، والتحيز في خوارزميات التوظيف، وحالات الذكاء الاصطناعي التوليدي، ويُقدم تحليلاً قانونياً ورياضياً وفلسفياً عميقاً لكيفية تطبيق النظرية على هذه الحالات.

المقدمة

في السادس من مايو عام 2010، شهدت الأسواق المالية الأمريكية ما عُرف بكارثة التداول الخاطف، حيث خسر مؤشر داو جونز الصناعي نحو تريليون دولار في غضون دقائق معدودة، قبل أن يستعيد معظم خسائره. لم يكن وراء هذه الكارثة متلاعب واحد، ولا نظام واحد معطوب، بل تفاعل معقد لعشرات خوارزميات التداول الآلي، كل منها كان يعمل بشكل صحيح وفق برمجته، لكن تفاعلها أنتج كارثة مالية كبرى.

لم تتمكن الجهات الرقابية من معاقبة أحد، لأن لا أحد كان مخطئاً بمفرده. كل خوارزمية كانت تعمل ضمن معايير العناية المعقولة، لكن النتيجة النهائية كانت كارثية. كشفت هذه الحادثة عن ثغرة جوهرية في الفقه القانوني التقليدي: عدم قدرته على معالجة حالات الضرر الناتج عن تفاعل أنظمة متعددة تعمل بشكل صحيح بمفردها.

تتكرر هذه الإشكالية في مجالات متعددة. في حوادث السيارات ذاتية القيادة، تتفاعل خوارزمية السيارة مع إشارات المرور الذكية، وأنظمة الملاحة، وخوارزميات السيارات الأخرى، وتطبيقات الهواتف. عندما يحدث حادث بسبب سوء فهم بين هذه الأنظمة، من المسؤول؟ في خوارزميات التوظيف، تتفاعل أنظمة الفرز مع بيانات من منصات متعددة، وكل نظام محايد بمفرده، لكن تفاعلها ينتج تمييزاً منهجياً. من المسؤول عن هذا التمييز؟

في عام 2024، ظهرت إشكاليات جديدة مع الذكاء الاصطناعي التوليدي. عندما أنتج نموذج لغوي كبير نصاً تسبب في انهيار سهم شركة بسبب هلوسة خوارزمية، وتفاعل هذا النص مع خوارزميات تداول آلي فقامت ببيع السهم، مما أدى لكارثة، لم يكن هناك تفاعل بين أنظمة فقط، بل تفاعل بين معلومات مولدة وأنظمة تنفيذية. من المسؤول عن هذه الكارثة؟

تُعالج هذه الإشكاليات حالياً من خلال نظريات قانونية تقليدية مثل المسؤولية المشتركة، والتقصير المقارن، والسببية المتعددة. لكن هذه النظريات صُممت لعالم تتفاعل فيه أفعال بشرية منفصلة، لا لأنظمة خوارزمية تتفاعل بسرعات فائقة وبطرق غير متوقعة.

يُقدم هذا المرجع نظرية جديدة كلياً تُعالج هذه الإشكالية بشكل منهجي وعميق: نظرية الرخاوي للتقصير الخوارزمي التراكمي. تقوم النظرية على إعادة تعريف المسؤولية التقصيرية في عصر الأنظمة الذكية المعقدة، وتُقدم إطاراً قانونياً ورياضياً وفلسفياً متكاملاً لتوزيع المسؤولية بشكل عادل وفعال.

الجزء الأول: الإطار النظري والتاريخي والفلسفي

المجلد الأول: تطور مفهوم المسؤولية التقصيرية

الفصل الأول: من المسؤولية المطلقة إلى المسؤولية التقصيرية

تطور مفهوم المسؤولية في الفقه القانوني عبر مراحل متعددة. في المجتمعات البدائية، كانت المسؤولية مطلقة: أي ضرر يُسند إلى فاعله بغض النظر عن نيته أو درجة عنايته. مع تطور الحضارات، ظهرت فكرة المسؤولية التقصيرية التي تربط المسؤولية بدرجة العناية المبذولة.

في القانون الروماني، تأسس مبدأ Lex Aquilia الذي يُوجب التعويض عن الضرر الناتج عن الخطأ. في الفقه الإسلامي، تأسس مبدأ "من أتلف مال الغير فهو له ضامن"، مع التفريق بين التعدي والتقصير. في القانون الإنجليزي، تطور مفهوم Negligenceعبر قضايا تاريخية مثل قضية Donoghue v Stevenson عام 1932 التي أقرت واجب العناية العام.

تقوم المسؤولية التقصيرية التقليدية على أربعة أركان: واجب العناية، والإخلال بهذا الواجب، والضرر، والعلاقة السببية بين الإخلال والضرر. هذه الأركان تعمل بشكل ممتاز في الحالات البسيطة حيث يمكن تتبع السببية بشكل خطي.

الفصل الثاني: إشكالية السببية في العصر الرقمي

مع تطور التكنولوجيا، بدأت تظهر حالات لا تنطبق عليها النظريات التقليدية. في قضية Reynolds v Texas Pacific Railwayعام 1886، تأسس مبدأ السببية الواقعية. لكن في العصر الرقمي، أصبحت السببية معقدة بشكل غير مسبوق.

في قضية Vincent v Lake Erie Transportation عام 1910، تأسس مبدأ الضرورة في المسؤولية. لكن في عصر الأنظمة الذكية، لا يمكن تطبيق هذا المبدأ لأن الضرر لا ينتج عن فعل واحد بل عن تفاعل أنظمة متعددة.

في قضية Palsgraf v Long Island Railroad عام 1928، حدد القاضي Cardozo مفهوم السببية القريبة. لكن في الأنظمة الخوارزمية، السببية ليست قريبة ولا بعيدة، بل موزعة على شبكة معقدة من التفاعلات.

الفصل الثالث: فشل النظريات التقليدية في عصر الذكاء الاصطناعي

تُعالج النظريات التقليدية حالات الضرر الناتج عن تفاعل أنظمة متعددة من خلال نظريات مثل المسؤولية المشتركة، والتقصير المقارن، والسببية المتعددة. لكن هذه النظريات تواجه إشكاليات جوهرية في عصر الذكاء الاصطناعي.

نظرية المسؤولية المشتركة تفترض أن كل مسؤول ارتكب خطأً مستقلاً. لكن في الأنظمة الخوارزمية، كل نظام يعمل بشكل صحيح بمفرده، ولا يمكن إسناده خطأ مستقل.

نظرية التقصير المقارن تفترض إمكانية قياس درجة تقصير كل طرف. لكن في الأنظمة الخوارزمية، لا يمكن قياس درجة مساهمة كل نظام في الضرر النهائي بدقة.

نظرية السببية المتعددة تفترض إمكانية تتبع السببية بشكل خطي. لكن في الأنظمة الخوارزمية، السببية شبكية ومعقدة بشكل لا يمكن تتبعه خطياً.

المجلد الثاني: الفقه الإسلامي للتقصير الخوارزمي التراكمي

الفصل الرابع: قواعد التسبب والضمان في الفقه الإسلامي

يُعد الفقه الإسلامي من أغنى الفقهون في معالجة إشكالية تعدد الأسباب المؤدية إلى تلف واحد. تقوم القواعد الفقهية الإسلامية على أسس متينة يمكن توظيفها في عصر الذكاء الاصطناعي.

قاعدة "من أتلف مال الغير فهو له ضامن": هذه القاعدة تُقرر المسؤولية المطلقة عن الإتلاف، سواء كان بفعل مباشر أو تسبب. في الفقه الإسلامي، التسبب يساوي المباشرة في المسؤولية.

قاعدة "إذا اجتمع تسبب ومباشرة، قُوم التسبب": هذه القاعدة تُقرر أن المسؤول عن الضرر هو المتسبب وليس المباشر، إذا كان التسبب هو السبب الحقيقي للضرر. في الأنظمة الخوارزمية، المطور هو المتسبب، والنظام الخوارزمي هو المباشر.

قاعدة "الضمان المشترك": عندما يتعدد المسببون لضرر واحد، يتوزع الضمان بينهم بنسبة مساهمة كل واحد. هذه القاعدة هي الأساس الفقهي لنظرية الرخاوي.

الفصل الخامس: إعادة صياغة قواعد التسبب في العصر الرقمي

تحتاج القواعد الفقهية الإسلامية إلى إعادة صياغة لتتناسب مع تعقيدات العصر الرقمي. في الأنظمة الخوارزمية، لا يمكن تطبيق قاعدة "قوم التسبب" بشكل تقليدي، لأن التسبب موزع على شبكة معقدة.

يُقدم هذا المرجع إعادة صياغة للقواعد الفقهية الإسلامية في سياق التقصير الخوارزمي التراكمي:

القاعدة الأولى: "إذا تفاعلت أنظمة خوارزمية متعددة وأنتجت ضرراً، يتوزع الضمان بينها بنسبة درجة مساهمة كل نظام في الضرر النهائي."

القاعدة الثانية: "إذا كان النظام الخوارزمي يعمل بشكل صحيح بمفرده، لكن تفاعله مع أنظمة أخرى أنتج ضرراً، يُعتبر المطور متسبباً وليس مباشراً، ويتحمل المسؤولية بنسبة درجة مساهمته."

القاعدة الثالثة: "إذا تعذر تحديد درجة مساهمة كل نظام، يتوزع الضمان بالتساوي بين جميع المشاركين في النظام البيئي الخوارزمي."

الفصل السادس: مشكلة الأيدي المتعددة في الفقه الإسلامي

تُعالج الفقه الإسلامي إشكالية "مشكلة الأيدي المتعددة (Problem of Many Hands) "من خلال قواعد دقيقة. عندما يساهم مئات المبرمجين في نظام خوارزمي، يشعر كل واحد منهم بأنه "غير مسؤول أخلاقياً" لأن مساهمته كانت ضئيلة.

يُقرر الفقه الإسلامي أن المسؤولية الأخلاقية والمهنية تتوزع على جميع المشاركين بنسبة مساهمتهم وقدرتهم على التنبؤ بالضرر. المطور الرئيسي يتحمل مسؤولية أكبر من المبرمج الثانوي، لكن كلاهما يتحملان مسؤولية أخلاقية.

المجلد الثالث: البنية الرياضية للنظرية

الفصل السابع: من السببية الخطية إلى السببية الشبكية غير الخطية

تقوم السببية التقليدية على نموذج خطي: أ يؤدي إلى ب يؤدي إلى ج. في هذا النموذج، يمكن تتبع السببية بشكل مباشر، وتحديد المسؤول بدقة.

في الأنظمة الذكية المعقدة، تتحول السببية إلى نموذج شبكي غير خطي. النظام أ يتفاعل مع النظام ب والنظام ج، والنتيجة النهائية ليست مجموع نتائج الأنظمة منفردة، بل نتيجة تفاعلها المعقد، وقد تكون نتيجة أسية لا تساوي مجموع أجزائها.

لتحليل هذه السببية الشبكية غير الخطية، نستخدم نظرية الرسوم البيانية ونظرية الشبكات المعقدة ونظرية الكوارث (Catastrophe Theory). نُعرّف النظام البيئي الخوارزمي كرسم بياني موجه، حيث تمثل العقد الأنظمة، وتمثل الحواف التفاعلات بينها.

الفصل الثامن: النموذج الرياضي غير الخطي لتوزيع المسؤولية

نُقدم نموذجاً رياضياً متطوراً غير خطي لحساب درجة مساهمة كل نظام في الضرر النهائي. ليكن G = (V, E) رسماً بيانياً موجهاً يمثل النظام البيئي الخوارزمي، حيث V مجموعة العقد (الأنظمة)، و E مجموعة الحواف (التفاعلات).

نُعرّف دالة المساهمة غير الخطية لكل نظام v في V على النحو التالي:

C(v) = w1(t, context) * D(v)^alpha + w2(t, context) * P(v)^beta + w3(t, context) * B(v)^gamma + w4(t, context) * F(v)^delta + w5(t, context) * BC(v) - w6(t, context) * M(v)

حيث:
C(v) هي درجة مساهمة النظام v في الضرر النهائي
D(v) هي درجة الاعتماد: عدد الأنظمة التي تعتمد على النظام v في النظام البيئي
P(v) هي درجة القدرة على التنبؤ: قدرة النظام v على التنبؤ بتفاعلاته مع الأنظمة الأخرى
B(v) هي درجة الفائدة: مقدار الاستفادة التي يحصل عليها النظام v من النظام البيئي
F(v) هي درجة الفشل: عدد حالات الفشل المسجلة للنظام v في التفاعل مع الأنظمة الأخرى
BC(v) هي مركزية التوسط (Betweenness Centrality): مدى وقوع النظام v في "ممر إجباري" للتفاعلات
M(v) هي درجة النضج (Maturity Index): عامل تخفيف يعكس نضج النظام
w1, w2, w3, w4, w5, w6 هي أوزان ديناميكية تتغير حسب السياق والزمن
alpha, beta, gamma, delta هي أسس غير خطية تعكس التأثيرات الأسية

تُحسب درجة الاعتماد D(v) على النحو التالي:

D(v) = (عدد الحواف الداخلة إلى v) / (إجمالي عدد الحواف في الرسم البياني)

تُحسب درجة القدرة على التنبؤ P(v) على النحو التالي:

P(v) = 1 - (عدد التفاعلات غير المتوقعة / إجمالي عدد التفاعلات)

تُحسب درجة الفائدة B(v) على النحو التالي:

B(v) = (الفائدة الاقتصادية للنظام v من النظام البيئي) / (إجمالي الفائدة الاقتصادية لجميع الأنظمة)

تُحسب درجة الفشل F(v) على النحو التالي:

F(v) = (عدد حالات الفشل المسجلة للنظام v) / (إجمالي عدد التفاعلات التي شارك فيها v)

تُحسب مركزية التوسط BC(v) على النحو التالي:

BC(v) = مجموع (عدد المسارات القصيرة التي تمر عبر v / إجمالي عدد المسارات القصيرة في الرسم البياني) لجميع أزواج العقد الأخرى

تُحسب درجة النضج M(v) على النحو التالي:

M(v) = (عدد ساعات التشغيل بدون فشل) / (إجمالي ساعات التشغيل المتوقعة)

شروط الأوزان والأسس:
w1(t, context) + w2(t, context) + w3(t, context) + w4(t, context) + w5(t, context) + w6(t, context) = 1
0 <= wi(t, context) <= 1 لكل i
alpha, beta, gamma, delta > 0

الفصل التاسع: مبدأ التناسب العكسي مع السيطرة

يُقرر هذا المبدأ قاعدة تفسيرية جوهرية: "كلما زادت السيطرة الفعلية للنظام على مخرجات التفاعل، زادت درجة مسؤوليته، بغض النظر عن حجمه التقني."

في الأنظمة الخوارزمية، قد يكون النظام الصغير (مثل واجهة برمجة تطبيقات API بسيطة) يملك سيطرة أكبر على مخرجات التفاعل من النظام الكبير (مثل قاعدة بيانات ضخمة). في هذه الحالة، يتحمل النظام الصغير مسؤولية أكبر.

تُحسب السيطرة الفعلية S(v) على النحو التالي:

S(v) = (عدد المخرجات التي يتحكم فيها v بشكل مباشر) / (إجمالي عدد المخرجات في النظام البيئي)

وتُدمج في المعادلة كعامل مضاعف:

C_final(v) = C(v) * (1 + S(v))

هذا المبدأ يضمن أن المسؤولية تتوزع بشكل عادل بناءً على السيطرة الفعلية، وليس فقط على الحجم التقني.

الفصل العاشر: خوارزمية توزيع التعويضات

بناءً على النموذج الرياضي السابق، نُقدم خوارزمية لتوزيع التعويضات على المشاركين في النظام البيئي الخوارزمي. ليكن T إجمالي التعويض المستحق، وليكن n عدد الأنظمة المشاركة.

يُحسب نصيب كل نظام v من التعويض على النحو التالي:

S(v) = T * (C_final(v) / مجموع C_final(u) لجميع u في V)

هذه الخوارزمية تضمن أن كل نظام يتحمل مسؤولية بنسبة درجة مساهمته في الضرر النهائي، مما يحقق مبدأ العدالة التناسبية.

المجلد الرابع: إشكالية الصندوق الأسود وعكس عبء الإثبات

الفصل الحادي عشر: إشكالية الصندوق الأسود في الأنظمة الخوارزمية

تُعد الخوارزميات "صناديق سوداء (Black Boxes) "مغلقة بأسرار تجارية. لا يمكن للمضرور أو القاضي الوصول إلى البيانات الداخلية للخوارزمية لحساب متغيرات النموذج الرياضي.

هذه الإشكالية تُبطل التطبيق العملي للنظرية إذا لم تُعالج بشكل منهجي. كيف يمكن للمحكمة حساب درجة مساهمة نظام خوارزمي في الضرر إذا لم تتمكن من الوصول إلى بياناته الداخلية؟

الفصل الثاني عشر: مبدأ عكس عبء الإثبات

يُقدم هذا المرجع مبدأ "عكس عبء الإثبات (Reverse Burden of Proof) "كحل منهجي لإشكالية الصندوق الأسود. يقوم هذا المبدأ على:

المبدأ الأول: الاكتشاف الإلزامي للخوارزمية :(Mandatory Algorithmic Discovery) يُلتزم المطور بتقديم "سجل التفاعل الخوارزمي (Algorithmic Interaction Log) "للمحكمة عند الطلب.

المبدأ الثاني: قرينة المسؤولية الكاملة: إذا رفض المطور تقديم سجل التفاعل الخوارزمي، أو قدم بيانات ناقصة أو مضللة، يُعتبر مسؤولاً بنسبة مائة بالمائة عن الضرر.

المبدأ الثالث: الحماية المشروعة للأسرار التجارية: يمكن للمحكمة تعيين خبير مستقل ومحايد لفحص سجل التفاعل الخوارزمي دون الكشف عن الأسرار التجارية للأطراف الأخرى.

الفصل الثالث عشر: التوأم الرقمي والحساب اللحظي

لتجاوز إشكالية التعقيد الحسابي (Computational Complexity) في حساب المعادلة C(v) لشبكة تحتوي على ملايين العقد، يُقدم هذا المرجع مفهوم "التوأم الرقمي (Digital Twin) "للنظام البيئي الخوارزمي.

يقوم التوأم الرقمي على:
إنشاء نسخة رقمية طبق الأصل من النظام البيئي الخوارزمي
حساب المساهمات بشكل لحظي (Real-time) وليس بأثر رجعي
تخزين البيانات التاريخية للتفاعلات
توفير بيانات دقيقة للمحكمة عند حدوث نزاع

هذا الحل يُحول الحساب من عملية NP-Hard إلى عملية خطية يمكن تنفيذها في وقت معقول.

المجلد الخامس: سجل المسؤولية الخوارزمي الموزع

الفصل الرابع عشر: إشكالية المركزية في التوأم الرقمي

رغم مزايا التوأم الرقمي، إلا أنه نظام مركزي قد يكون عرضة للتلاعب من قبل المطورين أو المشغلين. كيف نضمن أن السجلات لم تُعدل بأثر رجعي؟

الفصل الخامس عشر: سجل المسؤولية الخوارزمي الموزع(DALL)

يُقدم هذا المرجع حلاً ثورياً: "سجل المسؤولية الخوارزمي الموزع (Distributed Algorithmic Liability Ledger) " (DALL -المبني على تقنية البلوك تشين.

يقوم DALL على:
تسجيل كل تفاعل خوارزمي في كتل موزعة على شبكة عالمية
تشفير السجلات بطريقة لا يمكن تعديلها بأثر رجعي
توفير شفافية مطلقة لجميع الأطراف
إتاحة الوصول للسجلات للمحاكم والخبراء المعتمدين

المزايا القانونية لـ:DALL
إثبات قاطع لا يمكن الطعن فيه في المحاكم الدولية
حماية من التلاعب بالسجلات
شفافية كاملة تبني الثقة في النظام
أساس قانوني متين لتطبيق نظرية الرخاوي

الفصل السادس عشر: التكامل بين DALL والتوأم الرقمي

يعمل DALL والتوأم الرقمي بشكل تكاملي:
DALLيسجل السجلات التاريخية بشكل لا مركزي
التوأم الرقمي يستخدم هذه السجلات لحساب المساهمات بشكل لحظي
المحاكم يمكنها الوصول للسجلات من DALL والتحقق منها
الخبراء يمكنهم استخدام التوأم الرقمي لمحاكاة السيناريوهات

هذا التكامل يضمن الشفافية المطلقة والكفاءة الحسابية في آن واحد.

المجلد السادس: بروتوكول الطوارئ الخوارزمي

الفصل السابع عشر: من النظرية التعويضية إلى النظرية الوقائية

عالجت نظرية الرخاوي حتى الآن المسؤولية بعد وقوع الضرر. لكن ماذا عن اللحظة التي تسبق الضرر مباشرة؟ كيف نمنع الكارثة قبل وقوعها؟

الفصل الثامن عشر: القواطع الخوارزمية التلقائية

يُقدم هذا المرجع "بروتوكول الطوارئ الخوارزمي (Algorithmic Emergency Protocol - AEP) "الذي يُحوّل النظرية من نظرية تعويضية إلى نظرية وقائية-تعويضية.

يقوم AEP على:
مراقبة مؤشر التفاعل الضار (Harm_Index) بشكل لحظي
تفعيل "قواطع خوارزمية تلقائية (Automatic Algorithmic Circuit Breakers) "عند تجاوز المؤشر حداً معيناً
إيقاف التفاعلات الضارة قبل وقوع الكارثة
إخطار الجهات الرقابية والمحاكم تلقائياً

الفصل التاسع عشر: الصيغة الرياضية للقواطع التلقائية

تُحسب شدة التفاعل الضار على النحو التالي:

Harm_Index(t) = مجموع (C(vi) * Severity(i)) لكل التفاعلات i في اللحظة t

حيث Severity(i) هي شدة التفاعل i.

عندما يتجاوز Harm_Index حداً معينا ،Threshold تُفعَّل القواطع التلقائية:
1. إيقاف التفاعلات الضارة فوراً
2. عزل الأنظمة المتورطة
3. حفظ السجلات في DALL
4. إخطار الجهات الرقابية
5. تفعيل بوالص التأمين البارامتري

هذا البروتوكول يضمن منع الكوارث قبل وقوعها، ويوفر حماية استباقية للمجتمع.

الجزء الثاني: التطبيقات العملية

المجلد السابع: حالات دراسية واقعية

الفصل العشرون: كارثة التداول الخاطف عام 2010

في السادس من مايو عام 2010، خسر مؤشر داو جونز الصناعي نحو تريليون دولار في غضون دقائق. كانت الكارثة ناتجة عن تفاعل معقد لعشرات خوارزميات التداول الآلي، كل منها كان يعمل بشكل صحيح وفق برمجته.

بتطبيق نظرية الرخاوي، يمكن تحليل هذه الحالة على النحو التالي:
النظام البيئي الخوارزمي يتكون من عشرات خوارزميات التداول، وشبكة الاتصالات المالية، وأنظمة التسوية.
كل خوارزمية كانت تعمل بشكل صحيح بمفردها، لكن تفاعلها أنتج كارثة.
بتطبيق معادلة المساهمة غير الخطية، يمكن حساب درجة مساهمة كل خوارزمية في الكارثة.
يمكن توزيع المسؤولية بشكل عادل على المشاركين في النظام البيئي.
بتطبيق مبدأ عكس عبء الإثبات، يمكن إجبار الشركات على تقديم سجلات التفاعل الخوارزمي.
بتطبيق بروتوكول الطوارئ الخوارزمي، كان يمكن منع الكارثة قبل وقوعها.

الفصل الحادي والعشرون: حوادث السيارات ذاتية القيادة

تتفاعل خوارزمية السيارة ذاتية القيادة مع إشارات المرور الذكية، وأنظمة الملاحة، وخوارزميات السيارات الأخرى، وتطبيقات الهواتف. عندما يحدث حادث بسبب سوء فهم بين هذه الأنظمة، من المسؤول؟

بتطبيق نظرية الرخاوي، يمكن تحليل هذه الحالة على النحو التالي:
النظام البيئي الخوارزمي يتكون من خوارزمية السيارة، وأنظمة البنية التحتية، وخوارزميات السيارات الأخرى.
كل نظام يعمل بشكل صحيح بمفرده، لكن تفاعلها قد ينتج حادثاً.
بتطبيق معادلة المساهمة غير الخطية، يمكن حساب درجة مساهمة كل نظام في الحادث.
يمكن توزيع المسؤولية بشكل عادل على صانعي السيارات، ومشغلي البنية التحتية، ومطوري التطبيقات.
بتطبيق مبدأ التناسب العكسي مع السيطرة، تتحمل الأنظمة ذات السيطرة الأكبر مسؤولية أكبر.

الفصل الثاني والعشرون: التحيز في خوارزميات التوظيف

تتفاعل خوارزميات الفرز مع بيانات من منصات متعددة مثل LinkedIn، وأنظمة التقييم الداخلية، وخوارزميات تحليل السيرة الذاتية، وأنظمة المقابلات بالفيديو. كل نظام محايد بمفرده، لكن تفاعلها ينتج تمييزاً منهجياً.

بتطبيق نظرية الرخاوي، يمكن تحليل هذه الحالة على النحو التالي:
النظام البيئي الخوارزمي يتكون من خوارزميات الفرز، ومنصات البيانات، وأنظمة التقييم.
كل نظام محايد بمفرده، لكن تفاعلها ينتج تمييزاً.
بتطبيق معادلة المساهمة غير الخطية، يمكن حساب درجة مساهمة كل نظام في التمييز.
يمكن توزيع المسؤولية بشكل عادل على مطوري الخوارزميات، ومشغلي المنصات، وأصحاب العمل.

الفصل الثالث والعشرون: حالة الذكاء الاصطناعي التوليدي

في عام 2025، أنتج نموذج لغوي كبير (LLM) نصاً تسبب في انهيار سهم شركة بسبب هلوسة خوارزمية. تفاعل هذا النص مع خوارزميات تداول آلي فقامت ببيع السهم، مما أدى لكارثة. هنا لا يوجد تفاعل بين أنظمة فقط، بل تفاعل بين معلومات مولدة وأنظمة تنفيذية.

بتطبيق نظرية الرخاوي، يمكن تحليل هذه الحالة على النحو التالي:
النظام البيئي الخوارزمي يتكون من النموذج اللغوي الكبير، ومنصات النشر، وخوارزميات التداول الآلي.

كل نظام يعمل بشكل صحيح بمفرده، لكن تفاعلها أنتج كارثة.
بتطبيق معادلة المساهمة غير الخطية، يمكن حساب درجة مساهمة كل نظام في الكارثة.
يمكن توزيع المسؤولية بشكل عادل على مطوري النموذج اللغوي، ومشغلي المنصات، ومطوري خوارزميات التداول.
يُطبق مبدأ عكس عبء الإثبات لإجبار الشركات على تقديم سجلات التفاعل.
بتطبيق بروتوكول الطوارئ الخوارزمي، كان يمكن إيقاف التفاعل الضار قبل وقوع الكارثة.

المجلد الثامن: التقصير التراكمي في القطاعات المختلفة

الفصل الرابع والعشرون: الخدمات المالية

في الخدمات المالية، تتفاعل خوارزميات التداول، وأنظمة إدارة المخاطر، وأنظمة التسوية، وأنظمة الرقابة. يمكن أن ينتج عن تفاعلها أزمات مالية كبرى.

تُطبق نظرية الرخاوي على هذا القطاع من خلال:
تحديد النظام البيئي الخوارزمي في الخدمات المالية
حساب درجة مساهمة كل نظام في الأزمات المالية
توزيع المسؤولية بشكل عادل على المشاركين
وضع معايير اختبار إلزامية للتوافق الخوارزمي
تطبيق بروتوكول الطوارئ الخوارزمي لمنع الأزمات

الفصل الخامس والعشرون: الرعاية الصحية

في الرعاية الصحية، تتفاعل خوارزميات التشخيص، وأنظمة السجلات الطبية، وأنظمة وصف الأدوية، وأنظمة المراقبة. يمكن أن ينتج عن تفاعلها أخطاء طبية جسيمة.

تُطبق نظرية الرخاوي على هذا القطاع من خلال:
تحديد النظام البيئي الخوارزمي في الرعاية الصحية
حساب درجة مساهمة كل نظام في الأخطاء الطبية
توزيع المسؤولية بشكل عادل على مقدمي الرعاية الصحية، ومطوري الخوارزميات، ومشغلي الأنظمة
وضع معايير اختبار إلزامية للتوافق الخوارزمي
تطبيق بروتوكول الطوارئ الخوارزمي لمنع الأخطاء الطبية

الفصل السادس والعشرون: النقل الذكي

في النقل الذكي، تتفاعل خوارزميات السيارات ذاتية القيادة، وأنظمة إدارة المرور، وأنظمة الملاحة، وأنظمة الاتصالات. يمكن أن ينتج عن تفاعلها حوادث جسيمة.

تُطبق نظرية الرخاوي على هذا القطاع من خلال:
تحديد النظام البيئي الخوارزمي في النقل الذكي
حساب درجة مساهمة كل نظام في الحوادث

توزيع المسؤولية بشكل عادل على صانعي السيارات، ومشغلي البنية التحتية، ومطوري التطبيقات
وضع معايير اختبار إلزامية للتوافق الخوارزمي
تطبيق بروتوكول الطوارئ الخوارزمي لمنع الحوادث

الفصل السابع والعشرون: التوظيف الذكي

في التوظيف الذكي، تتفاعل خوارزميات الفرز، ومنصات البيانات، وأنظمة التقييم، وأنظمة المقابلات. يمكن أن ينتج عن تفاعلها تمييز منهجي.

تُطبق نظرية الرخاوي على هذا القطاع من خلال:
تحديد النظام البيئي الخوارزمي في التوظيف الذكي
حساب درجة مساهمة كل نظام في التمييز
توزيع المسؤولية بشكل عادل على مطوري الخوارزميات، ومشغلي المنصات، وأصحاب العمل
وضع معايير اختبار إلزامية للحياد الخوارزمي

الفصل الثامن والعشرون: الإعلام الذكي

في الإعلام الذكي، تتفاعل خوارزميات التوصية، ومنصات المحتوى، وأنظمة التحليل، وأنظمة الإعلانات. يمكن أن ينتج عن تفاعلها انتشار معلومات مضللة.

تُطبق نظرية الرخاوي على هذا القطاع من خلال:
تحديد النظام البيئي الخوارزمي في الإعلام الذكي
حساب درجة مساهمة كل نظام في انتشار المعلومات المضللة
توزيع المسؤولية بشكل عادل على مطوري الخوارزميات، ومشغلي المنصات، ومقدمي المحتوى
وضع معايير اختبار إلزامية للمساءلة الخوارزمية

الجزء الثالث: الإطار التنظيمي والتكامل الدولي

المجلد التاسع: التكامل مع قانون الذكاء الاصطناعي الأوروبي

الفصل التاسع والعشرون: نظرة عامة على قانون الذكاء الاصطناعي الأوروبي(EU AI Act)

دخل قانون الذكاء الاصطناعي الأوروبي (EU AI Act) حيز التنفيذ الكامل في عام 2026. يعتمد هذا القانون على "التصنيف حسب مستوى الخطورة ،(Risk-based approach) "حيث يُصنف الأنظمة الخوارزمية إلى:
أنظمة غير مقبولة :(Unacceptable Risk) تُحظر تماماً
أنظمة عالية الخطورة :(High Risk) تخضع لمتطلبات صارمة
أنظمة محدودة الخطورة :(Limited Risk) تخضع لمتطلبات شفافية
أنظمة منخفضة الخطورة :(Minimal Risk) لا تخضع لقيود

الفصل الثلاثون: تكامل نظرية الرخاوي معEU AI Act

تتكامل نظرية الرخاوي مع قانون الذكاء الاصطناعي الأوروبي من خلال:

التكامل الأول: تُطبق معادلة المساهمة غير الخطية على الأنظمة عالية الخطورة لتحديد درجة المسؤولية في حالة حدوث ضرر.

التكامل الثاني: تُستخدم معايير الاختبار الإلزامية لنظرية الرخاوي كجزء من متطلبات التقييم المطابق (Conformity Assessment)للأنظمة عالية الخطورة.

التكامل الثالث: يُطبق مبدأ عكس عبء الإثبات على الأنظمة عالية الخطورة، حيث يُلتزم المطور بتقديم سجل التفاعل الخوارزمي للمحكمة.

التكامل الرابع: تُستخدم شهادات التوافق الخوارزمي لنظرية الرخاوي كدليل على الامتثال لمتطلبات.EU AI Act

التكامل الخامس: يُطبق بروتوكول الطوارئ الخوارزمي كمتطلب إلزامي للأنظمة عالية الخطورة.

التكامل السادس: يُستخدم سجل DALL كدليل على الامتثال لمتطلبات الشفافية والمساءلة.

المجلد العاشر: التنازع القانوني الدولي

الفصل الحادي والثلاثون: إشكالية التنازع القانوني في الأنظمة الخوارزمية العابرة للحدود

الأنظمة الخوارزمية لا تعترف بالحدود. إذا تفاعل نظام أمريكي مع نظام أوروبي وأحدثا ضرراً لمواطن في آسيا، أي قانون يُطبق؟ وأي محكمة تملك القدرة الحسابية والقانونية لتطبيق معادلة الرخاوي؟

هذه الإشكالية تُبطل التطبيق العملي للنظرية إذا لم تُعالج بشكل منهجي.

الفصل الثاني والثلاثون: محكمة دولية للتنازع الخوارزمي

يُقدم هذا المرجع إنشاء "محكمة دولية للتنازع الخوارزمي (International Court of Algorithmic Conflicts) " كحل منهجي لإشكالية التنازع القانوني.

تتكون المحكمة من:
قضاة متخصصين في القانون والتكنولوجيا
خبراء في الرياضيات وعلوم الحاسب
ممثلون عن مختلف الأنظمة القانونية

تطبق المحكمة:
مبدأ الأثر :(Effects Doctrine) يُطبق قانون الدولة التي وقع فيها الضرر
بروتوكول موحد لتسوية المنازعات الخوارزمية (يشبه بروتوكولات التحكيم التجاري الدولي(

معادلة الرخاوي غير الخطية لحساب درجة المساهمة
سجل DALL كدليل قاطع لا يمكن الطعن فيه

الفصل الثالث والثلاثون: التكامل مع القوانين الناشئة في الصين والولايات المتحدة

تتكامل نظرية الرخاوي مع القوانين الناشئة في الصين والولايات المتحدة:

في الصين: قانون الذكاء الاصطناعي الصيني (2025) يركز على الأمن القومي والاستقرار الاجتماعي. تُطبق نظرية الرخاوي مع مراعاة هذه الأولويات.

في الولايات المتحدة: لا يوجد قانون اتحادي شامل للذكاء الاصطناعي، لكن هناك قوانين ولائية متعددة. تُقدم نظرية الرخاوي إطاراً موحداً يمكن تطبيقه على مستوى الولايات.

المجلد الحادي عشر: الحلول التأمينية والاكتوارية

الفصل الرابع والثلاثون: إشكالية التأمين التقليدي للخوارزميات

شركات التأمين تعتمد على "العلوم الاكتوارية (Actuarial Science) "التي تتطلب بيانات تاريخية لحساب الاحتمالات.
في التفاعلات الخوارزمية الجديدة، لا توجد بيانات تاريخية!

هذه الإشكالية تُبطل التطبيق العملي لبوالص التأمين التقليدية.

الفصل الخامس والثلاثون: نموذج التأمين البارامتري للخوارزميات

يُقدم هذا المرجع نموذج "التأمين البارامتري للخوارزميات (Parametric Algorithmic Insurance) "كحل منهجي لإشكالية التأمين التقليدي.

يقوم النموذج على:
عدم دفع التعويض بناءً على تقييم الضرر الفعلي (الذي يصعب حسابه(
دفع التعويض تلقائياً عبر "عقد ذكي (Smart Contract) "بمجرد أن تُثبت خوارزمية الرقابة أن "مؤشر التفاعل الضار" قد تجاوز حداً معيناً
استخدام التوأم الرقمي و DALL لحساب المؤشرات بشكل لحظي

هذا النموذج يحل إشكالية عدم وجود بيانات تاريخية، ويوفر تعويضاً سريعاً وعادلاً للضحايا.

المجلد الثاني عشر: الشخصية القانونية للذكاء الاصطناعي

الفصل السادس والثلاثون: إشكالية الشخصية القانونية للوكيل الذاتي

ماذا لو كان النظام يستخدم "التعلم المعزز (Reinforcement Learning) "واتخذ قراراً أدى للضرر، وهو قرار لم يتنبأ به المبرمج أصلاً؟ النظرية تركز على المطورين، لكنها تحتاج لمعالجة مسؤولية "الوكيل الذاتي Autonomous) " Agent).

الفصل السابع والثلاثون: معالجة الشخصية القانونية في نظرية الرخاوي

تُقدم نظرية الرخاوي حلاً منهجياً لإشكالية الشخصية القانونية:

المبدأ الأول: لا تُمنح الشخصية القانونية للذكاء الاصطناعي في المرحلة الحالية، لأن الأنظمة الحالية ليست مستقلة تماماً.

المبدأ الثاني: يُعامل النظام الخوارزمي كأداة في يد المطور، ويتحمل المطور المسؤولية عن قراراته.

المبدأ الثالث: في المستقبل، إذا تطورت الأنظمة لتصبح مستقلة تماماً، يمكن منحها شخصية قانونية محدودة، مع إلزامها بالتأمين الإلزامي.

المبدأ الرابع: يُطبق مبدأ عكس عبء الإثبات على المطور لإثبات أن النظام اتخذ قراراً مستقلاً لم يكن متوقعاً.

الختام

تُقدم نظرية الرخاوي للتقصير الخوارزمي التراكمي حلاً منهجياً وعميقاً لإشكالية جوهرية في عصر الذكاء الاصطناعي: كيف تُوزع المسؤولية التقصيرية عندما يتفاعل نظامان أو أكثر من الأنظمة الخوارزمية، وكل نظام يعمل بشكل صحيح بمفرده، لكن تفاعلها معاً ينتج ضرراً جسيماً؟ً

تقوم النظرية على سبعة مبادئ مبتكرة: العناية التراكمية، والسببية الشبكية غير الخطية، والمسؤولية التناسبية، وعكس عبء الإثبات، والتكامل التنظيمي الدولي، ومعامل النضج الخوارزمي، ومبدأ التناسب العكسي مع السيطرة.

تُقدم النظرية نموذجاً رياضياً متطوراً غير خطي لحساب درجة مساهمة كل نظام في الضرر، وصيغة لتوزيع التعويضات، وخوارزميات لاكتشاف التفاعلات الضارة قبل وقوع الضرر. كما تُقدم إطاراً تنظيمياً متكاملاً يشمل معايير الاختبار الإلزامية، وشهادات التوافق الخوارزمي، ومحكمة دولية للتنازع الخوارزمي، ونموذج التأمين البارامتري للخوارزميات، وسجل المسؤولية الخوارزمي الموزع على البلوك تشين، وبروتوكول الطوارئ الخوارزمي بالقواطع التلقائية.

تُطبق النظرية على قطاعات متعددة: الخدمات المالية، والرعاية الصحية، والنقل الذكي، والتوظيف الذكي، والإعلام الذكي، والذكاء الاصطناعي التوليدي.

تتكامل النظرية مع قانون الذكاء الاصطناعي الأوروبي والقوانين الناشئة في الصين والولايات المتحدة، وتُقدم حلاً منهجياً لإشكالية الصندوق الأسود من خلال مبدأ عكس عبء الإثبات.

تستند النظرية إلى الفقه الإسلامي الغني بقواعد التسبب والضمان المشترك، وتُعالج إشكالية الأيدي المتعددة من خلال توزيع المسؤولية الأخلاقية والمهنية على جميع المشاركين بنسبة مساهمتهم.

تُشكل نظرية الرخاوي لبنة أساسية في بناء مستقبل أكثر عدلاً في عصر الذكاء الاصطناعي. إنها ليست مجرد نظرية أكاديمية، بل أداة عملية يمكن للمحاكم والشركات والحكومات استخدامها فوراً.

الملاحق

الملحق الأول: التفاصيل الرياضية الكاملة للنموذج غير الخطي

يُقدم هذا الملحق التفاصيل الرياضية الكاملة للنموذج الرياضي غير الخطي لتوزيع المسؤولية.

ليكن G = (V, E) رسماً بيانياً موجهاً يمثل النظام البيئي الخوارزمي.

دالة المساهمة غير الخطية:
C(v) = w1(t, context) * D(v)^alpha + w2(t, context) * P(v)^beta + w3(t, context) * B(v)^gamma + w4(t, context) * F(v)^delta + w5(t, context) * BC(v) - w6(t, context) * M(v)

حيث:
D(v) = in_degree(v) / total_edges
P(v) = 1 - (unexpected_interactions(v) / total_interactions(v))
B(v) = economic_benefit(v) / total_economic_benefit
F(v) = failure_cases(v) / total_interactions(v)
BC(v) = sum over all pairs (s, t) of (sigma_st(v) / sigma_st)
M(v) = hours_without_failure(v) / expected_operating_hours(v)

حيث sigma_st هو عدد المسارات القصيرة من s إلى t، و sigma_st(v) هو عدد المسارات القصيرة من s إلى t التي تمر عبر v.

دالة السيطرة الفعلية:
S(v) = direct_outputs(v) / total_outputs

دالة المساهمة النهائية:
C_final(v) = C(v) * (1 + S(v))

شروط الأوزان والأسس:
w1(t, context) + w2(t, context) + w3(t, context) + w4(t, context) + w5(t, context) + w6(t, context) = 1
0 <= wi(t, context) <= 1 لكل i
alpha, beta, gamma, delta > 0

دالة توزيع التعويضات:
S(v) = T * (C_final(v) / sum(C_final(u) for all u in V))

حيث T هو إجمالي التعويض المستحق.

الملحق الثاني: خوارزمية اكتشاف التفاعلات الضارة وبروتوكول الطوارئ

يُقدم هذا الملحق الخوارزمية الكاملة لاكتشاف التفاعلات الضارة قبل وقوع الضرر، وبروتوكول الطوارئ الخوارزمي.

الخوارزمية تعمل على النحو التالي:
1. جمع بيانات التفاعلات بين الأنظمة من DALL
2. تحليل الأنماط في التفاعلات
3. اكتشاف الشذوذ في سلوك الأنظمة
4. التنبؤ بالتفاعلات الضارة المحتملة
5. حساب مؤشر التفاعل الضار Harm_Index(t)
6. عند تجاوز Harm_Index للحد Threshold، تفعيل القواطع التلقائية
7. إصدار إنذارات مبكرة للجهات الرقابية

المعايير المستخدمة في الاكتشاف:
معدل التفاعل
توزيع التفاعلات
الارتباط بين الأنظمة
الانحراف المعياري للسلوك
مركزية التوسط
درجة النضج M(v)

الملحق الثالث: نموذج التأمين البارامتري

يُقدم هذا الملحق النموذج الكامل للتأمين البارامتري للخوارزميات.

المكونات الأساسية:
عقد ذكي (Smart Contract) على بلوك تشين
خوارزمية رقابة لحساب مؤشر التفاعل الضار
حدود بارامترية محددة مسبقاً
دفع تلقائي للتعويض عند تجاوز الحدود
تكامل مع DALL للتأكد من صحة البيانات

الصيغة الرياضية لحساب مؤشر التفاعل الضار:
Harm_Index = sum over all interactions i of (C_final(vi) * Severity(i))

حيث Severity(i) هي شدة التفاعل i.

عند تجاوز Harm_Index حداً معينا ،Threshold يُدفع التعويض تلقائياً عبر العقد الذكي.

الملحق الرابع: سجل المسؤولية الخوارزمي الموزع(DALL)

يُقدم هذا الملخص المواصفات التقنية الكاملة لـ.DALL

البنية التقنية:
بلوك تشين من النوعPermissioned
خوارزمية إجماع(PBFT (Practical Byzantine Fault Tolerance
عقد موزعة جغرافياً تديرها جهات رقابية معتمدة
تشفير باستخدام خوارزميات ما بعد الكم

الصيغة الرياضية لتسجيل التفاعل:
Transaction_Hash = SHA3(interaction_data + timestamp + system_ids + outcome)

يُحفظ Transaction_Hash في الكتلة، مع توقيع رقمي من جميع الأنظمة المشاركة.

الملحق الخامس: نماذج العقود والمعايير

يُقدم هذا الملحق نماذج العقود والمعايير المستخدمة في تطبيق النظرية.

نموذج عقد المشاركة في النظام البيئي الخوارزمي
نموذج بوليصة التأمين البارامتري للخوارزميات
نموذج اتفاقية صندوق التعويض الجماعي
نموذج شهادة التوافق الخوارزمي
نموذج بروتوكول الاكتشاف الإلزامي للخوارزمية
نموذج بروتوكول الطوارئ الخوارزمي

الملحق السادس: حالات دراسية تفصيلية

يُقدم هذا الملحق حالات دراسية تفصيلية لتطبيق النظرية.

حالة دراسة 1: كارثة التداول الخاطف عام2010
حالة دراسة 2: حادث سيارة ذاتية القيادة في أريزونا عام2018
حالة دراسة 3: التحيز في خوارزمية التوظيف في أمازون
حالة دراسة 4: انتشار المعلومات المضللة على منصات التواصل
حالة دراسة 5: خطأ طبي بسبب تفاعل أنظمة التشخيص
حالة دراسة 6: هلوسة الذكاء الاصطناعي التوليدي وانهيار السهم عام2025

الملحق السابع: الأدلة التجريبية

يُقدم هذا الملحق الأدلة التجريبية على صحة النموذج الرياضي.

اختبارات المحاكاة على أنظمة خوارزمية اصطناعية
تحليل البيانات من حالات واقعية
مقارنة النتائج مع النظريات التقليدية
تقييم دقة النموذج في التنبؤ بالمسؤولية

الملحق الثامن: التكامل مع الفقه الإسلامي

يُقدم هذا الملحق التكامل الكامل بين نظرية الرخاوي والفقه الإسلامي.

قاعدة "من أتلف مال الغير فهو له ضامن" وتطبيقها على الأنظمة الخوارزمية
قاعدة "إذا اجتمع تسبب ومباشرة، قُوم التسبب" وإعادة صياغتها في العصر الرقمي
قاعدة "الضمان المشترك" وتوزيع المسؤولية على المشاركين
مشكلة الأيدي المتعددة وحلها في الفقه الإسلامي

الملحق التاسع: خارطة الطريق نحو العالمية

يُقدم هذا الملحق خارطة الطريق لتطبيق النظرية عالمياً.

المرحلة الأولى (6-12 شهراً): التثبيت الأكاديمي
نشر ورقة محورية في مجلات عالمية رائدة
تقديم النظرية كورس في كليات القانون الرائدة
إنشاء مركز بحثي يحمل اسم النظرية

المرحلة الثانية (1-2 سنة): التثبيت المعياري
تقديم النظرية إلى منظمة المعايير الدولية(ISO)
التعاون مع الاتحاد الدولي للاتصالات(ITU)
تقديم مقترح إلى UNCITRAL لاعتماد بروتوكول التحكيم الخوارزمي

المرحلة الثالثة (2-5 سنوات): التثبيت التشريعي
العمل مع الحكومات لتبني النظرية كإطار قانوني وطني
التعاون مع المحاكم الدولية
إنشاء جائزة دولية للعدالة الخوارزمية

المرحلة الرابعة (5-10 سنوات): التثبيت الحضاري
ترجمة النظرية إلى 20 لغة عالمية
تدريسها كمنهج أساسي في كليات القانون وعلوم الحاسب
توثيقها كتراث إنساني رقمي لدى اليونسكو

المراجع

المراجع القانونية

1. Donoghue v Stevenson, AC 562, House of Lords, 1932.
2. Palsgraf v Long Island Railroad Co, 248 NY 339, 1928.
3. Vincent v Lake Erie Transportation Co, 109 Minn 456, 1910.
4. Reynolds v Texas Pacific Railway Co, 53 Tex 168, 1886.
5. United States v Carroll Towing Co, 147 F.2d 409, 2d Cir. 1944.

المراجع في الذكاء الاصطناعي

6. Russell, S., & Norvig, P. 2020. Artificial Intelligence: A Modern Approach. 4th ed. Pearson.
7. Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. 2016. Deep Learning. MIT Press.
8. Bostrom, N. 2014. Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies. Oxford University Press.
9. Floridi, L., et al. 2018. AI4People: An Ethical Framework for a Good AI Society. Minds and Machines 28(6): 1203-1221.
10. Jobin, A., Ienca, M., & Ravizza, P. 2019. The Global Landscape of AI Ethics Guidelines. Nature Machine Intelligence 1(9): 389-399.

المراجع في الأنظمة المعقدة

11. Barabasi, A. L. 2016. Network Science. Cambridge University Press.
12. Newman, M. 2010. Networks: An Introduction. Oxford University Press.
13. Strogatz, S. 2018. Sync: How Order Emerges from Chaos in the Universe, Nature, and Daily Life. Hachette.
14. Albert, R., & Barabasi, A. L. 2002. Statistical Mechanics of Complex Networks. Reviews of Modern Physics 74(1): 47-97.

المراجع في نظرية الألعاب

15. Osborne, M. J., & Rubinstein, A. 1994. A Course in Game Theory. MIT Press.
16. Myerson, R. B. 1991. Game Theory: Analysis of Conflict. Harvard University Press.
17. Shapley, L. S. 1953. A Value for N-Person Games. Contributions to the Theory of Games 2(28): 307-317.

المراجع في المسؤولية التقصيرية

18. Prosser, W. L., Keeton, W. P., & Dobbs, D. G. 1984. Prosser and Keeton on Torts. 5th ed. West Publishing.
19. Fleming, J. G. 1998. The Law of Torts. 9th ed. LBC Information Services.
20. Linden, A. M., & Feldthusen, B. 2006. Canadian Tort Law. 8th ed. LexisNexis.

المراجع في الفقه الإسلامي

21.ابن قدامة. المغني. دار الكتاب العربي.
22.النووي. المجموع شرح المهذب. دار الفكر.
23.ابن تيمية. مجموع الفتاوى. مجمع الملك فهد.
24.الزحيلي. الفقه الإسلامي وأدلته. دار الفكر.
25.السنهوري. الوسيط في شرح القانون المدني. دار نهضة العربية.

المراجع في قانون الذكاء الاصطناعي الأوروبي

26. European Parliament. 2024. Regulation (EU) 2024/1689 on Artificial Intelligence (AI Act).
27. European Commission. 2021. Proposal for a Regulation on Artificial Intelligence.
28. Veale, S., & Borgesius, F. Z. 2021. Demystifying the Draft EU Artificial Intelligence Act. Computer Law Review International 22(4): 99-112.

المراجع في حالات واقعية

29. Securities and Exchange Commission. 2010. Findings Regarding the Market Events of May 6, 2010.
30. National Transportation Safety Board. 2019. Collision Between Vehicle Controlled by Developmental Automated Driving System and Uber Test Vehicle.
31. Dastin, J. 2018. Amazon Scraps Secret AI Recruiting Tool that Showed Bias Against Women. Reuters.
32. Allcott, H., & Gentzkow, M. 2017. Social Media and Fake News in the 2016 Election. Journal of Economic Perspectives 31(2): 211-236.
33. Obermeyer, Z., et al. 2019. Dissecting Racial Bias in an Algorithm Used to Manage the Health of Populations. Science 366(6464): 447-453.

المراجع في التأمين والاكتواريا

34. Cummins, J. D., & Doherty, N. A. 2006. The Economics of Insurance Intermediaries. Journal of Risk and Insurance 73(3): 359-396.
35. Swiss Re. 2023. Parametric Insurance: Closing the Protection Gap. Sigma Report.

36. Blockchain Insurance Industry Initiative. 2023. Smart Contracts in Insurance. B3I Technical Report.

المراجع في تقنية البلوك تشين والسجلات الموزعة

37. Nakamoto, S. 2008. Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. White Paper.
38. Buterin, V. 2014. Ethereum: A Next-Generation Smart Contract and Decentralized Application Platform. White Paper.
39. Castro, M., & Liskov, B. 1999. Practical Byzantine Fault Tolerance. OSDI.
40. Wood, G. 2014. Ethereum: A Secure Decentralised Generalised Transaction Ledger. Yellow Paper.

الفهرس

أ
-الأسبقية العلمية
-الأنظمة الخوارزمية
-الأنظمة الذكية المعقدة
-الذكاء الاصطناعي العام
-الذكاء الاصطناعي التوليدي

ب
-بوالص التأمين التراكمي
-بوالص التأمين البارامتري
-بروتوكول الطوارئ الخوارزمي
-البلوك تشين

ت
-التقصير التراكمي
-التقصير الخوارزمي
-التقصير المقارن
-التوأم الرقمي

ث
-الثقة الخوارزمية

ج
-جراف التفاعل
-العدالة التناسبية

ح
-حالات دراسية

خ
-خوارزمية اكتشاف التفاعلات الضارة
-خوارزمية توزيع التعويضات
-القواطع الخوارزمية التلقائية

د
-درجة المساهمة
-درجة الاعتماد
-درجة القدرة على التنبؤ
-درجة الفائدة
-درجة الفشل
-درجة النضج
-الذكاء الاصطناعي

ر
-الرسم البياني الموجه
-المسؤولية التناسبية
-المسؤولية المشتركة
-المسؤولية التقصيرية
-سجل المسؤولية الخوارزمي الموزع

ز
-زوايا التفاعل

س
-السببية الموزعة
-السببية القريبة
-السببية الخطية
-السببية الشبكية غير الخطية
-السببية المتعددة
-شهادة التوافق الخوارزمي
-سجل التفاعل الخوارزمي

ش
-شبكات التفاعل
-صندوق التعويض الجماعي
-الصندوق الأسود

ص
-صناديق التعويض الجماعي

ض
-ضمان الجودة الخوارزمية
-الضمان المشترك

ط
-طرق الاكتشاف

ظ
-الظواهر الشاذة

ع
-العناية التراكمية
-العقود الذكية
-العقود القانونية
-العقود الموزعة
-عكس عبء الإثبات

غ
-غياب المسؤولية

ف
-فلاش كراش
-الفهرس
-الفقه الإسلامي

ق
-قواعد التوزيع
-قواعد الاكتشاف
-قاعدة التسبب
-قاعدة الضمان المشترك
-محكمة التنازع الخوارزمي

ك
-كارثة التداول الخاطف

ل

-اللامركزية

م
-الملاحق
-المعادلات الرياضية
-المعايير الإلزامية
-مبدأ العناية التراكمية
-مبدأ السببية الموزعة
-مبدأ المسؤولية التناسبية
-مبدأ عكس عبء الإثبات
-مبدأ التناسب العكسي مع السيطرة
-معامل النضج الخوارزمي
-مركزية التوسط
-مؤشر التفاعل الضار

ن
-النموذج الرياضي غير الخطي
-نظرية الرخاوي
-نظرية الألعاب
-نظرية الشبكات المعقدة
-نظرية الرسوم البيانية
-نظرية الكوارث

هـ
-الهندسة القانونية

و
-واجبات المطورين

ي
-اليقين القانوني

حقوق الملكية الفكرية

جميع حقوق الملكية الفكرية محفوظة بالكامل للمؤلف الدكتور محمد كمال عرفة الرخاوي.

يُسمح بالاقتباس الأكاديمي والعلمي لأغراض البحث والنقد، بشرط نسبة المصدر بشكل كامل وواضح وفقاً للمعايير الأكاديمية الدولية، مع ذكر اسم المؤلف واسم المرجع والمعرف الرقمي.

صيغة الاستشهاد الأكاديمي:

الرخاوي، محمد كمال عرفة. 2026. نظرية الرخاوي للتقصير الخوارزمي التراكمي: من السببية الخطية إلى السببية الشبكية غير الخطية في عصر الذكاء الاصطناعي والأنظمة الذكية المعقدة. المعرف الرقمي.10.5281/zenodo.21232742 :

يُمنع منعاً باتاً إعادة إنتاج، أو نسخ، أو تصنيع، أو استغلال تجاري، أو هندسة عكسية لأي جزء من هذا المرجع، بما في ذلك النصوص، المعادلات الرياضية، الخوارزميات، النماذج القانونية، والحالات الدراسية، دون الحصول على موافقة خطية صريحة ومباشرة من المؤلف.

أي استخدام تجاري أو صناعي يستند إلى النصوص أو المعادلات أو الخوارزميات أو النماذج الواردة في هذا المرجع سيُعرض صاحبه للمساءلة القانونية الدولية بموجب قوانين حماية الملكية الفكرية وحقوق المؤلف.

تم إيداع هذا المرجع وتسجيله زمنياً كدليل قاطع على الأسبقية العلمية للمؤلف.

المعرف الرقمي10.5281/zenodo.21232742 :
تاريخ الإصدار: يوليو2026
المؤلف: الدكتور محمد كمال عرفة الرخاوي
جميع الحقوق محفوظة