

مقاربة متعددة التخصصات مقترحة:

تفعيل بنك معطيات الخطأ عبر المحاكاة الذكية لحماية المورد البشري من الحوادث المختلفة

Proposed multidisciplinary approach: Activating an error Data store through intelligent simulation to protect human resources from various accidents

بوبكر عائشة¹

a.boubaker@univ-skikda.dz

تاريخ النشر: 2026/03/15

Received: 26/09/2025

تاريخ الاستلام: 2025/09/26

published: 15/03/2026

ملخص المقال :

تهدف هذه الدراسة الى اقتراح مقاربة متعددة التخصصات تجمع بين ميادين الارغونوميا، الذكاء الاصطناعي وتقنيات المحاكاة الذكية كمنهجية شاملة لتعزيز أمن وسلامة المورد البشري وحمايته من الحوادث المختلفة (حوادث المرور، حوادث العمل، الحوادث المنزلية...) من خلال اقتراح اطار تكاملي يعتمد على تحليل المهام البشرية، النمذجة، والخوارزميات التنبؤية للتنبؤ بالمخاطر وتحليلها بما يعرف ببنك معطيات الخطأ وبالاعتماد على المحاكاة الذكية لمختلف الحوادث بهدف تصميم تدخلات وقائية فعالة، مع إبراز فوائد فكرة هذه المقاربة متعددة التخصصات في ميادين مختلفة (السلامة المرورية، الملاحة الجوية، العمل، التكوين والتدريب....) وتبيان القيمة العلمية والاقتصادية لهذه المقاربة حيث تصب في مجملها في حماية رأس المال البشري ووقايته من الأخطار والحوادث المختلفة.

كلمات مفتاحية: بنك معطيات الخطأ، المحاكاة الذكية، الحوادث، مقاربة متعددة التخصصات.

Abstract:

This study proposes a multidisciplinary approach combining ergonomics, artificial intelligence, and intelligent simulation to enhance human safety and prevent accidents (traffic, occupational, domestic, etc.). The approach relies on human task analysis, modeling, predictive algorithms, and an “error data stor” to anticipate risks, supported by intelligent simulations for designing preventive interventions. The study highlights the scientific and economic value of this integrative perspective across domains such as road safety, aviation, workplace safety, and training, ultimately contributing to the protection of human capital.

Keywords: error data store; intelligent simulations; accidents; multidisciplinary approach.

¹ - جامعة 20 اوت 1955 سكيكدة

مقدمة:

إيماننا منا بأهمية المورد البشري في المنظومة الاجتماعية الجزائرية، كونه القلب النابض الذي يدفع بمجتمعه نحو الرقي والتطور، كان لزاما ان نجتهد، كل في تخصصه ومجاله من أجل النهوض بالإنسان وتطويره، ولا يكون تطويره ورفقه إلا نتاجا للاهتمام به وحمايته وتعزيز رفاهه وضمان سلامته والسعي نحو تحقيق جودة حياته ككل. تأتي فكرة هذه الورقة البحثية من واقع مرير وحوادث مأساوية يشهدها المجتمع الجزائري بشكل يومي ومتكرر، طالت هذه الحوادث جميع الميادين كحوادث المرور، حوادث العمل، الحوادث المنزلية... الخ، حيث أصبحت الأسباب تتكرر والمظاهر تتشابه في كل مرة، ما يدفعنا قدما لابتكار استراتيجيات ناجحة وسلك سبل مفيدة تمكننا من حقن الدماء والحفاظ على الأرواح والممتلكات.

تنبثق فكرة هذه الدراسة من تلاقي ميادين ومجالات علمية حديثة في مقارنة لم يسبق أن تمت الإشارة إليها من قبل، حيث تدعو إلى تفعيل بنك معطيات الخطأ المنبثقة من ميدان الارغونوميا أو الهندسة البشرية باستخدام تقنية المحاكاة التي تعرف على أنها عملية مطابقة افتراضية للواقع الحقيقي وتمثيله بكل عناصره، بهدف حل المشكلات او استعمالها في عمليات التعليم والتدريب والتكوين، ويكون استخدام هذه التقنية من خلال استغلال تطبيقات الذكاء الاصطناعي الذي يعتبر من المجالات البحثية الرائدة في وقتنا الحاضر، هكذا تكون هذه المقارنة عبارة عن محصلة قوية لثلاث تيارات بحثية تطبيقية حديثة ألا و هي: علم الارغونوميا أو الهندسة البشرية، المحاكاة الذكية، الذكاء الاصطناعي.

تقوم هذه الفكرة أساسا على رصد الحوادث ثم تحليلها تحليلا دقيقا منهجيا بإشراف فريق عمل متعدد التخصصات ومؤهل لذلك، ثم إعادة بناء الحادث بتقنية المحاكاة وبالاعتماد على تطبيقات الذكاء الاصطناعي، ثم إنشاء تطبيق يحتوي نتائج العمل بعد المحاكاة يسمى بينك معطيات الخطأ ليكون مرجعا مهما للهيئات والمنظمات على اختلاف نشاطها و تخصصها، كما تستغل هذه النتائج في عمليات التعليم والتدريب والتكوين كمصدر مهم وفعال في وقاية المورد البشري والاستفادة من الأخطاء السابقة.

تنبثق أهمية تطبيق هذه المقارنة من أهمية المورد البشري ذاته، وكنموذج عن الحوادث التي تؤدي بحياة الأفراد والممتلكات نذكر حوادث المرور، حيث أشارت الاحصائيات الى ارتفاع ملحوظ في حوادث المرور، فعلى سبيل المثال لا الحصر، سجلت الجزائر في الفترة ما بين جانفي وماي لسنة 2024 وقوع 11.162 حادث مرور أسفر عن 1.446 وفاة و 14.852 جريحا، ما يمثل زيادة بنسبة 10.7% من عدد الحوادث وزيادة ما نسبته 2.99% في عدد الوفيات مقارنة بالفترة نفسها من العام السابق، كما أشارت المندوبية الوطنية للأمن عبر الطرقات إلى أن عام 2024 شهد تسجيل أزيد من 3.740 حالة وفاة و 35.556 جريحا خلال 26.272 حادث مرور بزيادة قدرها 15.06% في عدد الحوادث مقارنة بسنة 2023 (الاذاعة الجزائرية، protection civile)

هذه الأرقام المرعبة تعتبر مؤشرا هاما على الحاجة الملحة لتعزيز إجراءات السلامة المرورية والسعي قدما لتطوير الاستراتيجيات والاستفادة من البحث العلمي والتكنولوجي في سبيل ذلك.

أما فيما يخص حوادث العمل، وحسب إحصاءات الصندوق الوطني للتأمينات الاجتماعية للعمال الأجراء، فقد أحصى الصندوق حوالي 42.946 حادث عمل لسنة 2022.

هذه الأرقام المخيفة لنسب الحوادث المختلفة في الجزائر تجعلنا نسعى سعيا حثيثا لدراسة الوضع وتقييمه وإيجاد حلول مبتكرة لتعزيز أمن وسلامة الفرد في كل مناحي حياته.

نهدف من خلال تطبيق فكرة هذه المقاربة وتبنيها من طرف مختلف مؤسسات الدولة إلى بلوغ جملة من الأهداف نلخصها فيما يلي:

- ✓ خلق جسر فعال بين الجامعة و الشريك الاقتصادي والاجتماعي.
- ✓ الاستفادة من الطاقات البحثية الاكاديمية وتجسيدها بما ينفع البلاد والعباد.
- ✓ تحسين وتطوير تصميم بيئات العمل ارغونوميا بما يتلاءم وخصائص المورد البشري وقدراته.
- ✓ بنك معطيات الخطأ في الارغونوميا يوفر قاعدة بيانات تحليلية تساعد في فهم الأسباب الرئيسية للأخطاء والأخطار من أجل التوجه نحو الحلول الفعالة للحفاظ على الصحة العامة وضمان الأمن والسلامة للأفراد والممتلكات.
- ✓ المحاكاة كأسلوب يفيد في إعادة بناء الحوادث افتراضيا لتسهيل فهم حيثياتها وكذا نقلها بفعالية في عمليات التدريب والتكوين ليعم النفع.
- ✓ الاستغلال الأمثل لتقنيات وتطبيقات الذكاء الاصطناعي الحديثة للتقليل من الحوادث وتعزيز الأمن والسلامة.
- ✓ الانتقال من التدريب النظري إلى التدريب الذي يحاكي الواقع ليتمكن المتدرب من الاستيعاب والفهم والتحليل و النمذجة.
- ✓ يقدم بنك معطيات الخطأ مادة دسمة للتعليم الفعال المبني على أسس علمية ومنهجية.
- ✓ الحوادث تعني خسارة الأرواح والممتلكات والاستفادة منها بالتحليل والفهم والدراسة قد يكون هو الحل لتقليلها والحد منها لاحقا.

الارغونوميا والمقاربة متعددة التخصصات

1.2 ماهية الارغونوميا او الهندسة البشرية

الارغونوميا أو الهندسة البشرية، هي علم تطبيقي يهتم بالدراسة العلمية لبيئة العمل من حيث تصميم الأدوات والمعدات وتكييف مختلف الظروف المحيطة بالعامل، لتحقيق له الراحة والأمن والفعالية. وبذلك تساهم في تحسين آدائه وحمايته من الحوادث والأخطار المهنية المحتملة. فظروف الإهمال لخصائص وأبعاد الانسان البدنية والذهنية والنفسية تؤثر وبشكل مباشر على كفاءته وبالتالي على كفاءة الآلة أو موقع العمل بشكل عام (نجم، 2012، صفحة 217)

والارغونوميا علم حديث نسبيا يهتم بالعلاقة بين الفرد وبيئة العمل، ويقوم على أسس تراعي خصائص الفرد وقدراته المختلفة، الجسمية والنفسية والعقلية والاجتماعية.... وباعتبار أن دراسة العمل تحتل أهمية بالغة نابعة من كونه عنصرا فعالا في رقي المجتمعات و ازدهارها، فالعمل نشاط موجه يشبع من خلاله الفرد مختلف حاجاته، رغم ان العمل في جوهره وطبيعته شهد هو الآخر تطورا عبر الزمن، حيث لم يكن العمل البشري في الماضي على ما هو عليه اليوم، من حيث درجة التعقيد والصعوبة و الضغوط الناجمة عنه، نظرا لما يشهده العالم من مظاهر العولمة والتطور المتسارع في الوسائل التكنولوجية المختلفة، ما أدى الى تفاقم الأخطاء والأخطار التي تهدد حياة الفرد في العمل، ما جعل التطبيقات الارغونومية ضرورة ملحة بغرض التصميم الجيد لمحيط العمل وتكييفه بما يتواءم وخصائص المورد البشري ويقلل الأعباء

الفيزيولوجية والنفسية الملقاة على عاتقه. لم يبق تطبيق الارغونوميا كعلم قائم بذاته حكرا على مجال الصناعة فحسب كما كان في بداياته، بل نجده قد اجتاحت مجالات عديدة كالزراعة والتعليم والصحة.... الخ. ليحقق جملة من الاهداف نوردتها فيما يلي.

2.2 أهمية وأهداف الارغونوميا

تهدف الارغونوميا كعلم الى تحقيق جملة من الأهداف أهمها:

- **الراحة:** وتتأتى بواسطة تحسين ظروف العمل وتقليل التعب الجسمي و الذهني، حيث أن راحة العامل ذات بعد مهم جدا في الدراسات الارغونومية، وهي مرتبطة غالبا بوضعية العمل وتحسين ظروف العمل.
- **الفعالية:** أي رفع مستوى الفعالية، علما أن الفعالية في المنظمة تخضع الى المعادلة القائمة على العلاقة بين جودة الانتاج وتكلفته.
- **الامن وسلامة العمال:** حيث أنه من أهدافها أيضا سلامة العمال ووقايتهم من الحوادث والأخطار. فمن خلال العمل الذي تطوره الارغونوميا فإنها تهدف الى الاستجابة للتطورات الضرورية في العمل لتحقيق الراحة والأمن والرضا في العمل. (Noulin, 2009)
- إذن ومن كل ما سبق، نستخلص أن الهدف الأساسي للارغونوميا هو قياس إمكانيات الفرد ثم تنظيم إطاره العملي من أجل ضبط هذه الامكانيات وملاءمتها أي ضبط العمل للعامل، فعلم الارغونوميا يلعب دورا حيويا في تحسين جودة حياة الانسان وزيادة الكفاءة في العمل، أما أهدافه كعلم فهو يركز على تحسين التفاعل بين الانسان وبيئته المحيطة به سواء في العمل أو حياته اليومية من تحسين الراحة، وتعزيز الكفاءة الإنتاجية وتقليل المخاطر والإصابات، وتحسين الصحة العامة للفرد.

بنك معطيات الخطأ والمحاكاة الذكية

1.3 ارغونوميا الخطأ وبنك معطيات الخطأ

تتبنى ارغونوميا الخطأ دراسة وتفسير الخطأ البشري في نسق الانسان والآلة، ويسود الاعتقاد لدى أنصار هذه النظرة أن فشل النسق في أداء مهامه يرجع أساسا الى الخطأ البشري، بغض النظر عن نوع النسق، وحسب هذا المنظور فإن أسباب العطب يمكن تتبعها وإيجادها في احدى مراحل تطور النسق من طرف الإنسان، فقد تكمن هذه الاسباب في مراحل تصميم أو مراحل تركيب أو مراحل الصيانة، وعلى هذا الأساس فان أي خطأ هو في الأصل خطأ بشري لا غير، ولا دخل للجانب الميكانيكي أو الآلي فيه، لأن هذا الاخير ما هو في واقع الامر إلا صنعا بشريا فحسب (woods et al, 2010). الخطأ البشري هو تسمية لعملية ما لها عواقب سلبية أو فشل في تحقيق النتيجة المرجوة. (Woods, Dekker, Cook, Johannesen, & Sarter, 2010)

وهناك نظريتين متكاملتين لارغونوميا الخطأ:

2.3 نظرية إنعدام الخلل: حيث تفترض ان الخطأ البشري ينتج أساسا عن نقص في التحفيز وبالتالي يكمن الحل فيما يسمى ببرنامج

الخلل الصفري الذي يتمثل في حملات تحفيزية أو دعائية للأمن والوقاية موجهة للعاملين قصد الرفع من مستويات الأداء.

3.3 نظرية بنك معطيات الخطأ: وتأتي هذه النظرية كتكملة لمتطلبات النظرية الأولى حيث تفترض بأن الخطأ البشري لا يمكن تفاديه،

وبالتالي فإن حل المشاكل المترتبة عن هذا الخطأ البشري تمكن من تحسين طرق وأشكال تصميم الأنساق إلى أقصى درجة ممكنة من الأمن والسلامة و الفعالية، مما يقلل من وقوع الخلل أو الخطأ وكذا آثاره إن حدث إلى أدنى درجة، ولذلك يكون من الضروري توقع

حدوثه. ويقصد ببنك معطيات الخطأ error Data store قاعدة بيانات تضم معلومات تخص مختلف الأخطاء والأخطار التي تحدث في بيئة العمل، سواء كانت هذه الأخطاء ناجمة عن محيط أو بيئة العمل المادية أو الفيزيائية، أو كان العنصر البشري هو المتسبب فيها. والهدف من تفعيل هذا البنك ألا يبقى هذا الأخير مفهوما نظريا بحثا، حيث نهدف من خلال هذا المشروع إلى تفعيله والإستفادة منه في تعزيز الأمن والسلامة على أرض الواقع. (مباركي، 2004، صفحة 18) وتكمن الأهمية الحقيقية لبنك معطيات الخطأ في تحويل البيانات الخام إلى رؤى تصميمية من خلال فحص الأخطاء التي تتكرر في ساعة محددة أو تحت ظروف معينة، كما يساعد هذا البنك في إعادة هندسة النظم، فبدلا من تدريب العامل بشكل متكرر يتم تعديل النظام لمنع وقوع الخطأ أصلا، كما يساعد على التنبؤ بالمخاطر من خلال استخدام البيانات التاريخية لتوقع الأخطاء المستقبلية في بيئات العمل المشابهة. ولتوضيح الفكرة أكثر عن التطبيقات الفعلية لبنك معطيات الخطأ نذكر مجال تحليل حوادث الطيران، حيث تعد تحقيقات الكوارث الجوية النموذج الأكمل والأكثر صرامة في تطبيق بنك معطيات الخطأ حيث يتم تحويل حطام التحطم إلى بيانات مهمة تخزن وتحلل في بنك معطيات الخطأ لتفادي تكرار الحوادث بنفس الأسباب وفي نفس الظروف.

3.4 أهمية تفعيل بنك معطيات الخطأ: ونلخص أهميته في النقاط التالية:

✓ تحليل مختلف البيانات الواردة من مواقع العمل أو مصادر الحوادث المختلفة بعد رصدها مهما كانت حدة الخطأ أو شدة الحادث.

✓ التركيز على الأسباب المتكررة في كل حادث، والتمييز بين مسؤولية الفرد أو مسؤولية الآلة في الخطأ.

✓ استغلال المعطيات والبيانات الواردة في بنك معطيات الخطأ في تفادي تكرار الخطأ مهما بلغت شدته.

✓ إذا تم تفعيل بنك معطيات الخطأ، يمكننا القول أن ذلك سينعكس إيجابا على كفاءة المورد البشري وتحسين أدائه وبالتالي زيادة الفعالية.

✓ إذا ما اقترنت أهمية بنك معطيات الخطأ بفعالية تقنية المحاكاة والاستخدام الأمثل لتطبيقات الذكاء الاصطناعي يمكن القول أن تفعيل هذه الاستراتيجيات سيصل إلى درجة عالية من الفعالية في التطبيق والاستفادة المثلى من هذا المشروع في تعزيز دواعم السلامة والصحة في كل المجالات.

5.3 مفهوم المحاكاة الذكية: تعرف المحاكاة عامة على أنها عملية تقليد أو تمثيل لشيء أو ظاهرة ما، إما باستخدام نموذج مماثل أو جهاز ما يعكس الخصائص الحقيقية للظاهرة التي يتم محاكاتها، على أن تكون المحاكاة تتم بدقة وشمولية وتطابق كبير بين الواقع الحقيقي والواقع الافتراضي. ويستخدم أسلوب المحاكاة في عديد المجالات كتحليل العمل، الأرغونوميا، التدريب والتكوين، التنبؤ والتخطيط، تصميم وتجربة أجهزة حديثة... الخ ومن بين الباحثين المعاصرين الذين أولوا أهمية بالغة لموضوع المحاكاة نجد Pierre Pastré الذي اعتبرها مدخلا مهما لفهم دينامية التعلم المهني وتحليل العمل، حيث أشار إلى أن المحاكاة لا تختزل في كونها أداة تعليمية تقنية، بل تشكل فضاءا بيداغوجيا يتيح للمتدرب إعادة بناء الممارسة المهنية واكتساب الكفاءات في بيئة آمنة. (Pastré, 2009) وتختلف المحاكاة الذكية عن المحاكاة التقليدية الكلاسيكية في كونها تعمل على إنشاء نماذج رقمية للأنظمة الفيزيائية أو العمليات البشرية المعززة بخوارزميات ذكية تسمح للنموذج ليس فقط بتنفيذ سيناريوهات محددة مسبقا كما في المحاكاة الكلاسيكية بل توليد استجابات ذكية بناءا على البيانات الضخمة والتنبؤات

الإحتمالية. أما عن استعمالاتها في المجالات المختلفة فهي ذات أهمية بالغة إذا ما تم الاستفادة منها في حماية رأس المال البشري من الحوادث والأخطار التي تهدد حياته، فعلى سبيل المثال قد تستخدم في اختبار وضعيات العمال وتوقع نقاط الإجهاد العضلي قبل إنشاء المؤسسات والمصانع بما يسمى محاكاة المصنع الرقمي، حيث تتفاعل الشخصيات والمعطيات الرقمية بذكاء مع الآلات. كما يمكن أن تستخدم في محاكاة الكوارث والحوادث المختلفة للتنبؤ بسلوك الحشود أثناء هذه الكوارث كالحرائق أو الزلازل... حيث يتم نمذجة كل شخص كوحدة ذكية تتأثر بالخوف والزحام. أما في مجال التدريب كالتدريب في المجال العسكري أو المجال الصحي فإن محاكاة مختلف البيئات تكون بناء على استجابة المتدرب لمختلف الضغوط التي يواجهها في التدريب من أجل التحكم فيها وإدارتها بشكل صحيح.

تستخدم المحاكاة في مجال الارغونوميا لاختبار مختلف التصميمات للآلات وبيئات العمل لاختبار مدى ملائمتها للمورد البشري حفاظا على أمنه وراحته وسلامته... كما تستعمل كوسيلة لتعزيز الصحة والسلامة المهنية من خلال تحليل الوظائف ومناصب العمل المختلفة ورصد نقاط القوة والضعف في أداء العامل لتستخدم بعد ذلك في مجال التدريب والتكوين كآلية فعالة في تدريب العاملين على أداء مهامهم بجودة وفعالية، وخاصة في تلك الوظائف التي يتعذر التدريب عليها بالأداء الفعلي إما لصعوبتها أو خطورة التدريب عليها كالطيارين ورواد الفضاء ورجال الإطفاء... الخ. حيث أن فهم الأداء البشري والتنبؤ به وتحديد المخاطر التي تكون متأصلة في مفهوم أو تصميم ما غالبا ما يتم من خلال النمذجة أو المحاكاة الذكية. (Barshi, p. 14)

تفعيل بنك معطيات الخطأ بتقنية المحاكاة الذكية و الذكاء الاصطناعي للوقاية من الحوادث

1.4 الذكاء الاصطناعي: هو مجموعة من تقنيات علم الكمبيوتر التي تقوم بمهام معرفية مخصصة عادة للبشر، مما يجعل من الممكن زيادة جزء من القدرات المعرفية للمستخدمين وأتمتة وظائف معينة. ويمكن استغلال تطبيقات الذكاء الاصطناعي في بيئة العمل من أجل ضمان سلامة وأمن العاملين، فيمكن لتطبيقاته أن تراقب العمال وتنبأ بالمواقف التي قد تكون مصدر خطر عليهم في أدائهم لمهامهم، وتقديم ردود أفعال وتنبيهات فورية لمنع وقوع الحوادث والإصابات. كما تستغل تطبيقات الذكاء الاصطناعي في استحداث تطبيقات تعمل بتقنية المحاكاة للحوادث السابقة التي تم رصدها وتخزينها في بنك معطيات الخطأ للرجوع إليها عند الحاجة، وفيما يلي نذكر بعض التطبيقات الذكية التي تعمل بتقنية المحاكاة في بعض المجالات في العالم:

PC-Crash وهو برنامج يستخدم لتحليل حوادث المرور من خلال إعادة بناء الحادث إنطلاقا من مجموعة من البيانات كالسرعة واستخدام الفرامل وزوايا الاصطدام...

X-Plane+AI Plugins يستخدم لمحاكاة حوادث الطيران بدقة.

ANSYS Fluent/Simcenter Amesim تستخدم لمحاكاة وتحليل كيفية وقوع الحوادث وفعالية أنظمة الأمان في المصانع. هذه نبذة بسيطة عن تطبيقات مهمة وفعالة من تطبيقات الذكاء الاصطناعي التي يمكن أن تستغل في تفعيل بنك معطيات الخطأ باستخدام تقنية المحاكاة بهدف وقاية المورد البشري من الحوادث المختلفة.

أما فيما يخص تحديد وكشف الخطأ البشري الذي غالبا ما يكون المسبب الأول للحوادث المختلفة، فهناك العديد من التقنيات الحديثة العتمدة نذكر منها: (رهواني و بشلاغم، 2023، صفحة 1189)

- تقنيات تقوم بتصنيف الأخطاء البشرية مثل تقنيات (SHERPA, HET, CREAM)
- تقنيات تقوم بالتحديد الفوري للخطأ مثل تقنيات (HEIST, THEA)
- تقنيات تعتمد على التحديد الكمي للأخطاء المرتكبة مثل (HEART, CREAM)

وتعتبر تقنية SHERPA من أهم التقنيات المعتمدة من طرف الاخصائيين في مجال الارغونوميا من حيث فعاليتها في تحديد وتصنيف الخطأ البشري وإعطاء الحلول الممكنة لتفاديها أو الحد منها.

2.4 التعريف بمقاربة SHERPA: هي مقاربة منهجية للتنبؤ والحد من أخطاء الانسان (Systematic approach to human error prediction and reduction). وهي تقنية للتنبؤ بأخطاء الانسان عن طريق تحليل المهام التي يقوم بها، ومعرفة سبب الخطأ، وإعطاء حلول ممكنة لتفاديها أو الحد منه. وقد تم تطوير هذه المقاربة من طرف العالم Embry سنة 1986، حيث تعتمد هذه التقنية على تصنيف الخطأ الإنساني ومن ثم تتبع الخلفية السيكولوجية له إلى غاية معرفة الميكانيزمات النفسية الكامنة وراء هذا الخطأ. ولا تزال التقنية محل تطوير وتحسين، كون أن تقنيات التنبؤ بالخطأ الإنساني تواجه إشكاليتين أساسيتين: الأولى تتعلق بنقص تجربتها في الواقع، أما الثانية فتعود إلى نتائج التقنيات المستحدثة التي تعتمد على حكم المحلل بدرجة كبيرة. (بغزيم و بوشبور، 2017، صفحة 156) غير أن الجيد في هذه المقاربة هو النسبة العالية لمعامل (الاختبار/اعادة الاختبار) الذي ينتج من استخدامها، زيادة إلى أن ممارستها في الميدان في فترة قصيرة تجعل من المحلل الارغونومي أو غيره خبيراً في تطبيقها. (Harris, et al., 2005)

هذا ما دفعنا من خلال هذه الورقة البحثية إلى تعزيز تقنيات التنبؤ والكشف عن الأخطاء البشرية بالإعتماد على تطبيقات الذكاء الاصطناعي والمحاكاة الذكية لإعادة بناء حيثيات الحوادث المختلفة لفهم مسبباتها بغرض حماية المورد البشري انطلاقاً من ذلك.

3.4 آفاق تطبيق المقاربة متعددة التخصصات في ميادين مهمة: إيماناً منا أن فكرة هذه الدراسة ستلقى ترحيباً واسعاً على مستوى المؤسسات والهيئات في المجتمع الجزائري، كون الفكرة لم يسبق طرحها في سوق العمل، ونظراً لأهمية ما ترمي إليه، فنحن نتوقع أن تطرح جملة من التأثيرات الإيجابية على مجمل الميادين والقطاعات نذكر منها على سبيل المثال لا الحصر:

1.3.4 مجال الصحة والسلامة المرورية: ووفقاً لبيانات منظمة الصحة العالمية، تعد حوادث المرور رابع الأسباب الرئيسية للوفاة في الجزائر، بعد أمراض القلب التاجية، السكتة الدماغية، وارتفاع ضغط الدم، هذا ما يجعل الإهتمام بسبل الوقاية من حوادث المرور ضرورة حتمية ودافعا قويا للسعي قدما نحو تجربة استراتيجيات حديثة للاستفادة من الحوادث السابقة و تفعيل قاعدة بيانات كبيرة تجمع مختلف المعلومات والمعطيات التي تؤخذ بعين الاعتبار في عمليات التعليم والتدريب على السياقة ونشر الوعي المروري على نطاق أوسع، حيث تصنف ضمن هذه البيانات الحوادث التي يكون فيها الانسان هو المتسبب بالحادث جراء إهماله لقواعد السلامة المرورية أو تكون الأعطال التقنية والظروف البيئية هي المتسبب فيها، بهدف اتخاذ التدابير اللازمة حيال ذلك، ونبتعد عن السطحية في تفسير حوادث المرور والموار عليها مرور الكرام بطيها في سجل النسيان فتتكرر الحوادث بنفس الأسباب وربما في نفس الظروف التي كان بإمكاننا معالجتها وتفاديها علمياً وتقنياً.

2.3.4 مجال العمل: رغم الجهود الرامية لتعزيز الصحة والسلامة المهنية في منظمات الأعمال المعاصرة، إلا ان حوادث العمل والأمراض المهنية لا يزال مشكلاً يورق العمال وأرباب العمل على حد سواء، وتعرف حوادث العمل على أنها حدث مفاجئ وغير متوقع يلحق ضرراً بالموارد البشري أو بالمعدات والآلات ويخلف أضراراً تتفاوت في خطورتها. ونظراً لأهمية الأمن والسلامة المهنية على اختلاف الهيئات

والمنظمات ومجال الأعمال والأنشطة، فإن فكرة تفعيل بنك معطيات الخطأ بتقنية المحاكاة ترمي إلى إنشاء قاعدة بيانات كبيرة تجمع حيثيات حدوث مختلف المشاكل والأخطار المهنية التي تهدد حياة العامل باعتبار هذا الأخير العمود الفقري للسيورة الإنتاجية ككل. فعلى سبيل المثال، أطلق مجمع سوناطراك سنة 2023 رسميا برنامج "قواعد سلامتي" تحت إشراف المديرية المركزية للصحة والسلامة والبيئة للمجمع، حيث يهدف هذا البرنامج الى تعزيز ثقافة العمال حول أهمية السلامة والوقاية من حوادث العمل، ويرتكز البرنامج على توزيع منشورات بيداغوجية وأشرطة سمعية بصرية قصيرة، وتهدف من خلال هذا المشروع تعزيز مثل هكذا برامج بإثرائها أكثر وزيادة فاعليتها للهدف الذي وضعت من أجله، على غرار باقي المؤسسات والهيئات الأخرى في البلاد، إذ أن بنك معطيات الخطأ يعمل على توفير قاعدة بيانات ضخمة يكون لها دورا فعالا في تحليل حوادث العمل تحليلا دقيقا منهجيا لتحديد أسبابها وإعادة بنائها بتقنية المحاكاة، وسيعمل ذلك على تحقيق جملة من الأهداف أهمها:

✓ تبسيط إجراءات السلامة والوقاية في مواقع العمل من خلال دورات تدريبية دورية للعمال يتم فيها إعادة بناء الحوادث وتحليلها على مرأى العمال وبالاكتفاء على أسلوب المحاكاة بدلا من المنشورات و المطويات- التي لاحظنا في دراسة استطلاعية سابقة- أنها أقل أهمية لعدة اعتبارات، منها تباين المستوى التعليمي للعمال على اختلاف مناصب عملهم ومستوياتهم التنظيمية، أو أن طبيعة الفرد الجزائري التي لا تميل الى القراءة والمطالعة بقدر الميل لحضور محاضرات مرئية ومشاهدة أفلام توضيحية هادفة تعيد بناء الحوادث ومحاكاتها وشرحها لضمان فهمها بشكل أدق، كما أن تبويب هذه البيانات من خلال تطبيق الكتروني يكون متاحا للجميع للعودة والإطلاع عليه في أي وقت بسهولة وفعالية أكبر.

3.3.4 مجال الطيران والملاحة الجوية: لا تقل أهمية تفعيل بنك معطيات الخطأ بتقنية المحاكاة في مجال الطيران والملاحة الجوية عن غيره من المجالات السابقة، فهذا المجال هو الآخر يشهد بعض الحوادث على قلتها، لكن وباعتباره نسقا معقدا يسمى بأنساق الخبراء حسب مقارنة الارغونوميا المعرفية، فإن من بين ميزاته أن الخطأ غير مسموح كونه مكلف جدا- حسب ذات المقاربة- ما يجعله قطاعا حساسا وجب أن يحظى باهتمام بالغ تفاديا لأي خطأ أو خطر. ونطمح من خلال المشروع الذي بين أيدينا أن يشمل بنك معطيات الخطأ كل الميادين والمجالات على عدتها و اختلافها، على أن يخصص لكل مجال قاعدة بيانات خاصة به، واستغلالها في عمليات التعليم والتكوين والتدريب سواء للعمال الجدد الذين التحقوا حديثا بأعمالهم أم أولئك الذين يخضعون لدورات تدريبية دورية لتحسين معلوماتهم وتوسيع دائرة معارفهم وزيادة كفاءتهم وفعاليتهم في العمل.

4.3.4 مجال التعليم والتدريب و التكوين: تعرف العملية التدريبية على أنها عملية تعليم و تعلم، والفرق بين التعليم والتعلم هو أن الأول (التعليم) يكون فيه طرفان أو أكثر، أحدهما المعلم او المدرب والآخر المتعلم او المتدرب، يكون المعلم او المدرب ذا خبرة واسعة ينقلها للمتعلم او المتدرب، أما التعلم فهو عملية ذاتية يبحث فيها المتعلم او المتدرب عما يشبع حاجاته المعرفية لاكتساب مهارات جديدة تفيده في زيادة فعاليته التنظيمية وتحسين أدائه. وهذا ما سيوفره بنك معطيات الخطأ بتقنية المحاكاة، حيث سيوفر قاعدة بيانات شاملة حول المعارف التي لا يمكنها ان تنقل في بعض الأحيان بصفة نظرية، بل وجب محاكاتها بأبعادها الحقيقية وتمثيل ظروفها الواقعية التي حدثت فيها. هذا ما جعل فكرة المشروع تتجسد والذي نؤمن أنه سيصنع فرقا في مجال السلامة والوقاية في جميع المجالات والأصعدة.

هذه بعض المجالات على سبيل المثال لا الحصر، حيث لا يسعنا في هذا الطرح ان نورد جل المجالات، لكن فكرة تفعيل بنك معطيات الخطأ المنبثقة من المقاربة الارغونومية وباستخدام تقنية المحاكاة التي تعتبر تقنية حديثة معتمدة في مجالات وعلوم عديدة كتحليل العمل والارغونوميا والأمن والطب والطيران... الخ وكذلك بالاستعانة بتطبيقات الذكاء الاصطناعي الذي أصبح ضرورة لا بد منها للنهوض بالأمن ومواكبة التطور العلمي والتكنولوجي، سيكون لهذه الفكرة رواجاً كبيراً نظراً لأهميتها وفعاليتها في تقليل الحوادث والاستفادة من الأخطاء السابقة، وتوسيع معارف العنصر البشري وزيادة كفاءته، هذا ما ينعكس إيجاباً على الهيئات والمؤسسات والمجتمع ككل.

القيمة العلمية والقيمة الاقتصادية لتطبيق المقاربة متعددة التخصصات

نهدف من خلال هذا المشروع إلى تقديم خدمة للمجتمع الجزائري، خدمة ليست متوفرة حالياً، ألا وهي تفعيل بنك معطيات الخطأ باستخدام تقنية المحاكاة والاستفادة من تطبيقات الذكاء الاصطناعي بهدف رصد وتحليل ودراسة الحوادث التي تقع في كل المجالات منها حوادث المرور، وحوادث العمل، الحوادث المنزلية، الأخطاء الطبية... الخ والفائدة المرجوة هي وقاية الإنسان من هذه الحوادث ومنع تكرار نفس السيناريوهات بنفس الأخطاء مستقبلاً. ويحمل هذا المشروع قيمة علمية وقيمة اقتصادية نلخصها فيما يلي:

1.5 القيمة العلمية للعمل:

تتبع القيمة العلمية للعمل من قيمة المقاربات العلمية للعلوم التطبيقية الحديثة التي اجتمعت في تجسيد هذه المقاربة ألا وهي: علم الارغونوميا أو الهندسة البشرية، أسلوب المحاكاة، وتطبيقات الذكاء الاصطناعي. فالارغونوميا علم تطبيقي حديث لا تزال تطبيقاته ومقارباته حيصة أسوار الجامعة، ولم نر له أثراً كبيراً في المؤسسة الجزائرية على أهميته في معالجة عديد الظواهر والمشاكل التنظيمية، فهو علم حديث يسعى الى ضمان رفاهية العامل من خلال التصميم الجيد لبيئة العمل وتعزيز راحة وأمن وفعالية المورد البشري.

ويمكن ان نلخص القيمة العلمية لهذا المشروع فيما يلي:

- ✓ الاستفادة من التطبيقات الارغونومية في المؤسسة الجزائرية، وهذا المشروع هو نقطة انطلاق لتجسيد المعارف النظرية في خدمة العباد والبلاد.
- ✓ تقديم خدمة جليلة للفرد الجزائري تتمثل في وقايته من الاخطار والحوادث المختلفة من خلال توفير وإنشاء قاعدة بيانات تسمى ببنك معطيات الخطأ تستخدم تقنية المحاكاة لإعادة بناء الحوادث بهدف فهمها وتفسيرها واستخلاص مسبباتها وحجم الخسائر بهدف تفادي تكرار وقوعها.
- ✓ أن نسب الحوادث في الجزائر في تزايد مستمر سواء ما تعلق بحوادث المرور أو الحوادث المهنية أو المنزلية... ما يلزمنا جميعاً، كل في تخصصه ومجاله من المضي قدماً لابتكار حلول فعالة واستراتيجيات لمواجهة هذه الأخطار والحد منها.
- ✓ تشجع هذه المقاربة تضافر الجهود والتقاء تخصصات علمية مختلفة من أجل إثراء بنك معطيات الخطأ والتحليل العلمي والمنهجي الدقيق لحشيات الحوادث المختلفة بغرض فهمها وتحليلها وتفسيرها واستخلاص مسبباتها، وتوظيف كل هذه النتائج لتعزيز برامج السلامة والوقاية.

2.5 القيمة الاقتصادية للعمل:

تسعى الدول المعاصرة الى الاستثمار في تعزيز برامج السلامة والأمن إيماناً منها بأهمية ذلك في خفض التكاليف التي تسببها الأخطار والحوادث المختلفة. وحوادث العمل على غرار أنواع الحوادث الأخرى، أصبحت الشغل الشاغل لمعظم المؤسسات الجزائرية كون هذه الحوادث تلحق ضرراً بالموارد البشري ما قد يلزم المؤسسة إلى إجراءات توظيف عمال جدد وتحمل نفقات تدريبهم وتكوينهم، ما قد يعيق المنظمات المعاصرة في بلوغ أهدافها. ويمكن تفادي مثل هذه المشكلات التنظيمية من خلال تجسيد المقاربات الارغونومية الحديثة التي تسعى للتقليل من حوادث العمل من خلال خلق بيئة تنظيمية صحية وفق القواعد الارغونومية.

وتتجسد القيمة الاقتصادية لهذه المقاربة في حاجة المجتمع الجزائري إلى اتخاذ تدابير وقائية تحمي الفرد من الأخطاء والحوادث التي تهدد حياته وممتلكاته تحت شعار "كل ما ننقذه في الوقاية نجني أضعافه من السلامة" ونلخص القيمة الاقتصادية لهذا العمل في النقاط التالية:

✓ الحوادث والأخطار على اختلاف أنواعها وشدتها هي مرادف للنفقات والخسائر المادية، ففيها هلاك الفرد وخسارة ممتلكاته، وتعزيز سبل الوقاية والأمان يحافظ عليه وعلى ممتلكاته وبالتالي لا تتكبد المؤسسة التي ينتمي إليها خسائر النفقات والتعويضات...

✓ بتحليل الحوادث والاستفادة من دراستها خفض للتكلفة والخسائر مستقبلاً، ذلك أن الاستثمار في تهيئة الظروف الصحية للفرد تنتج فرداً فعالاً منتجاً يدفع عجلة الاقتصاد الوطني نحو التقدم والرفي.

✓ إصابة الفرد في أي نوع من أنواع الحوادث يخلق فرداً عاجزاً - ان لم يؤد به الحادث الى الوفاة - فتتكبد الهيئة أو المؤسسة التي ينتمي إليها نفقات وتعويضات باهضة في العطل المرضية والتأمينات الاجتماعية، ناهيك عن تكاليف التوظيف والتعيين والاستقطاب لتعويض العامل في منصبه الذي أصبح شاغراً.... ومن هنا يبدو جلياً أهمية السعي قدماً نحو خلق استراتيجيات فعالة في الحد من الحوادث انطلاقاً من دراستها وتحليلها واستخلاص مسبباتها وظروف حدوثها وهذا ما يرمي اليه مشروعنا هذا.

خطة تجسيد فكرة المقاربة متعددة التخصصات وآفاق تطويرها

1.6 خطة مفصلة لطرح العمل: نقترح أن يمر تطبيق هذه المقاربة ميدانياً عبر عدة مراحل مفصلة، نقدمها فيما يلي:

1.1.6 مرحلة اعداد المشروع (من 1 الى 3 أشهر): يكون في هذه المرحلة تحديد دقيق لفكرة المشروع وصياغة أهدافه، من خلال تشكيل فريق عمل متعدد التخصصات (مختص في الذكاء الاصطناعي، الهندسة الميكانيكية، تحليل البيانات، مختص ارغونومي، اختصاصي السلامة...) ومن ثم تحديد الإمكانيات والتكاليف والمخرجات المتوقعة للمشروع، لنشر بعدها في إعداد خطة عمل مفصلة تتضمن المراحل و التكاليف و الجدول الزمني والشركاء المحتملين للمشروع.

2.1.6 جمع البيانات وتكوين بنك المعطيات (من 4 الى 6 أشهر): يتم في هذه المرحلة التواصل مع الجهات الرسمية (الشرطة، مصالح الحماية المدنية، المستشفيات، شركات التأمين...) من أجل جمع البيانات المتعلقة بالحوادث المختلفة (حوادث المرو، حوادث العمل، الحوادث المنزلية أو المدرسية...) ليتم بعدها تصنيف البيانات حسب نوعها وسببها ونتائجها وموقعها وزمنها... الخ، ثم تهيئة البيانات النهائية وإعدادها لتخضع للمحاكاة وتدريب نماذج الذكاء الاصطناعي عليها.

3.1.6 تطوير النماذج والخوارزميات (من 6 الى 12 شهرا): يتم في هذه المرحلة تصميم نظام محاكاة بالاعتماد على السيناريوهات الحقيقية للحوادث، ثم تطوير خوارزميات التنبؤ والتحليل باستخدام الذكاء الاصطناعي للوصول في آخر هذه المرحلة إلى اختبار النماذج في بيئة رقمية.

4.1.6 مرحلة التجريب الميداني (من 6 الى 12 شهرا): يتم في هذه المرحلة اختيار أماكن للتجريب (طريق من الطرق، شركة من الشركات، حي سكني، مؤسسة تعليمية، مدارس تعليم السياقة...) يتم في هذه المرحلة تدريب وتكوين الأفراد على ما ورد في بيانات معطيات بنك الخطأ بهدف وقيمتهم وتوعيتهم بأسباب الحوادث، ثم تقييم آدائهم وجمع الملاحظات من أجل تحسينات أكبر في المشروع.

5.1.6 التوسع والتعميم (بعد سنتين): يتم في هذه المرحلة إعداد تقارير نهائية توضح نتائج المشروع، عند التأكد من فعاليته بعد تقييمه، يعرض على جهات حكومية وخاصة بهدف تطوير نسخة تجارية قابلة للتطبيق على الأفراد والمؤسسات، ليتم بعد ذلك التخطيط لتسويقه أو تحويله إلى مؤسسة ناشئة.

2.6 آفاق تطوير العمل: نتوقع ان تصل آفاق تطوير المشروع الى ما يلي:

- ✓ أن يشمل المشروع مجالات عديدة، كحوادث البيئات المدرسية بالمؤسسات التعليمية والتربوية في مختلف الأطوار.
- ✓ تبدأ فكرة المشروع محليا ثم ينتقل تأثيرها إلى الاستخدام الإقليمي والدولي من خلال عقد شراكات مع هيئات دولية تهتم بتعزيز الأمن والسلامة في كل المجالات.
- ✓ استخدام خوارزميات وتطبيقات أكثر تطورا للمساهمة في تحليل أنماط الحوادث بشكل أدق.
- ✓ تدريب النماذج على بيانات أكبر وأكثر تنوعا لرفع دقة التنبؤات و زيادة فعالية العمل.
- ✓ إنشاء أنظمة تحذير فورية بالاعتماد على البيانات الآنية من البيئة المحيطة بالفرد لحمايته وضمان سلامته.
- ✓ الاعتماد على تطبيقات ذكية مدمجة في الهواتف النقالة لكل الأفراد وبالاعتماد على تقنيات الذكاء الاصطناعي لتحليل سلوكياتهم أثناء العمل، السياقة... لتنبههم بالأخطار المحيطة بهم.
- ✓ تحويل بنك معطيات الخطأ إلى مرجع وطني للجهات الرسمية (جهاز الشرطة والدرك الوطني، وزارة النقل...)
- ✓ تطوير برامج تدريبية وتكوينية افتراضية بالاعتماد على المحاكاة لتكوين السائقين، العمال، وحتى تلاميذ المدارس لضمان سلامتهم وأمنهم.
- ✓ فتح المجال أمام طلبة الجامعات والأساتذة والباحثين للاستفادة من بنك معطيات الخطأ في بحوثهم ودراساتهم.
- ✓ تطوير فكرة المشروع بشكل أكبر من خلال رسائل ماجستير أو ماستر و أطروحات دكتوراه.
- ✓ إنشاء مؤسسة ناشئة متخصصة في السلامة الذكية انطلاقا من فكرة هذا المشروع.
- ✓ تزويد الآلات والأجهزة والمعدات بأنظمة ذكية مساعدة على اتخاذ القرارات système d'aide à la décision في الوضعيات الحرجة انطلاقا من التنبؤ بالخطأ وطرح البدائل المناسبة لاتخاذ القرار المناسب لمعالجة الخلل وتفادي الحوادث.

خاتمة:

خلصت هذه الدراسة إلى أن اعتماد مقارنة متعددة التخصصات، تجمع بين علوم الأرغونوميا، الذكاء الاصطناعي، وتقنيات المحاكاة الذكية، يشكل مدخلاً علمياً وعملياً متكاملًا لتعزيز أمن وسلامة المورد البشري والحد من مختلف الحوادث التي تهدد رأس المال البشري في مجالات متعددة كحوادث المرور، حوادث العمل، والحوادث المنزلية، حيث إن الإطار المقترح المبني على تحليل المهام البشرية، النمذجة، والخوارزميات التنبؤية، إضافة إلى الاستفادة من بنك معطيات الخطأ والمحاكاة الذكية، يوفر أدوات دقيقة لتشخيص الأخطار واستباقها واقتراح تدخلات وقائية فعالة. وتبرز أهمية هذه الدراسة في كونها لا تقتصر على تقديم تصور نظري، بل تؤسس لآلية علمية وعملية قابلة للتطبيق في قطاعات حيوية مثل السلامة المرورية، الملاحة الجوية، بيئة العمل، والتكوين والتدريب، لتتجسد كمشروع تتبناه مؤسسات الدولة الجزائرية للحد من الأخطار والحوادث التي تهدد سلامة المورد البشري في كل مناحي حياته. كما أن القيمة العلمية والاقتصادية لهذه المقاربة تتمثل في تقليص التكاليف الناجمة عن الحوادث، تحسين الأداء والإنتاجية، وتعزيز ثقافة السلامة لدى الأفراد والمؤسسات.

وانطلاقاً من خصوصيات المجتمع الجزائري الذي ما يزال يواجه تحديات جسيمة في مجال السلامة (خاصة ارتفاع نسب حوادث المرور وحوادث العمل)، فإن تبني هذه المقاربة يُعد ضرورة ملحة وليست خياراً. ومن هنا يمكن تقديم بعض التوصيات:

- إنشاء بنك وطني لمعطيات الأخطاء يكون مرجعاً للباحثين والمهنيين وصنّاع القرار.
- توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي والمحاكاة الذكية في إعداد خطط وقائية وطنية لمختلف أنواع الحوادث.
- إدماج هذه المقاربة في برامج التكوين الجامعي والمهني لتعزيز ثقافة السلامة والوقاية.
- تطوير سياسات حكومية داعمة تعتمد على البحث العلمي والتكنولوجيا الحديثة للحد من الحوادث.
- تشجيع التعاون بين الجامعات، مراكز البحث، والقطاعات الاقتصادية من أجل تطبيق عملي وفعال لهذه الرؤية.

إن تطبيق هذه المقاربة في الجزائر سيُسهم بشكل مباشر في حماية الإنسان، تقليل الخسائر البشرية والمادية، ودعم مسار التنمية المستدامة، مما يجعلها خياراً استراتيجياً ينسجم مع تطلعات المجتمع الجزائري نحو مستقبل أكثر أمناً واستقراراً.

المصادر والمراجع:

- الاذاعة الجزائرية. (بلا تاريخ). *www.radioalgerie.dz.protection civile*.
- بوحفص مبارك. (2004). *العمل البشري* (الإصدار 02). وهران: دار الغرب للنشر والتوزيع.
- بوزيان رهواني، و يحي بشلاغم. (جوان، 2023). دور ارغونوميا الخطأ في تحسين اداء العاملين. *مجلة المعيار*، 14 (01)، 1189.
- عائشة بوبكر. (2024). *محاضرات في الارغونوميا*.
- عبد السلام بغريم، و عبد الحميد بوشبور. (ديسمبر، 2017). استخدام مقاربة SHERPA للمساعدة في تحسين الممارسات المهنية للمرضين. *مجلة المقدمة للدراسات الانسانية والاجتماعية* (03)، 156.
- عبود نجم نجم. (2012). *دراسة العمل والهندسة البشرية*. الاردن: دار صفاء للنشر والتوزيع.
- Barshi, I. (s.d.). *Risk of performance errors due to training deficiencies*. USA: Nasa Ames Research.
- Harris, D., Stanton, N., Marshall, A., Young, M., Demagalski, J., & Salmon, P. (2005). using SHERPA to predict design-induced error on the flight deck. *Aerospace Science and Technology*, 525-532.
- Noulon, M. (2009). *ergonomie* (éd. 2). Toulouse, FRANCE: OCTARES.
- Pastré, P. (2009). *Apprendre par la simulation: De l'analyse du travail aux apprentissages professionnels*. Toulouse, FRANCE: OCTARES.
- Woods, D., Dekker, S., Cook, R., Johannesen, L., & Sarter, N. (2010). *Behind Human Error*. Farnham, UK: Ashgate Publishing.
- Abboud, N. N. (2012). *Work Study and Human Engineering*. Jordan: Safa Publishing and Distribution.
- Abdel-Salam, B., & Abdel-Hamid, B. (2017, December). Using the SHERPA approach to help improve professional practices of nurses. **Al-Muqaddima Journal of Human and Social Studies*, (3), 156.
- Aisha, B. (2024). *Lectures in Ergonomics*.
- Algerian Radio. (n.d.). Civil Protection [www.radioalgerie.dz](<http://www.radioalgerie.dz>)
- Barshi, I. (s.d.). *Risk of performance errors due to training deficiencies*. USA: Nasa Ames Research.
- Bouhafs, M. (2004). *Human Work* (2nd ed.). Oran: Dar Al-Gharb for Publishing and Distribution.
- Bouziane, R., & Yahia, B. (2023, June). The role of error ergonomics in improving workers' performance. *Al-Mi'yar Journal*, 14 (1), 1189.
- Harris, D., Stanton, N., Marshall, A., Young, M., Demagalski, J., & Salmon, P. (2005). using SHERPA to predict design-induced error on the flight deck. *Aerospace Science and Technology*, 525-532.
- Noulon, M. (2009). *Ergonomics* (2nd ed.). Toulouse, France: Octarès.
- Pastré, P. (2009). *Learning through simulation: From work analysis to professional learning*. Toulouse, France: Octarès.
- Woods, D., Dekker, S., Cook, R., Johannesen, L., & Sarter, N. (2010). *Behind Human Error*. Farnham, UK: Ashgate Publishing.