تطبيق التقنيات الأرغنومية لتحديد الخطأ البشري من أجل تحسين أداء العاملين – دراسة ميدانية بمؤسسة ENIE

Applying the Human Error Identification Techniques to improve Workers Performance -Field Study at ENIE

رهواني بوزيان [1] بسكلال محمد أمين[2]

(**Bouziane Rahouani, Mohamed Amine Beskelal**)

(1)جامعة أبو بكر بلقايد– تلمسان (2) جامعة وهران02

تاريخ الإرسال: 10 / 08/ 2024. تاريخ القبول: 15 / 09/ 2024. تاريخ النشر: 20 / 12/ 2024.

ملخص:

يهدف هذا البحث إلى تسليط الضوء على أهمية الأرغنوميا في تحسين أداء العاملين بمختلف المجالات الصناعية والخدماتية من خلال تطبيق تقنيات تحديد الخطأ البشري، تمت الدراسة بمؤسسةENIE، بولاية سيدي بلعباس، وتمت الدراسة بورشة تركيب اللوحات الالكترونية (Tablettes)بوحدة الادماج الإلكترونيIE، تم اختيار سلسلة واحدة لتركيب اللوحات الالكترونية من بين ثلاثة سلاسل تركيب، تحتوي كل سلسلة تركيب على 24 محطة مزدوجة و متسلسلة ومتقابلة، يمر بينهم الشريط النقال لنقل المنتوج، وكل محطة عمل يقوم العامل ببعض العمليات المحدودة ثم يتم نقل المنتوج إلى المحطة الموالية، تمت الدراسة باتباع عدة خطوات، أول خطوة هي استعمال تقنية التحليل الهرمي للمهامHTA وذلك بالاعتماد على الملاحظة و المقابلة مع العاملين في كل محطة عمل ورئيس الورشة، لمعرفة طريقة العمل والمهام المحددة لكل عامل، ومن خلال مخرجات تقنية "HTA"يتم تطبيق تقنية"SHERPA"لتصنيف الأخطاء المحتملة بوظائف التركيب اليدوي للمنتوج وتقدير حرجية واحتمال حدوث الأخطاء البشرية، توصلت الدراسة بعد تطبيق تقنية "SHERPA" إلى أنه يوجد 45 احتمال حدوث خطأ من صنف عملية متأخرة (A1)منه خطأ واحد مرتفع الحرجية، و42 احتمال حدوث خطأ من صنف عملية محذوفة (A8) منها 3 أخطاء مرتفعة الحرجية، و31 احتمال حدوث خطأ من صنف عملية في المكان الخاطئ (A3)منه خطأ مرتفع الحرجية، ويوجد 28 احتمال حدوث خطأ من صنف تحقق محذوف (C1) منه 02 خطأ مرتفع الحرجية، هذه أهم الأخطاء المحتمل

حدوثها عبر محطات التركيب اليدوي للمنتوج، وتم تصنيف الأخطاء حسب حرجية كل خطأ، ولاحظنا ان كل الأخطاء احتمال حدوثها منخفض، نتيجة لعدة اعتبارات منها: تطبيق المعايير الأرغنومية في تصميم المحطات والأدوات وتصميم العمليات، كذلك المنتوج وأجزاء المنتوج سهلة التركيب اليدوي وهذا مالحظناه بعد عملية التشخيص الأرغنومي باستعمال قائمة المراجعة والإجراءات التنظيمية المتبعة مثل التناوب بين المهام الصعبة والسهلة، التبادل بين المهام والمحطات بين العمال، توفير فترات استرجاع أثناء العمل وفترات للراحة، وفي الأخير استنتجنا أهمية تطبيق التقنيات الأرغونومية لتحديد الخطأ البشري من أجل تحسين أداء العاملين كمياً ونوعياً.

الكلمات المفتاحية: تقنيات تحديد الخطأ البشري، تقنية**SHERPA**، أداء العاملين، استراتيجيات خفض الخطأ البشري.

Abstract:

This research aims to shed light on the importance of the Human Factors and Ergonomics in improving the Workers performance in various industrial and service sectors, through applying of human error identification techniques, The study was conducted at ENIE Company in SIDI BELABBAS City, and was conducted in a workshop for assembling electronic tablets within the electronic integration unit, as one assembly line for assembling was selected out of three assembly lines, with each assembly line consisting of 24 dual, sequential, and parallel workstations, a conveyor belt passes between them to transport the product, at each workstation, the worker performs some limited operations, and then the product is transferred to the next workstation, The study was conducted by following several steps, the first step is the hierarchical task analysis (HTA), relying on observation and interviews with the workers at each workstation and the workshop supervisor to understand the work process, specific tasks assigned to each worker, Based on the outputs of the HTA technique, the SHERPA technique applied to classify potential errors in the manual assembly tasks of the product, evaluating the severity and likelihood of human errors occurring, the result was there are highly probable classified Human Error during product assembly tasks, the first classified Human Error is operation too late (A1), the study showed that the probability of its occurrence is low in 45 operations, the Error of operation in wrong direction or place (A3), it's showed that the probability of its occurrence is low in 31 operations, the error of operation omitted (A8), it's showed that the probability of its occurrence is low in 42 operations, the error of check omitted (C1), it's showed that the probability of its occurrence is low in 28 operations, it observed that all errors have a low likelihood of occurrence, attributed to several considerations, including: The

application of ergonomic standards and criteria in the design of workstations, tools, and processes, as well as the design of the product and its components to make manual assembly easy, organizational procedures such as rotating between difficult and easy tasks are followed. This was noted after the ergonomic diagnosis process using the checklist.

Keywords: HEI Technique, Human Performance, SHERPA, HE Reduction strategies.

مقدمة:

تعتبر الأرغونوميا من بين أهم التخصصات التي كان لها دور مهم في تطور العمل البشري عبر مراحل عديدة، من المجالات العسكرية أثناء الحرب العالمية الأولى والثانية إلى المجالات الصناعية ثم إلى مجالات أخرى، فهي تعتمد على العديد من التخصصات مثل علم الفيزيولوجيا و البيوميكانيك، القياس الأنثروبومتري وبعض فروع علم النفس وكذلك بعض تخصصات الهندسة والاحصاء وغيرها من التخصصات، تستعمل هذه التخصصات في الكثير من القياسات مثل القياس الفيزيولوجي للأداء البشري كقياس نبضات القلب والتنفس والأيض أو القياسات الفيزيائية مثل القياس الأنثروبومتري وقياس الحركة، كذلك القياسات المعرفية العقلية والنفسية مثل الأداء المعرفي، الثقل الفكري، التركيز، الخطأ البشري، و يتم الاستعانة بها في تصميم محطات العمل والأدوات والتجهيزات وغيرها، وتعتمد الأرغونوميا كذلك على التحليل مثل تحليل المهام للفرد والجماعة، كل هذا من أجل تكييف العمل للعامل، ومرت الأرغونوميا بثلاث مراحل والتي تمثل أنواعها حسب اهتماماتها ومجال تخصصاتها (مباركي، 2004)، ففي المرحلة الأولى كانت الأرغونوميا تدرس العلاقة بين الإنسان والآلة، ولكنها ركزت كل واحد على حدى أي الإنسان على حدى و الآلة على حدى وكان للمهتمين بتخصصات الأرغونوميا دوراً مهم في تصحيح الكثير من العيوب في تصميم الآلات من حيث المدخلات المتمثلة في أدوات التحكم والمخرجات والمتمثلة في أدوات العرض واهتمت بتصميم محطات العمل، وتصميم الأدوات اليدوية ودراسة المحيط الفيزيقي للعمل، ثم ظهر توجه آخر وهو دراسة الانسان والآلة معاً أي نسق واحد وسميت بأرغونوميا الأنساق ، وفي هذه المرحلة بدأ التعاون بين أخصائي الأرغونوميا والمهندسين في مرحلة تصميم الأنساق، وتم التوصل إلى تقنيات تحدد الوظائف بين الإنسان والآلات مثل تقنيات تحليل المهام (task analysis) ووصف المهام(job description)، ثم الوصول إلى تقنيات الاختيار (بوظريفة، 2012)،

ورغم تطبيق ما يسمى بأرغونوميا الأنساق والتي تدرس الإنسان والآلة والمحيط معاً في آن واحد، إلا أن هذا لم يخلو من المشاكل التي تواجه الإنسان إذ يرى المختصون أن الفشل في النسق يعود بالأساس إلى الخطأ البشري حتى لو تم أتمتة النسق كلياً، وحسب أصحاب هذا التوجه فإن أسباب فشل النسق ناتجة عن الخطأ البشري إما في مرحلة التصميم أو مرحلة التركيب أو مرحلة الصيانة، ومن هنا ظهر توجهان للأرغونوميا الخطأ، الأولى ترى أن الخطأ البشري ينتج عن قلة التحفيز وبالتالي يجب القيام بحملات تحفيزية ودعائية للأمن والوقائية للعاملين لتفادي ارتكاب الأخطاء وسميت هذه المقاربة بانعدام الخلل" zero defects approach"، ومن الجهة الأخرى يرى آخرون ان الخطأ البشري لا يمكن تفاديه والوقوع فيه لا محال، وبالتالي يجب تحديد الخطأ البشري والتنبؤ به و هذا يمكن بواسطة ما يسمى" بنك معطيات الخطأ" ويتم ذلك بواسطة تقنيات أرغونومية تقوم بتصنيف الخطأ البشري بعد استعمال تقنيات تحليل المهام مثل التحليل الهرمي للمهمة (HTA). ومن هنا اهتم الكثير من أخصائي الأرغونوميا بالتقنيات التي تحدد الخطأ البشري وتصنفه وتتنبأ به وتقيسه، حيث توصلوا إلى ثلاث أصناف من تقنيات تحديد الخطأ البشري وهي:

أ. تقنيات تقوم بتصنيف الخطأ البشري: وذلك بعد تحليل المهام باستعمال تقنية HTA ومن مخرجاته تقوم بتصنيف الأخطاء المحتمل حدوثها، وأهمها: تقنية "مقاربة منهجية للحد من الخطأ البشري والتنبؤ به"(SHERPA)، "قالب أو نموذج الخطأ البشري" (HET)،"نظام تحليل وخفض الخطأ التنبؤي (SPEAR)، تقنية التحليل التنبؤي وبأثر رجعي للخطأ المعرفي (TRACEr)، تقنية تحليل الموثوقية المعرفية (CREAM).

ب. تقنيات التحديد الفوري للخطأ البشري: وهي تحدد الخطأ البشري أثناء انجاز المهام ولا تقوم بتصنيف الأخطاء ولكن تكتشفها أثناء العمل بالاعتماد على تقنية تحليل السيناريو ثم استعمال قائمة مراجعة تتكون من أسئلة حول الأهداف، المخططات، عمليات انجاز المهمة، الادراك، التقييم، التفسير، وأهم تقنياتها هي تقنية أداة تحديد الخطأ البشري في الأنظمة (HEIST)، وتقنية تقييم الخطأ البشري (THEA).

ج. تقنيات القياس الكمي للخطأ البشري: تقدم هذه التقنيات احتمال عددي لحدوث الخطأ البشري تعتمد على عوامل تشكيل الأداء (PSF's) لتساعد على تحديد الخطأ

المحتمل وهناك تقنيات من هذا النوع مثل تقنية تقييم الخطأ البشري وخفضه (HEART).

استعمال هذه التقنيات لتحديد الخطأ البشري والتنبؤ به يساعد العامل على الوصول إلى هدفه في انجاز المهام المطلوبة بأداء أفضل من حيث الكم والكيف في الانتاج، لأن ارتكاب الخطأ البشري يمكن أن يؤثر كذلك على الأداء من حيث كمية الانتاج وذلك بسبب اضاعة الوقت أو طول مدة الانتاج كما يمكن ان يؤثر على نوعية الانتاج وجودة المنتوج، فالخطأ البشري هو الانحراف عن الأداء المرغوب فيه، وكلاهما يتأثران بالعوامل البشرية المختلفة مثل الانتباه، الذاكرة، اتخاذ القرار، التركيز، الادراك، وهي تؤثر في كفاءة الأفراد في أداء مهامهم، قد يحدث الخطأ نتيجة زيادة الدافعية لأداء المهام بشكل أسرع أو تحت الضغوط، كما أن التعلم من الأخطاء المرتكبة يؤدي إلى تحسين أداء العاملين وذلك من خلال تحليل الأخطاء المحتملة أو المرتكبة سابقاً، ومن هنا تُتخذ التدابير الصحيحة وتقديم الاستراتيجيات الفعالة لمنع حدوثها في المستقبل، من هذا المنطلق يحاول هذا البحث التطرق إلى الخطأ البشري من وجهة نظر أرغونومية وتأثيره على الأداء البشري، بحيث يتم التعريف بالخطأ البشري وأنواعه وماهي أهم تقنية أرغونومية تكون شاملة وفعالة في تصنيف الخطأ البشري وتفسيره من خلال تحليل المهام وتحديد عواقبه وتأثيره على العمل أو الأداء ثم كيفية قياسه او تقيم احتمال حدوثه وحرجيته ثم تقديم استراتيجيات خفضه أو الحد من ارتكابه.

1. أسئلة البحث:

- كيف يتم تحديد الخطأ البشري وتقييم احتمالية حدوثه وحرجيته؟
- كيف يؤثر الخطأ البشري على أداء العاملين بالمؤسسة؟
- ما هي الاستراتيجيات المتخذة للحد من ارتكابه أو خفضه؟

2. أهداف البحث:

- تقديم شرح لكيفية تطبيقة تقنيةSHERPA.
- إبراز أهمية تطبيق تقنيات تحديد الخطأ البشري لتحسين أداء العاملين.
- إبراز أهمية تطبيق المعايير الأرغونومية التصميمية للحد من ارتكاب الأخطاء البشرية.

3. أهمية البحث:

هناك أهمية علمية تتمثل في محاولة شرح بعض التقنيات الأرغونومية لتحديد الخطأ

البشري، حيث تم شرح أهم تقنية تُصنف الخطأ البشري SHERPA، وأهمية عملية تتمثل في إبراز دور الأرغونوميا في تحسين أداء العاملين من خلال تطبيق تقنيات تحديد الخطأ البشري.

4. **منهجية البحث:**

1-5. حدود الدراسة:

5-1-1. الحدود الزمنية: تمت الدراسة في الفترة الزمنية الممتدة من 21 أوت 2022 إلى 21 سبتمبر2022.

5-1-2. الحدود المكانية: تم اختيار وحدة الإدماج الإلكتروني بمؤسسة ENIE بحيث تم اختيار وحدة تركيب اللوحات الإلكترونية الموجهة للمدارس الابتدائية، وتم اختيار سلسلة تركيب واحدة من بين السلاسل الثلاثة.

5-1-3. عينة البحث: ورشة تركيب اللوحات الالكترونية مكونة من ثلاثة سلاسل تركيب للمنتوج، كل سلسلة تركيب مكونة من 24 محطة عمل، كل محطة عمل يعمل بها عاملين متقابلين أو عامل واحد في بعض المحطات.

5-1-4. منهج الدراسة: المنهج الذي يغلب على الدراسة هنا هو المنهج الوصفي ويعتبر المنهج الأنسب، والأسلوب المستخدم هو أسلوب دراسة الحالة في جمع وتحليل معطيات البحث.

5-2. الأدوات المستعملة:

5-2-1. المقابلة: وتتم مع رئيس الورشة، رئيس مراقبة الجودة، رئيس طريقة ومنهجية الإنتاج، العاملين في محطات العمل، ونعتمد عليها في التحليل الهرمي للمهمة لتساعدنا على تحليل المهام، وكذلك لتحديد ووصف وتقييم الخطأ البشري.

5-2-2. الملاحظة: لملاحظة طريقة الانتاج في الورشة ونستعين بها في عملية تحليل المهام وملاحظة مدى تطبيق المعايير الأرغونومية في تصميم الأنساق، محطات العمل، الأدوات والمعدات، تصميم أجزاء المنتوج وسهولة تركيبها.

5-2-3. البطاقات التقنية: في كل محطة عمل يوجد بطاقة تقنية تصف المهمة المحددة والمدة المتوقعة لإنجازها، ومعلومات عن العامل، الأدوات المستعملة.

5. **خطوات الدراسة:**

6-1. **أولا: التحليل الهرمي للمهمة** (HTA): (Annett et al, 1971)

بالاعتماد على الملاحظة العينية البسيطة والمقابلة مع العاملين في كل محطة عمل ومع رئيس الورشة لطلب شرح الوظيفة في كل منصب عمل يقوم الباحث بالخطوات التالية:

1)تحديد الهدف العام للمهمة حيث يجب ان يوضع في أعلى الهرم.

2)تحديد الأهداف الفرعية (الجزئية) للمهمة، حيث يتم تجزئة الهدف الرئيسي إلى أهداف فرعية مطلوبة التي جميعها تشكل الهدف العام للمهمة.

3)حيث يتم تجزئة الأهداف الفرعية المحددة في الخطوة السابقة إلى أهداف فرعية ثانوية (المهام) ثم يتم تجزئة كل هدف من هذه الأهداف إلى أهداف فرعية إلى غاية الوصول إلى قاعدة الهرم والمتكونة فقط من العمليات البسيطة.

4)المخططات والتي تبين كيف تنجز الأهداف من مهمة إل مهمة أخرى.

5)العمليات المرئية: سلوكيات ظاهرة (مرئية) أو الإجراءات التي ينجزها العامل لإنجاز هدف المهمة في السؤال وهي تشكل قاعدة الهرم، مثل مناولة قطعة، دمج، تلحيم، قطع، توصيل، تثبيت، وضع، قراءة، تحقق، تلصيق.

2-6. ثانياً: تطبيق تقنية مقاربة منهجية لخفض الخطأ البشري والتنبؤ به .(SHERPA)

تم تطويرها من طرف الباحث Embry سنة 1986 كتقنية للتنبؤ بالخطأ البشري وذلك أيضاً للمهام الممكن تحليلها وتقديم الحلول الممكنة للأخطاء بطريقة بناءة(Embrey, 1986) ، ويتم تطبيقها في جدول خاص:

العمود الأول: من قاعدة التحليل الهرمي للمهمة (HTA) يتم ترقيم المهام حسب كل مهمة أي رقم المهمة ورقم العملية وترتب في العمود الأول.

العمود الثاني: كل عملية يتم تحديدها وترقيمها ثم يتم تحديد الأخطاء المحتملة لها كما هو موضح في الجدول (01) ثم ترتب في العمود الثاني، وأنواع الأخطاء تصنف حسب العمليات التالية:

جدول1 : تصنيف الأخطاء البشرية حسب تقنية SHERPA

	نوع الخطأ وشرحه	الرمز
أخطاء العمليات	عملية طويلة أو متأخرة جد/ عملية متسرعة أو قصيرة جداً: أي يتأخر العامل أو يتسرع في انجاز المهمة	A1
	عملية في غير وقتها: ربما العملية سبقت عمليات أخرى من المفروض تسبقها	A2
	عملية في الاتجاه أو في المكان الخاطئ: قد يقوم العامل بتركيب قطعة في غير مكانها	A3
	عملية صغيرة جداً/كبيرة جداً: قد يخطأ العامل في كمية المادة أو القيمة التي يريد إضافتها	A4

	عملية غير منتظمة أو منسجمة: خطأ في ترتيب العمليات أو في تركيب المنتوج	A5
	عملية صحيحة في الموضع الخاطئ: ماكان ينوي العامل القيام به صحيح لكن في المكان الخاطئ.	A6
	عملية خاطئة في الموضع الصحيح: يعمل شيء في المكان الصحيح لكن يخطأ في العملية المطلوبة	A7
	عملية محذوفة: قد ينسى العامل إجراء بعض العمليات مثل أن ينسى تركيب قطعة ما في مكانها.	A8
	عملية غير كاملة: لا يكمل انجاز المهمة مثلا لم يكمل تركيب القطعة بالشكل المطلوب.	A9
	عملية خاطئة في الكان الخاطئ: يخطأ في العملية المطلوبة ويخطأ في مكان وضعها وتركيبها	A10
أخطاء الاسترجاع	معلومات استرجاع غير متحصل عليها: مثلا العامل لم يقوم بقراءة نتيجة القياس من شاشة الجهاز.	R1
	معلومات خاطئة متحصل عليها: العامل يقرأ قراءة خاطئة للقياس من الجهاز أو الشاشة	R2
	معلومات استرجاع غير كاملة: العامل لم يقرأ كل المعلومات من الشاشة بل قرأ بعضها فقط.	R3
أخطاء التحقق أو الكشف	تحقق محذوف: العامل لم يتحقق من سلامة وصحة عمليات منجزة سابقاً أو أشياء.	C1
	تحقق غير كامل: من المفروض التحقق شامل وكامل على العمليات المنجزة والعامل قرأ بعضها فقط.	C2
	تحقق صحيح في مكان خاطئ: ماكان ينوي التحقق منه صحيح لكن ليس في المكان المطلوب للتحقق	C3
	تحقق خاطئ في مكان صحيح: المكان الذي يتحقق فيه صحيح لكن لم يكن واعي بما يريد التحقق منه.	C4
	تحقق في غير وقته: مثلا يتحقق العامل قبل انجاز العملية المطلوب التحقق من انجازها بالشكل الصحيح.	C5
	تحقق خاطئ في مكان خاطئ: العامل لم يكن يعي ما هو مطلوب التحقق منه ولا المكان المطلوب.	C6
أخطاء الاتصال	معلومات غير متبادلة: لم يقم العامل بإرسال المعلومات ولم يستقبل المعلومات من جهة أخرى.	CM1
	معلومات خاطئة متبادلة: العامل قام بإرسال معلومات خاطئة أو تلقى معلومات خاطئة.	CM2
	تبادل أو إيصال المعلومات لم يكن مطلوب: تبادل معلومات غير مرغوبة وبالتالي إضاعة الوقت	CM2
أخطاء الاختيار	اختيار محذوف: العامل لم يقم بعملية الاختيار المطلوبة وبالتالي ينتج عنه عمليات محذوفة أو ناقصة.	S1
	اختيار خاطئ: ربما العامل يخطأ في اختيار القطعة المطلوبة من بين مجموعة قطع.	S2

العمود الثالث: يتم شرح الخطأ البشري المحتمل لكل عملية وكيفية حدوثه.

العمود الرابع: عواقب ونواتج حدوث الخطأ البشري وأثره على عملية الانتاج.

العمود الخامس: إذا كان بإمكان استرجاع او معالجة الخطأ أو الخلل فورا نكتب "نعم" وإذا لا يمكن نكتب "لا".

العمود السادس: احتمالية (**likelihood**)حدوث الخطأ هل احتمال حدوث هذا الخطأ منخفض(L) / متوسط(M) / مرتفع(H).

العمود السابع: تقييم الحرجية (**Criticality**) أي خطورة الخطأ، هل هي منخفضة (L)/ متوسطة(M) / مرتفعة (H).

العمود الثامن: استراتيجيات الحد من ارتكاب الخطأ البشري أو خفض حدوثه، ويمكن الكشف عنها من خلال استعمال قائمة المراجعة (CHECKLIST)، وهي:

•**التجهيزات (المعدات)**: التصميم الأرغنومي ونقصد به تصميم أو إعادة تصميم المعدات والمحطات والمنتوج.

•**التدريب**: إجراء تغييرات أو تعديلات على طرق التدريب المقدمة للعاملين.

•**الإجراءات**: تصميم العمل أو المهام، إعادة تصميم العمليات القديمة.

•**استراتيجيات تنظيمية**: مثل تغيير في السياسة التنظيمية أو الثقافة التنظيمية.

3-6. ثالثاً: وضع جداول خاصة بتقييم احتمالية كل خطأ بشري مع حرجيته في شكل مصفوفة.

6. تحليل وقراءة النتائج:

7-1. أولاً: تحليل المهام باستعمال تقنية (HTA):

الهدف الرئيسي: تركيب اللوحة الإلكترونية (Tablettes)

الهدف الثانوي01: التحقق من سلامة أجزاء المنتوج أو صحة العمليات السابقة في المهام أو المحطات التالية:1/ 2/ 11/15/18/21/23.

الهدف الثانوي02: مناولة الأجزاء من الحاويات وتركيب أجزاء المنتوج على الجزء القاعدة ثم تثبيتها في مكانها في المهام التالية :3/4/5/6/7/8/9/10/12/13/14/16/17/19/20.

الهدف الثانوي 03: تجميع الأجزاء والأدوات في المهام أو المحطات التالية:22/24

من المهام الموزعة على محطات العمل يمكننا استخلاص العمليات المختلفة التي يقوم بها العامل ثم ترقيمها واستعمالها في تقنية SHERPAلتحديد الأخطاء البشرية.

7-2. ثانياً: تطبيق تقنية SHERPA:

يمكننا استعمال عدة جداول لتفريغ هذه التقنية بعد تفريغ مخرجات التحليل الهرمي للمهمة.

7-2-1. تصنيف الأخطاء البشري واحتمالية حدوثها:

حيث الجدول الأول للتقنية على تصنيف المهام والعمليات التي تنجزها ثم يتم ترقيم كل عملية ثم يتم تحديد الأخطاء المحتملة لكل عملية في كل محطة عمل أو المهام المنجزة كما هو موضح في الجدول رقم02.

جدول 2: تصنيف وتقدير احتمالية حدوث الخطأ البشري حسب تقنية sherpa

رقم المهمة	المهام	العمليات	ترقيم العمليات	نوع الخطأ المحتمل	الاحتمالية
01	فحص الأجزاء أو القطع	فحص زجاج الشاشة	1-1	c1 /c2/c4	L
		فحص زجاج الكاميرا	2-1	c1 /c2/c4	L
		فحص الأزرار	3-1	c1 /c2/c4	L
		فحص اللوحة الأم	4-1	c1 /c2/c4	L
		فحص هوائي الويفي	5-1	c1 /c2/c4	L
		فحص الميكروفون	6-1	c1 /c2/c4	L
		فحص مكبرات الصوت	7-1	c1 /c2/c4	L
02	-تثبيت الشاشة على الهيكل	وضع مادة لاصقة	1-2	A4	L
		وضع الزجاج على الهيكل	2-2	A1/A3	L
		الضغط بالآلة	3-2	A1/A9	L
03	تركيب القطع الصوتية	مناولة الميكروفون باللقط	1-3	S1	L
		تثبيت الميكروفون	2-3	A1/A3/A8	L
		تثبيت سلك الميكروفون	3-3	A1/A3/A8/A9	L
		مناولة مكبرات الصوت باليد	4-3	S1	L
		تثبيت مكبرات الصوت	5-3	A1/A3/A8	L
		تثبيت سلك مكبرات الصوت	6-3	A1/A3/A8/A9	L
04	-تركيب أجزاء الويفي	تثبيت هوائي الويفي بمكانه	1-4	A1/A3/A8	L
		تثبيت المأخذ لسلك الويفي باللوحة الأم	2-4	A1/A3/A8	L
		تثبيت سلك الويفي في المسار المحدد له	3-4	A1/A3/A8/A9	L
05	تثبيت فراش الكاميرا	مناولة فراش الكاميرا باللاقط	1-5	S1/A1	L
		تثبيت فراش الكاميرا في مكانه	2-5	A1/A3/A8	L
06	تثبيت الكاميرا	مناولة الكاميرا باللاقط	1-6	S1/A1	L
		تثبيت الكاميرا بمكانها	2-6	A1/A3/A8	L
07	تثبيت الكوابل بالشريط	تلصيق الكوابل	1-7	A1/A8	L
08	تثبيت اللوحة الأم بالبراغي	مناولة البراغي	1-8	S1/A1	L
		تثبيت البراغي بالآلة	2-8	A1/A3/A8/A9	L
09	تثبيت الأزرار والكوابل	مناولة الأزرار من الحاوية	1-9	S1/A1	L
		تثبيت الأزرار في مكانها	2-9	A1/A3/A8	L
		إدماج الكابل بالمأخذ في لوحة الأزرار	3-9	A1/A3/A8	L
		إدماج الجهة الثانية للكابل بالمأخذ في اللوحة	4-9	A1/A3/A8	L
10	فحص العمليات السابقة	فحص عملية تركيب الميكروفون	1-10	S1/A1	L
		فحص تركيب مكبرات الصوت	2-10	S1/A1	L
		فحص تركيب هوائي الويفي	3-10	S1/A1	L

		4-10	فحص تركيب سلك الويفي	S1/A1	L
		5-10	فحص تثبيت الكاميرا	S1/A1	L
		6-10	فحص تثبيت البراغي	S1/A1	L
		7-10	فحص تثبيت الأزرار	S1/A1	L
		8-10	فحص تثبيت كابل الأزرار	S1/A1	L
11	تثبيت المصباح	1-11	مناولة المصباح باللاقط	S1/A1	L
		2-11	تثبيت المصباح بمكانه	A1/A3/A8	L
12	تثبيت البطارية	1-12	وضع المادة اللاصقة	A1/A4/A8/A9	L
		2-12	تثبيت البطارية في مكانها	A1/A3	L
		3-12	الضغط لفترة زمنية على البطارية	9A1/A4/A	L
		4-12	تثبيت كابل البطارية بلوحة الأم	A1/A3/A9	L
13	غلق اللوحة الإلكترونية بالغطاء الخارجي	1-13	تحديد الفتحات على الهيكل المقابلة للأقفال	A1/A3/A5	L
		2-13	دمج الأقفال مع الفتحات من كل الجهات	A1/A8/A9	L
		3-13	الضغط باليد على الغطاء من كل الجوانب	A4/A8/A9	L
14	فحص تشغيل برامج الأجهزة	1-14	تشغيل برنامج فحص الأجهزة	A1/A8	L
		2-14	فحص تشغيل الميكروفون	A4/A8/A9/C1	L
		3-14	فحص تشغيل مكبرات الصوت	A8/C1/C2	L
		4-14	فحص تشغيل الويفي	A8/C1/C2	L
		5-14	فحص تشغيل الكاميرا	A8/C1/C2	L
		6-14	فحص تشغيل البلوتوث	A8/C1/C2	L
		7-14	فحص تشغيل السماعات	A8/C1/C2	L
		8-14	فحص تشغيل المصباح	A8/C1	L
		9-14	فحص تشغيل بطاقة الذاكرة TF	A8/C1/C2	L
15	تحديث برنامج android	1-15	إدماج كابل من الكمبيوتر إلى اللوحة الإلكترونية	A3/A8	L
		2-15	تشغيل اللوحة الإلكترونية في وضع Boot	A3/A8	L
		3-15	تشغيل التحديث	A8	L
		4-15	الانتهاء من التحديث	A9	L
16	التعريف الالكتروني بالمنتوج	1-16	قراءة IME من شاشة بالماسح الضوئي	A8/R1/R3	L
		2-16	طباعة شريط code Bar لاصق	A8	L
		3-16	تلصيق شريط code bar على الغطاء الخارجي للوحة	A3/A8	L
17	إلصاق معلومات المنتوج على غلاف العلبة	1-17	فحص code bar بالماسح الضوئي	A8/R1	L
		2-17	طباعة شريط code Bar لاصق	A8	L
		3-17	تلصيق شريط code bar على الغلاف الخارجي للعلبة	A3/A8	L

18	تثبيت برنامج مكتبتي	1-18	إدماج بطاقة ذاكرة خارجية	A1/A3	L
		2-18	الولوج إلى بطاقة الذاكرة	A1/A3	L
		3-18	تسطيب برنامج مكتبتي يدوياً	A1/A8/A9	L
		4-18	إخراج بطاقة الذاكرة	A8	L
19	تثبيت الزجاج الواقي على الشاشة	1-19	مسح زجاج الشاشة بورق خاص	A1/A4/A8/A9	L
		2-19	نزع غلاف الزاج الواقي	A1/A8	L
		3-19	وضع الزجاج الواقي فوق الشاشة	A1/A3	L
		4-19	تثبيت الزجاج بتمرير الأصابع	A4/A8	L
20	فحص العمليات السابقة	1-20	فحص IMEبالماسح الضوئي	C1/R1	L
		2-20	فحص code bar	C1/R1	L
		3-20	فحص تشغيل برنامج مكتبتي	C1/R1	L
		4-20	فحص تحديث الأندرويد	C1/R1	L
21	إدخال المكونات في العلبة	1-21	وضع اللوحة الإلكترونية في العلبة	A8/A3	L
		2-21	وضع الشاحن الكهربائي في العلبة	A8/A3	L
		3-21	وضع كابل الشاحن في العلبة	A8/A3	L
		4-21	وضع السماعات في العلبة	A8/A3	L
		5-21	وضع كتيب الدليل في العلبة	A8/A3	L
22	فحص العمليات السابقة في المحطة السابقة	1-22	فحص بوجود اللوحة الالكترونية	C1	L
		2-22	فحص بوجود الشاحن	C1	L
		3-22	فحص بوجود كابل الشاحن	C1	L
		4-22	فحص بوجود السماعات	C1	L
		5-22	فحص بوجود كتيب الدليل	C1	L
23	تجميع العلب في علبة كبيرة وضع الملصقات تحتوي على معلومات العلب	1-23	ترتيب العلب الصغيرة في العلبة الكبيرة	A1/A3/A8	L
		2-23	غلق العلبة الكبيرة بالشريط اللاصق	A3/A8	L
		3-23	تلصيق ملصقات code bar على الغلاف الخارجي للعلبة الكبيرة	A8	L

2-2-7. تقدير حرجية الأخطاء البشرية المحتملة: الأخطاء المحتملة تختلف حسب خطورتها وأثرها على المنتوج أو عملية الإنتاج، في الجدول (03) نرمز للحرجية المنخفضة بالحرف (L)، والمنخفضة بحرف(M)والمرتفعة بالحرف(H)، ويمكننا تلخيص الأخطاء حسب مستوى الحرجية في الجدول رقم(03).

جدول3 : حرجية أهم الأخطاء المحتملة حسب تطبيق تقنيةSHERPA

	A1	A3	A4	A5	A8	A9	C1	C2	C4	R1	R3	S1
حرجية مرتفعة	1	1	2	0	3	2	2	2	2	0	0	0
حرجية متوسطة	23	11	2	1	19	3	23	2	2	4	0	0
حرجية منخفضة	21	19	3	0	20	6	3	3	3	0	1	7
المجموع	45	31	7	1	42	11	28	7	7	4	1	7

8. مناقشة النتائج:

من الجدول يمكننا قراءة النتائج لأهم الأخطاء المحتملة بوظائف التركيب اليدوي وتقييم احتمالية وحرجية كل خطأ ونذكر الأسباب التي حالت دون حدوثه أو ارتكابه.

أ. عملية طويلة او متأخرة جداً (A1):

وهنا العامل يمكن ان يكون بطيء في إنجاز العملية المطلوبة في الزمن المفترض وبالتالي يتأخر ويحدث اختلال في سلسلة التركيب وقد يحدث تراكم الإنتاج في محطة العمل (bottleneck)، ونلاحظ أن احتمال حدوثه في 45 عملية، من حيث حرجية هذا الخطأ نلاحظ أنه يوجد 1 حالة يكون فيها الخطأ ذو حرجية مرتفعة لكن احتمالية حدوثه منخفضة وهي الحالات التي عندما يبطئ العامل في العملية قد تؤدي إلى تلف المنتوج، مثل الضغط على الشاشة لمدة طويلة أو تسخين الزجاج لفترة أطول بآلة التسخين الهوائي في المحطة3، أما الحرجية المتوسطة فهي قد تؤدي إلى اختلال ريتم سلسلة العمل عندما يكون بطيء في انجاز المهام أو العمليات فنلاحظ أن احتمالات حدوثها في 23 عملية عبر سلسلة التركيب لكن احتمال حدوثه منخفض وهي العمليات التي يتأخر فيها العامل ويؤدي إلى اختلال سيرورة عملية التركيب اليدوي في خط الانتاج، والخطأ من هذا النوع ذو الحرجية المنخفضة فيحتمل حدوثه في 21 عملية عبر سلسلة التركيب.

ب. عملية في الاتجاه أو المكان الخاطئ (A3):

هنا العامل يمكن أن يرتكب هذا النوع من الخطأ عندما يقوم بتركيب أو تثبيت قطع في غير مكانها، يظهر أنه يحتمل حدوثه في 31 عملية لكن احتمالية حدوث هذا النوع من الأخطاء منخفضة في كل درجات الحرجية، من حيث حرجية هذا الخطأ نلاحظ أنه يوجد1 حالة يكون فيها الخطأ ذو حرجية مرتفعة لكن احتمالية حدوثه منخفضة وهي الحالات التي

عندما يقوم العامل بوضع أو تركيب أو تثبيت القطعة في غير مكانها أو المكان الخاطئ تؤدي إلى تلف أو تشوه المنتوج أو القطعة، وبالتالي نستنتج ان العاملين بسلسلة تركيب المنتوج لا يرتكبون اخطاء في كيفية تركيب القطع على المنتوج الكلي بسبب أن كل عامل يقوم بتركيب قطعة واحدة أو قطع قليلة في كل محطة عمل، وأن القطع لا يمكن تركيبها في غير مكانها بسبب التصميم الأرغنومي للمنتوج وأجزاء المنتوج وبالتالي احتمالية حدوث هذا النوع من الخطأ تكاد تكون منعدمة.

ج. عملية كبيرة جداً أو صغيرة جداً(A4):

هنا العامل يمكن أن يرتكب خطأ بإضافة أو تزويد بكمية أكبر من الكمية أو القيمة المطلوبة أو العكس أي يقوم بتزويد القيمة أقل مما هو مطلوب، وبالتالي قد يؤدي إلى تلف أو تشوه المنتوج أو المنتوج يكون فيه عيوب بسبب نقص تلك الكمية المطلوبة، يظهر ان احتمالية حدوث هذا النوع من الأخطاء منخفضة في 07 عملية في كل درجات الحرجية، من حيث حرجية هذا الخطأ نلاحظ أنه يوجد2 حالة يكون فيها الخطأ ذو حرجية مرتفعة لكن احتمالية حدوثه منخفضة وهي الحالات التي عندما يقوم العامل بتزويد الكمية أو القيمة أكبر أو أقل مما هو مطلوب وبالتالي يؤدي إلى تلف وتشوه المنتوج وبالتالي يتم إلغاء المنتوج كلياً مثل الضغط الزائد على زجاج الشاشة يؤدي إلى كسرها أو تزويد بقيمة شدة تيار مرتفعة تؤدي إلى تلف القطعة الكترونية، وبالتالي يمكننا أن نستنتج أن العاملين بالمحطات المعنية متحكمين في الكميات والقيم المطلوبة ونادراً ما يرتكبون أخطاء من هذا النوع.

د. عملية غير منسجمة أو متسقة (A5):

هنا يحاول العامل تركيب أو تثبيت أو ادماج عدة أجزاء أو أقفال في آن واحد أو بالترتيب لكنه لا يتمكن من ذلك ويحدث عدم الانسجام أو الاتساق بين العمليات، نلاحظ أن هناك خطأ متوسط الحرجية احتمال حدوثه منخفض في محطة عمل رقم14، وفيها عملية غلق الغطاء الخارجي للوحة الإلكترونية عن طريق المشابك والأقفال في آن واحد.

هـ. عملية محذوفة (A8):

في هذا النوع من الخطأ قد ينسى العامل إجراء عملية ما، مثل حذف او نسيان تركيب قطعة أو إجراء عملية تثبيت لقطعة ما، وبالتالي تتطلب إعادة المنتوج إلى المحطة

لتركيبها، نلاحظ أنه يحتمل حدوثه في 42 عملية منها 3 أخطاء مرتفعة الحرجية ولكن احتمال حدوثها منخفض، مثل احتمال عدم وضع المادة اللاصقة لتثبيت زجاج الشاشة وبالتالي يؤدي ذلك إلى انفصال الشاشة وربما سقوطها وكسرها.

و. عملية غير كاملة (A9):

في هذه العملية قد لا يكمل العامل العملية وينتقل إلى عملية أخرى أو لا ينجز العملية بالشكل الكامل، هناك احتمالات منخفضة في 11 عملية ونلاحظ وجود 2 خطأ مرتفع الحرجية، مثل احتمال عدم ترك الشاشة في آلة التثبيت بالضغط حتى تنقضي المدة المطلوبة تنتهي ويتم سحبها وبالتالي يمكن ان لا تلتصق الشاشة بالهيكل جيداً وتنفصل.

ز. تحقق محذوف (C1):

في هذا النوع من الخطأ لا يقوم العامل بفحص والتحقق مما هو مطلوب منه مثل التحقق من سلامة أجزاء المنتوج او سلامة المنتوج من النقائص والعيوب، أو التحقق من صحة انجاز العمليات المنجزة في المحطات السابقة، وعدم التحقق يؤدي إلى عواقب وخيمة، نلاحظ وجود احتمال منخفض في 28 عملية تحقق منها 02 خطأ من نوع تحقق محذوف ذو حرجية مرتفعة.

ح. تحقق غير كامل (C2):

في هذا النوع من الأخطاء العامل يقوم بالتحقق من سلامة المنتوج أو أجزاء المنتوج لكن لا يكمل التحقق والفحص بالشكل الكامل، نلاحظ وجود احتمالات منخفضة في 07عمليات منها 02 خطأ من نوع تحقق غير كامل ذو حرجية مرتفعة.

ط. تحقق خاطئ في مكان صحيح (C4):

في هذا النوع من الخطأ العامل يقوم بالفحص والتحقق في المكان الصحيح لكن لا يكون واعي بما يريد التحقق منه أو يقوم بالتحقق الخاطئ، وهذا قد يؤدي به إلى ترك عيوب ونقائص في المنتوج لم يتم التحقق منها، نلاحظ وجود 02 خطأ من نوع تحقق خاطئ في مكان صحيح ذو حرجية مرتفعة.

ي. اختيار محذوف (S1):

هنا العامل لا يقوم بالاختيار المطلوب للعملية او القطعة أو البرنامج وبالتالي يؤدي

إلى حذف العملية أو عدم تركيب القطعة المطلوبة، نلاحظ وجود فقط 07 أخطاء ذو حرجية منخفضة وذلك في المحطات التي يتم فيها مناولة القطع الصغيرة لتركيبها، أو المحطات التي لا يختار العامل برنامج من بين برامج لتشغيلها على اللوحة الالكترونية.

ك. معلومات غير متحصل عليها (R1):

وهنا العامل لم يتحصل على المعلومات من جهة أخرى سواء كان يتلقاها من عامل أو آلة أو العمل لم يقرأ المعلومات، والمعلومات هنا يمكن أن تكون أوامر أو معلومات حول المنتوج أو تنبيهات حول وجود أخطاء ما، نلاحظ انه لا توجد أخطاء من نوع المعلومات غير متحصل عليها تكون مرتفعة الحرجية لأنه لا توجد عمليات القياس التي تتطلب من العامل قراءة قياسات مهمة وضرورية والخطأ في قراءتها يؤدي إلى نتائج سلبية على المنتوج وقد تؤدي إلى تلفه.

9. استراتيجيات الحد والخفض من ارتكاب الخطأ البشري:

تتم بتطبيق المعايير الإغونومية التصميمية والتنظيمية وذلك من خلال:

تصميم التجهيزات والمعدات: وهذا بتطبيق المعايير الأرغونومية في تصميم هذه المعدات والتجهيزات وحتى الأنساق والمحطات، والمنتوج وأجزاءه تكون مصممة أرغونومياً من حيث خصائصها مثل الشكل الحجم اللون طريقة المسك والدمج، وهذا من أجل سهولة تركيبها

التدريب: تصميم برنامج تدريبي للعامل لتكييفه مع عمله وهذا من خلال تكوين العمال.

الاجراءات: تصميم الوظائف والمهام من أجل تجنب المهام الصعبة والمعقدة وكذلك توزيع المهام بين الأفراد والآلات من حيث العمليات كثيرة التكرار.

استراتيجيات تنظيمية: تنظيم أوقات العمل وأوقات الراحة والاسترجاع، كذلك توزيع المهام بين العاملين حسب القدرات لكل فرد، التبادل بين العمال في محطات العمل والتبادل بين المهام الصعبة والمعقدة والمهام البسيطة والسهلة.

10. الخلاصة:

من خلال الملاحظة والمقابلة مع العاملين ومع رئيس الورشة ورئيس الإنتاج وبعد استعمال تقنية التحليل الهرمي للمهام والوصول إلى كل العمليات المرئية التي يقوم بها العاملين في محطات العمل من مناولة وتركيب وتثبيت والتحقق والتجميع، ومن ثم وباستعمال تقنية

SHERPA تم تصنيف الأخطاء البشرية المحتملة بوظائف التركيب اليدوي في تركيب اللوحات الالكترونية، وتوصلنا إلى أن أغلب الأخطاء المحتملة ضعيفة احتمال حدوثها، وبالمناقشة مع المعنيين وباستعمال قائمة المراجعة، استطعنا تحديد المعايير الأرغونومية التي لها دور في الخفض والحد من ارتكاب الأخطاء البشرية، وتوصلنا إلى أن مؤسسة ENIE باعتمادها على تطبيق المعايير الأرغونومية فإنها تقوم بالحد من ارتكاب الأخطاء البشرية التي لها تأثير مباشر وغير مباشر على أداء العاملين وبالتالي رفع القدرة الإنتاجية من حيث الكمية والنوعية.

11. قائمة المصادر والمراجع:

1. بن غربي أمحمد. (2017). دراسة أرغونومية لأخطار الأنساق الجزئية وإجراءات الوقاية منها: جامعة وهران2.
2. بوحفص مباركي. (2004). العمل البشري (المجلد 02). وهران: دار الغرب للنشر والتوزيع.
3. رهواني، بشلاغم. (2023). دور أرغنوميا الخطأ في تحسين أداء العاملين. مجلة المعيار، 1198-1189.
4. حمو بوظريفة. (2012). الأرغنوميا ودوروها في الوقاية والتنمية بالدول السائرة في طريق النمو. ملتقى دولي حول الأرغنوميا ودوروها في الوقاية والتنمية بالدول السائرة في طريق النمو. الجزائر: جامعة الجزائر2.
5. Annett et al .(1971). Task Analysis تأليف Neville Stanton، و Paul Salmon، Human Factors Design & Evaluation Methods Review .(الصفحات 39-43) Alvington, UK: The Security Officer Aerosystems International Limited.
6. Chris Baber, Marta Bienkiewicz, Andrew Charmayne M.L. Hughes .(2014) . The application of SHERPA in the development of compensatory cognitive rehabilitation strategies for stroke patients with left and right brain damage (المجلدات) Vol. 58 .(,Birmingham, UK: Taylor & Francis.
7. Embrey .(1986) .SHERPA: A sysstematic human error reduction and prediction approach .the International Meeting on Advances in Nuclear power systems .Knoxville.
8. Kirwan. (1998). Human error identification techniques for risk assessment of high risk systems—Part 1: review and evaluation of techniques. Birmingham, UK: Elsevier.
9. Neville Stanton ،Alan Hedge ،Karel Brookhuis ،Eduardo Salas و، Hal Hendrick .(2005) .Handbook of Human Factors and Ergonomics Methods . Boca Raton London New York Washington, D.C :.CRC Press LLC.
10. Neville stanton, Chris Baber, Guy walker, Damian green Paul Salmon . .(2004)Human Factors Design & Evaluation Methods Review .Alvington, UK: Human Factors Integration Defence Technology centre.
11. Neville Stanton ،Alan Hedge ،Karel Brookhuis ،Eduardo Salas و، Hal Hendrick .(2005) .Handbook of Human Factors and Ergonomics Methods . Boca Raton London New York Washington, D.C.: CRC PRESS LLC.
12. Salmon Paul و، Stanton Neville .(2004) .for the Prediction of Human Error for the Prediction of Human Error .Alvington ،Yeovil ،UK: The Security officer Aerosystems International Limited.
13. Velerie J. Gawron .(2008) .Human Performance, Workload, and Situational Awareness Meausures Handbook .New York: CRC Press Taylor & Francis Group.