تطبيق المعايير الأرغنومية في الصناعات التركيبية و أثرها على أداء العاملين

The applying of ergonomic Criteria in assembly industries and their impact on the workers performance.

أ. رهو اني بوزيان [1]* أ.د بشلاغم يحي [2]

1 - جامعة أبو بكر بلقايد تلمسان(الجزائر)، rahbzn05@gmail.com

2- جامعة أبو بكر بلقايد تلمسان(الجزائر)، bech_yah@yahoo.fr

تاريخ الاستلام:2022/02/28 تاريخ القبول:2023/05/04

الملخص:

يهدف هذا البحث إلى تسليط الضوء على مختلف المعايير والتوصيات الأرغنومية الموصى بتطبيقها بوظائف التركيب اليدوي للمنتوج، كما يتطرق إلى مفهوم التركيب اليدوي للمنتوج ومراحله وخطواته، يتم التركيب اليدوي في الغالب عبر ما يسمى بخطوط الإنتاج وهي عبارة عن مجموعة محطات عمل متسلسلة ومتتالية يتدفق الإنتاج من خلالها، وفي كل محطة عمل يقوم العامل بعمليات قصيرة ومحدودة ولكنها متكررة، فالمعايير الأرغنومية هنا تتضح من خلال تصميم محطة العمل، الأدوات، الحاويات، المعدات، كذلك تهتم الأرغنوميا بتصميم المهام والعمليات المتكررة في هذا النوع من الوظائف، تصميم المنتوج هو أهم ما تهتم به الأرغنوميا في هذا النوع من الوظائف، فتصميم المنتوج وأجزاء المنتوج يلعب دوراً مهماً في تسهيل عملية التركيب اليدوي، حيث يذكر الباحث بعض هذه التقنيات لتقييم تصميم المنتوج من أجل سهولة التركيب اليدوي، وكذلك يذكر أهم خصائص أجزاء المنتوج التي يتم من خلالها تقييم تصميم المنتوج من أجل سهولة التركيب اليدوي، وفي الأخير يتطرق الباحث إلى أهمية تطبيق المعايير الأرغنوميا في هذا النوع من الوظائف ودورها في رفع الطاقة الإنتاجية للعامل من خلال خفض مدة الإنتاج والحد أو التقليل من إرتكاب الخطأ البشري .

الكلمات المفتاحية: الصناعات التركيبية، التركيب اليدوي للمنتوج، تطبيق المعايير الأرغنومية، الطاقة الإنتاجية للعامل، الخطأ البشري.

* المؤلف المرسل: أ. رهو اني بوزيان

Abstract:

This Article focuses on the applying of the Ergonomic Criteria and Recommendations in the field of Manual Assembly Functions of the products, and addresses the concept of the manual assembly of the product and its stages and steps, and explain the different applied Ergonomic criteria in this field, the manual assembly operations are done through the so-called "Production Lines" which are a set of sequential workstations, in each workstation the worker does limited and short frequent operations, the Ergonomic Criteria illustrated by the Design of workstation, instruments, containers, equipment, and Design repetitive tasks, also Design the product and product parts, design product and parts is very important to ease manual assembly, therefor the Ergonomists create many Techniques to evaluate design the product and parts of product to facilitate manual assembly tasks, finally this research addresses the important of applying Ergonomic criteria and recommendations in this sort of functions and its role in raising production capacity of the workers and reducing Human Error and product time.

Keywords: assembly industries, manual assembly of product, Ergonomic criteria applying, worker's production capacity, Human Error.

مقدمة:

يلعب العامل البشري دوراً مهماً في الصناعات التركيبية للكثير من المنتوجات مثل المنتوجات الميكانيكية والكهربائية والإلكترونية...الخ، فالعامل البشري هنا يقوم بعدة وظائف وأهم وظيفة يقوم بها هي عملية التركيب اليدوي للمنتوج بحيث يتم ذلك عبر محطات عمل متسلسلة في خط انتاج وكل عامل يقوم برتكيب جزء أو بعض الأجزاء ثم يمرر المنتوج إلى المحطة الموالية ليقوم بتركيب عناصر أخرى أو يقوم بعمليات أخرى على المنتوج، فنجد الكثير من الشركات العالمية في مجالات متعددة مثل شركات صناعات السيارات أو شركات الصناعات الإلكترونية تقوم بتصميم وصناعة بعض الأجزاء للمنتوج ثم تنقلها إلى مناطق في دول أخرى مثل الصين، الهند...الخ، أين تكون اليد العاملة متوفرة بكثرة وبأقل تكلفة مقارنة مع البلد الأصلي، فنجد على سبيل المثال الشركة العالمية المتعددة الجنسيات فوكسكون (Foxconn) ومقرها في الصين وهي شركة مختصة في

تركيب العديد من المنتوجات الإلكترونية وتعد أكبر شركة تركيب للأجهزة الإلكترونية في العالم، أبرز المنتوجات التي تقوم بتركيبها هي: Xbox، Playstation، (Apple(IPAD, Iphone، Kendelوهي شركات انتاج عالمية، وهذه الشركة (Foxconn) لا دخل لها في صناعة الأجزاء أو المعدات الأصلية أو في تصميم الجهاز وإبتكاره، فالشركات الأصلية هي من تقوم بتقديم القطع والأجزاء بعد تصميمها وابتكارها وتقدمها للشركة لتركيبها، لها فروع في العديد من الدول إلى جانب الصين نجد فروع في كل من الهند، البرازيل، باكستان، تركيا، ودول من أوروبا الشرقية وكما نلاحظ فإن هذه الدول تكون فيها اليد العاملة متوفرة وبأقل تكلفة مقارنة مع الدول الأصلية للشركات المذكورة وهذا مايؤكد أهمية الإنسان في العديد من المجالات الصناعية مهما تطورت الآلات وتطور استخدام الروبوتات، وحسب ماورد في جريدة "Economic News Daily" فإن شركة فوكسكون تنتج حوالي 70% من هواتف الأيفون في العالم، يعمل لدى هذه الشركة حولي 1.23 مليون عامل، تتم عمليات التركيب في هذه الشركة عبر مايسمى بخطوط التركيب وهي من بين أنظمة الإنتاج الأكثر إنتشاراً في العالم، بحيث يتم فيها تركيب المنتوج الواحد عبر محطات متتالية، كل عامل يقوم بعمليات محدودة وبسيطة نوعاً ما، ويتطلب في هذا النوع من الوظائف المرونة والرشاقة وذلك للحفاظ على جودة المنتوج (خالي من العيوب والنقائص) بأقل تكلفة ومدة انتاج أقل وهذا مايسمى بعملية الإنتاج بدون هدر (Lean Manufacturing)، وللوصول إلى كل هذه الأهداف تلعب الأرغنوميا دوراً مهماً في تطوير الأداء لدى العاملين وخفض مدة الإنتاج وإرتكاب الخطأ البشري والحفاظ على صحة العامل والمعدات والمنتوجات، ويتم ذلك من خلال التصميم الأرغنومي لمحطات العمل والمعدات والأدوات والمنتوجات وتصميم العمليات الخاصة بهذه الوظائف، كما يلعب التصميم الجيد أو التصميم الأرغنومي للمنتوج وقطع أو أجزاء المنتوج دوراً مهماً من أجل سهولة مناولته و تركيبه وبالتالي خفض مدة التركيب لدى العامل، وبما أن الجزائر مثل باقي الدول النامية تسعى إلى إكتساب

مختلف المعارف والعلوم والتكنولوجيا من أجل تطبيقها في مختلف الصناعات وعمليات الإنتاج، كما أنه كثر الحديث في الآونة الأخيرة عن الصناعات التركيبية مثل شركات تركيب الأجهزة الإلكترونية والكهرومنزلية مثل شركة كوندور وشركة إيريس وغيرها أو شركات تركيب المركبات والسيارات النفعية والسياحية مثل شركة مرسيدس بتيارت وشركة رونو بوهران وشركة "كيا" بولاية باتنة كما أنه توجد هناك نية لتطوير مثل هذه الأنواع من الصناعات بحيث تكون عمليات التركيب أولى الخطوات، بحيث يتم جلب أجزاء المنتوج من الخارج وهذه الأجزاء والقطع غالباً ما تكون مكلفة الإنتاج هنا في الجزائر، ثم يتم إنتاج نسبة مطلوبة من أجزاء المركبة وقطع الغيار إلى أن يتم الوصول إلى صناعة حقيقية للسيارات والأجهزة الإلكترونية والكهروبائية في الجزائر، ومن هنا يحاول الباحث التطرق وكشف مختلف هذه التطبيقات والمعايير الأرغنومية وشرحها وإبراز دورها في رفع الطاقة الإنتاجية للعامل.

2- أسئلة البحث:

- ما مفهوم التركيب اليدوي للمنتوج وماهي مراحله؟
- ماهي المعايير الأرغنومية المُوصى بتطبيقها في كل مرحلة؟
- ماهي التقنيات والمقاربات اللازمة للكشف ولتقييم التصميم الأرغنومي للمنتوج؟
- كيف تلعب الأرغنوميا دوراً مهما في تحسين أداء العاملين بوظائف التركيب اليدوي من خلال خفض مدة التركيب والتقليل من ارتكاب الخطأ البشري وتعرض العامل للتعب.

-3أهمية البحث :

يكتسب هذا الموضوع أهميته من الإعتبارات التالية:

-الأهمية الاقتصادية في مجال الاستثمار في تركيب العديد من المنتوجات أو ما يسمى بالصناعة التركيبية والتي تتطلب دوراً مهماً للعامل البشري من حيث الطاقة الإنتاجية وجودة الإنتاج.

-أهمية الأرغنوميا في هذا النوع من الصناعات والتي تساعد في رفع الطاقة الإنتاجية للعامل والتقليل من الحوادث وارتكاب الأخطاء البشرية وتحسين ظروف عمله وخفض زمن وتكلفة الإنتاج.

4- أهداف البحث :

نسعى من خلال هذا البحث إلى التعريف بمختلف المعايير الأرغنومية المطلوب تطبيقها بوظائف التركيب اليدوي للمنتوج وشرحها وتبسيطها للمختصين وغير المختصين في مجال الأرغنوميا إنطلاقاً من التصميم الأرغنومي لمنصب العمل ثم تصميم الأدوات والمعدات إلى التصميم الأرغنومي للمنتوج وأجزاء المنتوج من أجل سهولة التركيب اليدوي، ثم نحاول التطرق إلى دور الأرغنوميا في تحسين أداء العاملين بوظائف التركيب اليدوي وذلك من خلال شرح محتلف التطبيقات الأرغنومية ودورها في خفض زمن عملية التركيب اليدوي، كما يتطرق البحث إلى تصنيف الخطأ البشري للعامل وشرحه حسب أهم التقنيات والمقاربات الأرغنومية)تقنية (SHERPA ومن ثم تقديم استراتيجيات لخفضه والحد من إرتكابه والتنبؤ به.

5- المقاربة المفاهمية :

5-1- التركيب اليدوي للمنتوج:

التركيب اليدوي يتضمن تركيب عناصر مصنعة مسبقاً أو نصف مركبة ضمن المنتوج النهائي أو وحدة من المنتوج، تنجز هذه العملية من طرف العامل باستعمال براعته ومهاراته وخبراته، العامل يمكن أن يكون في محطة عمل أو يكون جزء من نظام متنقل، الذي يتم فيه تحريك المنتوج المطلوب تجميعه وتركيبه، يمكنه استعمال أدوات وأجهزة ميكانيكية أو آلية لعملية التركيب وعملية تزويد العامل بأجزاء المنتوج أو بدون إستعمال أدوات أي باليد فقط.

2-5-مراحل عملية التركيب اليدوي:

1-2-5-عمليات التزويد أو التغذية :(Feeding operations)

تقديم الجزء أو العنصر إلى معدات المناولة أو المعالجة في الاتجاه الصحيح بطرق مختلفة، الأجزاء يمكن أن تأخذ يدوياً من صناديق التخزين وتوجه من طرف العامل أو يمكن الإستعانة بأجهزة أو آلات مثل النقالة أو عن طريق الشريط الناقل.

2-2-5-عمليات المناولة:(Handling operations)

يتم فيها عملية جلب العناصر أو أجزاء المنتوج ثم يتم تجميعها أو تركيبها مع بعضها البعض باستعمال الأيادي أو مساعدات (أدوات ومعدات خاصة للتركيب).

3-2-5-عمليات التثبيت أو التركيب :(Fitting operations)

وهي عبارة عن ترتيبات مختلفة لموقع أو مكان العنصر أو طرق ربط أو ضم العناصر والأجزاء فيما بينها ويمكن استعمال عدة طرق مختلفة مثل عملية الضغط أو التلحيم أو التثبيت بالتلصيق أو بالبراغي وذلك باستعمال الأيدي فقط أو بأدوات ميكانيكية أو كهربائية مختلفة.

4-2-5-الفحص أو التحقق :(checking)

بعد عملية التركيب والتثبيت يتم هنا الكشف عن ضياع أو نسيان أو عدم صحة أو تشوه للجزء أو العنصر أو توجهه بشكل خاطئ أو عنصر مشوه وذلك عن طريق الاستشعار العالي أو طرق مختلفة للفحص والتحقق من أخطاء التركيب والتثبيت ويمكن ذلك باستعمال معدات وأدوات إلكترونية أو ميكانيكية أو عن طريق الملاحظة بالعين المجردة فقط.

5-2-5-نقل الأجزاء:

عادة تتم عمليات التركيب اليدوي عبر محطات مختلفة ومتسلسلة وذلك إما عن طريق حامل العمل أي وجود شريط تتنقل عبره أجزاء المنتوج أو عن طريق منصات ثابتة

أو محطات عمل متنوعة، فبعد أن ينهي العامل العملية يقوم بنقل المنتوج أو الجزء من المنتوج إلى المحطة الموالية أو إلى مكان التخزين.

3-5-المعايير الأرغنومية الموصى بتطبيقها بوظائف التركيب اليدوي: تُطبق المعايير الأرغنومية في المجالات التالية:

5-3-1-محطة العمل:

هو الموقع أو المكان أين يُنجز العامل أو العمال مهامهم بفترة زمنية طويلة نوعاً ما، هذه الفترات الزمنية يمكن أن تتخللها نشاطات أخرى والتي تتطلب من العامل مغادرة مكان عمله من أجل الذهاب للحصول على مواد أو معدات أو انجاز نشاط آخر لفترة قصيرة، كذلك محطة العمل هي واحدة من سلسلة محطات العمل التي يمكن أن تُشتغل أو تستعمل من طرف نفس العامل أو بالتتابع للإتمام مهامه، المنتوج أو الجزء ينتقل بين محطات العمل إما عن طريق تجهيزات (الشريط الناقل) أو من طرف العامل أو عامل آخر.

5-3-2-مناطق الامتداد:(reach zone)

ونقصد بها كل الإتجاهات والمناطق التي تمتد إليها يد العامل وهو في مكان عمله، فالقواعد المتبعة في تطبيق الأرغنوميا لتصميم منطقة الإمتدادات لكل الحاويات والأدوات، والأجزاء والمكونات، وعناصر التشغيل، يجب أن يكون من السهل الوصول إليها وترتيبها في النطاق التشريحي والفيزيولوجي لحركة العامل ودوران جذع العامل وحركات الكتف، خاصة عندما يكون الضغط أو الجهد (وزن أكبر من 1كيلوغرام)، يجب تجنبها قدر المستطاع، خصائص المناطق الثلاثة لامتدادات أطراف العامل كما هو موضح في الشكل رقم (01)

المنطقة 1 :

- أفضل في العمل باليدين كلاهما، كل يد يمكنها الوصول بسهولة إلى هذه المنطقة وكذلك تعتبر مجال رؤية العامل.

- يمكن التكفل بالأوزان الخفيفة وكذلك يكون للعامل القدرة على تحسين التفتيش أو البحث عن الأشياء وكذلك تناسق النشاطات .
- حركات أسفل الساعد أو الذراع.
- العامل يستعمل العضلات الصغيرة (اليد والأصابع).

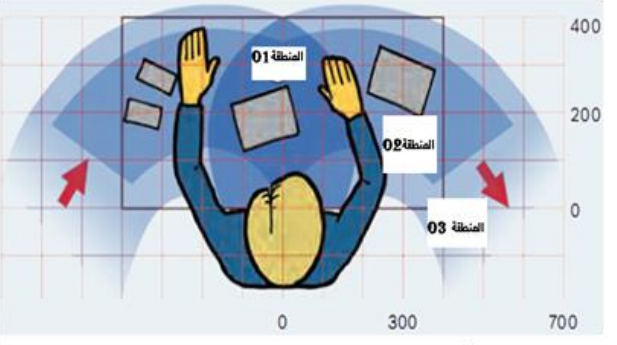
المنطقة 2:

- الحركات الكبيرة مثل جلب أجزاء من الحاويات أو أخذ أدوات من مكانها.
- منطقة خاصة بالأدوات والأجزاء التي تقبض في الغالب بيد واحدة فقط.
- حركات أعلى أو أسفل الذراع أو الساعد بدون استعمال الكتف أو دوران جذع العامل.

المنطقة 3:

للمناولة أو العمليات المطلوبة أحياناً وليس تكراراً أو غالباً مثل ملء حاويات فارغة أو إرسال وتحويل الأجزاء إلى المنطقة الموالية، الحركات هنا تتطلب الكتف ودوران جذع العامل.

الشكل رقم 01: مناطق لامتدادات(reach zones)



المصدر: Bosch Ergonomics Guidebook

5-3-3-التوصيات الأرغنومية لتقديم أو مناولة الأجزاء:

-كل مسافات الإمتدادات يجب أن تكون قصيرة قدر المستطاع لتجنب الحركات الغير مرغوب فيها والغير ضرورية وكذلك لربح الوقت وخفض جهد العامل، الحاويات تكون في متناول العامل بشكل مباشر.

-كذلك وضع جميع حاويات المناولة في المنطقتين 1 و 2.

-الحاويات المستعملة بشكل متكرر يجب أن تكون في مسافة قصيرة من العامل.

-الأجزاء الثقيلة يجب أن تكون في متناول اليد وفي الحاويات السفلى لتجنب مجهود إضافي للعامل.

-ترتيب وتنويع مختلف الحاويات حسب أحجام وأشكال وأوزان الأجزاء أو قطع المنتوج.

5-3-4-مدى الرؤية للعامل:

من أجل تصميم أحسن لمحطة العمل يجب الآخذ بعين الإعتبار المعايير الأرغنومية لمدى رؤية العامل، هناك منطقتان للرؤية بمحطة العمل وهما:

-**منطقة مجال الرؤية :** كما هو موضح في الشكل رقم (02و03) المنطقة الحمراء، حيث الكثير من الأشياء يمكن رؤيتها في نفس الوقت بدون تحريك العين والرأس، التركيز في العمق مطلوب هنا.

-**في المجال البصري :** كما هو موضح في الشكل رقم (02و03) المنطقة الرمادية، الأشياء يمكن ملاحظتها بتحريك العين ولكن بدون تحريك الرأس، تركيز في العمق يمكن أن يكون ضروري هنا.

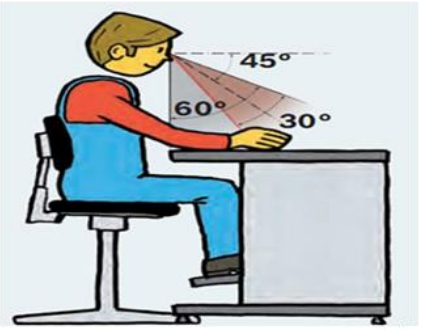
حركات الرأس مطلوبة خارج المنطقتين المذكروتين، زاوية الرؤية تكون 30 درجة عند الوقوف من مستوى الأفق و45 درجة عند الجلوس.

ينبغي تتبع التوصيات الأرغنومية التالية:

الشكل رقم 02: مدى الرؤية للعامل

المصدر: Bosch Ergonomics Guidebook

الشكل رقم 03: مدى الرؤية للعامل



المصدر: Bosch Ergonomics Guidebook

- تجنب الحركات الغير ضرورية للعين والرأس.
- تجنب أماكن التثبيت والتركيب الغير مرئية بالنسبة للعامل.

التقييد بهذه النصائح يُسهل العمل ويرفع من انتاجية العامل ويربح الوقت نظراً للاقتصاد في حركات الرأس والعين.

5-3-5-الإضاءة:

الأضاءة الصحيحة والمكيفة مع النشاط في محطة العمل تعد من المتطلبات الأساسية لأجل فاعلية عالية وأداء مرتفع، الإضاءة المكيفة والصحيحة تمنع التعب المبكر وتحسن التركيز وتقلل من ارتكاب الخطأ البشري، وتختلف كل مهمة من حيث الإضاءة المطلوبة كما هو موضح في الجدول رقم (01)

وهناك جوانب مهمة مرتبطة بالإضاءة في محطة العمل وهي:

- تجنب التباين (contrasts) القوي في الإضاءة.
- تجنب التوهج وانعكاس الضوء في محطة العمل.
- استعمال سطح طاولة يساعد على شدة إضاءة متوسطة.
- محطة العمل تكون خالية من الظل والخفقان (Flickering)

5-3-6-المعايير الأرغنومية لتعديل معدات العمل:

الجدول رقم (01): نظام REXROTH للإضاءة الخاص بكل مهمة.

نوع المهمة	الإضاءة المطلوبة القياس بوحدة Lux
الآلات الضخمة والمتوسطة ومهام التركيب والتجميع الكبيرة وبعض الأعمال مثل الخراطة، التلحيم، الطحن والتفتيت...الخ	300 LUX إضاءة عادية
مهام على آلات خفيفة مع السماح بالأنحراف	500 Lux إضاء عادية
وظائف تركيب خفيفة مثل التركيب اليدوي للهواتف النقالة وبعض الأجهزة الإلكترونية.	700 Lux إضاءة متوسطة
وظائف تركيب أجهزة دقيقة جداً، أدوات قياس إلكترونية، تجميع الأدوات الدقيقة والأجهزة الميكروميكانيكية(مثل الساعات اليدوية القديمة)	1000 Lux إضاءة مرتفعة
تركيب وفحص وتعديل أجهزة دقيقة للغاية	1500 Lux إضاءة مرتفعة جداً

المصدر:**Bosch Ergonomics Guidebook**

للحفاظ على الأداء بشكل أفضل ورفع الطاقة الإنتاجية، كل معدات العمل بالقرب من محطة العمل يجب أن تكون معدلة بدقة للعامل والنشاط وكذلك وضعيات العمل تكون بشكل جيد الشكل(04)

بعض التوصيات الأرغنومية المهمة لتعديل معدات العمل:

-عند تعديل المقعد ومسند القدمين، تأكد من أن الجذع والفخذ يشكلان الزاوية الصحيحة والمناسبة للعامل.

-لوحة المعلومات (Tableau de bord) يجب أن تكون في مستوى العين لتجنب الحركات الغير ضرورية للرأس.

-زاوية الرفوف الخاصة بالأدوات والأجزاء يجب أن تكون معدلة من أجل مسافات إمتدادات قصيرة ومباشرة.

-استعمال مساعدات لرفع الأشياء الثقيلة.

-الرفوف الخاصة بالأجهزة والأدوات يمكن تعديلها حسب إرتفاع العامل.

-يسمح للعامل بتعديل الإرتفاعات في محطة العامل حسب خصائصه.

يجب أن تكون هناك معلومات متوفرة وإشارات تدل على مكان وكيفية تعديل محطة العمل.

5-3-7-المعايير الأرغنومية لتصميم الأدوات والمعدات الخاصة بالتركيب اليدوي:

الأدوات والمعدات المستعملة في عمليات التركيب والتجميع اليدوي تستعمل في معظم الأشغال لإنجاز المهام التي تتطلب دقة أو تتطلب المزيد من القوة بأمان أكثر من قوى يد العامل، يمكن أن تكون هذه الأدوات آلية وكهربائية مثل المفكك الآلي أو الثاقب الآلي أو المنشار الميكانيكي...الخ، أو تكون أدوات عادية مثل مفكك البراغي والكلاب...الخ.

أدوات اليد في الغالب يكون لها خصائص تتناسب مع مختلف العمال أو المستعملين من حيث حجمها وشكلها ووزنها وطريقة قبضها بيد المستعمل، كذلك لها خصائص تناسب منطقة العمليات ونقصد بها الجزء الذي توضع على منطقة العملية.

العوامل المتعلقة باستخدام الأدوات اليدوية هي:

-تصميم الأداة يمكن أن يؤثر على المستعمل لأن الواجهة التي يمسك منها المستعمل سوف تحدد وضعية الأطراف العلوية والرقبة.

-جهة مسك الأداة اليدوية مهمة لكي يستطيع المستعمل تثبيتها أثناء العمل بحيث تكون اليد والساعد في الوضعية التي تسمح للعضلات القوية بالعمل.

-الفوضى والإهتزازات التي تحدثها بعض الآلات الآلية والكهربائية يمكن أن تحدث نوع من القلق والضغوط لدى العامل وبعض المضاعفات على صحته.

توصيات أرغنومية عامة لتصميم الأدوات اليدوية المستعملة في وظائف التركيب اليدوي:

-استعمال أدوات معلقة بنوابض في حالة العمليات المتكررة بنفس المكان.

-استعمال الكُلابات والمشابك لحمل الأجزاء.

-استعمال داعم الذراع عند استعمال الأدوات الدقيقة.

-تخفيض وزن الأدوات اليدوية قدر المستطاع.

-استعمال أدوات خاصة بقبض الأجزاء حسب السُمك والطول والحجم وهذا من أجل سهولة المناولة.

-قبضة الأداة يجب أن تكون ملائمة ومكيفة لليد وللعملية، القبضة الجيدة للأداة تسمح للمستعمل بالتحكم والعمل بقوة وهذا يساعد على تحسين نوعية الإنتاج وخفض التعب.

-المقابض من جهة يد المستعمل يجب أن تكون ذات سطح خشن نوعاً ما، لتجنب انزلاق الأداة من يد المستعمل وكذلك تتوفر هذه الأدوات على سدادات أو واقيات لتجنب القرص في منطقة القبض.

-توفير أدوات يدوية معزولة لتجنب الحروق والصدمات الكهربائية، وذلك لأن العامل يميل إلى التركيز أكثر على نقطة إجراء العملية وبالتالي يمكنه أن ينسى أو يسهى ويلمس بعض المناطق المكهربة أو الساخنة مما يؤدي به إلى الاحتراق أو تعرضه إلى الصدمة الكهربائية.

- خفض الإهتزازات والفوضى المنبعثة من الأدوات الآلية والكهربائية خاصةً.

- تخصيص أماكن وضع الأدوات اليدوية حتى يمكن إيجادها بسهولة ولا يضيع الوقت في البحث عنها.

1-4-5-تصميم العمل المتكرر بوظائف التركيب اليدوي:

في العديد من محطات العمل للإنتاج يتطلب الوقت لإنجاز وحدة خاصة بضعة دقائق، لكن إذا كانت الحلقة متكررة باستمرار لإثنان أو أكثر من الساعات فالعمل هنا يعتبر عمل متكرر، حتى ولو كان يتطلب القليل من الطاقة عادةً، العمل المتكررة يتطلب عدد قليل من العضلات ويمكن أن يسبب التعب لهذه العضلات، أو يمكن أن يسبب اضطرابات عظم عضلية.

2-4-5-توصيات أرغنومية عامة لتصميم العمل المتكرر:

- تصميم طريقة الإنتاج التي تسمح للآلة بأداء المهام عالية التكرار وترك باقي المهام المختلفة والمنخفضة أو متوسطة التكرار للعامل.

- تصميم مهام تسمح بالقبض بالأصابع وراحة اليد بدلاً من عملية القرص أو المسك بالأصابع فقط.

- تصميم ارتفاعات واجهة العامل من حيث الاتجاهات وطول الامتدادات للسماح للمفاصل بالبقاء أقرب قدر الإمكان لوضعيتها الطبيعية.

- تجنب عمليات أو حركات القبض باليد المتكررة.

- توفير مجموعة متنوعة من المهام خلال نوبة العمل أي تنويع المهام للعامل الواحد خلال نوبة عمله.

1-5-5-تصميم المنتوج وأجزاء المنتوج من أجل سهولة التركيب والتجميع اليدوي:

تصميم المنتوج أو أجزاء المنتوج من أجل سهولة التركيب اليدوي (Design For Assembly) يهدف إلى تبسيط المنتوج من أجل خفض كلفة ومدة التركيب، نتيجة لذلك فإن تطبيقات مبادئ تصميم المنتوج عادةً ما تؤدي إلى تحسين الجودة وتقليل معدات الإنتاج وتخزين أجزاء المنتوج، في البداية عُرفت تقنيات DFA على أنها الحاجة إلى تحليل جزء من المنتوج أو المنتوج ككل لتحديد مشاكل التركيب في بادئ الأمر ولخفض كلفة ومدة التركيب، العديد من الشركات العالمية أصبحت تعتمد على تقنيات التصميم من أجل سهولة التركيب اليدوي، هناك العديد من الدراسات والبحوث التي قدمت طرق أرغنومية مختلفة لتقييم فاعلية تصميم المنتوج من أجل سهولة التركيب ومن بين هذه التقنيات:

- طريقة هيتاشي (Hitachi) لتقييم التركيب.
- طريقة لوكاس (Lucas) لتقييم التصميم من أجل سهولة التركيب اليدوي.
- نظام تقييم الإنتاجية.(Fujitsu)

- طريقة.(Boothroyd-Dewhurst)
- طريقة صوني (SONY) لتقييم التصميم من أجل سهولة التركيب اليدوي.
- حزمة برامج مستعملة لتحليل سهولة تركيب المنتوج.(SAPHIRE)

تعتمد أغلب هذه التقنيات على خصائص أجزاء المنتوج وصعوبات تركيبها، فكل جزء من أجزاء المنتوج له خصائص مختلفة من حيث الحجم والشكل والوزن وصعوبة المناولة والمعالجة وتوجيهه وطريقة ربطه أو تثبيته واتجاه معالجته وطريقة دمجه والوصول إليه ومحاذاته مع الجزء الآخر وقوة الدمج المطلوبة وتختلف حسب مرحلة عملية التركيب اليدوي وهي:

2-5-5-خصائص أجزاء المنتوج في عمليات المناولة والتغذية:

أ- حجم ووزن الجزء:

1)صغير جداً، يتطلب أدوات خاصة، 2) مناسب أو مريح يتطلب الأيدي فقط، 3) كبير أو ثقيل يتطلب أكثر من يد واحدة، 4) كبير أو ثقيل يتطلب رافعة أو أكثر من شخص واحد.

ب- صعوبة المناولة أو المعالجة لأجزاء المنتوج:

1)دقيق أو حساس، 2) مرن، 3) لزج، ملموس أو محسوس، 5) قابل للتعشيش ، 6) حاد أو كاشط، 7) غير ملموس، 8) صعب أو فيه مشكل في المسك أو زلق، 9) لا توجد صعوبات في المناولة

ج- طريقة توجيه الجزء لتركيبه:

1) متماثل لا يتطلب التوجيه symmetrical، 2)نهاية إلى نهاية أو حافة إلى حافة، سهل الرؤية، 3) نهاية إلى نهاية، لا يمكن رؤيته، 4) تناظر دوراني، 5) توجيه دوراني سهل الرؤية، 6) توجيه دوراني صعب الرؤية.

3-5-5-خصائص أجزاء المنتوج في عمليات التثبيت:

وهنا نقوم بتحليل خصائص أجزاء المنتوج وأثرها على عملية تثبيت الأجزاء وهذه الخصائص هي:

طريقة ربط ووضع الجزء:

- التوجيه الذاتيSelf-Holding Orientation
- يتطلب المسك أو القبض فقط
- يتطلب واحدة من العمليات التالية: ▪ تثبيت ذاتي، اللولبة (استعمال البراغي)، التثبيت بإحكام.

أ-اتجاه المعالجة أو المناولة:

1)خط مستقيم من فوق، 2) خط مستقيم ليس من فوق، 3) ليس خط مستقيم، 4) إنحناء .

ب- طريقة دمج الجزء أو الأجزاء:

1) دمج فردي، 2) إدماجات متعددة، 3) إدماجات متعددة ومتزامنة في وقت واحد

ج- المحاذاة للجزء الآخر:

1) سهل المحاذاة، 2) صعب المحاذاة

د- قوة دمج الأجزاء:

1) لا توجد مقاومة للدمج، 2) توجد مقاومة للدمج، 3) مقيد

6-تأثير الأرغنوميا على أداء العاملين بوظائف التركيب اليدوي للمنتوج:

أهمية تطبيق المعايير والتوصيات الأرغنومية المذكورة سابقاً بوظائف التركيب اليدوي للمنتوج هي أنها تساعد في رفع الطاقة الإنتاجية للعامل من حيث الكمية والنوعية (الجودة) وذلك من خلال خفض زمن عمليات التركيب اليدوي والتقليل أو الحد من إرتكاب الخطأ البشري الذي يمكن أن يؤدي إلى خفض الطاقة الإنتاجية أو إلحاق خسائر

بالمنتوج، وهنا يتطرق الباحث إلى أهمية الأرغنوميا وتأثيرها في أداء العاملين بوظائف التركيب اليدوي للمنتوج:

1-6-خفض زمن عمليات التركيب اليدوي لدى العامل:

الهدف الرئيسي من تقنيات التصميم من أجل التركيب اليدوي هو خفض زمن عملية التركيب اليدوي، ولذلك يجب الأخذ بعين الاعتبار الجوانب العقلية والجسدية للعامل بوظائف التركيب اليدوي، هناك ثلاثة عمليات عقلية تتم عبر مراحل زمنية متسلسلة في معالجة المعلومات وتنفيذ المهام لدى العامل بوظائف التركيب اليدوي وهي:

-**الإدراك :** يعني إدراك العامل بكل ما يحيط به في عمله من أشياء مثل الأدوات وأجزاء المنتوج.

-**اتخاذ القرارات :** عند مناولة وأخذ الأدوات أو أجزاء المنتوج يحتاج إلى إتخاذ القرار لإختيار الأشياء وإختيار العملية المناسبة.

-**معالجة المعلومات :** عند عملية تركيب وتثبيت الأجزاء قد يستغرق العامل بعض الوقت في عملية التركيب أو يجد صعوبات حسب خصائص الأجزاء وتصميم المنتوج.

يمكن خفض زمن هذه العمليات والمراحل من خلال تصميم المنتوج أو أجزاء المنتوج وفق معايير أرغنومية يأخذ فيها بعين الاعتبار للمراحل الزمنية الثلاثة المذكورة.

1- خفض زمن الإدراك :

قد يقوم العامل بمناولة وتركيب عدة أجزاء مختلفة من حيث اللون والحجم والشكل والملمس ووضعها في مناطق مخصصة لذلك ومن هنا قد يستغرق العامل بعض الوقت لإدراك العناصر التي يقوم بتركيبها والمنطقة التي يتم التركيب فيها وبالتالي يؤدي ذلك إلى إستغراق بعض الوقت لعملية التركيب ولخفض زمن إدراك العامل للعناصر ومناطق التركيب يجب اتباع التوصيات الأرغنومية التالية:

أ- الأجزاء يجب أن تكون مكشوفة وواضحة:

الوضوح والشفافية مهمة في عملية التركيب اليدوي وعليه يجب أن تكون كل الأجزاء والأدوات ومناطق التركيب واضحة ومكشوفة بالنسبة للعامل، الأشياء أو المناطق المخفية أو الغير واضحة يصعب الرجوع إليها ولا يمكن الإشارة إليها وتصبح مجردة يصعب التفكير فيها أو تذكرها وأحياناً يتم نسيانها .

ب- التمييز البصري بين الأشياء:

العناصر والأدوات ومناطق التركيب يمكن تميزها عن بعضها البعض عن طريق اللون أو الشكل أو الحجم أو طريقة التركيب، فعندما تكون هناك مثلاً أجزاء منتوج مختلفة يمكن أن نميزها عن بعضها البعض، أحياناً اللون له دلالات وقد تكون الألوان على بعض العناصر تدل على قيمته(مثلا قيمة المقاومة في بعض العناصر الإلكترونية) وبالتالي يحتاج العامل إلى التمييز بين هذه الألوان أو قراءتها ومنه يستغرق بعض الوقت لإدراكها لذلك يجب في هذه الحالة التميز بالشكل أو طريقة التركيب أو الحجم (مثلا المقاومات الإلكترونية الصغيرة يكون حجمها صغير عكس المقاومات الكبيرة يكون حجمها كبير)

ج- التمييز بين الأشياء عن طريق اللمس:

في بعض العمليات السريعة التي يقوم بها العامل قد لا ينبغي عليه النظر إلى الأشياء ليدركها ولكن يمكن إدراكها عن طريق اللمس من خلال الإختلاف في الحجم والشكل وذلك في الأشياء التي لا تكون صغيرة.

-خفض زمن إتخاذ القرار:

بعد إدراك العامل للأشياء يأتي بعد ذلك إتخاذ القرارات لإختيار الأشياء أو طريقة تركيبها أو مكان تركيبها ولكن أحيانا يكون لدى العامل مجموعة أدوات مختلفة وأجزاء المنتوج المختلفة وهنا يحتاج العامل للتفكير كل مرة لإختيار الأجزاء والأدوات الخاصة بها

وهذا يؤدي به إلى إستغراق بعض الوقت وبالتالي زيادة زمن عمليات التركيب اليدوي، ولذلك يجب إتخاذ الاجراءات التالية:

سهولة تكوين النماذج العقلية :

يقوم العامل بتكوين وتطوير النماذج العقلية بمرور الزمن بعد تعوده على إنجاز عمليات كانت في البداية تبدو له صعبة وتستغرق بعض الوقت ولكن بعد تكرارها الدائم تصبح سهلة وسريعة وهذا مايسمى بتكوين النماذج العقلية لدى العامل، ولكن يجب أن تكون العملية واضحة وكل الأشياء التي تحيط به مثل الأجزاء التي يقوم بتركيبها أو أماكن تركيبها يجب أن تكون واضحة لأن الأشياء التي يصعب رؤيتها أو تمييزها تصبح مجردة وبالتالي يصعب تكوين نماذج عقلية عنها.

-خفض زمن رد الفعل عند إختيار الأشياء:

كثرة الأدوات وأجزاء المنتوج المختلفة وكذلك تعدد الحاويات قد يربك العامل عند الإختيار وبالتالي يستغرق بعض الوقت في ذلك ولذلك يجب خفض الأدوات المستعملة وكذلك التقليل من الأجزاء في كل محطة عمل، كما أن إستعمال الأجزاء المتماثلة مثلاً (mâle-female)يسهل التوجيه وبالتالي لايحتاج العامل لوقت لإختيار القطع وطريقة تركيبها، الدمج بين الأجزاء في جزء واحد يخفض زمن رد الفعل لدى العامل عند الإختيار، التوافق المكاني للحاويات وأماكن وضع الأدوات وأجزاء المنتوج أي ترتيبها حسب حاجة العامل لها يساعد ويسهل عملية الإختيار ويقلل من زمن رد الفعل لدى العامل وبالتالي يخفض زمن مدة التركيب اليدوي.

-خفض زمن المعالجة أو عملية التركيب والتثبيت:

بعد إدراك العامل واختيار الأجزاء والأدوات يأتي الدور على عملية التركيب اليدوي والتي هي عبارة عن عمليات مختلفة مثل تلحيم قطع وأجزاء أو تثبيت البراغي أو أجزاء

مختلفة ولكي تكون معالجة الأشياء سهلة وأقل مدة ينبغي إتباع التوصيات الأرغنومية التالية:

-إستعمال الجزء القاعدة كأساس للمنتوج مثل لوحة الأم (carte mère) في الكثير من الأجهزة الإلكترونية مثل الهاتف النقال أو الكمبيوتر أو كذلك محرك السيارة الذي يتم تركيب العناصر عليه بحيث يتم تركيب الأجزاء في الغالب من الأعلى.

-الإعتماد على أجزاء تكون سهلة المسك (لا تكون لزجة أو تتشابك أو تكون دقيقة جداً يصعب مسكها) .

-التقليل من الأجزاء الدقيقة والصغيرة لأنها ترهق العامل وتستغرق وقت لمسكها ومعالجتها وتتطلب تركيز أكبر وبالتالي تؤدي إلى العبء الذهني لدى العامل.

-تصميم أدوات وطرق مختلفة لإلتقاط ومسك الأجزاء خاصة الدقيقة والأجزاء صعبة المسك والمعالجة.

-التقليل من الأجزاء المرنة مثل الأسلاك والكوابل والأربطة لأنها صعبة المناولة والمعالجة وتتطلب الوقت.

-إستعمال المشابك والأقفال ذاتية التحديد والتي في الغالب تعتمد على الضغط باليد أو ببعض الأدوات والتقليل من البراغي وكذلك التقليل من إختلاف البراغي.

-إستخدام القيود والأجزاء ذاتية التحديد ونقصد بها الأجزاء التي لا تحتاج إلى تركيز لتركيبها ببعضها البعض مثل الأجزاء مشطوبة الحوافي وكذلك بعض الأجزاء توجد بها محددات تسهل عملية الدمج.

2-6- تأثير الأرغنوميا على جودة الإنتاج في عمليات التركيب اليدوي:

يلعب العامل البشري دوراً مهما في جودة الإنتاج من خلال التقليل من إرتكاب الأخطاء التي قد تُضر بالمنتوج وقد تُضر بصحة العامل نفسه أو تؤدي إلى إختلال سلسلة الإنتاج وحدوث تراكم الإنتاج في محطة عمل معينة(bottleneck)، وبالتالي خسارة الوقت

أو تؤدي إلى ضغوط مهنية أو عبء ذهني أوجسدي، وللتقليل من إرتكاب تلك الأخطاء توصل المختصون في الأرغنوميا إلى عدة تقنيات ومقاربات أرغنومية للتقليل من الخطأ البشري والتنبؤ به مسبقاً وأهم تقنية أو مقاربة تساعد على تصنيف الخطأ البشري وتحديد عواقبه و تحديد الإستراتيجيات للحد من إرتكابه هي تقنية (SHERPA) وهي مختصر للكلمات التالية بالإنجليزية:

Systematic Human Error Reduction and Prediction Approach

وترجمتها باللغة العربية هي: مقاربة منهجية لتحديد الخطأ البشري والتنبؤ به، تعتمد هذه المقاربة بالأساس في أول خطوة على التحليل الهرمي للمهمة (HTA) وهو من أهم التقنيات التي يعتمد عليها المختصون في الأرغنوميا لتحليل الوظائف (Annett at al, 1971)، التحليل الهرمي هذا يشبه الهرم بحيث يكون الهدف الرئيسي للوظيفة المراد تحليلها في أعلى قمة الهرم ثم يتفرع إلى أهداف ثانوية وفق مخططات معينة ومتسلسلة وكل هدف ثانوي يتفرع إلى أهداف فرعية إلى أن يصل التحليل الهرمي إلى قاعدة الهرم والمتكون من العمليات المرئية ونقصد بها العمليات التي يمكن ملاحظتها مثل (المسك، الدفع، التدوير، التقطيع، التلحيم، الضغط على الشيء، الدمج، الإتصال، الكشف ...،الخ)، هذه العمليات هي التي نحتاجها في عملية تحليل وتصنيف الخطأ البشري، وحسب تقنية SHERPA هذه العمليات يمكن تصنيفها إلى خمسة أصناف وهي:

-**أخطاء العمليات أو الإجراءات :** مثل أخطاء في الإجراءات مثل الدفع، السحب، الإلتقاط، التدوير، التلحيم، التثبيت، القبض، الضغط،...الخ.

-**أخطاء الإسترجاع :** مثل أخطاء في قراءة معلومات على شاشة القياس أو إدراك إشارات أو قراءة رموز ودلالات.

-**أخطاء التحقق أو الفحص :** مثل أخطاء في التحقق من إكمال العملية المنجزة أو تشوه أو نقص في بعض الأجزاء.

-**أخطاء الإختيار :** مثل التحقق في إختيار عنصر أو جزء من بين الأجزاء أو أداة من بين أدوات مختلفة.

-**أخطاء التواصل المعلوماتي :** مثل أخطاء في تلقي معلومات أو أوامر من عامل آخر أو إرسال واستقبال إشارات وإتصالات مختلفة.

بعد تحديد هذه الأخطاء يقوم الأخصائي بتحديد حراجية كل خطأ أو خطورة الخطأ ويصف نواتج أو عواقب كل خطأ، ثم يذكر هل الخطأ يمكن تداركه فيما بعد أو لا يمكن تداركه أو تصحيحه، كذلك يقوم الإخصائي بتحديد إحتمالية حدوث الخطأ هل يحدث (نادراً، أحياناً، غالباً) ثم يقوم بتحديد الحرجية إذا كان الخطأ البشري المُرتكب حارج يؤدي إلى نتائج خطيرة ووخيمة أو ليست خطيرة (منخفض، متوسط، مرتفع) ، أخر خطوة هي تحديد الإستراتيجيات والحلول لهذه الأخطاء البشرية المرتكبة، يصنف الأرغنوميون الإستراتيجيات بأربعة أصناف وهي:

- **تصميم وإعادة تصميم المعدات والتجهيزات:** هنا تساهم الأرغنوميا في تصميم وإعادة تصميم محطات العمل وتصميم الأنساق وتصميم المعدات والأدوات وكذلك تصميم المنتوج وأجزاء المنتوج وفق المعايير الأرغنومية المذكورة سابقاً وذلك للتقليل أو الحد من إرتكاب الخطأ البشري وخفض مدة الإنتاج.

-**تدريب العاملين:** أحياناً يصعب تغيير المعدات والتجهيزات أو أن العامل يحتاج إلى وقت للتكيف معاها وهنا يجب على العامل التدريب على طرق مختلفة حتى يتكيف مع تلك الأدوات والمعدات ومحطات العمل.

-**الإجراءات :** إعادة تصميم العمل وطرق التركيب اليدوي والإنتاج ومختلف العمليات بالوظائف.

-**استراتيجيات تنظيمية :** تغيير في الإجراءات التنظيمية مثل تبادل المهام بين العمال واختيار العامل المناسب لكل وظيفة وتصميم العمل الجماعي للأفراد وتصميم الأنساق.

7-الخلاصة:

نظراً لأهمية الأرغنوميا في وظائف التركيب اليدوي للمنتوج، خصصنا هذا البحث لشرح والتعريف بأهم المعايير والتوصيات الأرغنومية المطلوب تطبيقها في مختلف مراحل التركيب اليدوي وفي مختلف المواضع والأماكن بحيث تطبق في تصميم محطات العمل المختلفة حسب كل وظيفة وكذلك تُطبق في تصميم مختلف المعدات والأدوات والتجهيزات، كذلك تصميم العمليات والطرق المختلفة للتركيب اليدوي، المنتوج وأجزاء المنتوج كذلك يلعب التصميم الأرغنومي دوراً مهماً في تصميمهما وذلك لما له من دور في خفض الخطأ البشري وخفض مدة الإنتاج، كما تطرقنا في هذا البحث كيف يؤدي تطبيق المعايير والتوصيات الأرغنومية إلى خفض مدة الإنتاج ورفع الأداء لدى العامل وقمنا بالتطرق وشرح الخطأ البشري وذلك بإستعمال تقنية "SHERPA" وهي أهم تقنية للتنبؤ وخفض الخطأ البشري وكذلك تقوم بتصنيف الخطأ البشري بعد إستعمال أهم تقنية أرغنومية لتحليل العمل وهي التحليل الهرمي للمهمة "HTA" وفي الأخير تقديم بعض الإستراتيجيات الأرغنوميا لخفض وللحد من إرتكاب الخطأ البشري بوظائف التركيب اليدوي للمنتوج وهذا ما يساعد الكثير من طلبة الأرغنوميا والمصممين والمهندسين بوظائف التركيب اليدوي والمسيرين معرفة أهمية الأرغنوميا في هذا المجال وكذلك يساعدهم على تحسين أداء العاملين ورفع الطاقة الإنتاجية وتجنب مختلف الخسائر.

قائمة المراجع:

1. Anil Mital; Anand Subramanian; Anoop Desai; Aashi Mital. (2015). Designing for Assembly and Disassembly. Dans *Product Development A Structured Approach to Consumer Product Development, Design, and Manufacture* (Vol. 2, pp. 159-202). USA: Elsevier Inc.
2. Bosch Rexroth AG. (2012). *Bosch Ergonomics Guidebook*. Stuttgart.
3. Copyright, T. E. (2004). *Kodak's Ergonomic Design for People at Work* (Vol. 2). New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
4. Embrey, stanton, Young. (2004). Systematic Human Error Reduction and Prediction Approach. Dans S. Paul, s. Neville, B. Chris, W. Guy, & G. Damian, *Human Factors Design & Evaluation Methods Review* (pp. 140-148). USA: Human Factors Integration Defene Technology Center.
5. ISO:6385. (2016). *Ergonomics Principales in the Design of Work Systems* (Vol. 3). Geneva, Switzerland: ISO Copyright office.
6. Martin G. Helander; Bengt Å. Willén. (2003). Design for Human Assembly. Dans W. Karwowski, & W. S. Marras, *Occupational Ergonomics: Design and Management of Work Systems* (pp. 30.1-30.12). New York: CRC Press.
7. the International Labour Office & the International Ergonomics Association. (2010). *Ergonomic checkpoints Practical and easy-to-implement solutions for improving safety, health and working conditions* (Vol. 2). Geneva: International Labour Organization.
8. www.Foxconn.com. (2016). *Report Annual*.