مجلة الفنون والعلوم التطبيقية
Journal of Applied Arts & Sciences
جامعة دمياط Damietta University
كلية الفنون التطبيقية

أساليب هندسة العوامل البشرية في قياس فاعلية الأداء وتحسين بيئة العمل في مصانع الحلي

Huma Factors engineering techniques in the assessment of organizational and environmental conditions in Jewelry industry in Egypt

سماء أحمد وحيد مصطفى
استاذ مساعد بقسم المنتجات المعدنية والحلي- كلية الفنون التطبيقية-
جامعة حلوان

ملخص البحث:
صناعة الحلي مهنة يتوارثها المصريون جيل بعد جيل منذ الاف السنين عبر عصور الحضارة المصرية القديمة والحديثة. وتتخذ هذه المهنة اشكالا من المهارات والتقنيات بداية من تقنيات بدائية بسيطة حتى اعمال المعادن المتطورة تكنولوجيا الى التصنيع الرقمى وغيره من أساليب التصنيع التي بدأت تغزو حياتنا. وعلى الرغم من التطور الهائل في تقنيات هذه الصناعة ووجود البدائل التكنولوجية المتعددة لأداء ذات المهارات والأعمال فإن المهارات اليدوية لم تندثر بعد بل وجدنا انها تعود الى الحياة من آن لآخر اما لأحياء التراث او لكونها تراث لا يموت أصلا. والدراسة الواعية لأحياء القاهرة التي اشتهرت بصناعة الحلى في القاهرة القديمة حول شارع الصاغة يشعرنا بأن هناك من لا يزال يعيش عصورا قديمة من الصناعة ويعتزون بتراثهم المتوارث وخبراتهم ومهاراتهم ويورثونها لأبنائهم واحفادهم على الرغم من ان هذه النزعة قد قلت كثيرا. وترتبط جودة قطع الحلي المصنوعة بعدد من العوامل لعل أهمها مهارة الصانع نفسه وقدرته على حل المشكلات التقنية . كما ان من بين هذه العوامل أيضا ما يتعلق ببيئة وظروف العمل والموارد المادية المتاحة. ولكي نصل إلى منتج يؤدى وظائفه الجمالية والاستخدامية بكفاءة وموثوقية فلابد له أن يكون متينا قابلا للتحمل وآمن وسهل الاستخدام إضافة الى كل عوامل الجذب الجمالى والاقتصادي. وهكذا فإن من اكثر المؤثرات على هذه العوامل جميعا توفر أساليب أداء وبيئة عمل مناسبين ويتلاءمان مع قدرات الفئة من العمال التي ترتبط بهذه الصناعة. لابد من توفير بيئة عمل مناسبة للصائغ. تكمن **مشكلة البحث** في وجود قصور ملحوظ يزداد تأثيره المهنى من جيل الى جيل في أداء الصناع نتيجة عدم تطبيق معايير العوامل البشرية في بيئة العمل بل وعدم ادراك كامل لما يمكن ان تتسبب عنه أوضاع العمل والأشكال التي تتخذها اطراف الصانع اثناء العمل من قصور لا يؤدى حسب الى فقدان جودة المنتج وانما لإصابات مهنية قد تفقده وظيفته وبالتالي تفقد الوطن صانع ماهر يجيد حرفته ويتكسب منها. **استهدفت الدراسة** التوصل الى المعايير الهندسة البشرية التي تحكم أداء عمال وفنيي صياغة الحلي اثناء العمل وتوفر لهم اطارا منهجيا علميا يكفل لهم الأمان والسهولة في الأداء مع عدم فقدانهم لقدراتهم ومهاراتهم المهنية إضافة الى اعداد قائمة تحقق تساعد القائمين على إدارة الكيانات التي تعمل في صناعة الحلى على التحقق من تطبيق مؤسساتهم للمعايير الآمنة في العمل في هذه الصناعة. **تستخدم الدراسة المنهجين** الوصفي التحليلي، والتجريبي. وكانت أهم **نتائج البحث** التوصل إلى رصد معايير واضحة للهندسة البشرية لتصميم بيئة العمل داخل مصانع الحلى التي بموجبها يتفرر للعمال بيئة عمل آمنة وأداء مهارى في صناعة الحلى يتسم الانضباط والحفاظ على الجسم البشرى من الإصابات المهنية. كما أظهرت نتائج البحث تجاوز بيئة وظروف العمل لكل المعايير الأمنة للعمل كما تبين من التحليل الإحصائي لبيانات قياس أداء العمال عدم وعيهم الكامل بالاعتبارات الارجونومية وأن مستويات الجودة في الحلي المصنوعة في بيئة عمل توافر فيها معايير

(ISSN 2537-1061) (Print)
(ISSN 2537-107X) (Online)

وقواعد الهندسة البشرية اعلى من نظيره في الوحدات الصناعية الأدنى في توفيرها لمستويات مقبولة من اعتبارات الارجنوميكس البيئي والتنظيمي كما اثبتت الدراسة صلاحية استخدام صحيفة الرولا Rula Sheet كوسيلة لقياس كفاءة الأداء البشرى

الكلمات الدالة Keywords:
الهندسة البشرية Human Factors، الأنثروبومتري Anthropometry، بيئة العمل Workplaces، العملية التصميمية Design Process، الجودة Quality، صحيفة الرولا RULA sheet

مقدمة Introduction :

يتوارث المصريون صناعة الحلي كمهنة جيل بعد جيل منذ الاف السنين عبر عصور الحضارة المصرية. وقد وتتخذ هذه المهنة اشكالا من المهارات والتقنيات من بدائية بسيطة وصولا الى التصنيع الرقمى وغيره من أساليب التصنيع الحديثة التي بدأت تغزو حياتنا. وعلى الرغم من التطور الهائل في تقنيات هذه الصناعة ووجود بدائل تكنولوجية متعددة فإن المهارات اليدوية لم تندثر بعد بل انها تعود الى الحياة من آن لآخر اما لأحياء التراث او لكونها تراث لا يموت أصلا. والدراسة الواعية لأحياء القاهرة التي اشتهرت بصناعة الحلى في القاهرة القديمة حول شارع الصاغة نفسه يشعرنا بأن هناك من لا يزال يعيش عصورا قديمة من الصناعة ويعتزون بتراثهم المتوارث وخبراتهم ومهاراتهم التى يرثها أبنائهم واحفادهم على الرغم من ان هذه النزعة قد قلت كثيرا.

وترتبط جودة قطع الحلي المصنوعة بعدد من العوامل لعل أهمها مهارة الصانع نفسه وقدرته على حل المشكلات التقنية. كما ان من بين هذه العوامل أيضا ما يتعلق ببيئة وظروف العمل والموارد المادية المتاحة. ولكي نصل إلى منتج يؤدى وظائفه الجمالية والاستخدامية بكفاءة وموثوقية فلابد له أن يكون متينا قابلا للتحمل وآمن وسهل الاستخدام إضافة الى كل عوامل الجذب الجمالي والاقتصادي.

وهكذا فإن من اكثر المؤثرات على هذه العوامل جميعا توفر أساليب أداء وبيئة عمل مناسبين ويتلاءمان مع قدرات الفئة من العمال التي ترتبط بهذه الصناعة. ولابد من توفير بيئة عمل مناسبة للصائغ. فعامل ورش الصياغة يتعرض الى بيئة لا يدرك الا القليلين مشاكلها فبالإضافة الى تعرض العمال الى المعادن الثقيلة (Ahed J Alkhatib,2014) مثل النيكل والكادميوم والنحاس التي يستنشقونها عبر غبار التشغيل والقطع والتلميع وغيرها من الهام فإنهم أيضا لا يتمتعون بجو نظيف حيث لا أجهزة تكييف هواء او شفاطات للهواء غير النقى. ولا يوجد رقابة صحية على مثل هذا النوع من أنشطة العمل.

يضاف هذا الى طبيعة عمال الصياغة الذى يجب ان يحافظوا فيه على أوضاع جلوس صعبة ومعقدة لفترات غير قليلة. الأمر الذى يثير مسببات عوامل الانزعاج الجسدي لما تتضمنه من عوامل الخطر المختلفة لبيئة العمل. يضاف الى هذا صعوبة تقييم مستوى الراحة في العمل على الرغم من وجود مقاييس تقيم عدم الراحة في الجسم مثل مقياس-Borg's CR الذى يستفيد من التصوير الرقمي المتحرك بالفيديو، ولكن مثل هذه المقاييس مكلفة وبحاجة الى إجراءات معقدة وهو السبب الذى دعا الى استخدام مقياس صحيفة الرولا RULA) (SHEET، الأمر الذى يفيد في سرعة تقديم التوصيات الخاصة بالحد من الإصابات العضل هيكلية المرتبطة بالعمل.

مشكلة البحث Statement of the problem:

تظهر مشكلة البحث جلية في قصور ملحوظ يزداد تأثيره المهني من جيل الى جيل في أداء الصناع نتيجة عدم تطبيق معايير العوامل البشرية في بيئة العمل بل وانعدام المعرفة بما يمكن ان تتسبب عنه أوضاع العمل والأشكال التي تتخذها أعضاء الجسم اثناء العمل من قصور لا يؤدى الى فقدان جودة الانتاج وانما أيضا لإصابات مهنية قد تفقده وظيفته وبالتالي تفقد الوطن صانع ماهر يجيد حرفته ويتكسب منها. وبمراجعة العديد من الدراسات والبحوث في مجال الهندسة البشرية ومنها دراسة كلا من (Basahel 2016)، Ruliati and Nyoman (2015)، Fereydoon et al. 2016)، (Tanir 2013)، (Zhang, 2013).

(ISSN 2537-1061) (Print)

(ISSN 2537-107X) (Online)

أكدت جميعها ضرورة الالتزام بمعايير الهندسة البشرية في تصميم بيئة العمل وتوعية العاملين بعلوم الارجنوميكس واسباب الاصابات الهيكلية العضلية وطرق تلافيها والحد منها.
قامت الباحثة بعدد من الزيارات لمنشآت صناعية أنشطتها الرئيسية في مجال الصناعات المعدنية وصناعة الحلى وجه الخصوص بغرض إجراء عمليات مسح ميداني ومقابلات شخصية لرصد واقع المشكلة وتداعياتها واستطلاع الآراء في أساليب الحد منها، كما تم استطلاع اراء بعض القائمين على العمل لمناقشتهم حول كيفية تناول مشكلة البحث من خلال تطوير الأداء.
يطرح الباحث بعض الأسئلة ويحاول الإجابة عليها من خلال إجراءات البحث وأدبياته والمعايشة الميدانية، وكانت اهم هذه الأسئلة هي:

١. ما هي المخاطر والمشكلات المتعلقة بالأمان والسلامة التي يتعرض لها عمال صناعة الحلى داخل الورش؟
٢. ما هي إجراءات المتبعة لتقليل المخاطر على العمال داخل الورش؟
٣. كيف يمكن تحسين قدرة العمال على الإنتاج وفق قواعد الهندسة البشرية؟

هدف البحث Objective :

- التعرف على مستوى خطورة العوامل البيئية والتنظيمية على النظام العضلية الهيكلية لعمال صناعة الحلى.
- التوصل الى معايير الهندسة البشرية التي تحكم أداء عمال وفنيي صياغة الحلي اثناء العمل وتوفر لهم اطارا منهجيا علميا يكفل لهم الأمان والسهولة في الأداء مع عدم فقدانهم لقدراتهم ومهاراتهم المهنية.
- اعداد قائمة تحقق تساعد القائمين على إدارة الكيانات التي تعمل في صناعة الحلى على التحقق من تطبيق مؤسساتهم للمعايير الآمنة في العمل في هذه الصناعة.

فروض البحث Hypothesis :

- تحسين مستوى الأمان المهني والبيئي في عمل صناع الحلى يؤدي إلى رفع جودة الإنتاج.
- وضع معايير الهندسة البشرية التي تؤمن الصائغ وتسهل دوره في العمليات الإنتاجية في مصانع الحلي.

منهج البحث Methodology :

- المنهجين الوصفي التحليلي، والتجريبي.

أدوات البحث Tools

- صحيفة المعايير الدولية للرولا شيت (RULA sheet)

صحيفة الرولا RULA sheet هى أداة لتقييم مخاطر مكان العمل تعتمد على بيئة العمل وتسمح بحساب مخاطر التحميل العضلي الهيكلي داخل الأطراف العليا لجسم البشرى والرقبة .

- قالب حساب المعايير الدولية للرولا شيت (RULA sheet)

قالب يستخدم برنامج ميكروسوفت من شركة Microsoftاصدار2016 للتحليل الإحصائي ولحساب القيم المرصودة في صحيفة الرولا

- **بطاقة ملاحظة**: يستخدمها المقيم للتعرف على ورصد الصفات الشخصية لعينة الدراسة (رقم العامل وعمره، وسنوات خبرته- كفاءة العمل وجودته وسرعة انجاز العمل) وكذلك السمات البيئية لمكان العمل (بما يتضمن مستوى الضوضاء، درجة الحرارة والرطوبة، ومستويات الإضاءة المحيطية حول مكان العمل والإضاءة الموضعية محل عمليات التشغيل).

- **أدوات قياس المتغيرات البيئية** (مستوى الضوضاء Noise level Meter)، (مستوى الإضاءة Illumination level/ Lux meter)، (ترمومتر حرارى رقمى Digital Thermometer)

الدراسات السابقة Literature Survey:

هدفت دراسة (عبد الرحمن بساهيل, Abdulrahman M Basahel 2016) الي تحديد تأثير استخدام الهندسة البشرية علي المشاكل العضلية الهيكلية والعوامل النفسية والاجتماعية بين عمال التعبئة والتغليف في مصنع للمنتجات الغذائية واستخدمت استبيان حول الجهاز العضلي الهيكلي واستبيان آخر حول محتوي الوظيفة

(ISSN 2537-1061) (Print)

(ISSN 2537-107X) (Online)

(JCQ) لدراسة المخاطر على الجوانب العضلية الهيكلية والجوانب النفسية والاجتماعية لعدد ٥٢ عامل من العمال الذكور وغطت الدراسة فترتين للتقييم بعد استخدام الهندسة البشرية (٣ أشهر و٦ أشهر بعد التدخل) وأظهرت النتائج أن استخدام الهندسة البشرية قد خفض بشكل كبير من المخاطر على العضلات والعظام في الرقبة والكتفين وألام الظهر العلوية وألام أسفل الظهر.

بينما استهدفت دراسة فيريدون واخرين Fereydoon Laal et al. **2016)** (تقييم نوع الموقف وتقييم الألم في أجزاء الجسم وتأثير مستوى التعليم علي وتيرة هذه الإصابات في الخياطين. وقد أجريت هذه الدراسة على مجموعة من عمال الحياكة الذكور (٤٥ حالة) باستخدام استبيان العضلات والعظام (QEC) حيث تم فحص العلاقة بين متغيرات الدراسة بعد ثلاثة أشهر من دورة تدريبية خضعوا لها.وكان هناك انخفاض كبير في وتيرة الألم في معظم أجزاء الجسم حيث كان متوسط درجات الإصابة قبل التدخل ٧٩,٠٤ ± ٨٠,٠٢ مقارنة ٨,٣ ± ٧٠,٤ بعد التدخل. واقترحت الدراسة عقد دورات تعليمية دورية جنبا إلى جنب مع برامج التدخل الأخرى للحد من المخاطر على العمال.

وتهدف **دراسة دمبسي (Dempsey AR et al. 2007)** إلي استكشاف النتائج التي وصفها الباحثون والاستشاريون والخاصة ببيئة العمل والتى وصفت من قبل لمنع الاضطرابات العضلية الهيكلية ذات الصلة بالعمل. وتمت خلال الدراسة مقابلة ١٤ استشاريا في مجال بيئة العمل لاستكشاف طبيعة عملية الاستشارات التي وضعت من خلالها التوصيات، واستكشاف العوامل التي يقيمها الاستشاريون، والحواجز المتصورة لتعزيز التغيير، والمدى الذي يجري في تقييم النتائج. وركزت التوصيات عموما على الجوانب المادية لبيئة العمل ولم تأخذ في الاعتبار بشكل واضح مدى تعلم او معرفة العاملين أو اتجاهاتهم الوظيفية. وقد أجرى الخبراء الاستشاريون الذين أجريت معهم مقابلات تقييما محدودا للنتائج ناقش الآثار المترتبة على هذه النتائج فى تحسين فعالية التداخلات للحد من الاضطرابات العضلية الهيكلية المرتبطة بالعمل داخل اماكن العمل.

كان هدف **دراسة دكتور دينيس جونز (٢٠٠٩ Jones, D.R)** تبين العلاقة بين ظروف العمل والاضطرابات العضلية الهيكلية في ورش التصنيع وكذلك محاولة تحديد ظروف العمل المجهدة ومحاولة السيطرة عليها. من خلال محاولة السيطرة على الاضطرابات العظمية الهيكلية المختلفة في بيئة العمل، وكان على الدراسة ايضا أن تسعى أيضًا الى تقليل مستوى الإجهاد أو القضاء عليه حفاظا علي صحة العاملين لكن النتائج هنا كانت غير واضحة ولم تناقش بالشكل الكافى.

أما دراستى زهانج واخرون ٢٠١٣ (Zhang, L., Niu et al. 2013) ووينمين وآخرين Wenmin Zhua et al. (2019), **فقد** استهدفتا استخدام النمذجة الرقمية للجسم البشري Digital Human body modelling MSD فى دراسة الاضطرابات العضلية الهيكلية MSD للعاملين في مجال الرعاية الصحية. وهو ما يعتبر دائمًا واحدًا من أهم الإصابات المهنية في الصناعة. وفى هذه الدراسة أمكن للنمذجة الرقمية (DHM) تحليل العوامل البشرية ووضع النماذج الرقمية البشرية فى بيئة افتراضية (Virtual Environment) من خلال محاكاة المهام الصناعية التي يقوم بها العامل. وتشير هذه الدراسة إلى أن النمذجة الرقمية للجسم البشري كان لديها القدرة على تقديم تحليل مرئي وتعزيز محاكاة النظم الديناميكية في تحليل الاضطرابات العضلية الهيكلية MSD للعاملين للحد من حدوث الاصابات العضلية الهيكلية الا ان الدراسة قد ركزت بشكل خاص على العاملين في مهنة التمريض.

استهدفت **دراسة جوبتا واخرون ٢٠١٣ (Gupta, A., Ankola, A.V., Hebbal, M2013)** تحسين بيئة العمل لأطباء الأسنان واصحاب المهن المعاونة لمكافحة الاضطرابات العضلية الهيكلية (MSD) وجدت الدراسة أن هناك انتشار متزايد لأعراض MSDs آخذ في الارتفاع لجميع أنواع العاملين في مهن طب الأسنان، على الرغم من وجود أنماط عمل مختلفة وكذلك مستويات مختلفة من ثقافة العمل ،. طالبت الدراسة باضفاء تحسينات جوهرية على بيئة العمل وتعزيز العناية الصحية والتدخل المستمر للحد من المخاطر. ,يشير مصطلح "الاضطرابات العضلية الهيكلية المتعلقة بالعمل" إلى الاضطرابات العضلية الهيكلية التي تساهم فيها بيئة العمل بشكل كبير، أو الاضطرابات العضلية الهيكلية التي تزداد سوءًا أو تدوم لفترة أطول بسبب

(ISSN 2537-1061) (Print)

(ISSN 2537-107X) (Online)

ظروف العمل أو عوامل الخطر في مكان العمل. وتشير الدراسة الى انه في السنوات الأخيرة، كانت هناك زيادة في الإبلاغ عن المخاطر التى تعرض لها للعاملين فى مهنة طب الأسنان. تشمل عوامل الخطر الخاصة بهذه الفئة الإجهاد، وضعف المرونة، الوضع غير المناسب، فترات الراحة غير المتكررة، الحركات المتكررة، ضعف عضلات الوضعية، المواقف المحرجة لفترات طويلة والتعديل غير المناسب للمعدات. بيئة العمل هي علم تصميم الوظائف والمعدات وأماكن العمل لتناسب العمال. يعد التصميم المريح المناسب ضروريًا لمنع إصابات الإجهاد المتكررة، والتي يمكن أن تتطور بمرور الوقت ويمكن أن تؤدي إلى إعاقة طويلة الأجل.

و هدفت **دراسة اوزكان واخرون ٢٠١١ (Özcan, E., Esmaeilzadeh, S., ٢٠١١ Başat, H)** الي استعراض الأدبيات حول انتشار عوامل الخطر والتكلفة في الاضطرابات العضلية الهيكلية بالأطراف العليا بين مستخدمي الكمبيوتر WMSD-UE وأيضا لتقييم الأدلة حول برامج الوقاية والتدخلات المريحة المتعلقة بهذه الاضطرابات.

خلال العقدين الأخيرين، ازداد استخدام الكمبيوتر في مكان العمل بشكل كبير.جنبا إلى جنب مع الزيادة في الإنتاجية، يؤدي وجود الكمبيوتر في مكان العمل إلى تغييرات في تنظيم مكان العمل وظهور عوامل خطر جديدة، مما يتسبب في العديد من المشاكل الصحية مثل اضطرابات العضلات والعظام ذات الصلة بالأطراف العلوية (UE-WMSD) بين مستخدمي الكمبيوتر. إن الوقاية من UEWMSD، والتي تزيد من التردد باستمرار، من الممكن مع تطبيق ميكانيكا الجسم السليم وتوفير مكان عمل مريح. النهج الذي يحتاج الي دعم صاحب العمل والمشاركة النشطة للموظفين سيزيد من نجاح هذه البرامج. من حيث تطوير استراتيجيات الوقاية الفعالة الجديدة، نحتاج إلى فهم المزيد عن هذه الاضطرابات.

-أما دراسة ارمسترونج واخرون (٢٠٠١ Armstrong, T.J., Franzblau, A., Haig, A., Keyserling, W.M., Levine, S., Streilein, K., Ulin, S., Werner, R) فقد هدفت الي العثور على حلول مريحة للوقاية من الاضطرابات العضلية والهيكلية فتم اقتراح العديد من النماذج للمساعدة في فهم العلاقة بين العوامل الشخصية وعوامل العمل التي تؤثر على المشاركة في العمل.واستخدم الباحثون فى هذه الدراسة نسخة عامة من هذه النماذج كإطار لتحديد الفجوات بين متطلبات الوظائف وقدرات العمال.وهي تصف مقاييس لتقييم العوامل المرتبطة بتسبب أو تفاقم الاضطرابات العضلية الهيكلية. وتم تقديم مثالين للحالة لتوضيح التقييم الهرمي للوظائف وتقييم الفجوات بين متطلبات الوظائف وقدرات العمال.وأخيرًا، يصف المؤلفان تطوير قاعدة بيانات مهمة لتسهيل عمليات التقييم المستقبلية.

اما **دراسة وايسال وآخرون Z J Whysall 1, R A Haslam, C Haslam** (2004) تؤكد الدراسة انه على الرغم من أهمية الحد من الاضطرابات العضلية الهيكلية المرتبطة بالعمل، الا ان هناك القليل من الجهد المبذول للحد من تقليل هذه المخاطر. وتمت فى الدراسة مقابلة ١٤ استشاريًا في تصميم بيئة العمل لاستكشاف العوامل التي يتم تقييمها، والعوائق المتصورة أمام تعزيز التغيير، ومدى تقييم النتائج التي يتم إجراؤها. وركزت نتائج على مناقشة الآثار المترتبة على هذه النتائج لتحسين فعالية التدخلات للحد من الاضطرابات العضلية الهيكلية المرتبطة بالعمل داخل الشركات الصغيرة.

وتؤكد دراسة **Urmi Salve (2015)** أن عمال صناعات الحلى والمجوهرات في الهند هم عرضة لمخاطر مهنية متعددة تؤدى كثيرا الى حدوث الاضطرابات العضل هيكلية MSD. ولكنه وكما هو الحال في مصر فإن هناك ندرة للبحوث التي مدى انتشار هذه الأعراض او احصائيات لوجودها على الرغم من وضوح شيوعها وانتشارها. وفى هذه الدراسة تم التعرف على المخاطر التي يتعرض لها العمل في هذه المهنة عن طريق دراسة مسحية تم تحليلها احصائيا ثم عن طريق فحص بدنى لأجسام العمال من حيث قوة ومرونة ومتانة مجموعات عضلية في الرقبة واسفل الظهر والمرفق زقد وجدت الدراسة ان هناك عدد من الحالات المرتبطة تماما بمهن الحلى.

فى دراسة قام بها باحثتان فليبينتين **Hazel Caparas, and Aura Matias (2018),** صناعة المجوهرات عملية كثيفة العمالة. يعتبر صانعو المجوهرات عمال غير نشطين ويجب أن يحافظوا على وضعية جلوس

(ISSN 2537-1061) (Print)

(ISSN 2537-107X) (Online)

ملتوية لفترات طويلة. تهدف هذه الدراسة إلى التحقيق في عوامل الانزعاج الجسدي من خلال تحليل عوامل الخطر المختلفة لبيئة العمل الموجودة في مكان العمل. علاوة على ذلك، يهدف تحليل المهمة إلى إجراء تقييم مقارن بين العاملين الذين يعانون من الأعراض وغير المصحوبين بأعراض. واستخدمت فى هذه الدراسة فى تقييم عدم الراحة في الجسم مقياس Borg's CR-10المستند إلى الفيديو، والتقييم السريع للطرف العلوي (RULA SHEET)، والقياسات المباشرة لمكونات تصميم مكان العمل والقياسات الأنثروبومترية. تظهر النتيجة في المقام الأول أن عدم ملائمة ارتفاع سطح العمل ووضعية الجلوس ومدة العمل وحركة الجلوس تؤثر بشكل كبير على الشعور بعدم الراحة في الجسم. علاوة على ذلك، وتم تقديم توصيات للحد من مخاطر الإصابة بالاضطرابات المرتبطة بالعمل.

ملخص الدراسات السابقة

تتفق الدراسات السابقة جميعا على ضرورة اتباع اسلوب علمي فى بحوث الارجنوميكس وعدم التركيز بأي شكل على وجهات النظر والآراء حتى ولو كانت من الملمين بالصناعة او العارفين بشئونها. فالمنهج العلمي وحده سيكون كفيلا بتوفير المادة العلمية والتوصيات التي تكفل الحد من مخاطر المهنة وما تعود به من اضرار على الصناعة.

كما تفقت على اهمية تدريب العاملين علي اساليب الالتزام بالأساليب واستخدام الأدوات والاجراءات المناسبة للحد من المخاطر الصناعية التي يتعرض لها العامل.

واستفاد البحث من الدراسات السابقة فيما يلي

١. التعرف على انجح التجارب واستراتيجيات التعامل مع علوم الارجنوميكس للاستفادة منها للحد من مخاطر الارجنوميكس وأساليب التحليل للبيانات وطرق وأساليب الحد من مخاطر الارجنوميكس المذكورة بالنتائج والتوصيات فقد تم اخذ جميع ما توصلت آلية الدراسات السابقة في الاعتبار.

٢. أساليب رصد مخاطر عدم تطبيق قواعد الهندسة البشرية في أماكن العمل وأثارها السلبية علي العاملين وضرورة الالتزام بتطبيق هذه المعايير لتفادي الإصابات العضلية الهيكلية علي العاملين. واهم هذه الأساليب وأكثرها صلاحية لموضوع البحث وعينته هى صحيفة الرولا لما تتميز به من سهولة فى الاستخدام وعدم استخدام أجهزة معقدة او ادوات متعددة.

الاطار النظري Theoretical Framework :

مفهوم الهندسة البشريه

العوامل البشرية Human Factors أو هندسة العوامل البشرية Human Factors Engineering هى الدراسة العلمية للعلاقة بين الإنسان ومحيط عمله. ويمثل محيط العمل الظروف التي يعيشها الفرد وما يستخدمه من مكائن ومعدات ومواد في مواقع العمل. وهو ما يستهدف توافق وانسجام بين مقاييس الجسم البشري وقدراته العضلية والحسية وما يستخدمه من المكائن والمعدات والمواد بهدف تكييف كل ما يحيط بالإنسان بمقاييس جسمه وقدراته كوحدة إنتاجية متكاملة. Abo Salem MA, et al.2017. ويشير البعض الى الهندسة البشرية human engineering في تحسين مؤشرات الإنتاجية والأداء من خلال تصميم مواقع العمل والعدد اليدوية والأدوات بالإضافة للمكائن والمعدات التي تأخذ بنظر الاعتبار القدرات الجسدية للإنسان (العلي، ٢٠٠٠، ٢٩٦).

وتعرف الهندسة البشرية بأنها منهج علمى يطبق المعرفة بالسلوك البشرى بغية صنع الأنواع المختلفة من المعدّات التي يستخدمها الناس في حياتهم اليومية. وتهدف الهندسة البشرية إلى صنع آلات تكون ملائمة بقدر الإمكان للاستخدام الآدمي، ويحاول مهندسو العوامل الإنسانية تصميم آلات تتلاءم مع قدرات وإمكانات العمال البشر.(Wijdan Mountassir ٢٠٠٧)

دور الهندسة البشرية في تحسين بيئة العمل

للهندسة البشرية دور هام للغاية في منع أمراض وحوادث مكان العمل. مثل الجروح الناجمة عن التكرار المستمر لنفس الحركات، مثل لف المفاتيح والمفكات، او الآلام في الرسغ الناتج عن الاستخدام الزائد لليد والرسغ في أعمال متكررة ولفترات طويلة، وهو ما يطلق عليه "التهاب العصب الرسغي Carpal tunnel syndrome". كما يهتم هذا اعلم أيضا بآلام الظهر الناتجة عن حمل الأشياء الثقيلة، أو اللف أو الانحناء

(ISSN 2537-1061) (Print)

(ISSN 2537-107X) (Online)

لالتقاط الأشياء.(Barling, J., & Frone, M. R. 2004). كما تتناول أيضا ما ينجم عن التعرض المستمر لإجهادات بيئة العمل كالضجيج والأصوات العالية، الذى يؤدى إلى ضعف أو فقدان السمع. وكذلك ضعف الإضاءة او زيادتها بشكل كبير في مكان العمل الذى قد ينجم عنه الام الرأس والإجهاد البصري eyestrain.

يعمل أخصائيو الهندسة البشرية على التعامل على هذه المشاكل من خلال تصميم أماكن العمل بحيث تتضمن الأمن والسلامة للعاملين بها. فأحد مهام هؤلاء هو بوضع الأدوات في اماكنها المحددة بجوار الماكينات بحيث يمكن للعامل من الوصول إليها بسهولة وبدون التفاف أو انحناء أو مد الذراع بشكل مبالغ فيه. كما يتم تصميم مناضد العمل workbench، والمقاعد، لتكون مريحة تلائم العمال بمختلف احجامهم وقياسات جسمهم. ويهتم المصممين كذلك باستخدام بمعالجة تصميم مكان العمل بما يكفل الأمان آمن من ناحية الاعتبارات البيئية، مثل درجة الحرارة، الاضاءة، الضجيج، التهوية، والتاكد من ان العمال يؤدون عملهم تحت ظروف عمل مواتية وملائمة.

وكذلك يتم الأهتمام بتصميم اماكن العمل بما يكفل زيادة كفاءة وانتاجية العامل، من خلال وضع القطع والادوات التي تستعمل بشكل متكرر في العمل في مكان اقرب ما يكون إلى العامل. ويضمن التصميم الجيد لمكان العمل ان يؤدى العمال مهامهم براحة تامة، وبدون أن يعانوا من أي جهد ذهني أو جسدي، يمكن ان يبطئ أداء العمل، أو يقلل من الدقة في العمل، أو يسبب الحوادث. ومن خلال استعمال أفضل تصميمات أنظمة السلامة، تستطيع الهندسة البشرية تخفيض حوادث العمل إلى أدنى حد ممكن. حيث يأخذ الأخصائي في الاعتبار الطريقة التي يترجم بها الإنسان المعلومات ويفهما، وسرعة رد الفعل لديه، وكيفية تأثر هذان العنصران بعامل التوتر في حالة الطوارئ. فيجب أن تفهم جيدا وبشكل سريع إشارات التحذير، او أجهزة الإنذار. كما أن أجهزة التحكم يجب أن تكون سهلة الفهم والاستعمال.

Ghassan Qasim Dawood Al-Lami (2015),

بيئة العمل Workplace environment

تعتبر بيئة العمل في الوقت الحالي من الموضوعات التي تهتم بها المؤسسات الصناعية على كافة تخصصاتها واهتماماتها بشكل متزايد وخاصة بيئة العمل التي يقوم العاملون فيها بأداء المهام الحركية. ويتم اللجوء الى الفهم الجيد لبيئة العمل كأسلوب مثالى ملائم يكفل التعرف على الاعتبارات ذات الأثر في سلوك العامل ودوافعه وأدائهن ومن ثك كوسيلة لتحسين الأداء وتطويره وزيادة الكفاءة والإنتاجية من خلال تلبية ما ينجم عن هذه الدراسات من معرفة بحاجات العاملين النفسية والاجتماعية والمادية. ومع منتصف القرن العشرين طرأ تطور تكنولوجي كبير أدى الى حدوث تغيرات في بيئة العمل وكذلك العوامل المؤثرة في تنظيم اجراءات العمل.

وبيئة العمل المادية ومكونتها من الأمور ذات الأهمية الكبيرة في تصميم العمل التي دخلت مجالات البحوث التطبيقية في ميادين التصميم والإدارة والهندسة لما لها من تأثير كبير في تحسين أداء المؤسسات وتميزها. ويأتي ذلك من خلال تطبيق قواعد بيئة العمل المادية والمتمثلة بتصميم موقع العمل واستخدامات العدد والأدوات وتصميم أسطح العمل لتتكيف وتعزيز مرونة العمليات في المؤسسات،

وهكذا تسعى المؤسسات الصناعية إلى تحقيق الموائمة بين خصائص ومواصفات الأفراد والكوادر البشرية العقلية والجسدية والنفسية مع بيئة العمل المادية وذلك بتصميم بيئة العمل وفقا للمقاييس والمواصفات الدولية للمساهمة في تحسين أداء العاملين إلى إنتاجية أفضل بما يحقق الاستخدام الأفضل للموارد المتاحة لديها.

يتم تعريف بيئة العمل على انها كل ما يحيط بالإنسان من ظروف (أصوات – ضوضاء – ضوء – حرارة – تهويه -.. الخ) وأدوات وآلات وأساليب عمل. ويتم تحسين تصميم مكان العمل والمعدات والآلات والأدوات والمنتجات بمراعاة القدرات البدنية والنفسية للإنسان، مع تحسين فعالية وإنتاجية أنظمة العمل وضمان سلامة وصحة العمال كما يتم تعريفها من قبل الجمعية الدولية لعلم بيئة العمل علي انها" :الانضباط العلمي المعني بفهم التفاعلات بين البشر وعناصر النظام الأخرى، والمهنة التي تطبق النظرية والمبادئ والبيانات والأساليب في التصميم من أجل تحسين رفاهية الإنسان والأداء العام للنظام .

مكونات بيئة العمل فى ورش الصاغة

احد اهداف الهندسة البشرية هو تهيئة جميع الظروف الفيزيقية للإنسان لتأدية عمله بهدف رفع كفاءة الانتاج .

(ISSN 2537-1061) (Print)

(ISSN 2537-107X) (Online)

كما يهتم كذلك بدراسة تأثير الظروف الفيزيقية للعمل والتي تشمل الإضاءة والتهوية والحرارة والضوضاء ... إلخ

الإضاءة Illumination :

الاضاءة الجيدة من المقاومات الاساسية لكفاءة وصحة العامل في مكان العمل. كثيرا ما تعتمد الانتاجية العالية ودقة الأداء وهما عاملين رئيسيين في ورش الصاغة علي سرعة الادراك البصري والدقة في التميز بين أجزاء وعناصر العمل او قطعة المشغولة التي بين يدى العامل. تختلف متطلبات الافراد من الاضاءة باختلاف الفئة السنية فالشخص الذي يبلغ من العمر (٦٠) عاما يحتاج الى نحو (١٠) اضعاف ما يحتاجه الشخص الذي يبلغ من العمر (٢٠) عاما كما ان درجة الاضاءة الخلفية لا ينبغي ان تقل عن حد معين أيضا بحيث تتوزع الاضاءة بشكل متجانس امام والى جوانب وخلفية العامل.

تعرف الإضاءة بأنها كمية الضوء الساقطة علي مساحة معينة. وللإضاءة جوانب نفسية تحتم تدخل المصمم، حيث يمكن استخدام الإضاءة المناسبة – فى بيئة الانتاج لتحسين عملية الاستخدام وكفاءة الاداء وتقليل التعب والتوتر، لذا فان الاضاءة الكافية أو المناسبة التي تمكن من رؤية عناصر المنتج وبيئة الاستخدام امر ضروري لمعالجتها على النحو الذي يرفع من كفاءة الاداء. تزيد الإضاءة الجيدة وتحسن من عملية الاتصال، تسهل الرقابة علي المنتج أو أجزائه، تكشف عن الأماكن أو الأجزاء الخطرة أو الهامة، تساعد المستخدم علي رفع مستوي أداءه، مجهود ذهني أقل. أما الإضاءة الغير مناسبة فهي ترهق البصر وتؤدي الي شعور المستخدم بالانقباض والتوتر وزيادة التعب، والأخطاء بوجه عام، وقلة الإنتاج، إضافة الى الإضرار بالراحة النفسية. وهناك العديد من الدراسات التي قد اثبتت أن الإنتاج يزداد مع ازدياد ملائمة شدة الإضاءة، كما تزيد دقة الأداء.

ولم تجد هذه الدراسة أي اهتمام بطبيعة الاضاءة او كيفية استغلالها لتحسين بيئة العمل. ويترك ذلك غالبا للعامل الذي يعمل على توجيه وحدة الإضاءة نحو عمله اذا ما تطلب الأمر ذلك. ومستوى الإضاءة فى كل الورش تحت الدراسة كانت اقل في المجمل من مستويات الإضاءة المقبولة.

الحرارة Temperature:

تؤدي ارتفاع الحرارة الشديد في بيئة العمل بما يفوق المعدلات الطبيعية التي يتحملها الجسم البشرى الي التوتر وفقدان السوائل من الجسم، كما ان البرودة الشديدة أيضا تفقد العامل القدرة علي التركيز وتفقده الدقة في العمل وتستلزم ارتداء ملابس سميكة قد تعوق حركة العامل وقدرته على أداء بعض الحركات الدقيقة. وتستوجب اعتبارات الهندسة البشرية في هذا المجال ان لا تقل درجة في مواقع العمل عن (٢٠) درجة شتاء ولا تزيد عن (٣٥) درجة صيفا في الاماكن المغلقة بصورة عامة في حين تتراوح مستويات الرطوبة المقبولة في العمل المكتبي بين (٤٠%-٦٠%) . لابد أن توفر بيئة العمل درجة حرارة معتدلة، سواء كان العمل عضليا أو ذهنيا . وتقل كفاءة العامل كلما زادت درجة الحرارة أو انخفضت عن المعدل المناسب. وتزيد درجة الحراة الغير مناسبة احساس العامل بالضيق وتقلل من كفاءته فى العمل. وبلغ متوسط درجات الحرارة في الورش موضع الدراسة نحو ٣٣ درجة مئوية مع ارتفاع ملحوظ لدرجة الرطوبة يتجاوز ٧٣% في معظم الورش موضع الدراسة وهو ما لايمكن ان يوفر للعامل بيئة مناسبة لإنتاجية افضل. لكن الغريب ان معظم العمل لم يشكو ابدا من هذا التجاوز.

التهوية Ventilation:

تؤثر التهوية المناسبة تأثيرا واضحا على العامل فسيولوجيا وتفسيا مما ينعكس على أنشطته المختلفة وانتاجيته، ويؤدى سوء التهوية الى شعور بالضيق، والإرهاق، والنعاس، والخمول، والتعب، والملل، اضافة الى زيادة نسبة التعرض للأمراض وبالتالي انخفاض مستوى الأداء وتعدد الأخطاء. وفى الورش موضع الدراسة كانت وسيلة التهيئة الحرارية لا تتجاوز مروحة سقف واحدة تغطى حيز العمل كله وهي ما لا ينبغي استخدامه عند أداء اعمال بعينها كالبرادة.

الضوضاء Noise:

هي أي صوت مزعج غير مرغوب فيه يسبب الازعاج والتوتر الى ان يصل التأثير الى الصمم ويصاحب العمليات الانتاجية ومهام التصنيع بشكل عام ضوضاء

تختلف شدتها باختلاف طبيعة ونوعية تلك العمليات. وتصيب مستويات الضوضاء العالية العاملين بالتوتر (في حالاتها البسيطة) وقد تؤدي الي الصمم وربما الي الوفاة (في أسوء حالاتها) وان حدود السمع المسموح بها هي (٨٥) ديسبل (Decibel- db) في المعامل و(٦٥) ديسبل عند ممارسة الاعمال المكتبية ويصبح الصوت مزعجا عندما تزيد شدته عن (٩٠) ديسبل او أكثر ويشعر الفرد عندئذ بالام شديدة خاصة عندما تصل شدة الصوت الي (١٣٠) ديسبل الأمر الذى يؤثر علي طبلة الاذن .

وكذلك يؤدى سوء التحكم فى المصادر الصوتية المختلفة المسببة للضوضاء غير الملائمة لسمع البشر كالأصوات الحادة والمرتفعة الى إصابة العامل بحالة من التوتر العصبي لدى تعامله مع أدوات الانتاج، إضافة الى تسببه في تشتت الانتباه، وارتفاع الجهد الذهني والشعور بالضيق والملل ويقلل كفاءته والاحساس العام بالراحة البدنية.

وبقياس مستوى الضوضاء في أماكن العمل موضع الدراسة تباينت مستويات الضوضاء الى حد كبير وتأثرت بطبيعة العمليات اتى تؤدى داخل الورشة. وارتفعت بعض مستويات الضوضاء لتصل الى ما هو اكثر من ٩٥db لكنها ظلت في النطاق المسموح به طوال وقت أجواء تجارب هذه الدراسة .

١

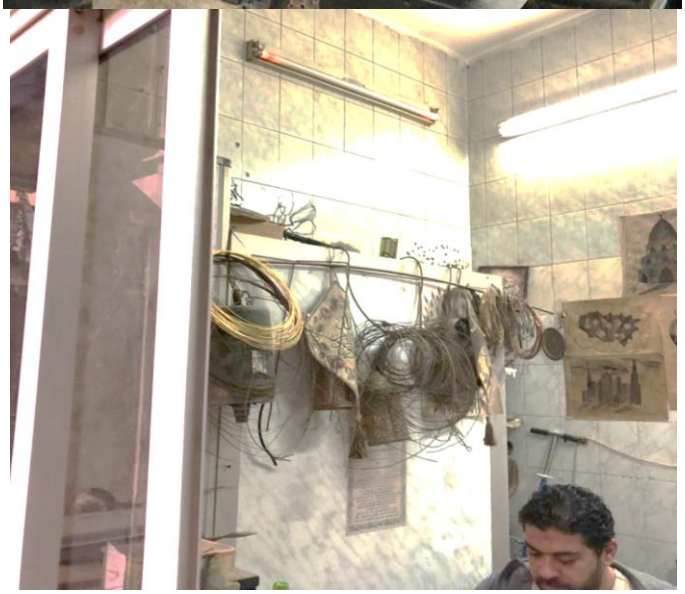
٢

صورة (١) و (٢) توضح جانب من بيئة العمل في ورش الصاغة في القاهرة

(ISSN 2537-1061) (Print)

(ISSN 2537-107X) (Online)

٣



٤

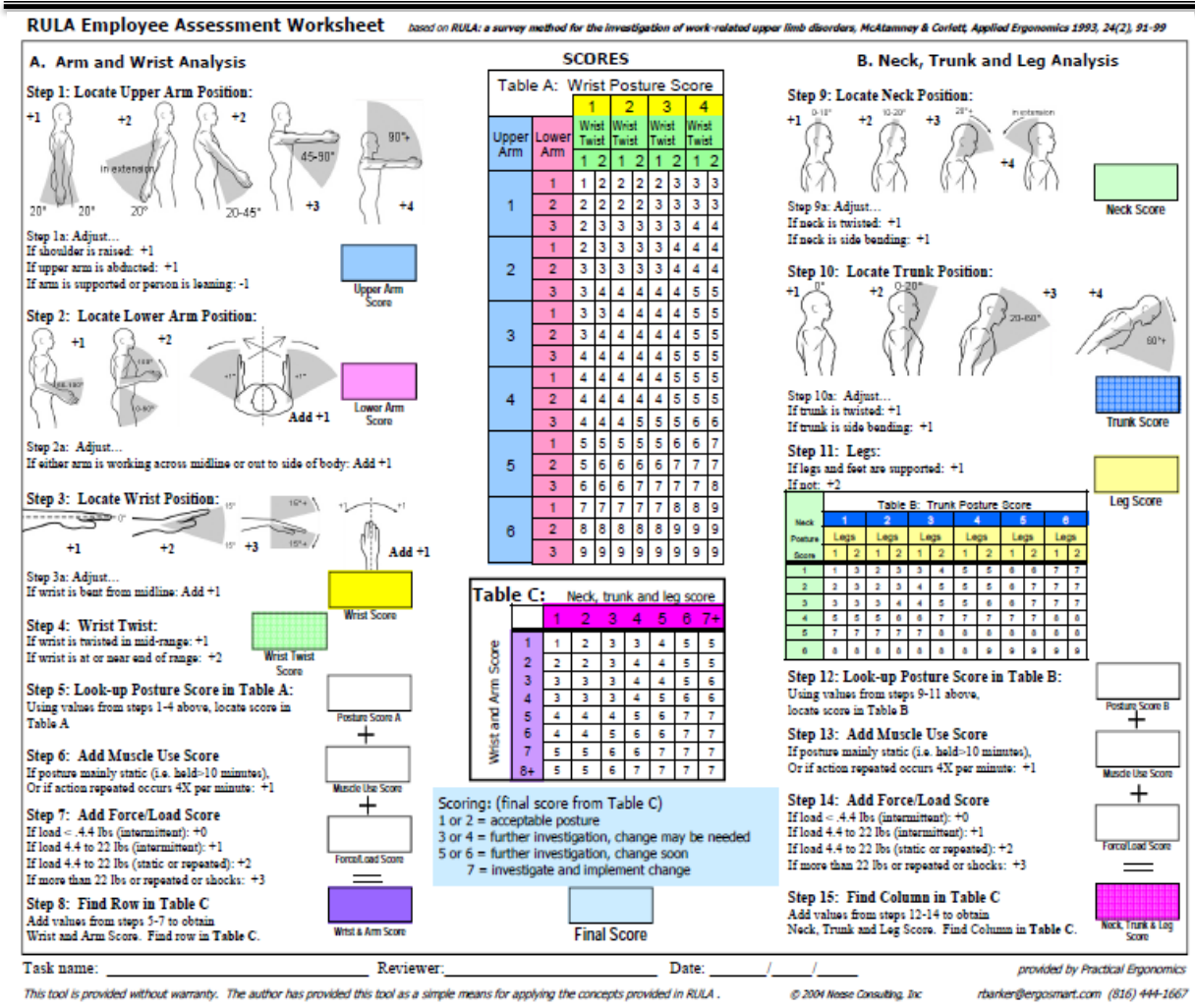
صورة (٣) و (٤) توضح جانب من بيئة العمل في ورش الصاغة في القاهرة

صحيفة الرولا كأداة لتقييم مخاطر العمل:

الرولا RULA sheet هى أداة لتقييم مخاطر مكان العمل تعتمد على بيئة العمل وتسمح بحساب مخاطر التحميل العضلي الهيكلي داخل الأطراف العليا لجسم البشرى والرقبة . وهى اداة سهلة وسريعة الاستخدام ولا تتطلب معدات باهظة الثمن لإكمالها. وتم التحقق من صلاحية الأداة بعد اختبارها بواسطة McAtamney and Corlett (1993) والعديد من الباحثين الآخرين ودلت استقصائتهم على أنها موثوقة. وتعمل الرولا على قياس الدرجة النسبية للمخاطر وليست درجة الخطر المطلقة. ويكون من الافضل ان تكون RULA Sheet جزءًا من مسح أوسع لبيئة العمل.

(ISSN 2537-1061) (Print)

(ISSN 2537-107X) (Online)



شكل رقم (١) صحيفة الرولا RULA Sheet

والرولا RULA Sheet فيما يرى الباحثون هي أداة فحص تقيم الحمل الميكانيكي الحيوي والوضعي على الجسم كله لكن نتائجها تولى اهتمام خاص للرقبة والجذع والأطراف العلوية. ويتطلب استخدام تقييم RULA Sheetالقليل من الوقت لإكماله وتوفر النتائج التي يتم استنتاجها قائمة من الإجراءات التي تشير إلى مستوى التدخل المطلوب. يتيح لك نظام تسجيل البيانات السهل للرولا RULA Sheet التعرف على أعلى وضعية للخطورة تم تبنيها أثناء المهمة. ويتم تقسيم نظام تسجيل البيانات إلى أربعة مستويات من الإجراءات مع مؤشرات تتعلق بإنجاح الدراسة وجعل نتائجها اكثر فائدة وطواعية لاستخدام.

تم تصميم RULA Sheet لتقييم القوة ووضعية الجسم والحركة المرتبطة بالمهام التي تمارس اثناء الجلوس بما في ذلك عمليات التصنيع والتجهيز والاعمال التى تمارس باستخدام الكمبيوتر والعمل المعملي أو أي عمل يتضمن مكان لجلوس الفرد أو وقوفه دون التحرك . Mark Middlesworth (2018),

معايير صحيفة الرولا RULA Sheet

تم تصميم **صحيفة الرولا** RULA Sheet لسهولة الاستخدام دون الحاجة إلى الحصول على دراسات علمية متقدمة في بيئة العمل أو معدات باهظة الثمن. باستخدام ورقة عمل **صحيفة الرولا** RULA SHEET، سيخصص المقيم درجة لكل منطقة من مناطق الجسم التالية: أعلى الذراع، وأسفل الذراع،

(ISSN 2537-1061) (Print)
(ISSN 2537-107X) (Online)

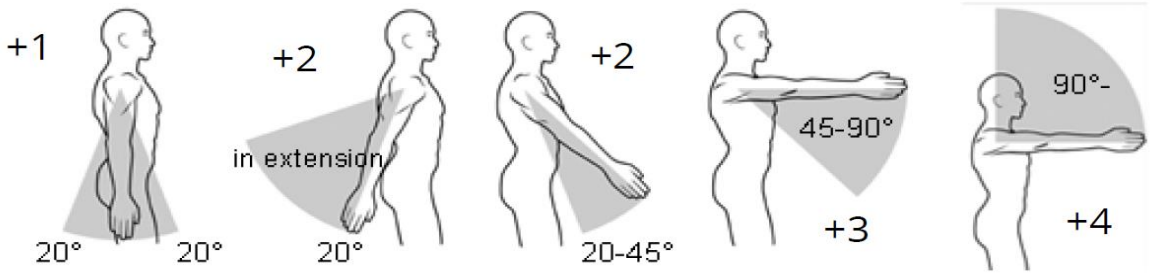
والمعصم، والرقبة، والجذع، والساقين. بعد جمع البيانات لكل منطقة وتسجيلها، تُستخدم الجداول الموجودة في النموذج بعد ذلك لتجميع متغيرات عامل الخطر، مما يؤدي إلى إنشاء درجة واحدة تمثل مستوى مخاطر MSD كما هو موضح أدناه:

جدول رقم (١)

Score	Level of MSD Risk مستوى الخطورة	
1-2	Negligible risk, no actin needed	خطر ضئيل، لا حاجة اتخاذ اجراء ما
3-4	Low risk, change may be needed	مخاطر منخفضة، قد تكون هناك حاجة للتغيير
5-6	Medium risk, further investigation, change soon	مخاطر متوسطة، مزيد من التحقيق، التغيير فورا
6+	Very high risk, implement	مخاطر عالية جدا، وتنفيذ على الفور

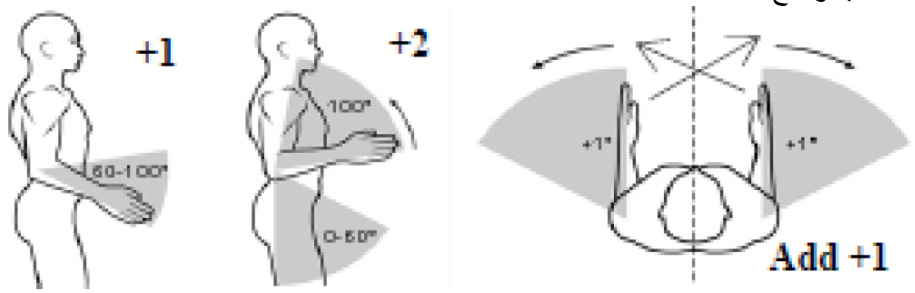
تنقسم صحيفة الرولا RULA Sheet إلى قسمين من أجزاء الجسم على المسمى A و B. ويغطي القسم A (الجانب الأيسر) الذراع والمعصم. القسم B (الجانب الأيمن) يغطي العنق والجذع والساقين. يضمن هذا التقسيم لصحيفة الرولا تضمين أي أوضاع مقلقة أو مقيدة للرقبة أو الجذع أو الساقين والتي قد تؤثر على وضعيات الذراعين والمعصم في التقييم.
يجب على المقيم تسجيل أوضاع المجموعة A (الذراع والمعصم) أولاً، ثم تسجيل أوضاع المجموعة **B** (الرقبة والجذع والساقين) لليسار واليمين. لكل منطقة، هناك مقياس لتسجيل الموقف وتعديلات إضافية موضحة في ورقة العمل والتي يجب أخذها في الاعتبار وحسابها في النتيجة.
تتكون صحيفة الرولا RULA Sheet من ١٥ بند الحدود مقسمة الي جداول من A,B,C على أن تكون النتيجة النهائية:

الخطوات من ١ الي ٨ في جدول A تشير الى تحليل الاذرع وكف اليد.
الخطوة رقم ١ تحديد وضع العضد Locate Upper Arm Position



شكل رقم (٢) الخطوة رقم ١

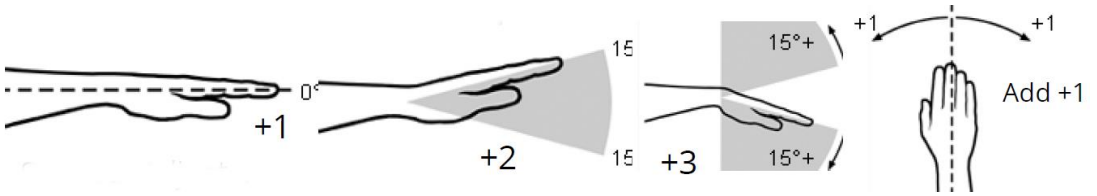
الخطوة رقم ٢ تحديد وضع الساعد Locate Lower Arm Position



شكل رقم (٣) الخطوة رقم ٢

(ISSN 2537-1061) (Print)
(ISSN 2537-107X) (Online)

الخطوة رقم ٣ تحديد وضع الرسغ Locate Wrist Position

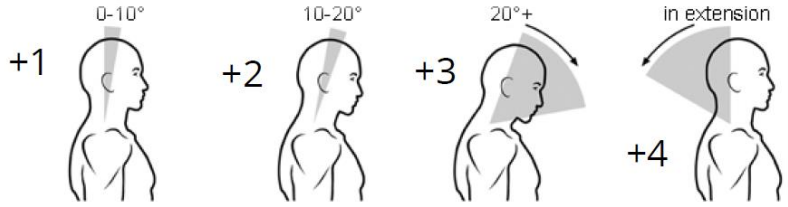


شكل رقم (٤) الخطوة رقم ٣

Step 4: Wrist Twist:
Step 5: Look-up Posture Score in Table A:
Step 6: Add Muscle Use Score
Step 7: Add Force/Load Score
Step 8: Find Row in Table C

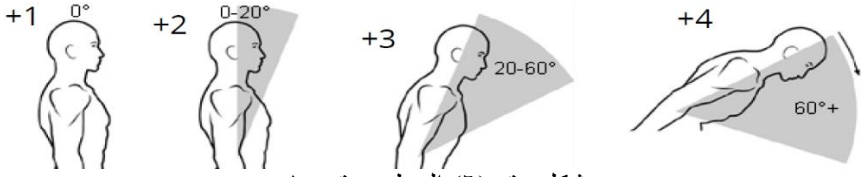
الخطوات من ٩ الي 11 تشير الى نتائج تحليل الرقبة والظهر والجذع.

Step 9: Locate Neck Position:



شكل رقم (٥) الخطوة رقم ٩

Step 10: Locate Trunk Position:



شكل رقم (٦) الخطوة رقم ١٠

Step 11: Legs:
Step 15: Find Column in Table C

أما الخطوة رقم ١٢ فتعنى بوضع للجسم Posture المسجل في الجدول B .
واما الخطوة رقم ١٣ فتشير الى إضافة معدل استخدام العضلات اما في وضع ثابت او وضع متحرك بمعدل اربع حركات في الدقيقة.
والخطوة رقم ١٤ تشير الى استخدام القوه Force/Load Score ويتم فيها تقسيم الحمل الي اقل من ٢ كجم أو من ٢:١٠ كجم أو اكثر من ١٠ كجم.
أما الخطوة رقم ١٥ فيتم فيها جمع الدرجات المسجلة فى الخطوات ارقام ١٢ و١٣و١٤
ثم بعد ذلك يتم وضع الدرجات النهائية RULA Sheet عن طريق البحث في الجدول C بنتائج درجة الخطوة رقم ٨ مع الخطوة رقم ١٥ لايجاد الدرجة النهائية من الجدول C
وتخضع الدرجة النهائية للمقارنة بالمعايير المشار اليها اعلاه فى جدول رقم ١.

(ISSN 2537-1061) (Print)

(ISSN 2537-107X) (Online)

مزايا أداة الرولا RULA sheet

- اداة جيدة لدراسة المهام التى تمارس باستخدام الطرف العلوي.
- تعمل على قياس المخاطر العضلية الهيكلية. التى يتعرض لها الجسم
- تستخدم فى تقييم اعتبارات هامة مثل ملاءمة المعدات والإنتاجية.
- عظيم الفائدة فى تعليم الموظفين والعمال وزيادة وعيهم بالمواقف عالية الخطورة.
- أداة جيدة لمهام العمل ذات الطبيعة الساكنة static في الغالب.
- توفر بياناتموضوعية قبل التدخل وبعده (مما يعد مفيدا في تقديم دراسة الجدوى للزملاء أو الإدارة).
- ذات دقة مقبولة وموثوق ملائمة
- سريع فى تنفيذها وبسيط الاستعمال.
- أظهرت قدرة واضحة فى تحسين الإنتاجية.
- مفيد في تقديم المعلومات إلى الإدارة (يعطي رقمًا ؛ هو "الهدف")
- يمكن أن توضح العلاقة بين النتيجة والألم الموضعي الذى قد يحس به العامل فى مناطق معينة.

عيوب الرولا :RULA sheet

- لا يمكن استخدامها فى دراسة المهام التي تشمل الجسم كله.
- وضعية المعصم لا تأخذ في الحسبان موضع الوظيفة التي لها احتياج لتوظيف بعض امتداد المعصم.
- تعمل على قياس مهام محددة ولا يمكنها تناول مهام معقدة او متنوعة.
- لا تأخذ بعين الاعتبار العوامل التنظيمية والنفسية.
- يحدث تناقض من حين لآخر في الدرجات المسجلة عندما تكون الأطراف بين حدود نطاقين.
- من الصعب استخدام الصور فى التقييم لكن التصوير بالفيديو يكون مثاليا.
- تقتصر النتائج لحظة واحدة من الزمن لذا يجب اختيار المواقف الأكثر تطرفً لتسجيلها.
- قد يتطلب البحث اجراء عدة تقييمات RULA Sheetلنفس المهمة الواحدة.
- ليست ملائمة للمهام التي تشمل الجسم كله وكثيرة التنوع.

استخدام صحيفة الرولا فى التقييم السريع للطرف العلوي

يتم أولا عادة حدد المواقف للتقييم باستخدام تقنيات المقابلة والملاحظة. ويجب على المقيم، أن يبحث عن الجمع بين تقنيات المقابلة والملاحظة لبناء صورة واضحة وثرية تعبر عن المهام التي يتم تقييمها. ويجب كذلك على القائم بالتقييم يراقب عدة دورات (بشكل مثالي من خلال التصوير) للمهام مع مطالبة العامل الذي يؤدى المهمة بأن يتحدث عن مخاوفه او اى إحساس بالألم أو الأجهاد. كما يجب أن يتأكد المقيم من ملاحظة الدورة الكاملة للمهمة قبل اختيار المواقف النهائية للتسجيل Mark Middlesworth (2018)

ومن البيانات التي تم جمعها من خلال المقابلة والملاحظة، يمكن للمقيم بعد ذلك تحديد المواقف المراد تقييمها باستخدام صحيفة الرولا RULA Sheet يجب أن تبحث في تقييم مواقف العمل التي تتضمن:

- الاستمرار فى الاحتفاظ بها لأطول فترة زمنية.
- تبني موقف أكثر خطورة من غيرها.
- الموقف المرتبط بأعلى حمل عمل.

يجب على المقيم بعد ذلك التركيز على ما إذا كان يجب تقييم الذراع الأيمن أو الأيسر أو كليهما.

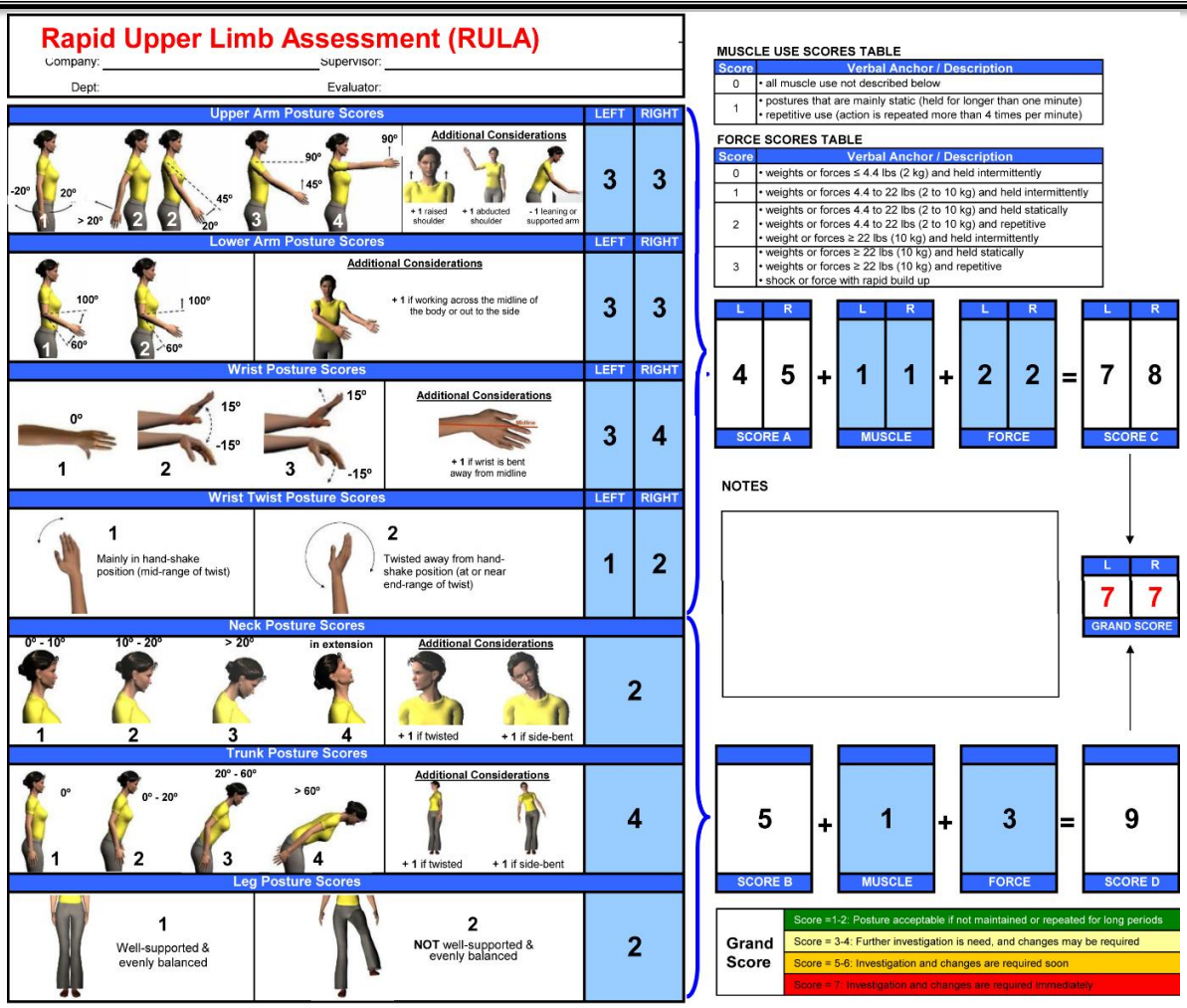
يلى ذلك بعد هذه المرحلة، للمقيم الانتقال إلى ورقة تسجيل النتائج فى صحيفة الرولا RULA Sheet

برنامج التحليل الرقمى:

تم استخدام برنامج ميكروسوفت اكسيل Microsoft Excelالاصدار2016 وذلك للتحليل الإحصائي لقراءات صحيفة الرولا والاستبيانات. واستخدم في ذلك Rapid Upperlimp Assesment Calculator Excel Sheet لحساب النتائج اليا والمقدم من The Ergonomics Center of North Carolina (Ergonomics Center, 2020)

(ISSN 2537-1061) (Print)

(ISSN 2537-107X) (Online)



شكل رقم (٧) بطاقة اكسل لحساب النتائج اليا

تجربة البحث Experimental Work

هدف التجربة:

استهدفت تجربة البحث قياس مستويات المخاطر الواقعة علي العمال باستخدام أداة سهلة الاستخدام وتتميز بمستوى دقة وموثوقية مقبولين علميا.

ـ تم اجراء التجربة من خلال الإجراءات التالية:

أـ تحديد الحالات والورش موضع الدراسة والبيئة المجودة فيها وتوصيف عينة الدراسة.

بـ تحديد أدوات التجربة .

ج ـ قياس مستويات المخاطر العضل هيكلية الواقعة علي عمال صناعة الحلى.

عينة الدراسة

أ ـ استهدف البحث في اختيار الحالات الدراسية ان يكون هناك انشطة عملية يدوية مختلفة من بين تلك الأنشطة المتكررة فى اعمال الصياغة. حتي نتمكن من قياس المخاطر الواقعة علي العمال من تلك الاعمال.

ب ـ استهدف البحث عدد من ورش منطقة الصاغة التى ابدى اصحابها والعاملين بها رغبة فى دعم البحث العلمي وفهم لاستخدامه في حل مشكلات الصناعة واقد اعطى اصحاب الورش موافقة كتابية على اجراء التجربة. ولكن الورش الثلاث التى شاركت في التجربة قد اشترطت الا يذكر اسم الورشة او اصحابها او أيا من العمال المشاركين في التجربة وأن تخفى وجوههم من الصور المستخدمة في البحث.

(ISSN 2537-1061) (Print)

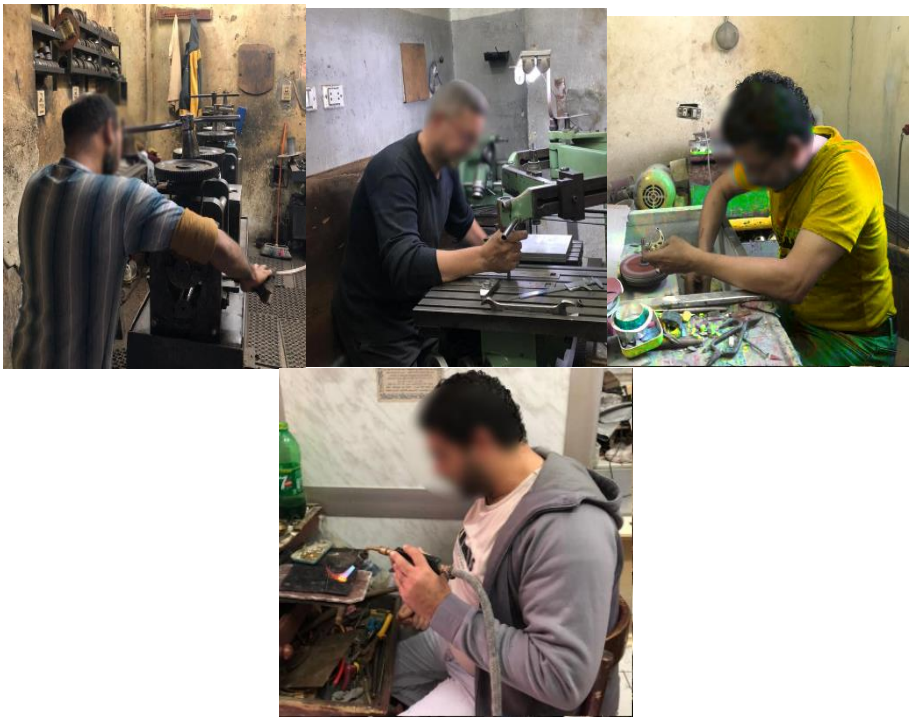
(ISSN 2537-107X) (Online)

ج – لا يوجد في أي من الورش التي خضعت للدراسة ادارات للأمن والسلامة في المؤسسات الصناعية حالات الدراسة على مقارنة القياسات إذا ما خرجت عن الحد المسموح والقياسات الدولية.

أ – الحالة الدراسية "ورشة صياغة المعادن"

ورشة الصياغة تختلف باختلاف الأنشطة التي تمارس فيها لكنها غالبا ما تكون مساحة مستطيلة متفاوتة الحجم مقسمة الي وحدات صغيرة (وهذه بالنسبة لنا هي مواقف العمل او مواضعه) وفقا لعدد الأنشطة التي تمارسها الورشة. يتم بداخل الورش عادة سبك وتقطيع المعدن وسحبه الى القياسات المطلوبة سواء فى اشرطة او اسلاك. أما تزج او مناضد العمل فتكون متجاورة فى مكان مستقل ولكنها قد تكون موجودة ايضا في نفس الورشة. ويتم على مناضد العمل كافة اشغال الصياغة من تقطيع وتشكيل ولحام. وعلى الرغم من ان معظم عمال هذه الورش لا يلاحظون ارتفاع مستوى الضوضاء ربما لتعودهم على هذه المستويات الضارة او لعدم ادراكهم لأضرارها، فهناك ارتفاع واضح تمت ملاحظته بصفة عامة في كافة الورش. ويضاف الى ذلك أيضا ارتفاع في مستوى الضوضاء في المناطق المحيطة بالورش ومعظمها يمارس فيه أنشطة صناعات معدنية يكثر فيها الطرق وعمليات التقطيع والأنهاء كالتجليخ والتنعيم ذات مستويات الضوضاء المرتفعة .

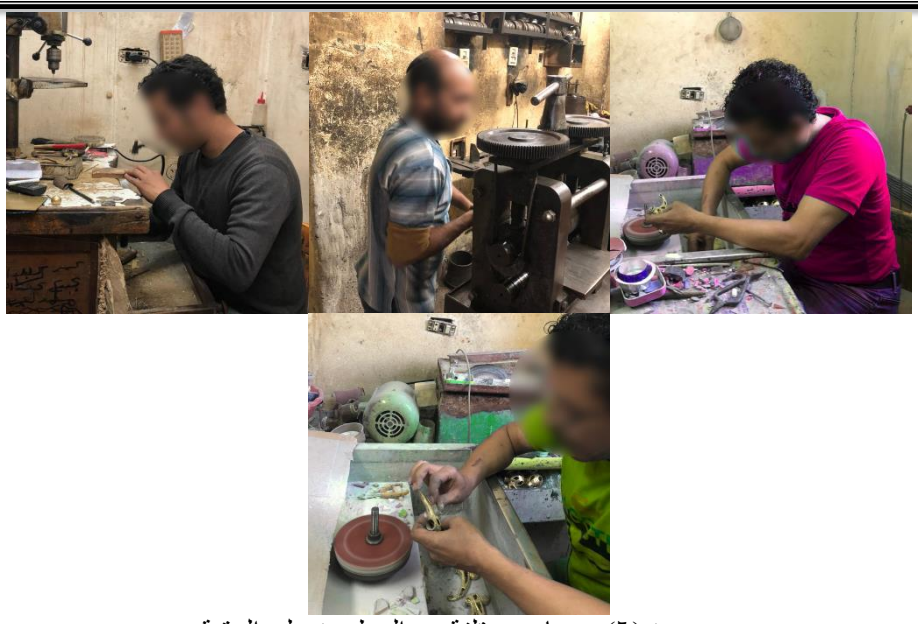
وهناك ارتفاع واضح في درجات الحرارة فى الورش اذ يتجاوز متوسطها ٢٨ درجة مئوية وقت اجراء هذه الدراسة. كما ان نسبة الرطوبة تتجاوز المعتاد (متوسط ٧٠% الى ٨٣%) مما يجعل بيئة العمل غير ملائم ويتسم بعدم مراعاة الورش لطبيعة العمل الذى يؤدى فيها. وتفتقر الورش الى وجود أجهزة لتكييف الهواء او للتحكم في الضوضاء الصناعية والرطوبة على الرغم من وضوح ملاحظة مخاطر الضوضاء وتأثير ذلك علي الممارسة الصحيحة للعمل " حيث تسبب الازعاج للعمال ".



صورة (٥) درجات مختلفة من الخطورة على المرفق

(ISSN 2537-1061) (Print)

(ISSN 2537-107X) (Online)



صورة (٦) درجات مختلفة من الخطورة على الرقبة

صورة (٧) درجات مختلفة من الخطورة على الرسغ

نتائج التجربة :

ـ تم رصد النتائج بالترتيب التالي:

أ ـ تسجيل قراءات صحيفة الرولا لكل عامل اثناء أدائه ٥ مهام محددة تم تثبيتها لكل العمال وهى:

- طرق شرائح صغيرة (١٠×٣سم) من المعدن لاستعدالها
- لحام حلقات سلسلة معدنية مكونة من ١٠ حلقات
- سحب سلك بقطر ١,٢ مم وطول ١٠٠ سم على درفيل سحب.
- تجليخ (تنعيم) أربعة احرف لشرائط معدنية (١٠×٣×٠,١٢ سم)
- نشر ٣ دوائر معدنية بقطر ٤ سم من شريحة مربعة ٥,٥×٥,٥ سم

يتضح من نتائج القياسات باستخدام صحيفة الرولا والملخص في جدول (٢) ان متوسط قياسات درجات الخطورة لمناطق الرقبة والرسغ أكثر منها في مناطق الجذع والذراع والساق لجميع العمال الخمسة عشر. ويشير ذلك الي ان العمال عرضة لإصابات عضلية

(ISSN 2537-1061) (Print)

(ISSN 2537-107X) (Online)

هيكلية في هذه المناطق اكثر مما يتعرضون له في المناطق الأخرى (الجذع والذراع والساق) حيث تتراوح ان درجات الخطورة لمناطق الرقبة والرسغ تتراوح بين ٥ :٩ بمتوسط ٦,٢ بينما درجات الخطورة للرقبة والجذع والساق تتراوح بين ٤ : ٧ بمتوسط ٥,٦ درجة. لكن كل المؤشرات تشير الى وجود مخاطر لوقوع إصابات عضلية هيكلية بين عمال هذه الصناعة في كافة مناطق الجسم الخاضعة للقياس مع اختلافات طفيفة.

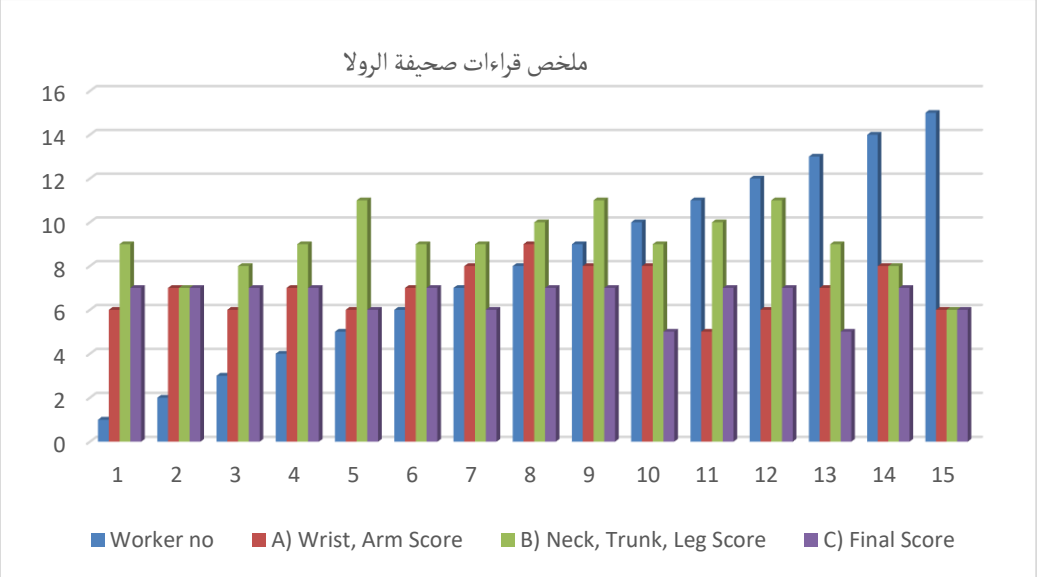
ونتيجة للممارسات اليومية في هذه الصناعة وما تتضمنه من حركات متكررة شبه دائمة الحدوث بين ارباب الصناعة بكل مستوياتهم الحرفية لارتباطها بأنماط العمل المطلوبة منهم يوميا. فتركيبة زوايا ميل أجزاء الجسم تتضمن تعقيدا كبيرا فعلى سبيل المثال فإنه في بعض الحالات كانت زاوية ميل الذراع من ٤٠ درجة الي ٨٠ درجة مع ميل الجسم وموقع الذراع السفلي ١١٠ درجة مع خروج الذراع جانب الجسم وزاوية ميل المعصم أكثر من ١٧ درجة مع ثني المعصم من خط الوسط وثني المعصم مع تطلب العمل الوقوف لفترات طويلة تبلغ أحيانا الأربع ساعات وحمل اوزان تتراوح بين ٣ الى ٨ كيلوجرامات مع تكرار هذه الأعمال والتعرض لنسبة ضئيلة من الاهتزازات. وتقل درجة الخطورة في مناطق الجذع والساق فهي في الأجمال تبلغ نحو ٩ درجات أما في الرقبة فيتراوح درجة الخطورة بين ٤ الى ٩ (بمتوسط ٥,٤) وهذا يعني ان هذا العامل عرضة للإصابات العضلية الهيكلية في الرقبة والجذع والساق بسبب الممارسات اليومية للعمل بهذه الطريقة حيث ان زاوية ميل الرقبة أكثر من ٢٢ درجة مع التواء حاد أحيانا الرقبة وزاوية ميل الجذع أكثر من ٥٠ درجة مع انحناء والتواء الجذع . ونظرا لكبر وثقل وزن الخامات المطلوب تشغيلها تصل الدرجة النهائية في تحليل صحيفة الرولا التي يحصل عليها العمال من الجدول هي ٧ وهذا ما يتطلب التوقف عن كافة هذه الممارسات اليومية والتغيير فورا الى مهام أخرى ان لم يكن التوقف التام.

جدول رقم ٢ يبين ملخص معدلات الخطورة لتحليل صحيفة الرولا لعدد ١٥ من عمال ورش الصاغة

Worker no	A) Wrist, Arm Score	B) Neck, Trunk, Leg Score	C) Final Score
1	6	9	7
2	7	7	7
3	6	8	7
4	7	9	7
5	6	11	6
6	7	9	7
7	8	9	6
8	9	10	7
9	8	11	7
10	8	9	5
11	5	10	7
12	6	11	7
13	7	9	5
14	8	8	7
15	6	6	6
Average	6.93	9.07	6.53

(ISSN 2537-1061) (Print)

(ISSN 2537-107X) (Online)



رسم بيانى (١) للجدول رقم ٢ يوضح تباين مستويات الخطورة

نتائج البحث Results:

اتفقت الدراسة الحالية مع العديد من الدراسات السابقة في ضرورة توفير قاعدة معلوماتية للعوامل المؤثرة والمتسببة فى خطورة على العمال اثناء عملهم ويكون كذلك من شانها التوعية للحماية من مخاطرها. كما اتفقت كذلك معها على ضرورة زيادة وعى العاملين والاداريين بعلم الارجنوميكس وعدم تجاوزها بما يضمن الحد من الإصابات العضلية الهيكلية المنتشرة بين عمال الصاغة على وجه الخصوص والعمال المصريين بشكل عام.

لقد كان واضحا من نتائج التجربة ومما تم رصده في الدراسات السابقة إن توفير الظروف المادية للعمل، والتصميم الجيد لموقع العمل بالاعتماد على مبادئ الهندسة البشرية سيساهم بقدر كبير في التقليل من مخاطر العمل ويؤدي إلى زيادة الإنتاجية وتخفيض تكلفة الإنتاج وتقليل ما ينجم من قلة الإنتاجية وسوء مستوى الإنتاج الناجم عن وجود المخاطر العضلهيكلية .

التأكيد على الباحثين فى مجال الارجنوميكس بضرورة العمل بوسائلهم المختلفة للحد من الخاطر الصناعية التي يتعرض لها العمال وغيرهم.

وتوصلت تجربة الدراسة إلى رصد معايير واضحة للهندسة البشرية لتصميم بيئة العمل داخل مصانع الحلى التي بموجبها يتوفر للعمال بيئة عمل آمنة وأداء مهارى في صناعة الحلى يتسم الانضباط والحفاظ على الجسم البشرى من الإصابات المهنية كما ان توفير كافة المستلزمات والأدوات في مكان العمل في متناول يد العامل وفى الموضع الصحيح قد يقلل الى حد كبير من التعرض لأصابات العمل وأوضاع العمل الصعبة Awkward positions.

لقد أوضحت الدراسة انه من المهم الى حد كبير حث العمال على تجنب التغير المفاجئ لاتجاهات الحركة وتوفير المجال الكافي لحركة العمال عند القيام بالعمل إضافة إلى الاستفادة الأمثل لمساحة العمل والاقتصاد بالوقت والحركة. وينبغى ان تضع الإدارات المعنية نصب اعينها ضرورة تدريب العمال على أوضاع العمل الملائمة وكذلك مواضع الخطورة سواء كان ذلك في مستوى الخطورة او زوايا الميل الزائدة التي يتعرض لها العضو. ونخص بالذكر هنا حركات الرقبة والرسغ اللذان يتعرضان لأكبر قدر من الخطورة ف هذه المهنة. فكلما تدرب العامل على وجود رقبته في وضع عمودى منتصب بمرونة كلماما أدى لذلك لتقليل مستويات الخطورة على النظام العضل هيكلى مع الاهتمام أيضا بعدم رفع الرأس للأعلى إذا كان ذلك من شأنه أن يجهد عضلات الرقبة.

كما كان واضحا أيضا مما اظهرته نتائج التجربة والدراسة الاستطلاعية تجاوز بيئة وظروف العمل لكل

(ISSN 2537-1061) (Print)

(ISSN 2537-107X) (Online)

المعايير الأمنة للعمل كما تبين من التحليل الإحصائي لبيانات قياس أداء العمال عدم وعيهم الكامل باعتبارات الارجنوميكس . واتضح أيضا أن مستويات الجودة في الحلي المصنوعة في بيئة عمل توافر فيها معايير وقواعد الهندسة البشرية اعلى من نظيره في الوحدات الصناعية الأدنى في توفيرها لمستويات مقبولة من اعتبارات الارجنوميكس البيئي والتنظيمي Samar Abu Dunia (2018)..

وواضح مما سبق أن استخدام صحيفة الرولا RULA Sheetكوسيلة لقياس كفاءة الأداء البشرى ملائم للغاية وقليل التكلفة نسبيا اذا ما قورن بوسائل تقييم العمل الأخرى ويوفر من النتائج ما يمكن التعويل عليه في تقييم أداء الأفراد وما ينطوى عليه عملهم من مخاطر قد تؤدى الى عواقب وخيمة ليس على العمال وحهم وانما أيضا على الصناعة ككل.

ويستوجب تطبيق اعتبارات الهندسة الابشرية في تقييم ورفع كفاءة الإنتاج والحفاظ على العمال من أية مخاطر قد يتعرضون لها.، فإنه من المهم للغاية توفير العناصر المادية (المقاعد و المناضد وأدوات العمل) التي تتلاءم مع طبيعة مواصفات جسم العامل او تعريض العامل الي زيادة حالات الإصابات والأمراض المهنية . ويتضمن ذلك الاهتمام بتصميم منضدة العمل (التزجة) والمقعد بحيث تكون مطابقة لاشتراطات الهندسة البشرية، في توفير وضعية جلوس ملائمة ومريحة للفرد.

إن تأمين الظروف المادية والبيئية الملائمة من حيث درجات الحرارة والرطوبة والإضاءة والاهتزاز والضوضاء علي وفق المعايير المتعرف عليها دوليا يضمن بيئة عمل توفر قدرا إضافيا من الأمان الصناعي يحفظ للعمال صحتهم في مواجهة مخاطر المهنة والاصابات العضل هيكلية . وستضمن ذلك استخدام أنظمة التهوية الصناعية مع عدم إهمال الإضاءة الطبيعية والاحتفاظ بدرجة الرطوبة القياسية والمعدلات المثالية للتهوية بين (٢٦ الى ٢٢) درجة مئوية صيفاً وشتاءً وهو ما يصعب الوصول إليها دون وسائل ضبط التهوية الصناعية .

المراجع References

1.Samar Hani Al-Said Abu Dunia (2018) Ergonomics of Interactive Environmental Advertising Design, Journal of Applied Arts and Sciences, Volume 5, Issue 4 - Serial Number of Issue 4, October 2018, Page 97-114 , (in Arabic)

2. Haitham Muhammad Jalal Muhammad Kamal (2017) Digital Technologies Participate in and Support the Design Process, Journal of Applied Arts and Sciences, Volume 4, Issue 4 - Serial Number of Issue 4 October 2017, Page 119-136, (in Arabic)

3. Abo Salem MA, et al. (2017), Prevalence & risk factors of musculoskeletal disorders among natural gas field workers, Egyptian Journal of Occupational Medicine, 41(1):19-33

4. Al Ali, Abdul Sattar Muhammad, (2006), Production and Operations Management, 2nd Edition, Dar Wael for Publishing and Distribution, Amman (In Arabic)

5. Arpit Gupta, et al. (2013) Dental ergonomics to combat musculoskeletal disorders: a review, Int. J. Occupation Safety Ergonomics;19(4):561-71,

6. Barling, J., & Frone, M. R. (Eds.). (2004). The psychology of workplace safety. American Psychological Association.
https://doi.org/10.1037/10662-000

7. Bridger, R. S., (2018) Introduction to human factors and ergonomics 4th edition., Boca Raton : Taylor & Francis, CRC Press,

8. Dan Growl, Editor (2013) Human Factors Methods for Improving Performance in the Process Industries, Wiley Interscience Publication

9.Dempsey AR, et al. (2007) The effect of

(ISSN 2537-1061) (Print)

(ISSN 2537-107X) (Online)

(2015), The impact of human engineering applications on reducing costs of industrial processes, Study in the General Company for Leather Industries, Journal of University of Human Development, Vol. 1 No. 1

16. Lynn McAtamney and E Nigel Corllett (1993) RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders, Applied Ergonomics Vol 24 No 2, pp 91-99

17. Zhang Le, et al. (2013), Digital human modeling for musculoskeletal disorder ergonomics researches in healthcare, 19th int. conference on industrial engineering and engineering management, Springer, Berlin, Heidelberg, Pages 1149-1156

18. Mark Middlesworth (2018), A Step-by-Step Guide Rapid Upper Limb Assessment (RULA) Ergonomics Plus Inc., retrieved from https://ergo-plus.com/wp-content/uploads/RULA-A-Step-by-Step-Guide1.pdf

19. Martin Helander (2012) A Guide to Human Factors and Ergonomics, Taylor & Francis Group, Boca Raton London New York

20. Neville A. Stanton, et al. (2014) Guide to Methodology in Ergonomics, Designing for Human Use, CRC Press, Taylor & Francis Group, London New York 2nd Ed.

21. Ruliati, Luh Putu et al. (2015) The ergonomics improvement on work conditions reducing fatigue and musculoskeletal disorders of rice milling workers in J village, International Conference on Electric Vehicular Technology and Industrial, Mechanical, technique change on knee loads during sidestep cutting. Med Sci Sports Exerc. 2007 Oct;39(10):1765-73.

10. Emel Ozcan, et al. (2011) Upper extremity work-related musculoskeletal disorders among computer users and effectiveness of ergonomic, Turkish Journal of Physical Medicine and Rehabilitation, Vol. 57(4)

11. Hazel Caparas, and Aura Matias (2018), A Task Analysis of Small-Scale Jewelry Craft Workers to Investigate the Effects of Work System Elements and Sitting Mobility on Body Discomfort, Conference: International Conf. on Applied Human Factors and Ergonomics,

12. John D. Lee, et al. (2017) Designing for People: An Introduction to Human Factors Engineering, 3rd Ed, Create Space Charleston, SC

13. Dennis R. Jones (2009) The Relationship between Working Conditions and Musculoskeletal/Ergonomic Disorders in a Manufacturing Facility, Proceedings of the International Conference on Ergonomics and Health Aspects of Work with Computers: 2009 Pages 56–60 retrieved from https://doi.org/10.1007/978-3-642-02731-4_7

14. Fereydoon Laal, et al. (2017) Evaluation of the influence of ergonomic intervention on the musculoskeletal disorders of Zahedan tailors, International Journal of Occupational Safety and Ergonomics Volume 23, Issue 3

15. Ghassan Qasim Dawood Al-Lami

(ISSN 2537-1061) (Print)

(ISSN 2537-107X) (Online)

preventing work-related musculoskeletal disorders, Appl. Ergon. 35(4):343-51, DOI: 10.1016/j.apergo.2004.03.001

26. Wenmin Zhua, et al. (2019), Applications and research trends of digital human models in the manufacturing industry, Virtual Reality & Intelligent Hardware, Volume 1, Issue 6, December 2019, Pages 558-579

27. Ahed J Alkhatib, et al. (May 2014), Occupational Exposure to Nickel, Cadmium and Copper Among Workers in Jewelry Manufacturing, European Scientific Journal. Vol.10 (15)

28. The Ergonomics Center (2020) RULA Calculator, retrieved on 20 January 2020from https://www.ergocenter.ncsu.edu/wp-content/uploads/sites/18/2020/02/ECNC-RULA-Calculator.xls

Electrical and Chemical Engineering, DOI:10.1109/ICEVTIMECE.2015.7496675

22. Shipra Gupta (2011), Ergonomic applications to dental practice, Indian J Dent Res 22(6):816-22, DOI: 10.4103/0970-9290.94677

23. Steven Shorrock et al. (2017) Human Factors and Ergonomics in Practice, Improving System Performance and Human Well-Being in Real World, Taylor & Francis Group, LLC

24. Urmi Salve (2015) Prevalence of musculoskeletal discomfort among the workers engaged in jewelry manufacturing, Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine 19(1), DOI:10.4103/0019-5278.157008

25. Whysall, Z J , et al. (2004) Processes, barriers, and outcomes described by ergonomics consultants in

(ISSN 2537-1061) (Print)

(ISSN 2537-107X) (Online)

Abstract:

Jewelry making is a profession inherited by Egyptians through the ages of ancient and modern Egyptian civilization. Despite the tremendous development in technologies and the existence of technological alternatives, manual skills have not disappeared yet, but we found that they come back to life from time to time, either to revive the heritage or because it is a heritage that does not die at all. The quality of jewelry made is linked to a number of factors; the skill and ability of the maker, factors related to the environment, working conditions and available resources. In order to reach a product that performs its aesthetic and usable functions, it must be durable, safe and easy to use. It has been noticed that there is a clear shortcoming as a result of ignoring human factors in the work environment. It was important therefore, to reach standards that govern the performance of jewelers and technicians and provide them with a methodological framework that guarantees them safety and ease in performance.

Keywords: Ergonomics , Anthropometry, Workplaces , Design Process, Quality, Rula Sheet

(ISSN 2537-1061) (Print)

(ISSN 2537-107X) (Online)