

الحقول المعرفية للأرغوميا التصميمية

Ergonomic analysis of the quality of social services provided to people with disabilities

د. مغار عبد الوهاب

قسم علم النفس

جامعة المسيلة

ملخص

يتناول هذا المقال موضوع الحقول المعرفية (الأنثروبومتري ، البيوميكانيكا) ، إذ على الارغومي معرفة هذه الحقول من أجل تصميم جيد للمنتج مع ضمان حسن الأداء و الراحة للعاملين ، و الاستعمال الآمن للمخرجات بالنسبة للمستهلكين و المحافظة على وسائل العمل (معدات ، الآت ، أجهزة ... الخ).
الكلمات المفتاحية: الحقول المعرفية، الارغوميا التصميمية، الاثروبومتري ، البيوميكانيكا.

Abstract

This article focuses on the fields of knowledge (ANTHROPOMETRIC, BIOMECHANIC), as the ergonomic knowledge of these fields for the good design of the product while ensuring good performance and comfort for workers, and the safe use of outcomes for consumers and maintain the means of action (equipment, machines, devices .. etc.).

Keywords: Cognitive fields , Ergonomics, Anthropometric , Biomechanics.

1 - نشأة و تطور الأرغنوميا

1-1: الأفكار الممهدة للأرغنوميا :

إن للأرغنوميا (الهندسة البشرية) مسارا عبر التاريخ ، حيث عرفت النشأة مع الانسان من خلال تلك الوسائل البدائية العصي و الاحجار... التي كان يعتمدها لأجل تكييف الطبيعة تارة و التغلب عليها تارة أخرى و كانت في كل تمفصلاته الإنمائية تعرف نموا بنمائه ، إلى أن ظهرت في بعض الأفكار التي مهدت لظهور هذا المصطلح ، على أن اصبحت من أهم التطبيقات العلمية في تصميم كل ما له علاقة بالإنسان و من أهم الذين مهدوا لظهور الارغنوميا هم.

أ - (كزينوفون Xénophon 426 - 355 ق م) كان أول من أهتم بسلسلة

العمل في صناعة الآلات الحربية

ب- (نيكوندر ديكولوفون Nicandre de colpho القرن الثاني ق م) أهتم

بدراسة التسمم بالرصاص، كما كتب العديد من الكتب في الطب، قدم العديد من النصائح وضح فيها كيف تعمل بشكل جيد . conseils pour « bien travailler ».

ج - (بن سيرة BEN SIRA 180، 130 ق م) وصف ودرس عمل الحدادين بالإسكندرية .

د - ابن سينا (980 - 1037 م) فيلسوف و طبيب ، برز في مجالات عديدة ، بما في ذلك التفاعلات بين الانسان و العمل.

هـ - (مايونيد Mimonide القرن 8) أهتم بتنفيذ العمل بما في ذلك السلوك الصحي في العمل احترام فواصل العمل ، تجنب الحمل الزائد ، و سوء المعاملة.

1 - 2 :المهندسين أسلاف الارغنوميا :

أ - (ليوناردو دي فنشي Léonard de vinci 1452-1519) وصف

جسم الإنسان بعناية (القياسات الجسمية) و اخترع الآلات التي تسمح للعامل أن

يتجاوز حدود رفع أو تحمل الأحمال ، الطيران و غيرها.

ب - (جيوفاني ألفونسو بورلي Giovanni Alfonso Borelli 1608-1679) يعتبر أب علم الميكانيكا الحيوية لتحليله حركات الجسم والجوانب الميكانيكية للعمل .

(جليوم أمنتوس Guillaume Amontons 1633 - 1705) صنع آلات و أدوات جديدة مخصصة للعمل : كانت تسهل الحرف و المهن (مقياس درجة الرطوبة ، والساعات المائية ، بارومتر ...) .

ج - (جون، د، ديزاجيلي John Theophilus Desaguliers 1683 - 1744) أجرى تجارب على العمال و قارن "القوة العضلية" مع " الطاقة البخارية " و " الطاقة الكهربائية " .

د - (شارلي دي كولمب Charles de Coulomb 1736-1806) قارن العمل البشري مع الأعمال الميكانيكية وأعمال الحيوانات و اجري أبحاثا على التعب البشري : ما هو الحد الأقصى من العمل الذي يمكن أن يؤديه العامل من دون تعب ؟

2 - أصل مصطلح الأرغنونيا (الهندسة البشرية)

هي كلمة تمت صياغتها في عام 1857 من قبل (ف ، جازترز بوفرزكي Jastrzebowski Wojciech 1799 - 1882) من بولندا ، هذا المصطلح المركب من كلمتين يونانيتين هما ergon وتعني "عمل" ، و nomos وتعني "قوانين" بمعنى قوانين العمل أو علم العمل ، و عليه فهو أول من استعمل هذا المفهوم في كتابه " موجز لبيئة العمل، أو علم العمل " ركز فيه على الحقائق العلمية المستمدة من الطبيعة، غير ان كتابه لم ينشر إلا بعد 100 سنة بحجة أنه بولوني.

و ظل الأمر شبه مجهول حتى عام 1949 عندما بدء الناس يسمعون من يردد كلمة الإرغونوميا Ergonomics لأول مرة، عندما استخدمها العالم الإنجليزي المعروف (ميوريل Murrell) الذي أكد على اشتقاق الاسم من اللفظين اليونانيين Ergon و Nomos مرة أخرى.

ثم شاع استخدام اللفظ على نطاق محدود من قبل مجموعه من العلماء البريطانيين والأوروبيين المهتمين بكفاءة الاستخدام اليدوي للمعدات العسكرية فيما تلى انتهاء الحرب العالمية الثانية. ودخل الإرغونومي (هندسة العوامل البشرية) مجال تصميم المنتجات وأماكن العمل منذ نحو أكثر من 60 عاما. وتم الاعتراف به واستخدامه والاعتراف بقيمته دوليا كواحد من أهم مقومات إعداد طلاب التصميم وتوفير بيانات التصميم في بناء المنتجات والنظم الصناعية. بل وتعد البيانات الإرغونومية وقياسات الجسم البشرى من أهم أدوات المصممين في شتى بقاع العالم¹.

3 - تعريف الأرغونوميا :

لقد اختلفت التعاريف و تعددت و هذا لتعدد مقتضيات استخدامها .

تعرفها جمعية الارغونومية الاوروبية بأنها بالتوافق والملائمة والمطابقة. التوافق بين البشر والأشياء التي يستخدمونها والأشياء التي يفعلونها والبيئة التي يعملون خلالها وينتقلون في أرجائها والتي يلهون ويلعبون فيها. إذا ما تحقق هذا التوافق والملائمة بشكل جيد فإن الضغوط التي تقع على البشر تقل. وسيشعرون بالراحة أكثر وسيتمكنهم أداء مهامهم أسرع وأسهل وسيقعون في عدد أقل من الأخطاء².

في هذا التعريف يقصد بالارغونومية ذلك التطابق الكلي بين الأفراد و البيئة التي تحيط بهم في شتى المجالات و سيشعر الأفراد كنتيجة لهذا التطابق بالراحة

النفسية أثناء نشاطهم مما ينجر عنه قلة في الحوادث .

يعرفها القاموس القانوني على أنها علم هندسي يتعلق بالملائمة الفيزيائية والنفسية بين الآلات والبشر الذين يتعاملون معها ويستخدمونها، و على الارغوميا ان يقيم هذه التفاعلات وان يحاول تحسين أدائها وان يقلل من الاجهاد وعدم الراحة، وتتضمن تطبيقات الارغوميا التصميم للسيارات وتحديد مواضع المفاتيح وعناصر التحكم والقياس في الماكينات.

هذا التعريف يعطي مفهوما آخر للأرغوميا ، ويحددها في أنها ملائمة بين جانب فيزيائي و آخر نفسي، و على الأرغوميا أن يحدد علاقة التفاعل بين (الآلة - فيزيائي-، و الانسان - نفسي-) ، و العمل دائما على تحسين هذه العلاقة و التفاعل .

يقصد بالأرغوميا عند عبد الرحمان عيسوي ذلك العلم الذي يشترك فيه علماء النفس و المهندسون، الذي يقصد به تصميم الآلات و الأدوات و المعدات الصناعية و تهيئة الظروف الفيزيائية المحيطة بالعمل، بحيث تتلاءم مع قدرات الإنسان في الاحساس و الإدراك ، بحيث تتفق مع قدراته النفسية و الحركية، ومع قدراته على التعلم، و مع أبعاد جسمه لتحقيق له الراحة و الأمن و الرضا عن العمل.³

ويعرفها (مونتمولين Montmollin) بأنها " تكنولوجيا الاتصالات في أنظمة البشر - الآلات " وهو بذلك يرى في الأرغوميا هي تكنولوجيا أقرب للتطبيق، أي أقل من علم ، لكنها أيضا أكثر من أسلوب.⁴

و عليه من مجموع التعاريف نخلص إلى أن الارغوميا التصميمية هي تطبيق الكم الهائل من المعلومات عن القدرات البشرية في تصميم الادوات و المعدات

و النظم و بيئة العمل للحصول على استخدام أمثل لو سائل العمل و المحافظة عليها من جهة و من جهة أخرى تكفل الراحة و الأمن للعاملين .

4 - تطبيقات الارغنوميا التصميمية

هناك العديد من تطبيقات الارغنوميا التصميمية في المجالات الصناعية والاجتماعية منها:

أ- أنظمة الطيران والفضاء :يتم تطبيق الارغنوميا في تصميم وتطوير وتشغيل وصيانة أنظمة الملاحة في مجال الطيران والفضاء في المجالين المدني والعسكري .

ب - تكون مجالات الارغنومية التصميمية ملائمة من أجل تغطية احتياجات المتقدمين في السن من أجل تأمين الكثير من التسهيلات لهم في الحياة اليومية.

ج- الإتصالات :تدرس جميع ما يتعلق بطرق اتصال الإنسان مع الإنسان متضمناً جميع تقنيات وسائط الاتصال المختلفة بما فيها اتصالات الوسائط المتعددة، وخدمات المعلومات و تطبيقات شبكات الإتصال السريع، وتطبيقات هذه الاتصالات في مجالات التعليم، الطب، الأعمال، ورفع الإنتاجية وجودة الحياة للأفراد.

د- أنظمة الحاسوب ، تتدخل الارغنومية التصميمية في :

- أنظمة تفاعل الإنسان والحاسب خاصة في مجال تصميم واجهات التخابط.

- معالجة البيانات وتتضمن اختيار الأفراد وتدريبهم وإجراءات العمل.

- تصميم برامج الحاسوب.

هـ - المنتجات الاستهلاكية: تطوير منتجات تكون مفيدة وقابلة للاستخدام بشكل آمن ومرغوب به.

و- المهن التعليمية: تدريب وتطوير المختصين في مجال الأرغنونيا التصميمية في المؤسسات الصناعية والأكاديمية والحكومية. التركيز على منح شهادات في الأرغنونيا التصميمية والتطوير المستمر للمهارات للراغبين في متابعة التدريب وتحصيل المعرفة في مجال الأرغنونيا التصميمية.

ي- تصميم البيئات: تتدخل الأرغنونيا التصميمية بشكل رئيسي في تصميم البيئات المختلفة معمارياً وداخلياً في البيت والعمل والمكتب من أجل تسهيل العمل وقضاء الوقت فيها.

ة - الأرغنونيا التصميمية في الصناعة: يتم تطبيق الأرغنونيا التصميمية في الصناعة من أجل تحسين الأمان في العمل، وتحسين الإنتاجية، ورفع جودة العمل.

س- الأنظمة الطبية والأشخاص ذوي الاحتياجات الخاصة: تعمل الأرغنونيا التصميمية على رفع السوية الصحية وتحسين أنظمة العلاج والأجهزة الطبية وجودة الحياة اليومية خاصة للأفراد ذوي الاحتياجات الخاصة.

ص- تصميم الهيكلية للمؤسسات: تحسين الإنتاجية وجودة الحياة عن طريق دمج العوامل التقنية والفيزيولوجية والثقافية مع عوامل الأفراد (الأداء، التقبل، الحاجات، والحدود) في تصميم الأعمال، ومنصات العمل، وما يتعلق بها من أمور إدارية وتنظيمية في مكان العمل.

ع - الفروقات الشخصية بين الأفراد: تأخذ الأرغنونيا التصميمية بعين الاعتبار الفروقات بين الأفراد التي تؤثر على الإنتاجية بشكل عام.

ف- الأمان :تجري العديد من الأبحاث في مجالات تأثير الأرغنومية التصميمية على الأمان والحد من الإصابات في جميع مفاصل الحياة سواء في العمل أو المواصلات أو المكاتب أو أماكن الخدمات العامة أو أماكن التسلية أو المنزل. عوامل بشرية.⁵

5 - الحقول المعرفية للأرغنوميا

1-5 - الأنثروبومتري ، Anthropometry :

و تعرف كذلك بإسم (القياسات الجسمية)، هي العلم الذي يدرس قياس أجزاء الجسم البشري من الخارج.⁶

و هو مصطلح يهتم بقياسات الجمجمة و طول القامة و بقية الخصائص الجسمية . أشتق هذا المصطلح من الأصل الاغريقي Anthrop = إنسان و Metrikos = قياس، و استقل هذا العلم بذاته سنة 1870 على يد عالم الإحصاء البلجيكي (كيتلات، Quetelet).⁷

وتكمن أهمية القياسات الجسمية في :

- تقويم الحالة الراهنة للعاملين عن طريق التعليم و التدريب.
- تزودنا القياسات الانثروبومترية بنسب و معدلات التغير التي تطرأ على الافراد خلال المسار المهني .
- زيادة المعرفة عن الأفراد.⁸
- تحسين عملية التدريب.
- استخدام نتائج القياسات الانثروبومترية في تصميم مواقع العمل و مراكز تواجد العاملين .
- تستخدم نتائج بعض القياسات الأنثروبومترية في الوقت الحاضر في تحديد

نمط الجسم وفقا للطريقة المعروفة باسم نمط الجسم الأنثروبومتري (لهيث وكارتر
Anthropometric.Somatotype The Heath- Carter

- أغراض القياس الأنثروبومتري :

- التعرف على معدلات النمو الجسمي لفئات العمر المختلفة ومدى تأثير
هذه المعدلات بالعوامل البيئية المختلفة.

- اكتشاف النسب الجسمية لفئات العمر المختلفة.

- التحقق من تأثير بعض العوامل مثل :الحياة المدرسية، نوع وطبيعة
العمل، والممارسة المهنية على بنيان وتركيب الجسم.

- تعيين الصفات والخصائص الجسمية اللازمة للخدمة في بعض المجالات
كالقوات المسلحة والشرطة.

- التعرف على الصفات والخصائص المورفولوجية الفارقة بين الأجناس
والسلالات المختلفة.

- الشروط الأساسية لتنفيذ القياسات الجسمية بنجاح:

- أداء القياس بطريقة موحدة.

- تنفيذ القياس الأول والثاني إذا كان هناك إعادة للقياس بنفس الأدوات.

- أن يكون الشخص الذي تجري عليه القياسات بدون ملابس يسمح له
بارتداء المايوه فقط.

- المعرفة التامة بالنقاط التشريحية التي تحدد أماكن القياس.

- الإلمام التام بطرق استخدام الأجهزة المستعملة في القياس

- مكان القياس يجب أن يكون ذو إضاءة جيدة، ودرجة حرارة متوسطة لا تقل
عن $16^{\circ} - 18^{\circ}$ على أرضية مسطحة.

- الوقت المناسب للقياس هو الصباح الباكر والشخص جائع، أو 3 ساعات بعد الأكل .

- العوامل المؤثرة في القياسات :

- البيئة : تعد من العوامل المهمة والمؤثرة في القياسات الجسمية، حيث أثبتت الدراسات والبحوث أن تراكيب الجسم البشري يختلف من بيئة إلى أخرى اختلافا نسبيا، وقد يرجع تفوق بعض الأجناس البشرية في بعض الأنشطة إلى تأثير البيئة في قياساتهم الجسمية ، كما أن هناك عوامل بيئية تؤثر في نسب أجزاء الجسم مثل درجة الحرارة و الارتفاع عن مستوى سطح البحر .

- الوراثة: تعني مجموعة من الصفات تحدد بالمورثات حيث تعمل على نقل الصفات الوراثية من الوالدين إلى الجنين، فنجد أن بعض الأشخاص يرث بعض الصفات الجسمية والبدنية كما يتضح ذلك في اختلاف الطول اختلافا كبيرا بين أفراد الجنس البشري التي تعكس الخواص الوراثية للفرد .

- التدريب: يعد التدريب الرياضي أحد العوامل المؤدية إلى تغيرات أنثروبومترية في جسم الرياضي وأن ممارسة أي نوع من أنواع الأنشطة بانتظام ولمدة زمنية طويلة تكسب الفرد بعض التغيرات في الشكل الخارجي للجسم على وفق طبيعة ذلك النشاط .⁹

- الأبعاد الأنثروبومترية :

إن دراسة أبعاد جسم الإنسان في الحالات المختلفة تكشف أن هناك اختلافات بين المجموعات البشرية من منطقة لأخرى ، فإذا كانت الأرغنوميا التصميمية تسعى إلى تكييف العمل من أجل العامل في حدود قدراته و أبعاده الخاصة، فإنه من الضروري ومن مستلزمات تحقيق هذا التكيف هو القياس المناسب لأبعاد الفرد، لذلك فإن تحديد الأبعاد الأنثروبومترية تمثل ضرورة و محددًا أساسيا يتم

على نتائجه تصميم بيئة العمل بجميع مكوناتها المادية خاصة و في جميع الوضعيات، مع مراعاة الفروق الفردية لكلا الجنسين (الرجل ، المرأة).

إن قياس الأبعاد الانثروبومترية وفي جميع مناحي الحياة و المجالات المهنية، أصبحت جد ضرورية، حيث أن عددا واسعا من مجالات الخدمة و استهلاك المنتجات، في تصميمها يعتمد على الأبعاد الانثروبومترية للإنسان، منها السيارات، الألبسة، المعدات، التأثيث و الرياضة و حتى الاسلحة ... الخ .

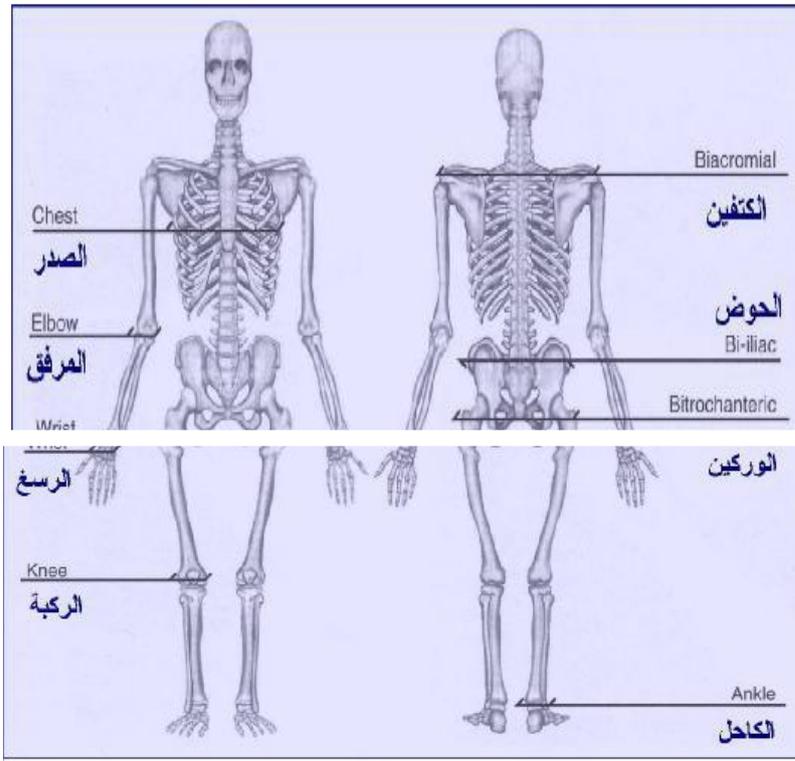
- معايير أهم القياسات:

تعد القياسات الجسمية أحد أهم المحددات التي تساهم في التصميم الأرغنونمي، وعليه فإن الأبعاد الجسمية تقاس بالوزن أو الطول وتحدد على النحو التالي :

- قياس الوزن : يقاس بواسطة ميزان خاص بالأوزان.
- قياس الطول : يقاس بواسطة أحد أدوات قياس الطول.
- طول الجزء العلوي: من وضع الجلوس طولا والظهر مواجه مع مراعاة أن يكون الرأس معتدلا والنظر للأمام وحساب طول الجذع.
- الطول الكلي للذراع :يقاس بوضع شريط القياس من القمة الوحشية للنتوء الأخرومي لعظم اللوح وحتى طرف أسفل نقطة من السلامية السفلى للإصبع الأوسط.
- طول الساعد: يقاس من خلال النتوء الوحشي لعظم مفصل المرفق وحتى النتوء الوحشي لعظم الزند عند تمفصله مع الرسغ.
- طول الفخذ: من منتصف رأس عظم الفخذ وحتى النتوء الوحشي لتمفصل عظم الفخذ مع الركبة.
- طول الساق: من منتصف تمفصل عظم الفخذ مع الركبة وحتى الكعبرة.

قياس العروض :

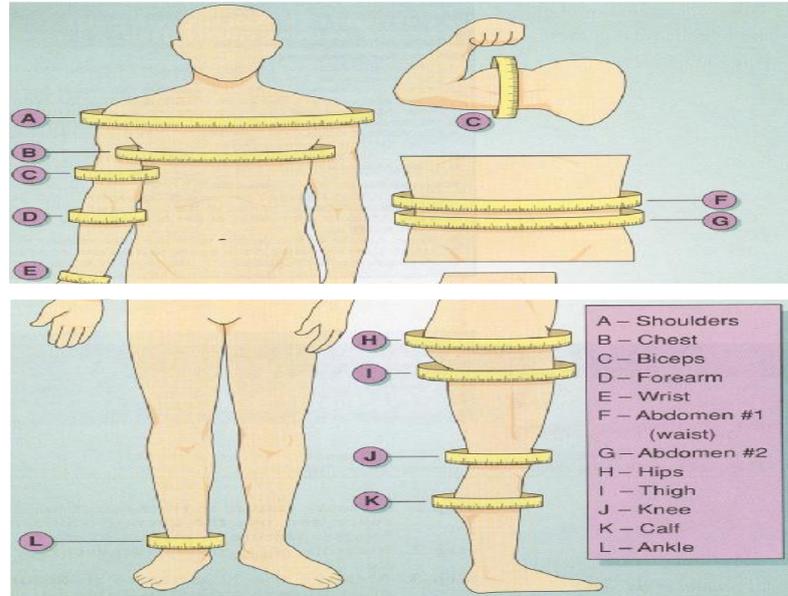
- عرض الكتفين: يقاس عرض الكتفين بوضع الشريط على القمتين الوحشيتين للنتوين الاخروميين لعظمي اللوحين .
- عرض الصدر: يقاس بوضع فكي البرجل على الامتداد العرضي للنقطة الصدرية المتوسطة على جانبي القفص. الصدري مع تحريك الفكين أسفل وأعلى حتى نحصل على اكبر عرض للصدر.
- عرض الحوض: يقاس على اكثر نقطتين متقدمتين امام على الجانب.
- عرض رسغ اليد: المسافة بين عظمي الكعبرة والزند واليد ممدودة
- عرض الوركين: المسافة بين المدورين الكبيرين.



شكل رقم (1) بين المواقع التشريحية لقياس عروض أجزاء

قياس المحيطات :

- محيط الفخذ: يقاس من وضع الجلوس على المقعد والقدمان باتساع الحوض وبوضع شريط القياس على الفخذ بحيث يكون أفقيا من الأمام وكذلك في المنطقة من الخلف بحيث يلف الشريط في المنتصف الفخذ.
- محيط الكتفين: أقصى محيط عبر العضلات الدالية في كلا الكتفين الأيمن والأيسر بينما الذراعين متدليين إلى جانب الجسم.
- محيط البطن: أصغر محيط للبطن فوق الصرة بـ 2 إلى 3 سم.
- محيط رسغ اليد: أصغر محيط لرسغ اليد فوق عظمي الكعبرة والزند والكف لأسفل.
- محيط العضد: من وضع الانبساط ومن وضع التقلص.
- محيط سمانة الساق: تقاس حول أقصى محيط الساق.
- محيط الوركين: تقاس أفقيا حول الوسط إذ يمر الشريط فوق البروزين الحرقفين لعظم الحوض ومن الخلف من عظم المنطقة القطنية ، أي الفقرة الثالثة للعمود الفقري ومن الأمام فوق الصرة.



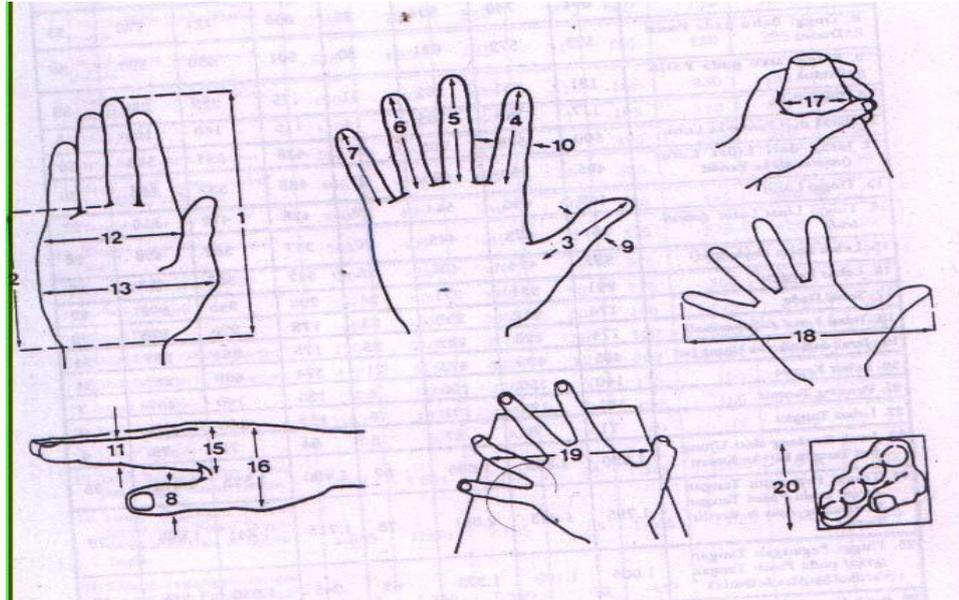
شكل رقم (2) يبين المواقع التشريحية لقياس محيطات أجزاء الجسم

العضلة العضدية ذات الرأسين ،الفخذ C ، الصدر B ، الكتفين A:
 الفخذ، I ، الوركين H ، البطن G ، الخصر F ، الرسغ E ، الساعد D ،
 الكاحل L، الساق K ، الركبة J¹⁰ .

أما مساحة سطح الجسم (Body Surface Area) وهي تمثل في الواقع
 المساحة التي يشغلها الجلد، ويتم الحصول على مساحة سطح الجسم من خلال
 استخدام معادلة دوبوي (Dubois)، على النحو التالي :

مساحة سطح الجسم (م) = (الوزن (كلغ) × الطول (سم)).¹¹

و تحرص الدول و خاصة المتقدمة على أن تضع متوسطات قياسية للأبعاد
 الأنثروبومترية للمواطنين حتى تستثمر في كل ما ينتج من سلع و خدمات
 للاستهلاك ذي العلاقة بهذه الأبعاد .



شكل رقم (3) يبين المواقع التشريحية لأبعاد اليد

مثال على استخدام الأنثروبومتري:

أ - قرّر أولاً من المستخدم الذي تصمم له ؟

يعطي جدول قياسات الأنثروبوميترى قياسات أعضاء الجسم المختلفة للرجال والنساء، وتقسّمها حسب الجنسيات المختلفة ومجموعة أعمار من الأطفال الرضع إلى المسنين. لذا أولاً تحتاج معرفة بالضبط لمن تصمم. إنّ مجموعة الناس الذين تصمم لهم تدعى المستخدمين .

ب - قرّر أيّ مقاييس جسم ذات العلاقة بمنتجك.

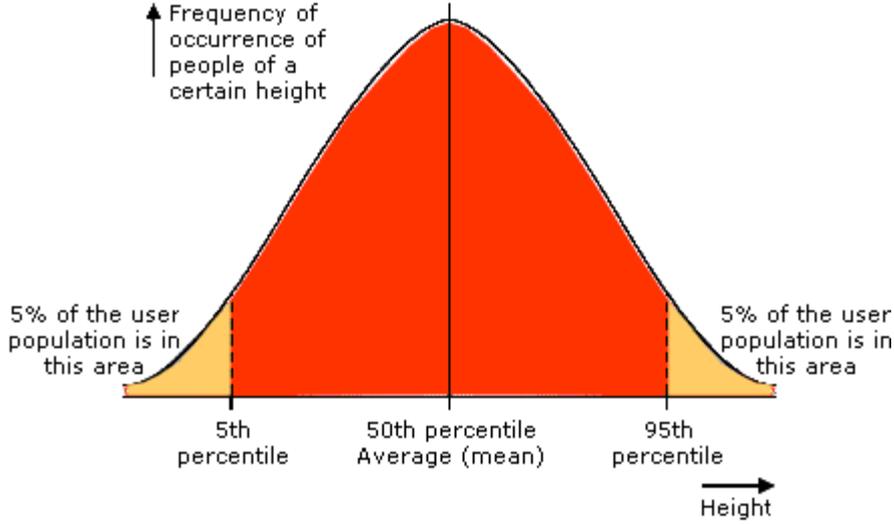
تحتاج لمعرفة أجزاء الجسم ذات العلاقة بتصميمك. على سبيل المثال، إذا أنت تصمم هاتف نقال تحتاج لمعرفة العرض وطول اليد، حجم الأصابع، بالإضافة إلى قطر القبضة. لن تهتمّ بالارتفاع أيضاً أو وزن المستعمل (ولو أنّ وزن الهاتف قد يكون مهم من الناحية التسويقية)

ج- إنظر لجدول الأطوال "المتوسطة" (جدول 1) التي تغطي 90 % من المجتمع الذي ستصمم له الهاتف

جدول رقم (1) يبين القياسات الانثروبومترية لليد "بالمليمترات"

الطول اليد		إرتفاع القامة		العمر
الذكور	الإناث	الذكور	الإناث	
155	155	1430	1440	11
165	165	1490	1500	12
190	175	1550	1550	13
190	175	1630	1590	14
195	180	1690	1610	15
195	180	1730	1620	16
200	180	1750	1620	17
200	180	1760	1620	18

أما 10% المتبقية فهي تتوزع منها 5% على الأيدي الكبيرة ، و ما يساويها على الأيدي الصغيرة .



رسم بياني رقم (1) يبين التوزيع الطبيعي للأبعاد الأنثرومترية

إن الرسم البياني متماثل - حيث 50% من الأفراد تنحصر أبعادها الجسمية بين المتوسط و الأكبر و 50% من المتوسط و الأصغر. و يتضاءل الرسم البياني في أطرافه، هذا يدل على أن هناك تطرف في المقاييس الجسمية لبعض الأفراد سواء المتناهية في الصغر أو الكبير، و يمثل هذا التطرف 5% في الاتجاه الصغر و مثله في الكبير. لذا، نحتاج أيضا للمعرفة سواء كنا نصمم لكل المستعملون المحتملون أو فقط هؤلاء فوق أو دون معدّل الأبعاد.

على سبيل المثال، إذا كنّا نصمم مدخلا لمنزل أو مكان ما فإننا نركز على ارتفاع القامة، وعرض الكتف، وعرض الفخذ (الورك) الخ، وإذا ما صممنا هذا لشخص متوسط، فإن نصف الناس الذين يستعملون المدخل سيكونون أطول من هذا المعدل ونصفهم الآخر سيكون أعرض، حيث أن الأفراد الأطول ليسوا

بالضرورة الأعراض، فإن أكثر من نصف الذين سيستعملون هذا المدخل سيضطرون إلى الانحناء أو المرور بجانبهم لعبور المدخل، لذا في هذه الحالة نحتاج لاستخدام أبعاد الأفراد الأعراض والأطول لضمان مناسبة المدخل لكل الأشخاص .¹²

2-5 - البيوميكانيك (الميكانيكا الحيوية)

إن دراسة حركة الجسم البشري مرت بمراحل عديدة ، وكانت هذه الدراسات على علاقة بتطور الاجهزة ، فبالقدر الذي تتطور فيه الاجهزة يرافقه في ذلك تطور في فهم حركة الانسان ، سواء في الحياة العامة أو المهنية .

- تعريف البيوميكانيك

و يقصد بالبيوميكانيك ذلك العلم الذي يبحث في حركة الكائن الحي من جميع النواحي(التشريحية، الفسيولوجية، النفسية، البدنية، الميكانيكية والفيزيائية).¹³

و يرجع أصل كلمة البيوميكانيك الى المصطلح الاغريقي biomechanics وهي مكونة من كلمتين bio : وتعني الحياة و mechanic التي تعني الوساطة أو الأداة و مركب الكلمتين يعني (الآلة الحيوية) وهو العلم الذي يبحث في حركة الأجسام الحية والمادية من وجهة القوانين المادية من دون استثناء .

ويعرفه حامد بأنه: العلم الذي يقوم بدراسة الأداء الحركي للإنسان بغرض الوصول بالأداء إلى أعلى مستوى تسمح به إمكانات وطاقات البشر.¹⁴

- أهداف البيوميكانيكا:

يهدف علم البيوميكانيك إلى دراسة جسم الانسان و كأنه آلة، و ذلك بتطبيق طرق القياسات المختلفة كقياس ابعاد الجسم البشري، و قياس القوى المؤثرة على

- الهيكل العظمي لجسم الانسان، لذا فهذا العلم جامع لأساسيات علوم الهندسة، علم التشريح و علم وظائف الأعضاء و تتمثل الأهداف في العناصر التالي :
- البحث العلمي وفق تقنيات الأرغنوميا التصميمية وذلك لتحديد المجال الامثل للوظيفة.
 - تحديد القوانين الميكانيكية التي تحكم الأداء الحركي في كل مهنة.
 - تطوير مناهج البحث الخاصة بالميكانيكية الحيوية (تطوير أجهزة . استخدام أدوات . وضع قوانين).
 - بحث طرق الأداء الأفضل في مختلف الأنشطة.
 - تطوير واكتشاف انسب الطرق لتعليم وتدريب الحركات .
 - وضع اختبارات موضوعية لتقييم الحركات وذلك للتعرف على أخطاء الأداء واكتشافها إثناء الأداء .
 - وضع التدريب (القوى و السرعة بالأدوات والأجهزة الحديثة أو بدون وفق المعايير الميكانيكية وقواعد وقوانين الحركة.
 - إجراء الدراسات المقارنة بين الأداء الموجود والأداء القائم باستخدام الأداء الحركية.¹⁵
 - مجالات ودراسات البحث في علم البيوميكانيك :
 - يدرس حركة وسكون الأجسام المختلفة الأحجام والخصائص
 - يبحث في الحركة النسبية للأجسام مستخدمة مقوماتها وشتى صورها وكذلك سكونها النسبي .
 - يبحث في حركة جسم الإنسان أو الحيوان أو بعض أجزائها بطريقة موضوعية ملموسة سواء على الأرض أو في الفراغ الخارجي بهدف إيجاد وتحديد التكنيك المثالي.

- يدرس القوى الداخلية والخارجية المتعلقة بحركة الجسم الإنساني بهدف الوصول إلى الكفاءة الحركية
- يدرس تطبيق القوانين الميكانيكية على الجسام الحية وخاصة على الجهاز الحركي لجسم الإنسان
- يقوم بدراسة الأداء الحركي للإنسان بغرض الوصول بالأداء إلى أعلى مستوى تسمح به إمكانيات البشر
- يدرس الأسس الميكانيكية للنشاط العضلي البيولوجي ودراسة المبادئ والعلاقات المتواجدة.¹⁶

- تطبيق مبادئ الميكانيكا الحيوية في المصانع وأماكن العمل

- يعتبر هذا العلم - تطبيق علوم الحركة على الأعمال (ergonomie) - من العلوم الحديثة والتي تهدف إلى توفير الوقت في العمل وجعل مكان العمل والأدوات المستخدمة أكثر فاعلية عن طرق جعلها أكثر راحة وأسهل استخداماً وأكثر أماناً بالنسبة للعمل .
- أمثله على أنواع الحركة أثناء العمل :
- قوام الجسم أثناء العمل (posture) .
 - قياسات جسم الإنسان ومدى تلائمها مع العمل المطلوب (anthropometry) .
 - المتطلبات الجسديه للعمل (physical demand) .
 - تحليل الوقت (time analysis).... ومعرفة الوقت المطلوب للإنتاج (predetermined time analysis)
 - معرفة كمية الطاقه المبذوله في عمل ما (energy expenditure) .

- الوقت المفروض لأخذ راحة كافيته أثناء وبعد العمل (fatigue\rest cycle).
- بعض الاصابات الناتجة عن تكرار استخدام أداة ما .. فى شكل معين ..
- لوقت طويل (cumulative trauma).

خطوات التحليل الحركى داخل أماكن العمل :

- تجميع معلومات عن طبيعة العمل.
- تقسيم العمل الى مراحل .
- دراسة كل مرحلة لمعرفة العوامل المؤثرة على العامل .
- تحويل المرحلة الى أدوات ومعدات مستخدمة .
- القياسات داخل مكان العمل :-
- قياس الارتفاعات للمهمة المطلوبة (work surface height) .
- قياس المسافة بين العامل وأدواته .
- معرفة مميزات سطح مكان العمل .. مثل .. الانزلاق - مدى الصلابة - وجود حواف حادة ... أم لا .
- قياس درجة الحرارة ومدى التعرض لها ... وجود اهتزازات ناتجة من جهاز أم لا .
- هذا بالإضافة الى قياسات قوى العضلة ومدى الحركة للمفاصل .
- ايجاد حلول للمشكلات داخل مكان العمل :-
- أولاً معرفة العوامل المؤثرة ومدى الضرر منها .
- قياس ذلك الضرر ومقارنته بالمعدل الطبيعى والذى يتعلق بأمان العامل (درجة الاهتزاز).
- مدى صعوبة المهام المطلوبة .
- ترتيب المشاكل حسب الأولوية .

- حل المشاكل بالترتيب.

تحليل المتطلبات الجسمانية :-

- معرفة متطلبات العمل من قدرات وإمكانيات لتحقيقه على أكمل وجه ولوضع العامل المناسب في العمل المناسب "fit" والذي يجعل العامل يعمل في وضع آمن .

- توقع الوقت المطلوب لتحقيق عمل ما (predetermined time) وذلك عن طريق تقسيم المهنة الى عدة حركات وإعطاء كل حركة وقت .. ومعرفة تأثير الأدوات المستخدمة على هذه الحركات وعلى الوقت المطلوب لتنفيذها لجعل انتاجية العمل أسرع (وقت أقل) .

معرفة الطاقة المبذولة (energy expenditure) :

- وتعتمد على معرفة قدرات العامل ومميزاته وعلى طبيعة المهمة المطلوبة .

معرفة الوقت المطلوب لجلب الراحة الكافية (fatigue\rest cycle) :

- وهو توقع الوقت المطلوب للراحة لجعل العامل يعود أكثر نشاطا الى العمل دون اجهاد .

- تحليل وضع العامل وقوامه ووقفته أثناء العمل .¹⁷

خاتمة

إن النتائج التي توصل لها كل من علم قياس أبعاد الجسم (الأنثرومترى) و علم الميكانيكا الحيوية (البيوميكانيكا) عن الجسم البشري و الآثار السلبية التي تنتج عن الوضعيات المهنية التي لا تحترم أبعاد هذا الجسم سواء في الحركة أو السكون، أصبح من الضروري جدا على المهندس البشري (الأرغنومي)، أن يكون ملما بتفاصيل هاذين العلمين لأجل توظيف الحقائق العلمية في تصميم مواقع و أدوات العمل .

المراجع

- 1 . dimatop.yoo7.com/t317-topic
- 2 مفاهيم و مصطلحات الارغنومية، مركز معلومات ارغنومية التصميم -www.ergo-eg.com/2.php
- 3 عبد الرحمان عيسوي، علم النفس و الإنتاج، مؤسسة شباب الجامعة ، مصر، ص 322 .
- 4 نجم عبود نجم، دراسة العمل و الهندسة البشرية، دار صفاء للنشر و التوزيع ، عمان 2012 ، ص 222 .
- 5 <https://ar.wikipedia.org/wiki/>
- 6P.Andre dowart, Djacques Bourneuf: Ptit Larousse de la médecine, librairie arousse, paris, France, 1990, p502.
- 7 بوحفص مباركي، العمل البشري دار الغرب للنشر و التوزيع ط 2 ، 2004 ، ص 155 .
- 8 محمد إبراهيم شحاتة، محمد جابر بريقع :دليل القياسات الجسمية واختبارات الأداء الحركي، منشأة المعارف، الإسكندرية، مصر، 1995، ص 10.
- 9 دمدوم حمو، علاقة الأنماط الجسمية ببعض الصفات البدنية عند لاعبي الكرة، مذكرة ماستر جامعة بسكرة 2011-2012 ، ص ص 17-18.
- 10 هزاع بن محمد الهزاع، القياسات الجسمية (الأنثروبومترية) للإنسان، جامعة الملك سعود - الرياض - المملكة العربية السعودية، ص ص 10-11.
- 11 هزاع بن محمد الهزاع ، مرجع سابق.
- 12 www.ergo-eg.com/Data/41.doc
- 13 محمد محمد عبد العزيز احمد، مقدمة في الميكانيكا الحيوية، ص faculty.ksu.edu.sa/2
- 14 بن حديد يوسف ، تقويم بعض الخصائص الكينيماتيكية لحركة السباح ، أطروحة دكتوراه ، جامعة الجزائر (3) 2011-2012، ص 69.
- 15 محمد محمد عبد العزيز احمد مرجع سابق، ص 69.
- 16 بن حديد يوسف ، مرجع سابق، ص 71 .
- 17 التحليل البيوميكانيكي للعمل و المنتجات www.ergo.eg.com

