الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

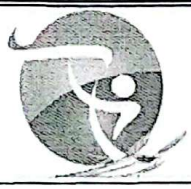
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة مصطفى اسطمبولي

كلية العلوم الإنسانية والاجتماعية

Université MUSTAPHA STAMBOULI de Mascara

Faculté des sciences Humaines et sociales



قسم: علم النفس وعلوم التربية

الدكتور: لعجيلات يوسف

الدرجة العلمية: دكتوراه علوم

السند البيداغوجي الخاص بمقياس:

الأرغونوميا التصميمية

موجه لطلبة السنة: أولى ماستر علم النفس العمل والتنظيم وتسيير الموارد البشرية

فـــــرع: علم النفس

ميـــــدان: علوم اجتماعية

عدد صفحات السند (مع احتساب الواجهة وما تلاها): 122 صفحة

لجنة تحكيم السند:

الرقم	اسم ولقب الأستاذ	الرتبة	جامعة الانتماء
01	بلال ريم	أستاذ التعليم العالي	جامعة معسكر
02	بحرة كريمة	أستاذ محاضر " أ"	جامعة معسكر
03	حمامة عمار	أستاذ محاضر " أ"	جامعة الوادي

السنة الجامعية :2025/2024

الجمهوريـــــة الجزائـريـــة الديمقراطيـــة الشعبيـــة
وزارة التعليم العـــالـــي و البحـــث العلمـــي
جامعة مصطفى اسطمبولي معسكر

كلية العلوم الإنسانية والاجتماعية
المجلس العلمي للكلية
الرقم : 78 / م ع /ك ع إ إ/ ج م ا /2025

معسكر في 10 جويلية 2025.....

مستخرج من محضر اجتماع
المجلس العلمي للكلية
رقـــم : 74 المؤرخ في 2025/07/08

- بناء على تقارير الخبرة الإيجابية التي قدمها الأساتذة :

01- أد. بلال ريم ، أستاذ التعليم العالي ،جامعة مصطفى اسطمبولي معسكر

02- د. بحرة كريمة أستاذ محاضر" أ"،جامعة مصطفى اسطمبولي معسكر

03 - د. عمار حمامة ، أستاذ محاضر" أ"، جامعة الوادي

وافق المجلس العلمي للكلية على نشر السند البيداغوجي الخاص بالدكتور لعجيلات يوسف،المعنون بـ : الأرغونمية التصميمية الموجه لطلبة السنة الأولى ماستر العمل والتنظيم وتسيير الموارد البشرية،السداسي الأول وعدد صفحاته 122 صفحة.

رئيسة المجلس العلمي للكلية

رئيس المجلس العلمي
لكلية العلوم الإنسانية و الإجتماعية
أ. د :هـربـــاش زاجيـــة

عميد الكلية

المكلف بتسيير شؤون عمادة كلية
العلوم الإنسانية و الإجتماعية
الأستاذ الدكتور كرد سعيد

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Mustapha STAMBOULI de Mascara
Facultés des sciences humaines et sociale
Département de psychologie

جامعة مصطفى اسطمبولي. معسكر
كلية العلوم الإنسانية والاجتماعية
قسم: علم النفس وعلوم التربية
الرقم: 273/ق.ع.ن.ع.ت/ك.ع.إ.إ/ج.م /2024

معسكر في: 2024/01/30

شهادة

تشهد السيدة رئيس قسم علم النفس وعلوم التربية بكلية العلوم الإنسانية والإجتماعية بجامعة –معسكر- ، أن الأستاذ :**لعجيلات يوسف** أستاذ محاضر "أ" بقسم علم النفس وعلوم التربية تخصص : علم النفس العمل والتنظيم وتسيير الموارد البشرية، انه قد درس مقياس الارغنوميا التصميمية لطلبة السنة أولى ماستر عمل وتنظيم منذ 2019 الى غاية يومنا هذا.

- سلمت هذه الشهادة للمعني بناءا على طلبه لاستعمالها في حدود مايسمح به القانون

رئيس القسم
رئيسة قسم علم النفس وعلوم التربية
د. بجـــة كريمة

تخصص الماستر: علم النفس العمل والتنظيم
السنة سنوي: الأول
اسم الوحدة: التعليم الأساسية
اسم المادة: الأرغونوميا التصميمية
الرصيد: 05
المعامل: 02

أهداف التعليم:
أن يفهم الطالب الخطوات العلمية لتحقيق مبدأ تكييف الآلات والتجهيزات مع الأفراد الذين يستعملونها .

المعارف المسبقة المطلوبة :
أن يكون الطالب متمكنا من المواءمة ما بين مختلف الطاقات والأبعاد الجسمية للأفراد والوسائل والأجهزة المستعملة في المحيط المهني .

محتوى المادة:
- **النشأة و التطور.**
- **تصميم نسق إنسان، آلة.**
- **أجهزة العرض وأدوات التحكم**
- **الأنثربومترية(قياس أبعاد الجسد للإنسان، الظروف الفيزيقية)**
- **التدخل الأرغونومي**
- **العبء الفيزيولوجي**
- **استعمالات الأرغونوميا**
- **عرض بعض نماذج استخدام الأرغونوميا في العالم**

طريقة التقييم:
يكون بالاعتماد على الامتحانات الدورية والأعمال الفردية للطلبة والعمل الميداني .

المراجع: (*كتب،مطبوعات ، مواقع الانترنت*، إلخ)

- أشرف محمد عبد الحي(2001) : علم النفس الصناعي (أسسه وتطبيقاته) كلية رياض الأطفال – جامعة الإسكندرية –بوبكر منصور . (2005) سيكولوجيا العمل – سيكولوجيا- العدد الأول – أفريل .
- بوحفص مباركي (2004). العمل البشري الطبعة الثانية، دار الغرب للنشر والتوزيع.
- احمد احمد عزالله .(2010). علم النفس المهني، دار الشروق للنشر والتوزيع، عمان ، الاردن.

- Levy leboyer, jean claude sperandio, traité de psychologie de travail, presse universitaire de France, 1988
- Montmollin M. de (1995). Ergonomie du travail mental. Octarès Edition, Toulouse.
- Montmollin M. de (1997). Charge de travail. In *Vocabulaire de l'ergonomie*, ed M. de Montmollin, 2e Edition, p. 42-44. Octarès Edition, Toulouse.
- Neboit M., Vézina M. (2002). Chapitre introductif - Évolutions du travail, santé psychique et stress : points de repères. In *Stress au travail et santé psychique*, M. Neboit et M. Vézina, p. 23-44. Octarès Éditions, Toulouse.

فهرس المحتويات

الهدف..... 03

الدرس التمهيدي

I. نشأة الارغونوميا..... 04

II. مراحل تطور الارغونوميا التصميمية..... 07

- المرحلة الأولى: الأرغونوميا التصميمية الكلاسيكية..... 08
- المرحلة الثانية: أرغونوميا الأنساق أو النظم..... 09
- المرحلة الثالثة: أرغونوميا الخطأ..... 09

III. تصميم نسق إنسان، آلة..... 12

- معنى لنسق system..... 12
- الارغونوميا وتصميم الأنساق..... 15
- الاعتبارات الأساسية في عمليه تصميم الأنساق..... 20
- دور الارغونومي في المراحل المختلفة لتصميم الأنساق..... 23

IV. أجهزة العرض وأدوات التحكم..... 25

- أدوات التحكم والمراقبة..... 25
- أجهزة ووسائل العرض..... 26
- التفاعل بين الإنسان والآلة..... 27
- السلوك النمطي..... 28
- تصميم الاتصال بين الانسان والالة..... 29

V. الارغونوميا الفيزيقية 32

أولا/ قياس أبعاد الجسم (الأنتربومتريا)..... 32

- البناء الجسمي لدى الإنسان (بنية الجسم) 37
- قياس المحيطات والعروض الجسمية..... 38

ثانيا/ الظروف الفيزيقية..... 50

VI. التدخل الأرغونومي..... 82

VII. العبء الفيزيولوجي..... 95

VIII. استعمالات الأرغونوميا..... 105

IX. عرض بعض نماذج استخدام الأرغونوميا في العالم..... 113

قائمة المراجع..... 118

الهدف:

يهدف هذا المقياس الى تعريف طلبة السنة الأولى ماستر علم النفس العمل وتسيير الموارد البشرية بالارغونوميا التصميمية ومختلف مراحل نشأتها وتطورها، إضافة الى التعرف على عمليات تصميم نسق إنسان– آلة المستخدمة لتسهيل مهام العمل، وتسليط الضوء على أجهزة العرض وأدوات التحكم المستخدمة في التفاعل بين الانسان والآلة وكذلك التعرف على الارغونوميا الفيزيقية وما تتضمنه من دراسات لقياس أبعاد الجسد للإنسان، والظروف الفيزيقية في بيئة العمل.

كما سوف يتم التطرق الى منهجية ومحددات التدخل الارغونومي وطرق تنفيذه ومختلف الخطوات المتبعة لتحقيق أهدافه، ثم يتم التعريج بعد ذلك الى العبء الفيزيولوجي وما يتضمنه من عميات فيزيولوجية تتم في انتاج الطاقة التي يستخدمها العامل في ممارسة مهامه اليومية، وأخير يتم عرض أهم استعمالات الارغونوميا التصميمية وبعض النماذج والتجارب العالمية والمنظمات التي تستخدم التطبيقات الأرغونوميا في مختلف المجالات.

الدرس التمهيدي

الأرغونوميا التصميمية

النشأة والتطور

تعتبر الارغونوميا التصـميمية من بين أهم مظاهر تطور دراسـة العمل البشـري في العصـر الحديث، فهي ناشـئة عن الاهتمام المتزايد لتحسـين ظروف العمل لتلائم الانسـان، وهي امتداد وتطور لدراسـات الحركة والزمن التي ظهرت مع منتصـف القرن العشـرين، من منطلق محدودية قدرة الانسان في التوائم مع إرغامات الآلة نظرا لخصائصه البدنية والذهنية والنفسية (نجم، 2014).

I. نشأت الارغونوميا:

أظهرت الدراسات التي هدفت الى تتبع الجذور التاريخية للهندسة البشرية وفق ما بين مباركي (2004)، أن موضـوع دراسـة واهتمام الهندسـة البشـرية كان موجودا منذ القدم، فالمهندسون الفراعنة الذين صمموا وبنوا الأهرامات هم في حقيقة الامر أخصائيين في طرق العمل، رغم أن مصـطلح التسـمية لم يظهر إلى الوجود إلا في منتصـف هذا القرن، وبنفس الطريقة يمكن اعتبار بحوث هيئة البحوث الصـحية لعمال الذخيرة خلال الحرب العالمية الأولى ذات صبغة أرغونومية، كما يمكن سرد أمثلة عديدة أخرى تمس أغلب محاور اهتمام الهندسة البشرية.

ويعتبر التطور السـريع في الصـناعة كان الدافع الأسـاسـي لتبلور مفهوم الارغونوميا التصـميمية حيث كانت البدايات تتسابق نحو إحلال الآلة مكان الانسان في الاعمال اليدوية والحمولات الثقيلة (نجم، 2014)، غير أن المتفق عليه عامة هو أن ميلاد دراسـة العمل بالطرق العلمية المتعارف عليها أيامنا هذه، كان على يد فريدريك تايلور F.W. Taylor الذي أصبح فيما بعد رائد اتجاه "الإدارة العلمية " (مباركي، 2004).

لقد أسـهمت الثغرات المسـجلة خلال الحرب العالمية الثانية وتعدد شـكاوي العسـكرين من عدم القدرة على التكيف مع الآلات المصـــنعة آن ذاك، في دفع الســـلطات العســـكرية الباحثين نحو إيجاد حلول ســريعة لهذه المشــكلات خاصـــة حوادث الطائرات وقطع البحرية (نجم، 2014)، غير أن الارغونوميا كالاتجاه العلمي لم يسـتقل بذاته كفرع إلا بعد تكوين ما يســـمى بجمعية البحث في الهندســـة البشـــرية في بريطانيا ســـنة 1949 Ergonomics Research Society (مباركي، 2004)، وقد أطلق عليه موريل (K.W.Murrell) رئيس قسـم علم النفس التطبيقي في جامعة بريسـتول تسـمية الهندسـة البشـرية Ergonomics في المؤتمر الذي عقد بأكسفورد في عام 1949(نجم، 2014).

وانطلاقا من أهداف هذه الجمعية يمكن تعريف الهندســـة البشـــرية أو دراســـة العوامل البشرية أو الأرغونوميا بأنها تلك الدراسة العلمية التي تبحث في العلاقة بين الإنسان ومحيط عمله، ومن الأهمية بمكان التطرق من خلال هذه الدراســـــة لعلاقة الفرد بجماعة العمل من رؤساء ومرؤوسين وكذا المحيط البشري ذا العلاقة المباشرة بالفرد كالأسرة (مباركي، 2004).

والهندسـة البشرية علم متعدد الاختصاصـات يدرس مشكل تكييف العمل للإنسان، قد ذكر نجم (2014) أنه عندما دعي موريل للقيام باختبارات على طاقم البحرية في الاســطول البحري الإنجليزي عرف أن هذه المهمة تتجاوز حدود اختصـاصـه لذلك شكل فريق عمل من اختصـاصـات عديدة مثل علم النفس الفسـيولوجي، وعلم النفس التجريبي، وطب العمل، وعلم التشـريح البشـري، علم قياس أبعاد الجسـم، وكان على الفريق القيام باختبارات على الأجهزة والمعدات لتحديد المعايير القياســية التي يجب على علماء الهندســة والمجهزون أن يلتزمونها في الإنتاج.

وتكمن أهمية الاختصـاصـات التي تستند عليها الارغونوميا في دراسـة مشـاكل تكييف العمل للإنســان في موضــوع تدخلها، فعلم النفس الفســيولوجي يدرس عمل الدماغ والجهاز العصـــبي حتى لا يحدث تفاوت بين قدرات الفرد العصـــبية وإمكانيات الآلة، وعلم النفس التجريبي يقوم بتعريف مواضــيع الســلوك البشــري الذي يجب أن يؤخذ بعين الاعتبار أثناء تصميم المهام والأعمال وتنظيمها وتصميم الآلات والأدوات المستعملة

وطب العمل يتجلى إســـهامه في تحديد ظروف العمل التي قد تُخل بالبنية الجســـدية للفرد، وعلم التشـريح والفسـيولوجيا البشـرية للتعرف على جسـم الإنسـان وكيفية عمل مجمل أعضـاءه، وكذلك علم قياس أبعاد الجسـم الذي يتكفل بمشـاكل حجم الجسـم من قياس لأبعاد الجسم وأبعاد الآلة وأبعاد أماكن ومجالات العمل.

كما لا يمكن التخلي عن علوم الهندســـة بمختلف فروعها واهتماماتها للكشـــف عن طبيعة المحيط الفيزيقي الذي يتعامل معه الفرد، وتكييف هذا المحيط مع خصـــائص الكائن البشري الذي يستعمله، كما انه لا يمكن الاستغناء عن الوسائل الكمية في معالجة المعطيات كالإعلام الآلي والإحصاء التطبيقي غيرها من الوسائل الحديثة.

II. مراحل تطور الأرغونوميا التصميمية:

يجمع الباحثون على حصر ثلاثة مراحل رئيسية تعبر عن شكل تطور الدارسات في الارغونوميا بوجه عام فبينما يرجعها البعض الى توجهات فلسفية وفكرية معينة، ينظر اليها البعض الاخر على أنها نابع من التطور التكنلوجي والصناعي المصاحب لتطور المهن ومتطلبات كل مرحلة من هذا التطور هي التي شكلت هذه المراحل التي ذكرها مباركي (2004) كما يلي:

- المرحلة الأولى: الأرغونوميا التصميمية الكلاسيكية:

تسمى النظرة الكلاسيكية للأرغونوميا بالنظرة العلائقية في التصميم، التي تهتم بالعلاقة بين الإنسان والآلة Man/Machine Interface، حيث تركز بالدرجة الأولى على وسائل العرض وأدوات المراقبة Controls and Displa**ys**.

ومن أهم إسهامات النظرة الكلاسيكية تلك المتعلقة بتحسين تصميم المزاول (أقراص الساعات) وأجهزة القياس Meters وأزرار المراقبة Control knobs وترتيب ألواح العرض.

وقد تعدى اهتمام النظرة الكلاسيكية من مجرد وظائف المدخلات Inputs والمخرجات Outputs إلى التصميم الشامل لمجال العمل Workspace آخذة في الحسبان ترتيب الأجهزة Layout of equipment وتصميم المقاعد والطاولات والمناضد والآلات، وإلى حد ما خصوصية المحيط الفيزيقي المناسب للعمل.

وقد توجه البحث الأرغونومي الكلاسيكي في معظمه إلى التطبيقات العسكرية كأجهزة مراقبة الطائرات وتوجيه الصواريخ والتصميمات الداخلية للغواصات وقد تغيرت توجهات النظرة الكلاسيكية فيما بعد إلى التطبيق المدني كتصميم الآلات الصناعية، السيارات، الأثاث المكتبي والمنزلي كالغسالات الآلية والتلفزيون إلخ..

ورغم النوعية العالية للبحوث العلمية والطابع الأكاديمي الذي ميز النظرة الكلاسـيكية للأرغونوميا، فإن أغلب بحوثها كانت بالدرجة الأولى مخبرية، مما جعلها محدودة الفعالية في التطبيقات الصناعية الميدانية، نظرا للعيب الكلاسيكي لأي بحث مخبري.

لذلك يرى نجم (2014) أن هذه المرحلة يمكن تقسـيمها الى مرحلتين كان التوجه في الاولى نحو الالة ثم تمكين العاملين من التدريب لتسـيير الالة ضـمن ما يسـمى أولوية التكنلوجيا عن العمل بجكم محدودية التدخل الارغونومي في بداية التصـميم، بينما المرحلة الثانية تقوم على تكيف الألة لتوافق خصائص الانسان ضمن ما يسمى أنسنة التكنلوجيا.

- **المرحلة الثانية: أرغونوميا الأنساق أو النظم:**

ظهر هذا الاتجاه خاصـة في الولايات المتحدة الأمريكية خلال الحرب الباردة من خمسينات هذا القرن كرد فعل على الاستياء من النظرة الكلاسيكية للأرغونوميا التصميمية، وعُرف تحت إسم "أرغونوميا الأنساق Systems Ergonomics"، وهي النظرة التي مفادها أن الأفراد من جهة والآلات التي يسـيرونها من جهة ثانية، يشـكلان في حقيقة الأمر نسـقا واحدا، لأن مكونات الآلات تؤثر على أداء الأفراد والعكس صـحيح. وعليه توجب تطوير وتنمية قدرات وإمكانيات الطرفين معا وبالتوازي، على أنهما يعملان في النهاية من أجل تحقيق هدف واحد (مباركي، 2004).

ومن هذا المنطلق فإن أرغونوميا الأنسـاق تهتم بالنسـق إبتداء من المراحل الأولى للتصـميم، مرورا بتحديد الأهداف والمهام التي بدورها تحقق المرامي النهائية لأي نسـق. ثم توزيع مهام هذا النسـق بين الأفراد من جهة (أي الجانب البشـري للنسـق) والآلات من جهة أخرى (أي الجانب الميكانيكي للنسـق)، على أسـاس قدرة وكفاءة كل منهما وثباته في تحقيق الأهداف

وطبقا لذلك فإن المختص في أرغونوميا الأنسـاق، بالإضـافة إلى تصـميمه للعلاقة الرابطة بين الإنسـان والآلة ومكان العمل، فإنه يقوم بتطوير وتنمية الأنسـاق الجزئية التي يتكون منها النسـق الكلي محل المعالجة، ويتحقق ذلك عن طريق تحليل المهمة أي تحليل

المهمة التي تحقق العملية النهائية للنســق، ووصــف العمل أي تعريف وتحديد الطريقة التي يؤدى بها العمل خلال جميع مراحله، ويتم التأكيد على تصـــميم النظم التي تحقق التكامل الأمثل بين الانسان والآلة

- **المرحلة الثالثة: أرغونوميا الخطأ**

وهي نظرة بديلة أكثر واقعية تقوم على افتراضـات منطقية للعمل البشـري يطلق عليها أرغونوميا الخطأ تتبنى دراسة وتفسير الخطأ البشري في نسق الإنسان والآلة. ويسود الاعتقاد لدى أنصار هذه النظرة، أن فشل النسق في أداء مهامه يرجع أساسا إلى الخطأ البشري.

وهناك نظرتين متكاملتين لأرغونوميا الخطأ تدعى الأولى بنظرة "انعدام الخلل" حيث تفترض أن الخطأ البشري ينتج أساسا عن نقص في التحفيز، وبالتالي يكمن الحل فيما يسمى ببرامج "الخلل الصـــفري" التي تتمثل في حملات تحفيزية أو دعائية للأمن والوقاية، موجهة للعاملين قصد الرفع من مستويات الأداء.

وفي المقابـل نجـد النظرة الثـانيـة التي يطلق عليهـا "بنـك معطيـات الخطـأ" كتكملـة لمتطلبات النظرة الأولي، حيث تفترض بأن الخطأ البشـري لا يمكن تلافيه. وبالتالي فإن حل المشـاكل المترتبة عن هذا الخطأ البشـري، يكمن في تحسـين طرق وأشـكال تصـميم الأنسـاق إلى أقصـــى درجة ممكنة من الأمن والســـلامة والفعالية، مما يقلل من وقوع الخلل أو الخطأ وكذا من آثاره إن حدث إلى أدنى درجة ولذلك يكون من الضـــروري توقع حدوث الخطأ البشـــري وما يترتب عنه من آثار تحت أي ظرف من الظروف، انطلاقا مما يســـمى "بنوك معطيات الخطأ" الجاهزة سلفا.

- **التطورات الحديثة في بيئة العمل الفيزيقية وفي الأرغونوميا:**

يمكن في هذا الصـــدد تتبع التطورات الحديثة في الأرغونوميا التصـــميمية من خلال مجموعة من الابحاث المتخصـصـــة قدمت في مؤتمر دولي سـنة 2019 AHFE حول بيئة العمل الفيزيقية الأرغونوميا 24-28 يوليو 2019، في الولايات المتحدة الأمريكية حيث ذكر Karwowski, W., & Goonetilleke, R. S. (2019) أن علم الأرغونوميا وبيئة العمل

يهتم بتصـميم المنتجات والعمليات والخدمات وأنظمة العمل لضـمان اسـتخدامها بشـكل منتج وآمن ومرضـــي من قبل الناس، ويتضـــمن علم الأرغونوميا الفيزيقية تصـــميم بيئات العمل لتتناســـب مع القدرات البدنية البشـــرية، من خلال فهم القيود والقدرات التي يتمتع بها جســـم الإنســـان وعقله، يمكننا تصـــميم منتجات وخدمات وبيئات فعالة وموثوقة وآمنة ومريحة للاستخدام اليومي.

ويضـــيف Karwowski, W., & Goonetilleke, R. S. (2019) إن الفهم الشـامل للخصـائص الفيزيقية لمجموعة واسـعة من الناس أمر ضـروري في تطوير المنتجات والأنظمة الاستهلاكية، حيث تعمل بيانات الأداء البشري كمعلومات قيمة للمصممين وتساعد في ضـمان أن المنتجات النهائية سـتتناسـب الفئة المسـتهدفة من المسـتخدمين النهائيين، ويعد إتقان مفاهيم الأرغونوميا الفيزيقية وهندسة السلامة أمرًا أساسيًا لإنشاء منتجات وأنظمة يمكن للناس اســـتخدامها وتجنب الضـــغوط وتقليل مخاطر الحوادث، وقد تم التركيز في هذه الابحاث على التطورات في المجال الفيزيقي، والتي تشكل جانبًا بالغ الأهمية في تصـميم أي نظام تكنولوجي يركز على الإنسان وقد وردت الابحاث في ستة مجالات هي :

- بيئة العمل البدنية واضطرابات الجهاز العضلي الهيكلي المرتبطة بالعمل
- بيئة العمل البدنية والراحة
- التصميم والقياسات البشرية والوضعية
- الاتجاهات الجديدة لتطوير وتطبيق أساليب تحليل المخاطر في استراتيجية الصناعة
- التصميم من أجل الناس
- تصميم بيئة العمل للأجهزة القابلة للارتداء

من خلال ما ســـبق ذكره، نلاحظ أن الأرغونوميا هي فرع من فروع الاهتمام العلمي وهو في الأصـل ومن خلال جميع مراحل تطوره يتميز بخاصـيتين أسـاسـيتين الأولى أنه فرع من فروع العلوم الإنسـانية تغلب عليه تعددية التخصـصـات. رغم أنه في بداية نشـأته عرف تعريفا ضـــيقا، لكن مع كثرة ميادين البحث فيه خلال ثلاثة عقود من الزمن، ومع كثرة

التخصصات التي ساهمت في هذه البحوث، اتسعت حدوده كموضوع علمي، وأعيد النظر في تعريفه عدة مرات، والخاصية الثانية أن مجالات اهتمام المختص في الهندسة البشرية سريعة التطور والتغير، لأن اهتمامه في الأصل هو "الإنسان وعلاقته بالتقنية"، ومادامت وتيرة التغير والتطور قد تسارعت في هذين المجالين، فمن الطبيعي أن يتطور معهما الاختصاص. ومع ذلك تبقى مواضيع اهتمام البحث في أي مرحلة من مراحل تاريخه، من صميم تراث هذا التخصص.

III. تصميم نسق إنسان، آلة.

يعتبر LE PLAT(1980) أن هدف الارغونوميا كتكنلوجيا يرمي الى تحسين وترتيب وتصميم نسق انسان آلة، غير أن هذا التصور يقلص من حدود مجالات الارغونوميا، من حيث انه لا يمكن أن نتصور أي نشاط للإنسان يخرج عن إطار هذا التفاعل سواء كان في هذا التفاعل في الحياة العملية أو الدراسة أو الاسرية الاجتماعية وما إلى ذلك (مسلم 2007).

ولعل التعريف الاجرائي الذي أورده مباركي (2008، ص70) والذي تبنته الرابطة العالمية للأرغونميا أكثر دقة حيث تعتبر الارغونوميا ذلك العلم الذي يهتم بفهم العلاقة بين الانسان وباقي عناصر النسق من أجل الوصول الى أفضل أداء للنسق.

1. معنى النسق system

يشير المعنى اليوناني لكلمة system الى مفهوم الترابط العضوي بين الاجزاء المختلفة، الانسان يتكون من عدة انساق فرعيه sub system مثل الدورة الدموية، الدورة التنفسية، دورة التغذية وكل منها يؤدي وظيفته ويتكامل مع الأنساق الفرعية الأخرى يكون الانسان نفس هذا المفهوم وينطبق على الشجرة، والسيارة، ونسق العمل.

أ- تعريف النسق:

- هو مجموعة من العناصر أو الاجزاء المرتبطة فيما بينها لتؤدي وتنجز وظيفة متكاملة ومحققه لهدفاً محدداً.
- يتأثر النسق ويصيبه خلل أو يتوقف إذا عزل أحد عناصره أو أصاب التلف هذه العناصر أو الأجزاء وتسمى أنساق فرعيه.
- أي نسق لابد أن يحيطه نسق أكبر وأشمل يعرف بأنه بيئة النسق System Environment مما يحتم عليه أن يكون لكل النسق حدود واضحه هي حدود النسق System Boundary.

- حدود المنظومة الانسانية الممثلة بالإنسان هو الجلد والشعر وأظافره وحدود السيارة هو هيكلها المعدني أي أن حدود أي كائن هو إطاره الخارجي.

ب- النسق انسان – آلة:

نادرا ما يعمل الانسان اليوم بدون استخدام الآلات والأدوات المختلفة، كما أنه لا يمكن للآلات أن تعمل بدون تدخل بشري، ويتم التفاعل بين الانسان والألة وفق ما يسمي اليوم نسق انسان – آلة (Man– Machine) وأبسط شكل من أشكال هذا النسق هو وحدة الإنتاج الأساسية أو وحدة القتال الأساسية أو حتى وحدة المتعة الأساسية أو وحدة اللهو، وسوف يتحقق الهدف الذي صمم من أجله النسق إذا ما اتسقت مكوناته مع بعظها البعض وتفاعلت بالطريقة المناسبة لذلك فأن خصائص وأداء كل مكونات النسق يجب تقديرها وتقيمها.

ج- أنواع بيئة النسق:

تنقسم بيئة النسق الى ثلاثة انواع:

- **البيئة الداخلية:**

وهي البيئة اللصيقة بالنسق فالإنسان كنسق تكمن بيئته الداخلية في أسرته ومقر السكن مثلا.

- **البيئة الخارجية:**

هي البيئة الأكبر التي تحيط بالبيئة الداخلية وتعتبر نظام أكبر له حدود وهدف فالنسبة للإنسان تعتبر الحي والمدينة والدولة.

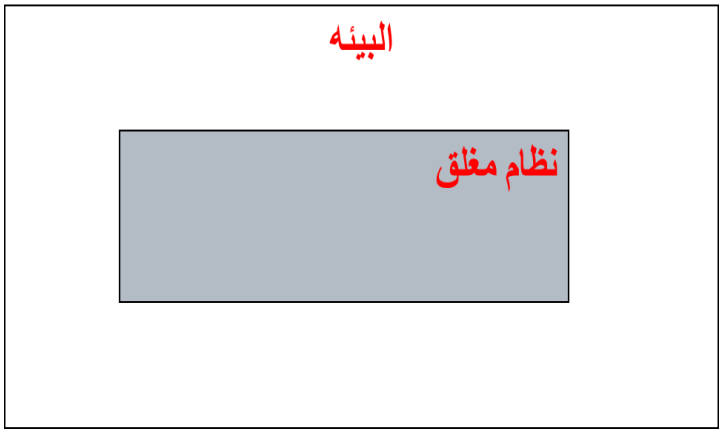
- **البيئة البعيدة:**

وهي نظام أعم وأشمل يحتوي كلاً من البيئة الخارجية والداخلية.

د- العلاقة بين النسق والبيئة:

مادام للنســـق هدف يحققه فلابد أن يكون له مع البيئة المحيطة به علاقات تبادليه ولهذا نقسم الأنساق من حيث تفاعلها مع البيئة الى نوعان:

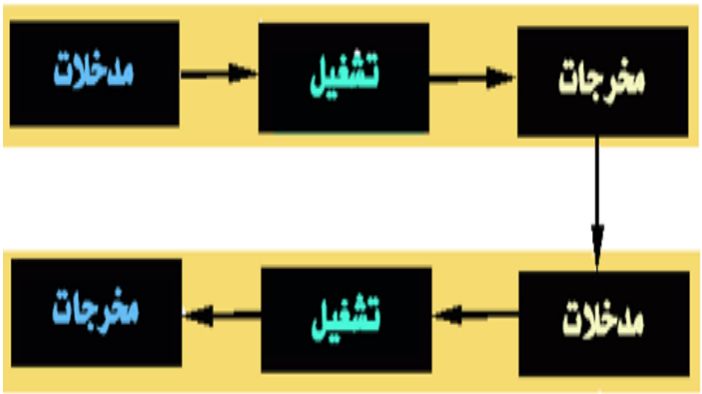
الأنساق المغلقة: وهي الأنساق التي لا تتفاعل مع البيئة أي لا تأخذ شيء ولا تعطي شيء ولا توجد بينهما علاقة ديناميكية مثل الكرسي.



الشكل رقم :01 يمثل النسق المغلق

الأنساق المفتوحة:

هي أنساق تتفاعل مع البيئة المحيطة بها سواء كانت داخليه أو خارجيه او بعيـده حيـث تتلقى منهـا مـدخلات وتعطي مخرجات.



الشكل رقم :02 يمثل النسق المفتوح

وذكر مباركي (2008) أن المحيط ينقسم تقليدا الى محيط فيزيقي ومحيط غير فيزيقي، فالمحيط الفيزيقي يقصد به كل ما يحيط بالعمل من أدوات وآلات ومواد اولية وظروف فيزيقية يؤدى تحتها العمل، حيث يجب تقيم الظروف الفيزيقية ووضع حدود لها حتى لا تؤثر سلبا على العامل والعمل، سوآءا كانت صادرة من الالة كالحرارة المنبعثة من الاحتراق والاهتزازات والضوضاء، أو كانت صادرة من الطبيعة الحرارة والرطوبة والإضاءة والتهوية والغبار وما الى ذلك، أما المحيط غير الفيزيقي فيقصد به باقي العوامل المؤثرة بطريقة مباشرة أو غير مباشرة على الفرد ومن أبزها العوامل الاجتماعية والتنظيمية والاقتصادية التي تتدخل كعوامل مؤثرة على أداء نسق الانسان والآلة، والتي قد يكون تأثيرها أعمق من تأثير بعض العوامل الفيزيقية.

2. الإرغونوميا وتصميم الأنساق:

يشكل تصميم الأنساق System design منهج الإرغونوميا في حل المشكلات (مصطفى وآخرين، 2009)، وتعتبر النقطة المحورية والأساسية في الإرغونوميا هي الإنسان، سواء كان هذا الإنسان عاملا يستخدم آلة او جهازا او كان مستهلكا يستخدم منتجا في حياته اليومية، ففي الصناعة هو ركيزة أساسيه ببنائه البدني وقدراته العقلية هذه العوامل لها تأثير مباشر على التصميم والإنتاجية.

أنه هو الإنسان، الرجل والمرأة، الطفل والمسن موضع اهتمام الإرغونوميا ليس بدافع من العطف او الشفقة وإنما يكون ايضا ذي دافع واسباب اقتصاديه الطابع تماما وبشكل مباشر إن المنتج الذي لا يناسب من يستخدمه لن يباع، والنسق الانتاجي الذي لا يعتني براحه العمال ولا يناسب قدراتهم البدنية والعقلية لن يؤدي دوره الإنتاجي، لذلك ذكر مباركي (2004) ثلاثة عوامل تؤثر على أداء النسق انسان– آلة هي خصائص الانسان النفسية والبدنية، والخصائص البيئة الحاضنة للنسق، وطبيعة أدوات التحكم وأجهزة العرض.

فكل تصميم تكنولوجي كامل يتضمن مستخدما أو مشغلا بشريا وبالتالي فهو يتضمن وجود مشاكل تنجم عن هذا الوجود البشري في علاقته بالآلة (مصطفى وآخرين، 2009)،

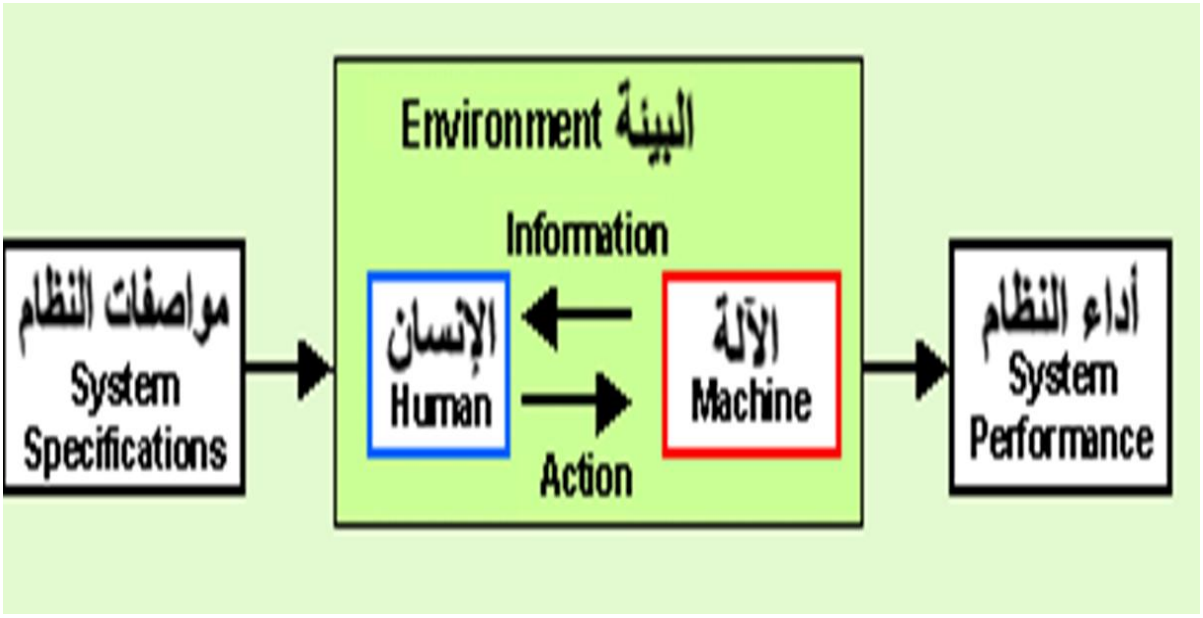
فعلى الرغم من أن المهندسين يتعرضون لمشاكل البيئة من ضوضاء وحراره وإضاءة وتصميم لمكان العمل والآلات التي تدخل في تكوينه وأدوات التحكم فيه ومبيناته وكذلك مشاكل الرقابة الصناعية وفحص المنتجات ومطابقتها للمواصفات الا أن دور الأرغونومي هنا يكون أكثر عمقا من كل هذه التناولات الهندسية، فالإرغونوميا ليست شيئا اضافيا يزين المنتج والنسق انسان آلة، بل هي شيء جوهري وأساسي فتصميم منتج جديد ينبغي أن يتم التفكير فيه باستمرار كعمليه تفاعل بين مزايا ومعوقات الإنسان المستخدم لها.

وأن نصمم ليس منتجا أو ماكينة فحسب بل نسق صناعي أو نسق انتاجي يتضمن العناصر اللازمة والأساسية لها من معدات وعوامل بشريه، لذلك ينبغي التعرف على إجراءات وخطوات تصميم نظام ما حيث يشكل تصميم النسق جانبا حيويا في حل مشاكل العوامل البشرية للنسق المصمم.

المشكلة الحقيقية التي نسعى لحلها هي أن كل منا يصمم أجزاء منفصلة ووحدات لا يربط بينها وبين بعضها شيء، وهذا هو في الواقع سبب أهمية هذا الموضوع الذي سوف يسعي إلى تزويدنا بخطوط عريضة للتغلب على هذه المشكلة بتوفير البديل المستمد من علوم الأنساق (مصطفى وآخرين، 2009).

أ- تصميم الأنساق System Design:

إن الهدف من التكنولوجيا هو توفير أنواع عديده من الأدوات التي يمكن أن تزيد من قدره الإنسان على التحكم في العناصر البيئية ومعالجتها والاعتماد المتبادل بين هذه الأدوات والإنسان المستخدم لها أصبحت واحده من معالم حضارتنا، فالإنسان نادرا ما يعمل يوم بدون استخدام الآلات والادوات والمنتجات المختلفة والعكس أيضا صحيح، فالماكينات أيضا لا يمكنها أن تعمل بدون تدخل بشري بشكل او بآخر (مصطفى وآخرين، 2009).



الشكل رقم :03 يمثل مكونات نسق انسان آلة

إن أية آلة او منتج مصمم بدون الاعتبار المناسب للقدرات البدنية والعقلية لمستخدميه لكي يستعملونها او يتحكمون فيها او يقومون بصيانتها فان احتمالات نجاح مثل هذه الأشياء محدود للغاية.

إن مقياس الكفاءة هو أداء النظام الكلي، والحاجة إلى تقييم المكونات من خلال علاقاتها في النظام الكلي ليس فقط على الاجزاء الآلية والماكينات والمنتجات في النظام وانما ايضا على الجانب البشري فيه.

إن السياق أو النسق الكلي يظل هو المعيار في التقييم، ويختلف تصميم الأنساق عن التصميم الهندسي في كونه مرتبطا بأن الإنسان هو جزء متكامل في نسق متكامل ينبغي أن يصمم مثلما يظهر في الشكل (03)، وكذلك فان تصميم الأنساق يؤكد على ملائمة جميع المكونات الوظيفية والغرض الذي يصمم من أجله.

إن استعمال مفهوم نسق الإنسان والآلة في التصميم ضروري، كلما تدخل العنصر البشري في استعمال الآلات والأدوات، لأن ذلك يتطلب النظر في احتياجات الإنسان وخصائصه والمواءمة بينها وبين خصائص الآلة، وأول خطوة في تصميم نسق الإنسان

والآلة هي معرفة المعلومات التي يحتاجها الإنسان لأداء مهمته، وتتمثل ثاني خطوة في جرد وإحصاء كل الطرق الممكنة لإيصال المعلومات، واختيار الأفضل منها سواء كان ذلك عن طريق البصر أم السمع أم اللمس. وثالث خطوة هي الشروع في تصميم وسيلة العرض المناسبة لطريقة تحصيل المعلومات (مباركي، 2004).

ب. أهداف تصميم نسق انسان الة

- ✓ الهدف من التصميم هو ايجاد تناسق وتلائم بين الأنسان والالة من اجل الحصول على وحدة عمل منسجمة ومنسقة.
- ✓ تصميم ادوات والآلات مساعدة في العمل منها لوحات مكتوبة ومعلقة على الالة أو الجدارية
- ✓ تداخل بين الانسان والالة وتكوين الافراد واكسابهم الخبرات في التعامل مع الالة وكيفية استعمالها.

ج. خصائص تصميم النسق في التعامل مع الالة:

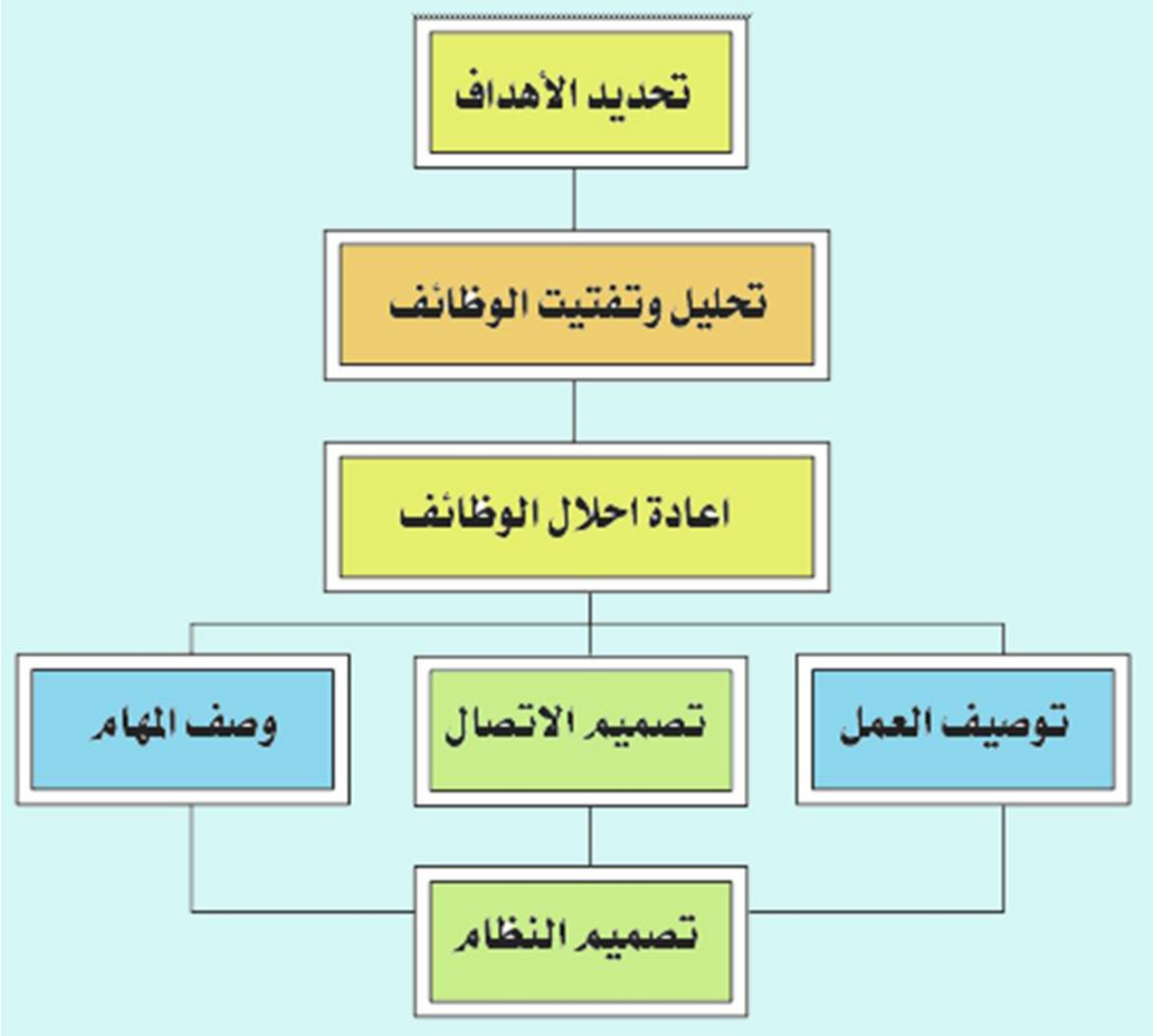
من خلال خصائص الانسان وخصائص الآلة يمكن تميز بعض المميزات التي تميز كل عنصر من عناصر النسق كما يلي:

- ✓ **السرعة:** الآلة أكثر سرعة لكن المشغل الانساني له أسرع رد فعل.
- ✓ **الطاقة:** طاقة الالة ثابتة أما الانسان فطاقته محدودة
- ✓ **الاستمرارية:** الالة تختص في الاعمال الروتينية والدقة في التنفيذ أما الانسان غير ثابت في الاعمال الروتينية ونقص الدقة.
- ✓ **الحساسية للعوامل الخارجية:** الالة تتأثر ببعض العوامل الخارجية اما الانسان يتأثر مختلف الظروف الفيزيقية
- ✓ **ثبات التحكم:** الالة تحدث لها تعطيلات مفاجئة والانسان يظهر عليه انخفاض تدريجي في الاداء

إن نجاح مقاربة الأنســـاق في التصـــميم يعتمد علي التعاون الوثيق بين المصـــمم والمهندس والارغونومي.

د. عمليه تصميم الأنساق System Design Process:

المدخل المنطقي للعمل التصـــميمي هو تفتيت عناصـــره إلى أنماط ووحدات من القرارات التي تحدد التركيز المطلوب على أي من العناصـــر الهندســـية أو البشـــرية من بين جوانب المشـــكلة، وكذلك على أي من هذه العناصـــر ســـوف يتم الاعتماد لتكوين أســـاســـيات تصميم النظام وعلى أيها لتصبح مكونات اقل أهمية (مصطفى وآخرين، 2009).



الشكل (04) مكونات تصميم النسق

إن المكونات الموجودة بشـــكل (04) قد تبدو للبعض بســـيطة ولكنها نادرا ما تكون كذلك عند محاولة تنفيذها، لأن كل متغير من متغيرات النسق يمكن أن يؤثر في عدد من أو كل المتغيرات الأخرى، وكذلك في طبيعة وشـكل القرارات المتعلقة بإحلال الوظائف وتوزيعها وبتصـــميم العلاقات بين الآلة والإنســـان (تصـــميم مناطق الاتصـــال والارتباط بين المنتج ومستخدمه).

3. الاعتبارات الأساسية في عمليه تصميم الأنساق:

إن نجاح المصـمم في هذه الحالة سـوف يتوقف على أي مدى يمكن السـماح له اثناء عملية التصـــميم بان يقوم بتقييم كل البدائل الممكنة قبل الوصـــول إلى قرار نهائي، وفي هذا الصـــدد فإنه ينبغي دائما الســـماح لعدد من المتطلبات المتناقضـــة بالظهور، ففي الحالات الأكثر تعقيدا يكون من المستحيل على مصمم النسق أن يلم ويقيم كل أنماط البدائل والحلول، لذلك فإن دراســات عديده تكرس الآن لدراســة الأســاليب التي يمكن اســتخدامها لزيادة كفاءة المصمم وقدرته على تقييم البدائل وذلك باستخدام الحاسبات الآلية والاجهزة المعاونة الأخرى في تصميم وتقييم الأنساق الجديدة أو القائمة بالفعل.

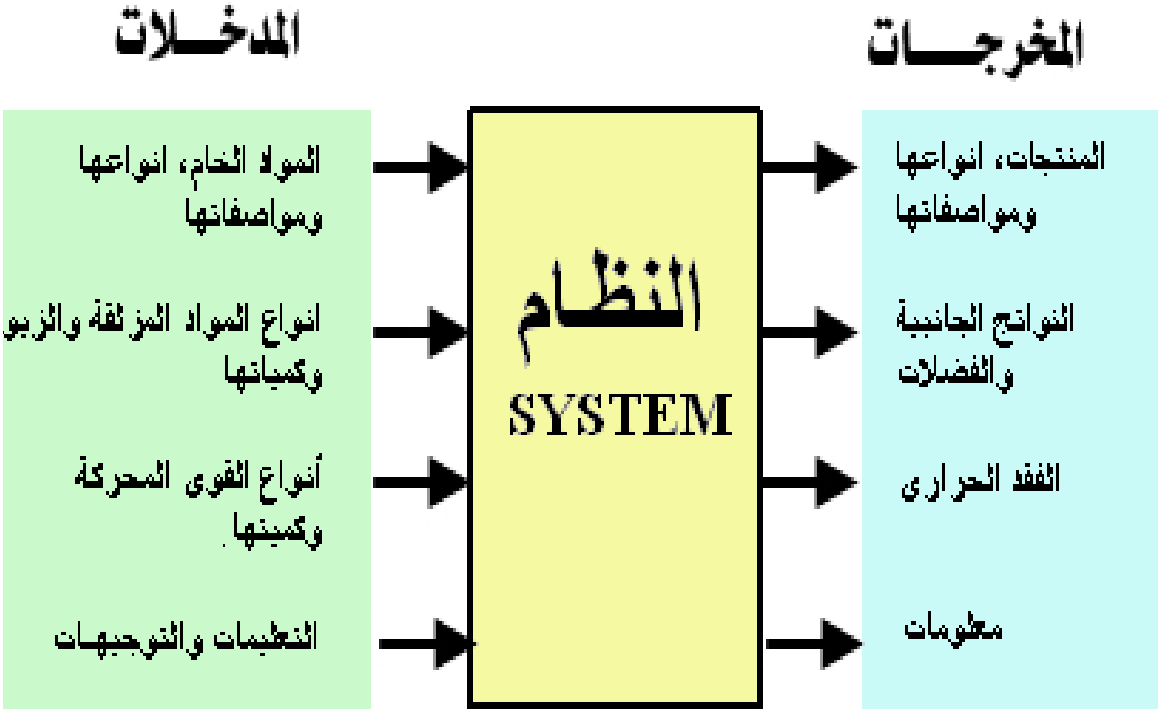
أ- تحديد الاهداف:

إن الهدف من أي نظام هو قبول مدخلات معينة وتحويلها إلى المخرجات المطلوبة، ومدي قبول المدخلات والمخرجات والعلاقة الزمنية بينها كلها تشكل تحديدا لأهداف النسق.

تحديد الأهداف يعتمد على السياسة والنسق الاجتماعي السائد والقيم المتعارف عليها، لذلك فإن تحديد أهداف مشـروع كبير يقوم به لجنة على مسـتوي عالي إلى أبعد حد ممكن، وكذلك الحال في تحديد الاهداف في عمليه تصـميم منتج، فإن المسـئولية يتشـارك فيها عدد كبير من الاشـخاص في وحدة التصـميم من أجل توفير المعلومات اللازمة للمصـمم لاتخاذ قراره.

ب- تحليل وتفتيت الوظائف:

يفكر مصمم الأنساق في الانشطة المطلوبة لمواجهه الطرق التي تتأثر بها الوظائف بعناصر النسق، هذه مسألة هامة جدا في التعامل مع الانماط المباشرة نسبيا من النسق، وتصبح شيء أساسي كلما زادت المكونات في النظام تعقيدا فعلى سبيل المثال إذا كانت القوي المحركة مطلوبة فالكميات الضرورية منها تكون أكثر أهمية من طرق الحصول عليها، لأن محرك الديزل أو الموتورات الكهربائية وسائل لتوليد الطاقة الحركية، وفي تصميم الأنساق فان قرار استخدام أي منها يترك ليتم أخذه في الاعتبار في مراحل موالية (مصطفى وآخرين، 2009).



الشكل (05) العناصر المؤثر على وظائف النسق

ج- إحلال الوظائف:

قد يكون من المفيد عند هذا الحد أن نتتبع تاريخيا تطور مدخل إحلال الوظائف فيما بين الإنسان والآلة فحتي الخمسينات فان التخطيط العسكري علي سبيل المثال يمكن تتبعه

في شكل منافسة مباشرة مع العدو، وكان المحك في إحلال الوظائف فيه يعتمد على قدرات كل من البشر والمعدات.

إن الفلسفة التي تحدد إحلال الوظائف تتركز الأن وبشكل متزايد على العامل والمستخدم البشري بوجه عام، ومهما كان النظام كبيرا أو صغيرا فإن أهدافه تتحقق بواسطة رجل واحد هو المشغل الرئيسي او المستهلك الرئيسي وكل ما يلي ذلك من مستخدمين وادوات ومعدات يعمل على دعم وزيادة قدرات المشغل الرئيسي في ثلاث مستويات كما هو موضح في الشكل الموالي:

الشكل رقم (06) مستويات معالجة المعلومات عند العامل

المدخلات :Inputs في هذا المجال فإن الادوات والمعدات تدعم حس المستخدم

المعالجة أو اتخاذ القرار :Decision Making وفي هذا الصدد يعينه الاخرون والمعلومات المختزنة واستخدام الحاسبات الآلية علي التفكير في الاتجاه الصحيح

المخرجات:Outputs وهنا تدعم المصادر الأخرى لقوى وقدرات المستخدم العضلية

د- تنمية الافراد:

تنمية الافراد ينبغي ان تصنع من خلال علاقتها مع المراحل الثلاث من الانشطة التي يرتبط بها الإنسان المشغل من وضع النسق وتشغيله وصيانته بالقدر المطلوب، أما في الأنساق الآلية فان المشغل لا يتعامل مباشرة مع الاجهزة ولكنه يكون مطلوبا لأداء انشطة اخرى.

4.دور الارغونومي في المراحل المختلفة لتصميم الأنساق:

يتمثل دور الارغونومي في مختلف مراحل التصـــميم وفق المراحل التالية كما وردت عن مصطفى وآخرون (2009):

أ- وصف المهام:

ان القاعدة الاســاســية والخطوة الأولي في أي عمل في مجال العوامل البشــرية هي توصيف المهام والاعمال وهذا يعني تحديد بسيط للوظائف التي قد خصصت للإنسان لكي يؤديها في النسق. وفي حالة تصميم نسق جديد فإن هذا يمكن أن يؤدي في المراحل الاولي بتحديد الوظائف التي ينبغي أن يؤديها الافراد من خلال متطلبات النظام وذلك بشـــكل منطقي، أما في النظام القائم بالفعل فإن توصـــيف الاعمال يتحدد بملاحظة وقياس مراحل العمل الموجودة بالفعل والتي يؤديها الإنســـان، إن وظيفة توصـــيف العمل هي التنســـيق للحصول على معلومات عن العوامل البشرية المطلوبة لهذا النسق والضرورية لتحليله.

ب- توصيف العمل:

والخطوة التالية هي بناء توصـيف للأعمال وهذا يتم بتحديد كم من المشـتغلين يطلبه العمل، وماهي درجة مهارتهم اللازمة لتحقيق اهداف النسق وأي من الاهداف يتوفر بالانتقاء وأيها يتحقق بالتدريب وكيف يتم تنظيم الانتقاء والتدريب لكي يتحقق الاثر المطلوب.

ج- تصميم الاتصال بين الإنسان والآلة:

من غير المعتاد أن يكون هناك صعوبة في تحقيق متطلبات المستهلك أو العامل عند تصميم حيز العمل أو البيئة. فاذا كان المطلوب هو خلق التآلف بين الإنسان والمنتج أو الآلة لتكوين وحدة عمل متكاملة فلابد وأن يوجه الاهتمام الاكبر إلى الخط الفاصل بينهما وهو ما يتحقق بتناول أماكن الاتصال بين الإنسان والمنتج كما في المتحكمات والمبينات وذلك للتوفيق بين الاختلافات الاساسية بينهما.

إن تصميم الآلة ومهارة العامل وقدراته ينبغي أن يتلاءما حتى نضمن أن المعلومات التي تخرجها الآلة تكون مناسبة لقدرة المستهلك أو العامل على الاستيعاب، وأن تكون في نطاق قدرته على الاستقبال، ويرى مباركي (2004) أن اختيار وسيلة عرض المعلومات يعتمد على محكين أساسيين أولهما يتمثل في نقل المعلومة أو الإشارة بأسرع ما يمكن، وثانيهما هو أن هذه المعلومة يجب أن تنقل بأقل قدر من الغموض.

وكذلك فان القدرات البدنية للإنسان لابد وأن تتفق مع وسائل التحكم والتوجيه في الماكينة (مصطفى وآخرون، 2009)، ويرى مباركي (2004) أنه عند تصميم أدوات المراقبة والتحكم فيجب الأخذ بعين الاعتبار عوامل عديدة منها مقدار السرعة والدقة الذي تتطلبه الآلة وفحص الثقل الفكري الذي تسببه هذه العمليات لدى الإنسان.

إن العدد الكبير من المتغيرات الموجود بالفعل في مناطق الاتصـــال هذه يجعل الامر صعبا للغاية سواء في دراستها او حتى في محاولة ايجاد سلسلة من القرارات التي تؤدي إلى حل مقنع، ومن الأهمية بمكان تركيب وســائل العرض وأدوات المراقبة ووضـــعها في أماكن تتلاءم ووضعية العمل.

IV. أجهزة العرض وأدوات التحكم

تنظر الارغونوميا الى بيئة العمل على أنها في مجموعها نســـق واحد حيث التآزر والتنسـيق بين عناصـره لا يمكن للعمل أن ينجز بدون هذا التناسـق، لذلك نلاحظ أن الطرح الكلاسيكي للارغونوميا لا يتطرق للعمل دون التأكيد على مفهوم نسق الإنسان والآلة والعلاقة التوافقية بين العامل ومحيط عمله من آلات وأدوات وأفراد.

ولفهم العلاقة بين الإنســـان وعملـه، يجدر بنا تناول كل من أجهزة العرض وأدوات التحكم، ثم تناول وفهم العلاقة بينهما، المتمثلة في الأخذ والعطاء والتداخل المســـتمر بين الإنسان والآلة في إطار النسق الشامل للإنسان والعمل ومحيط العمل بشقيه الفيزيقي والبشري مثلما أوردها مباركي (2004) كما يلي:

1. أدوات التحكم والمراقبة:

تعتبر طريقة اتصـال الإنسـان مع الآلة بكل أهدافها العملية، مظهرا من مظاهر النشـاط العضـلي، إضـافة إلى النشـاط الفكري. ومهما كانت وسـيلة التواصـل بينهما، حتى وإن كانت الأداة المستعملة تتمثل في مفتاح صوتي فإننا نحتاج لعمل عضلات الحنجرة.

اهتم النفســـانيون بدراســـة جوانب عديدة من علاقة الإنســـان بالآلة حســـب مباركي (2008)، حيث انصـبت أعمالهم في مجملها على أدوات التحكم والمراقبة ووسـائل العرض، ومن أمثلة أدوات المراقبة التي كانت موضــوع أبحاث نفســية يمكننا أن نذكر أدوات التدوير الصـــغيرة والكبيرة الحجم، والمقود، والقفل، والروافع المســـتديرة والعمودية، والقضـــيبات، والمداوس، وأزرار اللمس، وأزرار الإشعال.

أما علماء التشريح والفسيولوجيا فقد درسوا جوانب تتعلق بالوضعية الفيزيائية التي تخلق علاقة بين أدوات التحكم والجســم، كعزم اللي (التدوير) والعزم الكلي أثناء التعامل مع أدوات التحكم، وما دام أي نشـاط عضـلي يخضـع للتحكم العصـبي، فإن التآزر العصـبي العضـلي

شـــكل محور الاهتمام من خلال أبرز مظاهره المعروفة "بمبدأ التغذية الراجعة" أو التغذية الحس–حركية (مباركي، 2004).

في هذا الإطار أثبتت الدراسـات العلمية أنه للقيام بأي حركة مهما كانت بسـيطة، فإن الإنسـان يتحول إلى آلة اسـتقبال وتصـفية للمعلومات الخارجية، ونتيجة هذه التصـفية ينشـد الإنسـان السـلوك المطلوب أو يقوم بالعمل .(Murrell , 1965) ، فعملية الاسـتقبال هذه تكون عن طريق الحواس من بصر وسمع وشم ولمس وإحساس بالبرودة والحرارة، تنتقل هذه المعلومات من خلال الجهاز العصبي إلى المراكز العليا للدماغ والنخاع الشوكي، حيث تحلل لإعطاء الأوامر أو اتخاذ القرارات، وبعد ذلك يتحول الفرد إلى القيام بالفعل أو تطبيق القرار من خلال ميكانيزمات التأثير Effector mechanisms ، التي تتمثل عادة في العضلات.

ولكن الأمر ليس بهذه البسـاطة حسـب مباركي (2008)، حيث تتدخل عوامل عديدة منها الفيزيائية والفسـيولوجية والنفسـية، في اختيار أداة التحكم المناسـبة للمهمة الملائمة لها. هذا الاختيار الذي يتوقف على مطلبين أسـاسـيين لأي تصـميم هما الدقة Precision والقوة Force أو الإثنين معا، فعلى سـبيل المثال حينما تكون القوة هي المطلب الأسـاسـي لإنجاز المهمة فإن عضـلات الساق هي الأنسب لتحريك أداة التحكم، أما عضـلات أصـابع اليد فهي الأنسـب لمزاولة مهام الدقة والإحكام، وهكذا يمكن القياس على هذا المثال في تصـميم أدوات التحكم الأخرى.

2. أجهزة ووسائل العرض:

لكي يقوم الإنســـان بمراقبة آلة ما، فمن البديهي أن يعرف مهمتها وكيفية عملها حتى يتمكن من التواصـل معها عن طريق "وسـيلة العرض"، ووسـيلة العرض هي تلك القطعة من الآلـة الـذي من خلالـه تعطي الآلـة معلومـات للعـامـل، فقد تكون أي جزء أو جهـاز يعطي معلومات عن حالة حدثت أو هي بصـــدد الحدوث، كصـــيرورة عملية الإنتاج أو الأداء على الجهاز أو الآلة مثلا، ووسـائل العرض الأكثر انتشـارا نوعان سـمعية وبصـرية، غير أن النوع

البصـري هو الأكثر شـيوعا، وصـور معلوماته قد تكون عن طريق سـهم مؤشـر Index أو (مزولة أو دواله أو قرص) أو في شكل حروف وأرقام.

يورد "مورال" Murrell (1976) في هذا الشأن، أمثلة عن هذا النوع من وسائل العرض وعن الدراســات التي أجريت عليها من قبل علماء النفس في جوانب عديدة من تصــميمها، كالشـكل والحجم وإدراك الأرقام ورتب السـلم، والزمن المسـتغرق لإدراك المعلومة والاسـتجابة المناسـبة، وعدد الأخطاء إضـافة إلى الحوادث التي يسـببها سـوء تصـميم وسـيلة العرض، ويلاحظ "مورال" Murrell أن الدراســات الأمريكية أجريت في غالبها على الطائرات، بينما اجريت الدراسات البريطانية على البواخر الحربية والتجارية.

ونتيجة العدد الهائل من وســائل العرض، واختلاف أشــكالها وأحجامها وأغراض اسـتعمالها، عمت شـبه فوضــى على مسـتوى التصــميم، مما جعل أغلب الباحثين ورجال الصـناعة ينادون بتقنين هذه الجوانب، وتصـنيفها طبقا لمتطلبات المهام التي يزاولها الإنسـان أمام الآلة. فبرز مفهوم التقنيين أو التعيير Standardisation على الســاحة الصــناعية بجدية منذ الخمسـينات من هذا القرن، حيث أصـبحت أغلب الصـناعات تلتزم معايير معينة طبقا لقوانين البلد التي تحكم هذا الجانب أو ذاك من الصناعات، كالمعيار الألماني ISO أو المعيار البريطاني BSI أو الأوروبي وغيرها، وفيما بعد ظهرت مؤسـسـات التعيير في أغلب دول العالم ومن ضمنها الدول العربية، والملاحظ في هذا الشأن أن موجة التعيير اتجهت إلى التوحيد عالميا في العديد من جوانب التقنية وليس بالنسـبة لوسـائل العرض فقط، وذلك نتيجة عولمة التقنية وعولمة التجارة (مباركي، 2004).

3. التفاعل بين الإنسان والآلة:

إن اسـتعمال مفهوم نسـق أو نظام الإنسـان والآلة في التصـميم ضـروري، كلما تدخل العنصــر البشــري في اســتعمال الآلات والأدوات، لأن ذلك يتطلب النظر في احتياجات الإنسـان وخصـائصـه والمواءمة بينها وبين خصـائص الآلة، وأول خطوة في تصـميم نسـق

الإنسان والآلة هي معرفة المعلومات التي يحتاجها الإنسان لأداء مهمته. وتتمثل ثاني خطوة في جرد وإحصاء كل الطرق الممكنة لإيصال المعلومات، واختيار الأفضل منها سواء كان ذلك عن طريق البصر أم السمع أم اللمس، وثالث خطوة هي الشروع في تصميم وسائل العرض المناسبة وطرق تحصيل المعلومات.

وهنا يجب الإشارة إلى أن اختيار وسيلة عرض المعلومات يعتمد على معيارين أساسيين، أولهما يتمثل في نقل المعلومة أو الإشارة بأسرع ما يمكن، وثانيهما هو أن هذه المعلومة يجب أن تنقل بأقل قدر من الغموض (مباركي، 2008)، إضافة الى معيار ثالث يتمثل في درجة خطورة المعلومة.

أما عند تصميم أدوات المراقبة والتحكم فيجب الأخذ بعين الاعتبار عوامل عديدة منها مقدار السرعة والدقة الذي تتطلبه الآلة، كما يجدر بنا من ناحية أخرى فحص العبء الذهني الذي تسببه هذه العمليات لدى الإنسان، وما إمكانية تقديم المساعدة من هذه الناحية للفرد، كتزويده بأدوات حفظ المعلومات أو الوسائل الإلكترونية الأخرى (مباركي، 2004).

ومن الأهمية بمكان تركيب وسائل العرض وأدوات المراقبة ووضعها في أماكن تتلاءم ووضعية العمل، حيث يجب أن نعرف هل يقوم العامل بمهامه واقفا أم جالسا، وماهي الأطراف التي يستعملها في الغالب، هل يستعمل اليدين أم الرجلين أم الإثنين معا، وهل يقوم بالعملية رجال أم نساء، ومن أي الأجناس البشرية، وبطبيعة الحال يتدخل في هذه النقطة بالذات علم قياس أبعاد الجسم، وفائدته تكمن في توفير القياسات والأبعاد الضرورية بين أدوات المراقبة وبين مجمل أطراف جسم الإنسان من ناحية أخرى (مباركي، 2008).

4. السلوك النمطي:

أثناء حركة أداة التحكم، فإن معظم الناس يمكنهم توقع أثر هذه الحركة على وسيلة المراقبة، لأن العلاقة التوافقية بين أداة التحكم ووسيلة المراقبة ليست علاقة فيزيائية فحسب، بل هي علاقة نفسية كذلك بما تضفيه عليها توقعات الأفراد، فمثلا، عندما نقود سيارة غيرنا

أو أي ســـيارة لم نتعود على قيادتها فإننا لا نحتاج أن يقال لنا يجب تدوير المقود باتجاه عقارب الســاعة لجعل الســيارة تدور يمينا، أو أن يقال لنا عليكم بتدوير قفل المذياع باتجاه عقارب الســاعة لتشــغيله، فهذه أشــياء نتوقعها، ويطلق على هذه التوقعات التي يتفق معظم الناس حولها مصـطلح "السـلوك النمطي population stereotypes"، ونقول عن حركات أداة التحكم ووسيلة العرض التي تتطابق مع هذه الأنماط بأنها متوافقة.

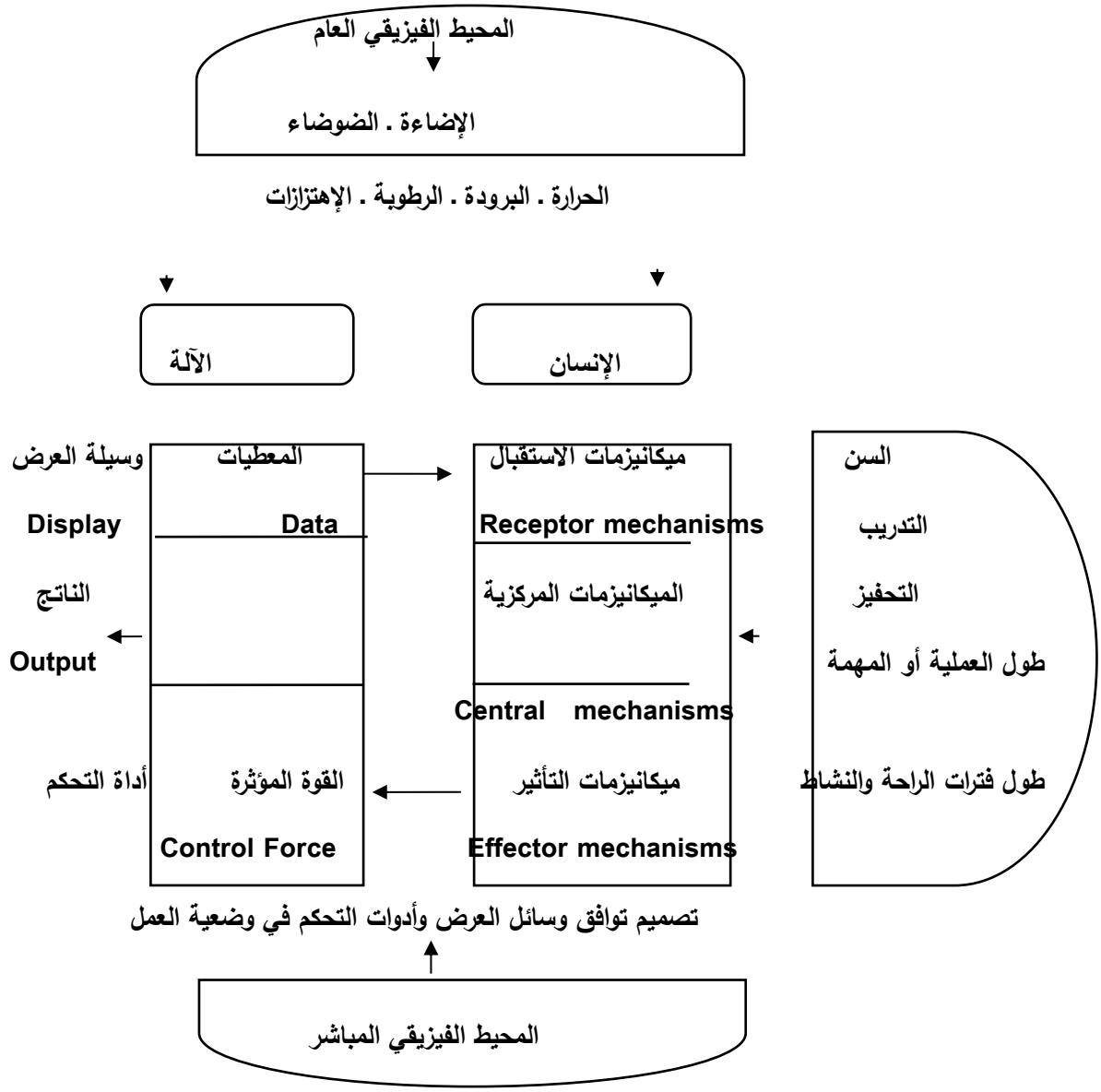
وقد أورد مباركي (2004) أن موضـوع السـلوك النمطي لاقى اهتماما من قبل الباحثين وكان السـؤال المبدئي الذي طرح، هو هل السـلوك النمطي نوع من السـلوك المكتسـب أم أن بعض جوانبه وراثية؟ وبغض النظر عن الإجابة على هذا الســؤال، فإن أشــكال الســلوك النمطي عديدة ويمكن مصــادفتها حتى في أبســط الحركات التي يقوم بها الفرد، فعلى ســبيل المثال، يكون اتجاه حركة قفل المصــباح الضــوئي في بريطانيا إلى الأســفل أثناء وضــعية الإشعال، خلافا للولايات المتحدة التي تعتبر فيها هذه الوضعية وضعية إطفاء.

غير أن الســـلوك النمطي يتوقف أحيانا على العضـــو الذي يحرك أداة التحكم، فمثلا تفضـــل اليد اليمنى الاتجاه المماثل لعقارب الســـاعة على الاتجاه المعاكس، فعندما يريد شــخص ما فتح باب مســتعملا يده اليمنى فإنه يدير القفل باتجاه عقارب الســاعة، وهذا ليس إلا نتيجة التركيب الداخلي لمفصل اليد والذراع، ولا نستطيع أحيانا استيعاب أي حركة أخرى، فمثلا لا يســتطيع أي شــخص ســواء كان بدائيا أم ناقص تجربة أن يتقبل فكرة دوران مقود السيارة باتجاه معاكس لاتجاه عقارب الساعة بغية تدويرها يمينا.

5. تصميم الاتصال بين الانسان والالة:

إن العمل ككل يشــكل نســقا أو نظاما، يمكننا أن نطلق عليه نســق أو نظام الإنســان والآلة ومحيط العمل، ونجد أن الإنســان يشــكل أو يلعب في هذا النســق دور متخذ القرارات وللحصــول على كفاية عالية يجدر بنا تصــميم نســق متكامل من الإنســان والآلة والمحيط، ويرى مباركي (2004) أن هذا التكامل الذي بدونه لا تتحقق الكفاية، وربما يســبب تضــاربا

وصداما في المهام، قد تكون نتيجته فشل النسق في أداء ما صمم له.



الشكل (07): يوضح دور الفرد والعوامل المؤثرة على كفايته العملية في نسق دائري مغلق

المصدر: (Murrell، 1965) و (مباركي ،2004)

يتضح من الشكل (07) ثلاث مجموعات من العوامل المؤثرة على أداء نسق الإنسان والآلة، فالمجموعة الأولى من العوامل هي تلك الخاصة بالفرد كالسن ومستوى التدريب، أما

المجموعة الثانية هي الظروف الفيزيقية والمجموعة الثالثة هي وسائل العرض وأدوات التحكم ووضعية العمل المتبناة، فهي من العوامل التي تؤثر على كل من الإنسان والآلة، وكل عمليات التأثير والتأثر هذه تحدث ضمن نسق دائري مغلق، يتوقف عليها ناتج (Output) عمل هذا النسق، أما إذا كان النسق مفتوحا (وهو الغالب) فإن تأثير عوامل أخرى اجتماعية وتنظيمية واقتصادية يجب إضافتها للشكل كي تكون الصورة شاملة. غير أن هذا النوع من العوامل يختلف من نسق لآخر، وبالنسبة لنفس النسق يختلف حسب الظرف الزماني والمكاني للنسق.

كل هذه العوامل يجب أخذها بعين الاعتبار أثناء تصميم أي عمل ذا علاقة بشرية، وللقيام بهذه المهمة على أحسن وجه، عادة ما يستعمل المصمم أو المشرف على تنظيم الأعمال تقنية "قوائم المراقبة" Check lists التي تساعده على تذكر كل النقاط التي تشكل عملية ما.

V. الأرغونوميا الفيزيقية

القياسات الأنتروبومترية والظروف الفيزيقية

تمهيد:

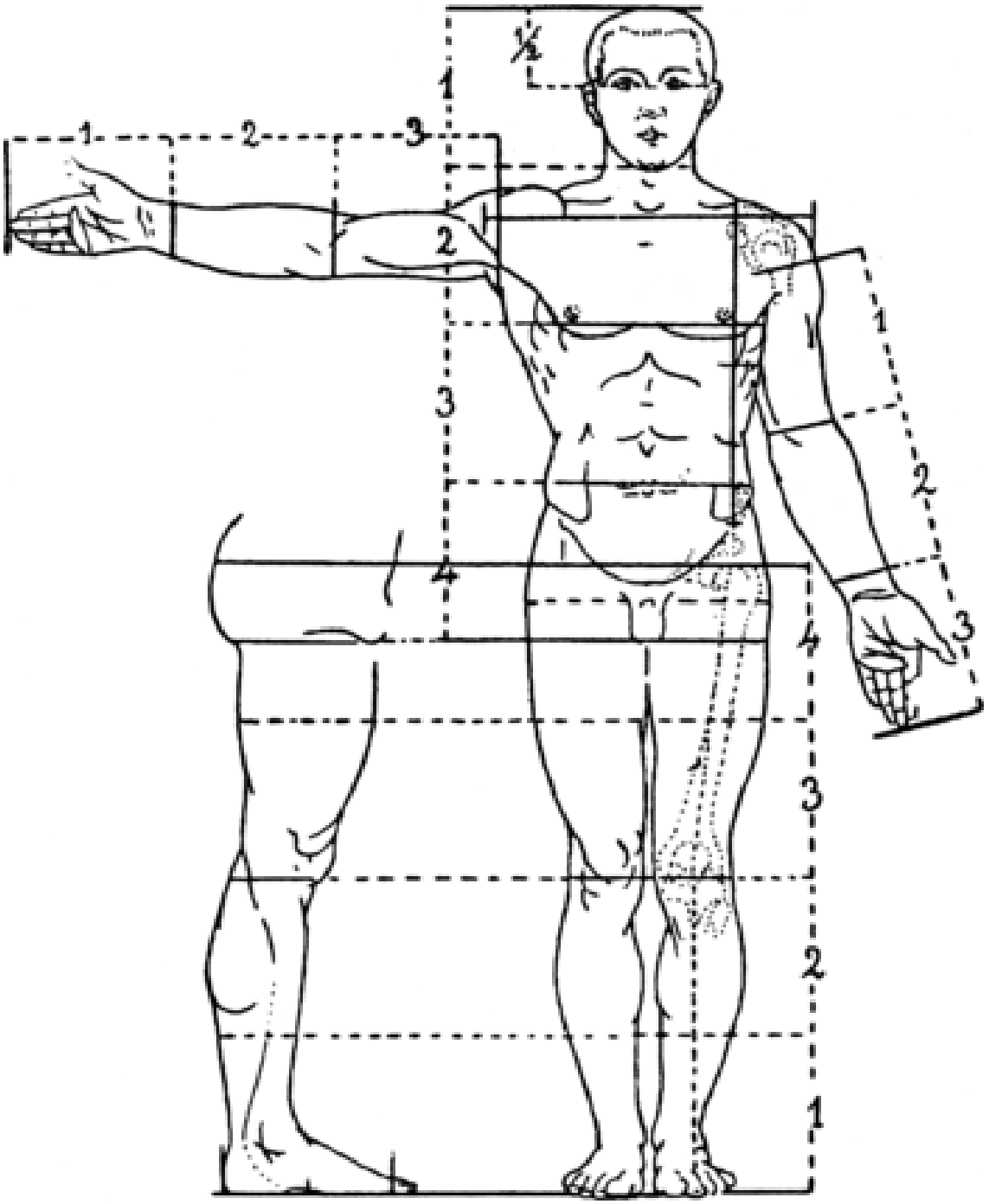
يقصـــد بالارغونوميا الفيزيقية وفق ما أورده محمد مســـلم (2007) كل التدخلات على مستوى المحيط الفيزيقي للعمل التي تميز الخصـوصـيات التقنية، وقد تتضـمن أو تخص كل أجواء العمل مثل الضجيج، الغبار، الإنارة، ترتيب فضـــاءات العمل الزمانية والمكانية، كما تهتم أيضـا بالخصـوصـيات الفيزيولوجية والأطوال الجسـمية للعامل في علاقاته مع مختلف الأنشطة، فهي بذلك تهتم بوضـعيات العمل أو القياسات الأنتروبومترية، وبالتحكم في وسائل العمل وكيفية استعمالها، كما تهتم بالحركات المتكررة وبالاضطرابات العضلية العظمية.

أولا/ قياس أبعاد الجسم للإنسان (Anthropometry):

كلمة أنثروبومتري يعني بها قياس أبعاد جسم الإنسـان أو جسـمه ككل، وهو يتكون من مقطعين أصـــلهمـا يونـاني، المقطع الأول هو (الأنثروبو) Anthropo ويعني بهـا الإنســان، والمقطع الثاني هو (متري) Metricos ويعني بها القياس، لذلك فهي العلم الذي يقيس جســم الإنســان أو أجزائه، ويعرف علم قياس ابعاد الجســم حســب ما ذكره بوظريفة (1996) بانه تطبيق الطرق العلمية لدراسة جسم الانسان من اجل تقييم الرسومات الهندسية والمنتجات المصنوعة بهدف ضمان ملائمتها للمستعمل، وتنقسم أبعاد جسم الإنسان التي تهم المختص الارغونومي الى قسـمين أسـاسـيين، يتعلق الأول بالأبعاد الجسـمية التركيبية ويطلق عليها بالأبعاد السـتاتيكية وهي تهتم بالأبعاد البسـيطة الثابتة لجسـم الانسـان مثل الوزن القامة طول وعرض وعمق مختلف أجزاء الجســم، اما القســم الثاني فيســمى بالأبعاد الجســمية الوظيفية او الديناميكية وهي تعالج القياسـات المركبة الخاصـة بأبعاد جسـم الانسـان المتحرك كما هو الحال بالنسبة للوصول تبعا لمختلف مجلات زوايا المفاصل.

وأوضحت الكثير من الدراسات اهتمام الباحثين بوضع تعاريف للقياسات الجسمية، منها

بانه نوعاً من علم وصـف الإنسـان والتي تهتم بالقياسـات الجسـمية ويتضـمن ذلك قياسـات الأطوال والمحيطات المختلفة وغيرها من القياسات "

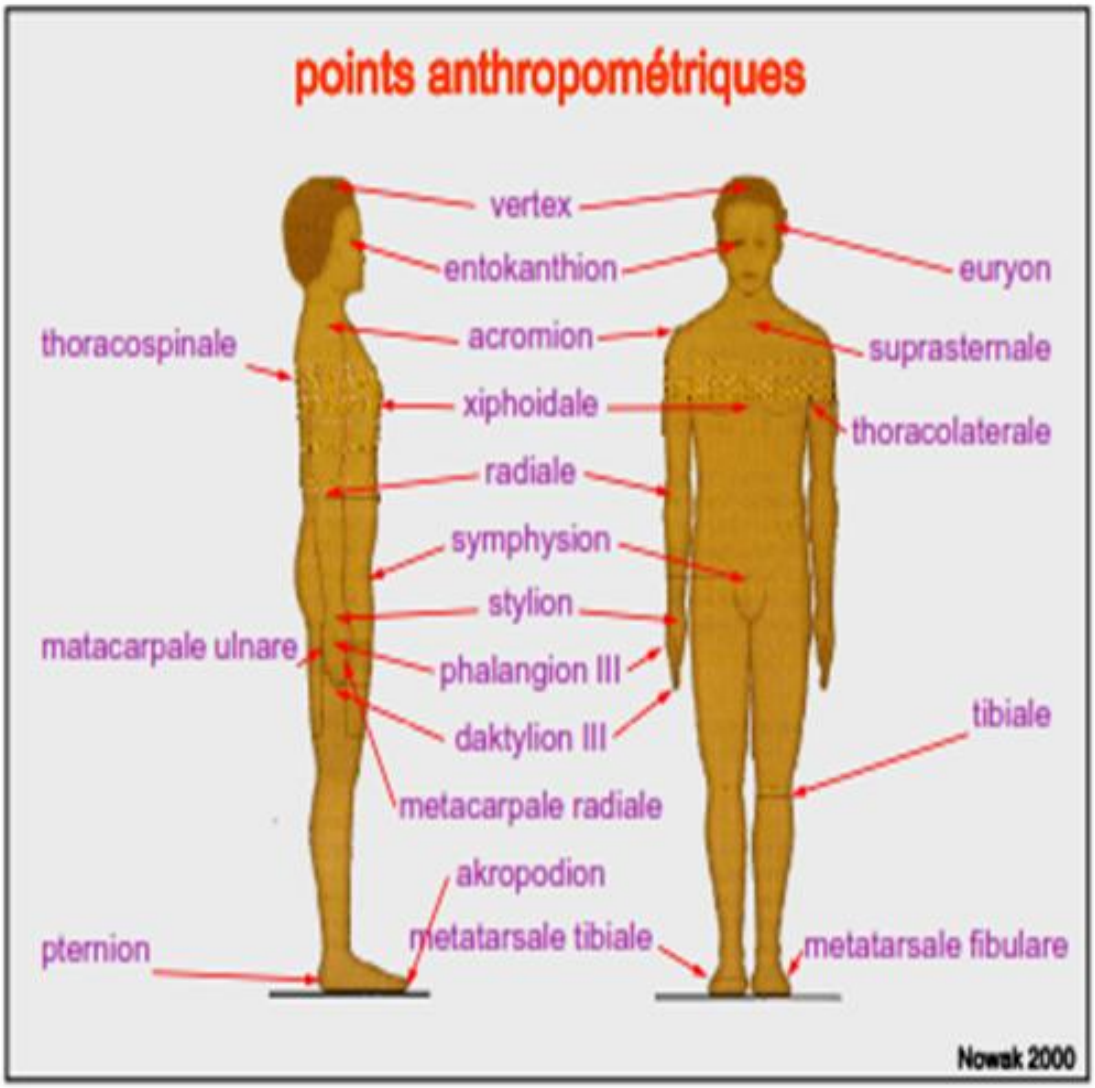


الشكل رقم (08) يوضح صورة تاريخية لأخذ قياسات أبعاد الجسم canon de richer

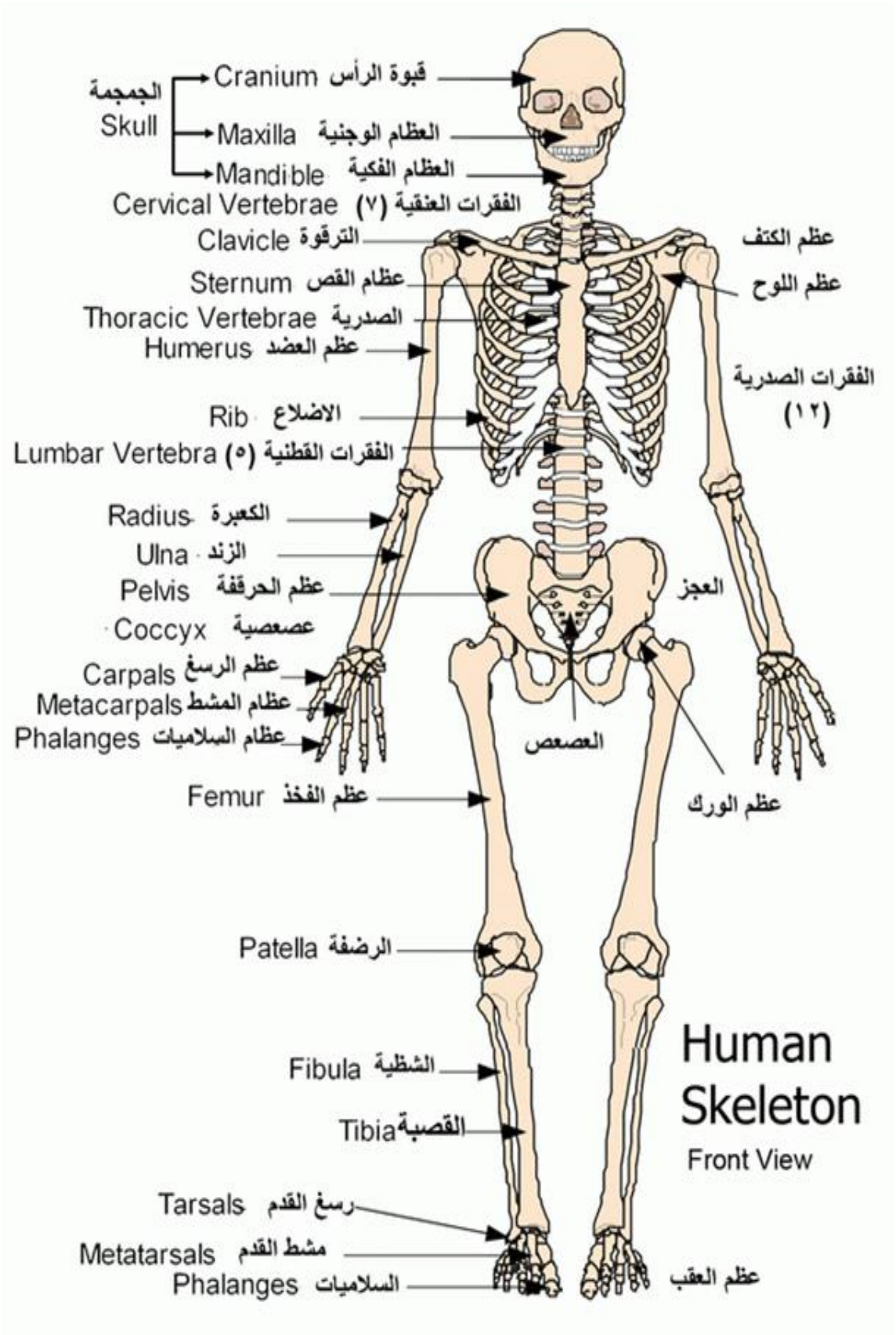
المصدر: Richer, Paul (1893)

وعرفت كذلك أنها فرع من فروع علم وصف الإنسان للتعرف على مدى الاتفاق والاختلاف بين الأفراد والربط بين الأداء الجسمي وبناء الجسم نتيجة للأداء البدني، منها قياس الطول، الوزن، عرض الكتفين، محيط الصدر، محيط العضد، طول الطرف العلوي وغير ذلك ".

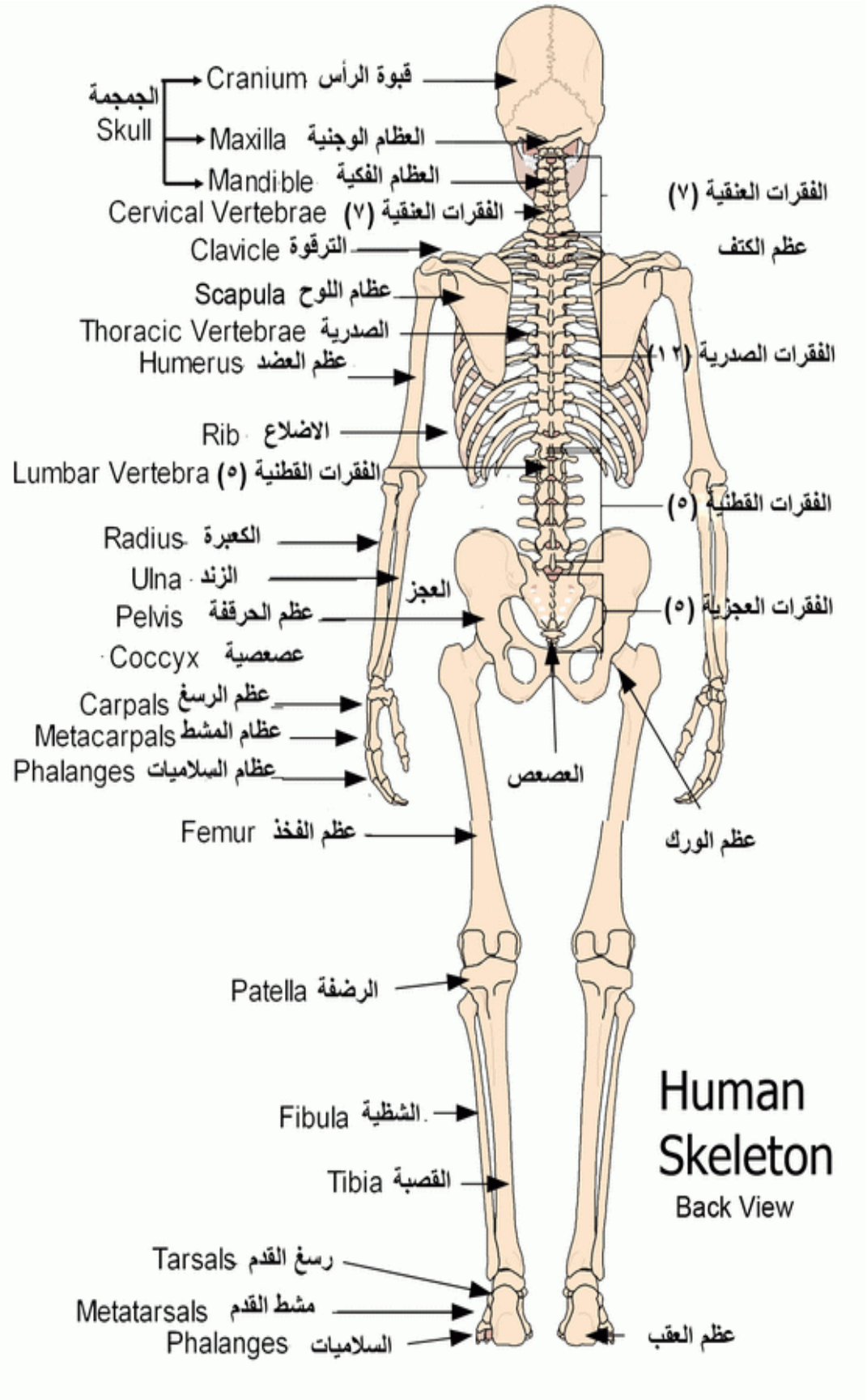
كما يمكن معرفة النقاط الغير ظاهرة جيداً بواسطة غرس أصابع اليد على أماكن اتصال العظام أو بروزاتها أو سطوحها، وبعد تحديد مكان النقط فإنه يمكن بواسطة قلم جاف وضع علامة على مكان هذه النقط التشريحية ليكون هذا المكان ثابتاً حتى يمكن بعد ذلك إجراء القياس وتسمى النقاط الانتروبومترية كما هو موضح في الشكل رقم(09).



الشكل رقم (09) يوضح موضع وتسمية النقاط الأنتروبومترية في جسم الانسان.



الشكل رقم (10) يوضح المقطع الامامي للهيكل العظمي لجسم الانسان.



الشكل رقم (11) يوضح المقطع الخلفي للهيكل العظمي لجسم الانسان.

إن كل إنسـان يبحث دائما عن وضـعيات الجسـمية من شـأنها أن تجعله يحس بدرجة عليا من الارتياح وهذا سواء كان جلوسه على الكرسي في مركز عمله أو طائرة، لأن مصمم المهام أو الأدوات يمكنه دوما من الاعتماد على مرونة وضـعية الجسـم وقدرة الإنسـان على تحمل والتكيف ولهذا على المختص أن يهتم بتوفير البيانات اللازمة حول أبعاد الجسم.

علم قياس أبعاد الجســـم هو عبارة عن تطبيق الطرق الفيزيقية العلمية لدراســـة حركة للإنسان وتنقسم الأبعاد الجسمية إلى قسمين الأولى تتعلق بالأبعاد الجسمية التركيبية وتعرف بالأبعاد البسيطة الثابتة لجسم الإنسان مثل الوزن، القامة، الطول أما القسم الثاني قياس أبعاد الجسمية الديناميكية تعالج القياسات المركبة الخاصة بأبعاد الجسم الإنسان متحرك.

1. البناء الجسمي لدى الإنسان (بنية الجسم)

يطلق على شكل الجسم مصطلح عام هو البناء الجسمي (أو بنية الجسم)، ويتفرع من هذا البناء الجسمي ثلاثة تقسيمات رئيسية، هي المقاس الجسمي، والتركيب الجسمي والتكوين الجسمي كما هو موضح في العنصر الموالي:

- **المقاس الجسمي (Body size):**

ويشمل هذا المسمى كل من قياس كتلة الجسم (وزنه)، وطوله، وحجمه، ومساحة سطحه. ولكل من هذه القياسات أهمية كبيرة في الصحة والمرض لدى الإنسان عامة.

- **التركيب الجسمي (Body structure):**

ويتضمن هذا المسمى أجزاء الهيكل العظمي، وأجزاء الهيكل العضلي، وتشمل القياسات المرتبطة بالتركيب الجسمي كل من أطوال العظام وعروضها، ومحيطات العضلات، وهي قياسات مهمة أيضاً في الصحة والمرض، غير أنها تكتسب أهمية قصوى نظراً لتأثير تلك القياسات على الأداء البدني، كما أن تلك القياسات بالإضافة إلى قياس وزن الجسم وطوله تعد ذات ثبات عالٍ.

- **التكوين الجسمي (Body composition):**

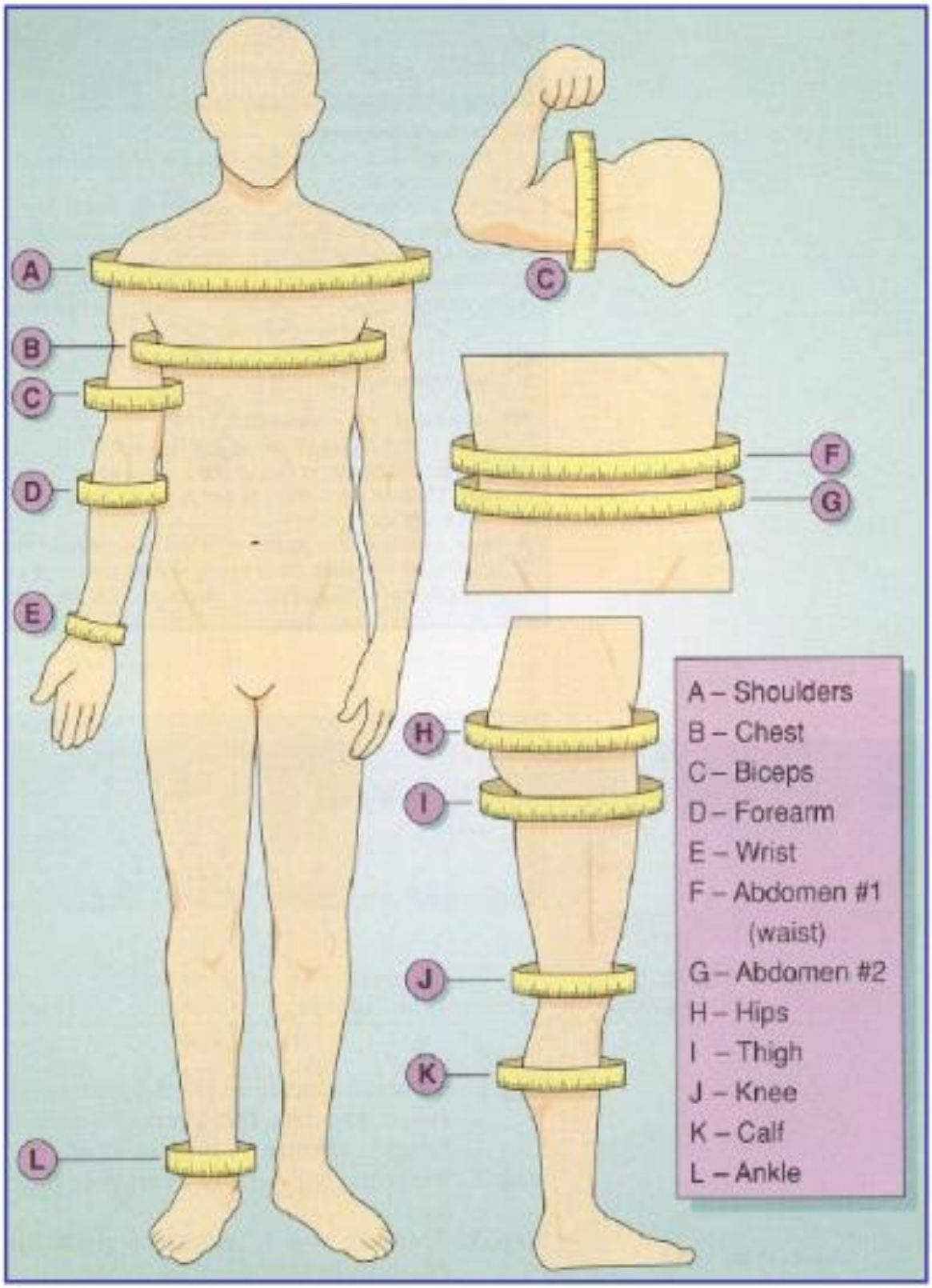
ويعني هذا المسمى مكونات الجسم من شحوم وعضلات وعظام وسوائل ومعادن وغير ذلك. وعادة ما يتم تقسيم مكونات الجسم إلى كتلة شحمية وأخرى غير شحمية تشمل العضلات والعظام والمعادن والأنسجة الضامة والغضاريف.

2.قياس المحيطات والعروض الجسمية:

تعد قياسات محيطات الجسم وعروض أجزاءه من القياسات المهمة وهي قياسات سهلة وذات ثبات عالٍ ولا تتطلب أدوات مكلفة وتستعمل هذه القياسات للدلالة على تراكم الشحوم في منطقة ما في الجسم أو على البنية العظمية أو العضلية للشخص. ويستخدم لقياس المحيطات شريط قياس مخصص للقياسات الجسمية (الأنثروبومترية) غير قابل للتمدد، ويستعمل لقياس عرض الأجزاء العظمية مقياس العروض والأطوال الجسمية

جدول رقم (1) يبين المناطق الأكثر شيوعاً عند قياس محيطات أجزاء الجسم

المنطقة		الوصف
A	محيط الكتفين (Shoulders)	أكبر محيط للكتفين من فوق العضلة الدالية واليدين إلى أسفل.
B	محيط الصدر (Chest)	عند مستوى فوق الحلمة بالضبط، ويؤخذ متوسط أقصى محيط (شهيق) وأدنى محيط (زفير)
F	محيط البطن (Abdomen)	أصغر محيط للبطن فوق الصرة 2–3 سم.
H	محيط الوركين (Gluteus)	عند أكبر محيط للوركين عند مستوى الآليتين.
I	محيط الفخذ (Thigh)	أكبر محيط للفخذ (هناك من يأخذ محيط الفخذ عند منتصف الفخذ).
K	محيط الساق (Calf)	أكبر محيط عند سمانة الساق أثناء الانقباض وكذلك أثناء الارتخاء.
L	محيط كاحل القدم (Ankle)	أصغر محيط فوق الكعب.
C	محيط العضد (Arm)	أكبر محيط أثناء الانقباض وكذلك أثناء الارتخاء.
D	محيط الساعد (Forearm)	أكبر محيط للساعد والذراع ممدودة والكف إلى أعلى.
E	محيط رسغ اليد (Wrist)	أصغر محيط لرسغ اليد فوق عظمي الكعبرة والزند والكف لأسفل

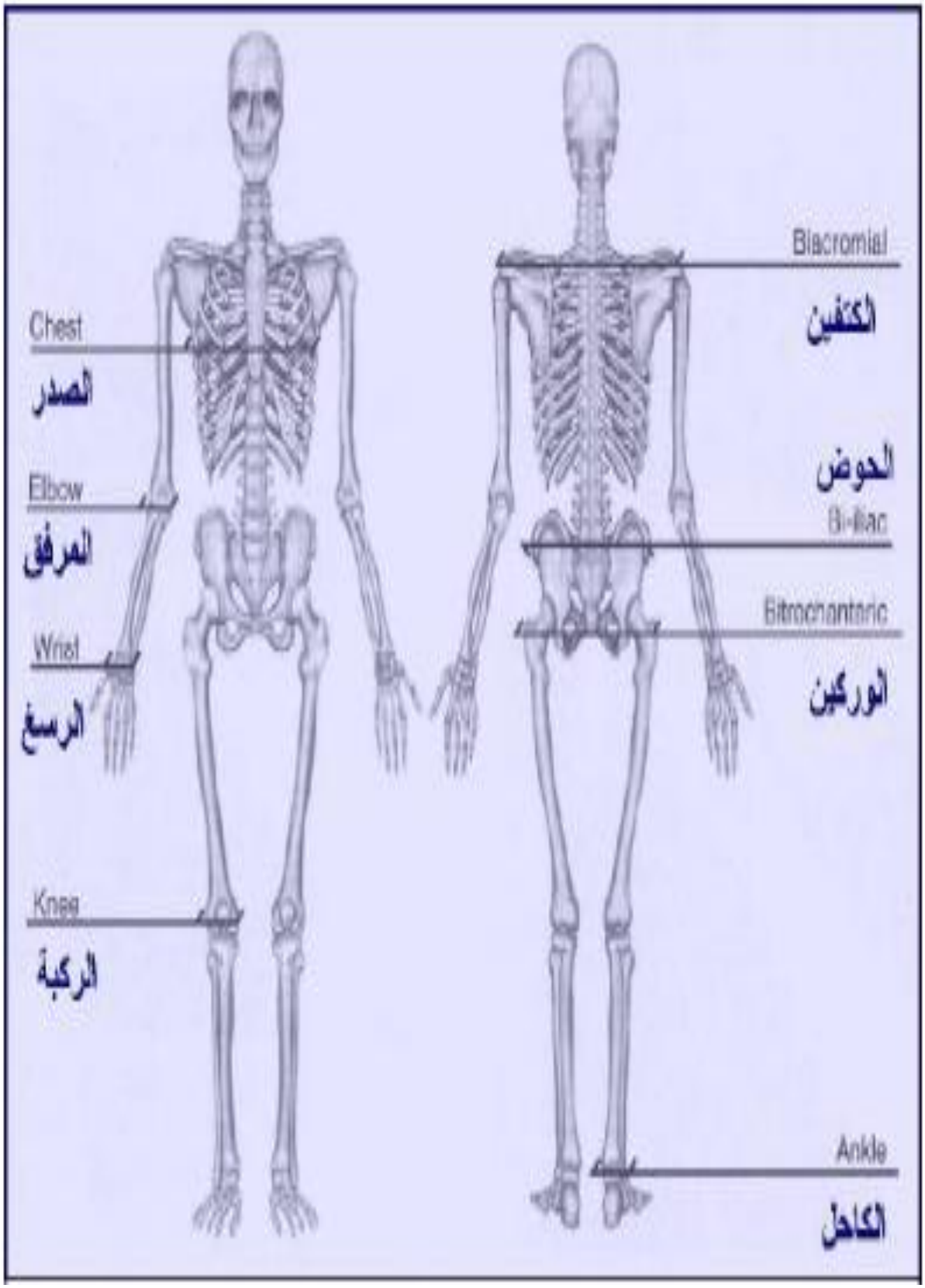


الشكل رقم (12) التشريحية لقياس محيطات أجزاء الجسم (A الكتفين، B الصدر، C العضلة العضدية ذات الرأسين، D الساعد، E الرسغ، F الخصر، G البطن، H الوركين، I الفخذ، J الركبة، K الساق، L الكاحل). المصدر: McArdle, Katch & Katch, 1991

جدول رقم (2) يبين المناطق الأكثر شيوعاً عند قياس عروض أجزاء الجسم.

المنطقة	الوصف
عرض الكتفين	المسافة بين النتوءين الأخروميين.
عرض الصدر	يتم القياس من الأمام وتحت مستوى الحلمة مباشرة.
عرض الحوض	المسافة بين نتوئي العظمين الحرقفيين.
عرض الوركين	المسافة بين المدورين الكبيرين.
عرض الركبة	أثناء الجلوس وزاوية مفصل الركبة 90 درجة.
عرض المرفق	المسافة بين لقمتي عظم العضد والمفصل بزاوية 90 درجة والكف باتجاه وجه المفحوص.
عرض كاحل القدم	يتم القياس من الخلف وفوق الكعب مباشرة.
عرض رسغ اليد	المسافة بين عظمي الكعبرة والزند واليد ممدودة والكف لأسفل.

تتم عملية قياس العروض والاطوال كذلك بحساب المسافة الفاصلة بين النقاط الانتروبومترية للاجزاء المراد قياسها



الشكل (13) الأجزاء التشريحية لقياس عروض الجسم

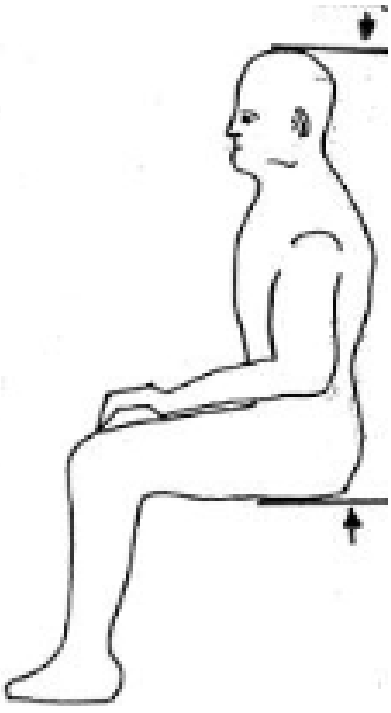
ومن المعروف أنه يمكن تصـنيف هيكل الجسـم بناءً على عروض أجزاءه العظمية إلى ثلاثة أنواع رئيسية، هي هيكل جسمي صغير، وهيكل جسمي متوسط، وهيكل جسمي كبير.

أ. قياس بعض الابعاد الجسمية الستاتيكية:

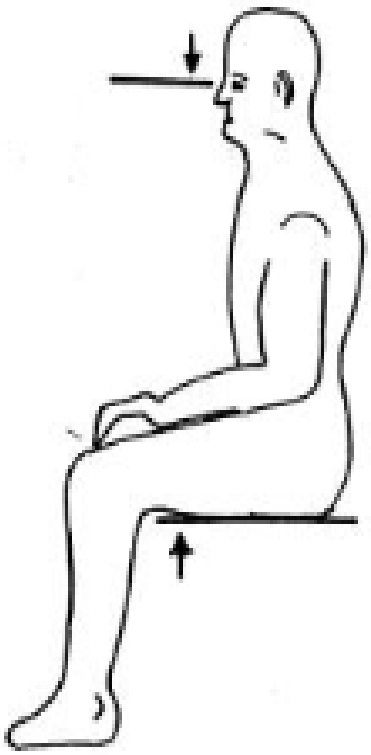
- **القامة:** وهي عبارة عن البعد العمودي المحصور بين قمة الرأس وسطح الأرضية التي يقف عليها المفحوص وعادة ما تأخذ وضعية الوقوف مستقيمة وغير مرتخية (بوظريفة، 1996)
- **طول الجزء السفلي من الجسم** (طول ما تحت عظم الورك)**:** يتم حساب طول الجزء السفلي من الجسم عن طريق طرح طول الجسم في وضع الجلوس من الطول الكلي للجسم.

الشكل (14) القامة

- **ارتفاع الجلوس:** وهو عبارة عن البعد العمودي المحصور بين قمة الرأس ومستوى سطح الكرسي ، وعادة ما يجلس المفحوص في وضعية مستقيمة وينظر الى الامام مع وضع كلتا اليدين فوق الفخذين مع الاحتفاظ بالساق مشكلا زاوية قائمة مع الفخذ وأخرى مع القدم في نفس الوقت (بوظريفة، 1996)



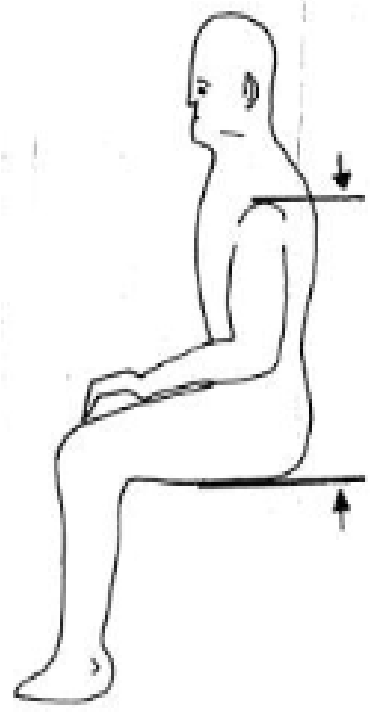
الشكل (15) ارتفاع الجلوس



ارتفاع العين: هو البعد العمودي المحصور بين مستوى سطح الكرسي والزاوية الداخلية للعين، عندما يكون المفحوص جالسا باستقامة وينظر الى الامام.

(بوظريفة، 1996)

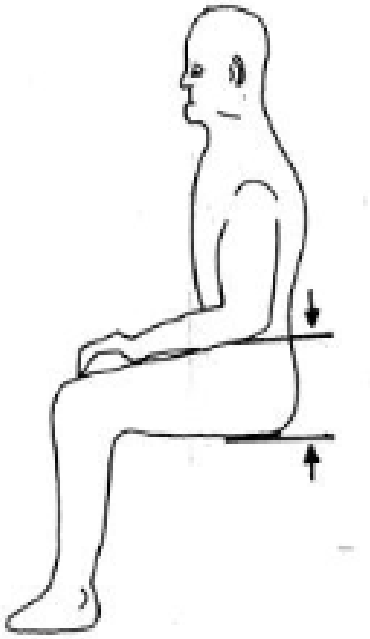
الشكل (16) ارتفاع العين



ارتفاع الكتف: هو البعد العمودي المحصور بين مستوى سطح الكرسي وأعلى نقطة في مستوى الحافة الجانبية للكتف، عندما يكون المفحوص جالسا باستقامة وينظر الى الامام.

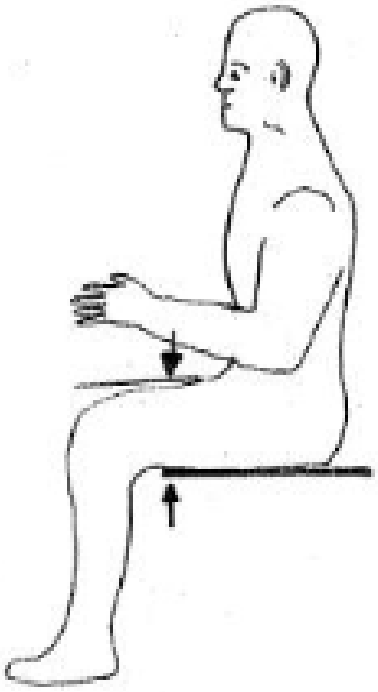
(بوظريفة، 1996)

الشكل (17) ارتفاع الكتف



ارتفاع المرفق: هو البعد العمودي المحصور بين مستوى سطح الكرسي وأسفل المرفق عندما يكون العضد بجانب الجذع ويشكل زاوية قائمة مع الساعد. (بوظريفة، 1996)

الشكل (18) ارتفاع المرفق



طول الفخذ: وهو طول المسـافة من الورك إلى الركبة، ويكون القياس من وسـط الرباط الأربي إلى الطرف الأدنى لعظمة الرضفة، والركبة مثنية بزاوية 90°.

ارتفاع الفخذ: هو البعد العمودي المحصور بين مستوى سطح الكرسي وأقصى نقطة للجهة العليا من الفخذين عند الجلوس، والركبة مثنية بزاوية 90°. (بوظريفة، 1996)

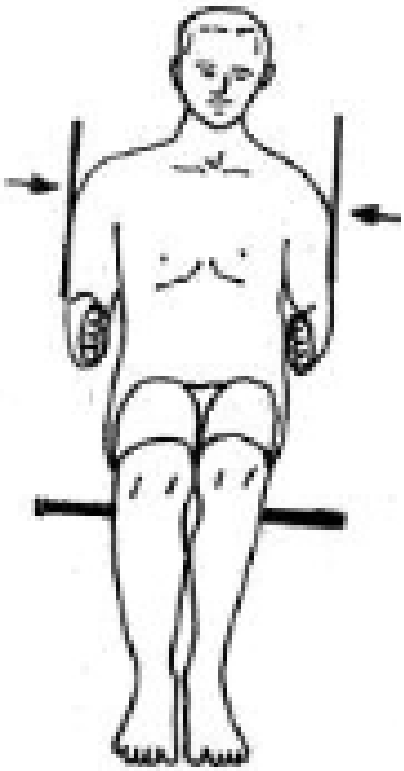
الشكل (19) ارتفاع الفخذ

طول الســـاق: يكون القياس بينما الرجل اليمنى مثنية بزاوية 90 درجة مئوية وهي موضـــوعة على الركبة اليســـرى، والقدم اليمنى تتدلى للأســـفل، حيث يكون القياس من الحافة الدنيا لعظم الظنبوب من الداخل إلى الحافة البعيدة لعظم الكعب من الداخل

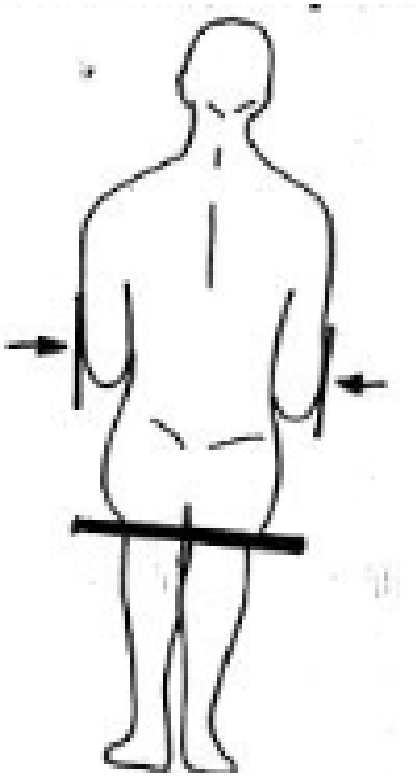
ارتفــاع خلف الركبــة: هو البعــد العمودي المحصــور بين مســتوى ســطح الكرســي وســطح الأرضـــيــة عند الجلوس، والركبـة مثنيـة بزاويـة 90°.(بوظريفة، 1996)

الشكل (20) ارتفاع خلف الركبة

عرض الكتفين: وهو عبارة عن البعد المحصور بين أقصى نقطة لكل كتف في وضعية الجلوس باستقامة، واضعا العضد عموديا بجانب الجسم ومشكلا به زاوية قائمة مع الساعد(بوظريفة، 1996)

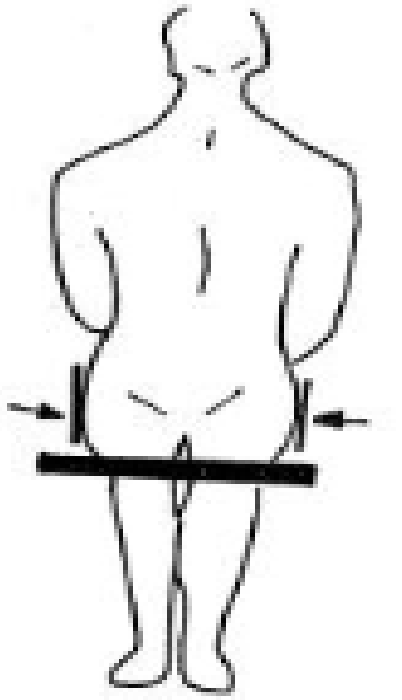


الشكل (21) عرض الكتفين



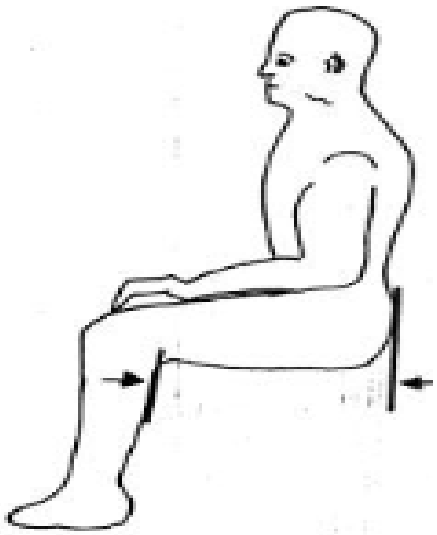
عرض المرفقين: وهو عبارة عن البعد المحصور بين أقصى نقطتين للمرفقين في وضعية الجلوس باستقامة، واضعا العضد عموديا بجانب الجسم ومشكلا به زاوية قائمة مع الساعد من وراء الظهر (بوظريفة، 1996)

الشكل (21) عرض المرفقين



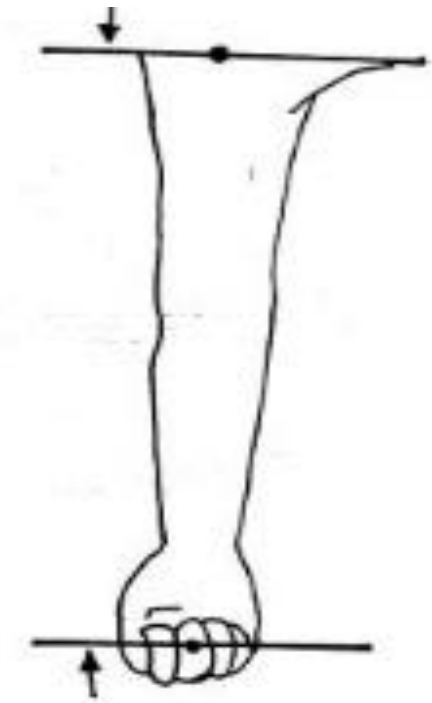
عرض الرديفين: وهو عبارة عن البعد المحصور بين أقصى نقطتين للرديفين في وضعية الجلوس باستقامة، مع ضم الركبتين ومثنيتين بزاوية 90°.(بوظريفة، 1996)

الشكل (22) عرض الرديفين



الشكل (23) الطول من خلف الرديفين الى خلف الركبة

الطول من خلف الرديفين الى خلف الركبة: وهو عبارة عن البعد المحصور بين أقصى نقطتين وراء الرديفين وأقصى نقطة وراء الركبتين في وضعية الجلوس باستقامة، مع ضم الركبتين ومثنيتين بزاوية 90°.(بوظريفة، 1996)



الشكل (24) وصول الذراع

وصـــول الذراع: وهو عبارة عن البعد الممتد محور الكتف أقصـــى نقطـة في اليد عندما تكون مغلقة. (بوظريفة، 1996)

طول الســـاعد واليد معاً: يتم القياس والمفحوص في وضـــع الوقوف، بينما المرفق مثنياً بزاوية 90 درجة مئوية والكف باتجاه الداخل وذلك من عظم المرفق حتى طرف الأصبع الأوسط

طول اليد: يتم القياس والمفحوص في وضـع الوقوف، بينما الذراع واليد ممتدتين على الخط نفســـه، ويكون الكف باتجاه الأعلى، وذلك من النتوء الإبري لعظم الكعبرة حتى طرف الأصبع الأوسط.

ب.تطبيق الأبعاد الجسمية في التصميم:

إن عدد ونوع الأبعاد الجسمية المقاسة يرتبط بالغرض من الدراسة التي يريد كل باحث القيام بها وقبل استعمال البيانات في التصميم يجب اتخاذ بعض الإجراءات:

- تحديد المجتمع الذي يستعمل هذه الأجهزة
- مراعاة طبيعة النشاطات المراد القيام بها وكل خصائصها
- التأكد من أصل البيانات المراد استعمالها بأنها الحالات مشابهة وأن العينة كبيرة وشاملة
- التحقيق من التعريف والتفاصيل المعطاة حول بدايات ونهايات الأبعاد المقاسة
- تحديد نوع الثياب والأجهزة التي تستعمل أثناء الأداء
- اتخاذ الحذر الشـديد عند التصـميم المجموعات مشـابهة نتيجة عدم توفر بعض البيانات لبعض المجتمعات أو الفئات مع إجراء الكثير من المحاولات والتجارب
- تحديد بعد الجسد الأكثر أهمية في التصميم

ج. العوامل المؤثرة على قياس أبعاد الجسم:

- الملابس والأجهزة: إن ارتداء الملابس له تأثير على الزيادة في الأبعاد الجسمية بالإضافة إلى أنه يمكن أن ينقص من الحركة والقوة وفي هذا السـياق قام وولك وجماعته بتجربة على 17 فردا من أجل دراسة تأثير اللمس على الأداء فأخضع هؤلاء إلى اختيار تركيب المسامير المهارة اليدوية تحت الظروف التجريبية الثلاثة:

يدان بدون قفاز –يدان بقفاز عادي –يدان بقفاز ضـغطي افترض الأداء بدون قفاز كمعيار يمثل 100 من نسـبة الأداء فوجد من خلال النتائج أن الأداء بالقفاز العادي يخفض الأداء ب 65 والقفاز الضغطي يخفضه ب 35 من المعيار

- السن: أن أبعاد الجسم الإنسان تتغير حسب نموه خاصة بالنسبة للقامة والوزن
- الجنس: عادة ما يتفوق الذكور على الإناث في أغلب الأبعاد الجسـمية بالنسـبة لطول الأرجل والارتفاع الجلوس والوقوف
- وضعية الجسم: عادة ما تقاس الأبعاد في وضعية مستقيمة بالنسبة للجلوس والوقوف

ثانيا/الظروف الفيزيقية:

البيئة المحيطة لها تأثير مباشـر على الأداء، بأي شـكل من الأشـكال البيئة الملائمة لها قيمة مركزيـة، فالعامل يكون تحت تأثير الإجهاد عندما تختلف الظروف الفيزيقية في مكان العمل على الظروف الطبيعية من وقت إلى أخر، ولكن هناك حدود للتكيف، الطب، القانون

تـأثيرات الظروف الفيزيقيـة على الأداء هي مهمـة الارغونوميـا، امـا الحواس لهـا وظيفـة ترجمة الظروف المادية إلى معلومات بيولوجية يمكن اسـتخدامها من قبل الجهاز العصـبي المركزي، لكن ليس كل الظروف مادية...

1. الإضاءة:

تعتبر الإضـاءة في بيئة عمل المصـنع من العوامل الطبيعية عامة فبالعينين تنقل إلى الجهاز العصـبي المركزي ما يزيد عن 85 بالمئة من مجموع ما تنقله الحواس الخمسـة إذ يمكن عن طريق الرؤية تمييز شكل الأشياء و لونها و حجمها و بعدها و حركتها.

فمن هذا التعريف نستنتج أن الإضـاءة الجيدة تسـاهم في الرفع من قدرة الفرد على رؤية الأشياء بدقة فالإضاءة السليمة ضرورية للقيام بالأعمال على أكمل وجه

وتعتمد الرؤية على مصـدر الإضـاءة، وسـلامة العين وقدرتها على الإبصـار ويقصـد بإخطار الإضـاءة الزيادة أو النقص في شـدة الإضـاءة عن الحد المطلوب بما يؤثر على سـلامة العين والضـوء عبارة عن الجزء المرئي من الطيف الكهرومغناطيسـي الذي تتحس له العين لترى الأشياء من حولها في ما يلي ما أورده الكايد (2015) حول خصائص الاضاءة.

أ. خصائص الإضاءة:

- **الترددات:** الخصائص الفيزيائية للضوء هي الأطوال، سعة الموجة

- **أطراف الضوء :** أطراف الضوء هي الأشعة فوق البنفسجية والأشعة تحت الحمراء
- **مصادر الضوء:** تقسم الإضاءة من حيث مصادرها إلى:
  - **إضاءة طبيعية:** رغم أن الإضاءة الطبيعية مجانية وصحية إلا أنها لا تكون منتظمة أكثر الأحيان مما يؤثر على الأعمال التي تتطلب دقة معينة.
  - **إضاءة صناعية:** عن طريق أجهزة الإضاءة ويمكن تقسيم الإضاءة الصناعية المستخدمة في المنشآت إلى:
  - **إضاءة عامة:** وهي عادة ما تشمل كافة أرجاء المكان وتكون منتظمة التوزيع، وذلك عندما تكون طبيعة العمل عادية.
  - **إضاءة متركزة:** وهي عبارة عن زيادة المصابيح في منطقة محددة لدعم الإضاءة العامة لتخدم العمل، كتركيز الإضاءة في بعض الأماكن التي تحتوي على أخطار لتمييزها كالممرات بين الآلات.
  - **إضاءة موضعية:** وتقع على منطقة محددة صغيرة لتزيد الإضاءة في موقع محدد من الموقع مثل طاولة تجميع قطع صغيرة.
- **لون الضـوء:** يلعب لون الضـوء المناسـب دوراً مهماً في تحسـين مردود العمل وتحقيق أفضل ظروف السلامة المهنية وتأمين الراحة البصرية وتقسم المصابيح من حيث اللون إلى:
  - **لون ذو مظهر دافئ:** وهو الأبيض المحمر ويفضل استخدامه في المنازل.
  - **لون ذو مظهر متوسط الحرارة:** وهو البيض العادي ويستخدم في معظم أماكن العمل.
  - **لون ذو مظهر حراري بارد:** وهو الأبيض المزرق وينصـح باسـتخدامه في الأعمال التي تطلب درجة عالية من الإثارة

كما يمكن الاستفادة من الألوان التمييز أماكن الخطر كوضع مصباح أحمر على الأماكن الخطرة.

- **إتجاه الضوء:**

لتحديد اتجاه الضوء هناك قواعد أساسية لا بد منها وهي:

- الابتعاد عن الضوء المباشر أو المنعكس على العين
- وضع طاولة العمل بحيث تكون الإثارة من الأعلى وتأتي من جانب العامل بعكس اتجاه اليد التي يستعملها إلا في الحالات التي تتطلب تركيز الاضاءة على مكان معين

- **الخصائص الزمانية والمكانية للرؤية** :العلاقة بين كمية الطاقة (سعة الموجة) والتحفيز البصري، حدة البصر هو القدرة على إدراك التفاصيل تعتمد على مركز الرؤية والإنارة، وحجم الجسم والمسافة، الأداء والتعب البصري تحت تأثيرالإضاءة:

- تأثيرات التباين
- مستوى الإضاءة
- تأثير اللون (المعنى، الانفعال، الحرارة)

- **التباين وسطوع أسطح العمل:** ذكر الكايد (2015) أن وجود أسطح اللماعة في بيئة العمل قد يسبب انعكاس للضوء على عين العامل مما يسبب تأذيها وخاصة عند العمل في بيئات ذات إضاءة معتدلة وفجأة عند نظر العامل إلى نقطة معينة يكون هنالك ضوء مبهر منعكس عن سطح ما مثل:
  - جدران لماعة
  - جدران ناصعة البياض تتباين مع أرض داكنة اللون.
  - سطوح عاكسة الطاولات أو أجزاء مصقولة من الآلة.

- **أهداف الإضاءة في مكان العمل:**

تعتبر اهداف الاضـــاءة الجيدة تتمثل في معظمها بين تحســين المنتج وتحســين بيئة العمل وضـــمن الصـــحة والســـلامة للعمال في أماكن العمل وقد عدد الكايد (2015) مجموعة من الاهداف نوردها كما يلي:

- سلامة العاملين داخل مكان العمل وذلك لحمايتهم من حوادث السقوط والتعثر
- زيادة الإنتاج وتقليل نسبة الأخطاء ورفع جودة المنتج.
- المحافظة على سلامة الإبصار
- المحافظة على نظافة أماكن العمل.
- توفير أنسب الظروف للرؤية.
- الأعمال التي يتعرض فيها العمال لضعف الإضاءة
- عمال المناجم والأنفاق والعمل تحت سطح الأرض.
- عمال التحميض في معامل التصوير والأشعة وغيرها.
- الأعمال التي يتعرض فيها العمال لشدة الإضاءة
- التعرض للوهج أثناء عمليات القطع واللحام.
- التعرض للإضاءة المبهرة كما يحدث للعاملين في قاعات السينما والتلفزيون بسبب شدة إضاءة كاميرات التصوير.

ب. تأثير الإضاءة على العامل:

- **الإضـــاءة القوية:** يؤدي تعرض العين للضـــوء المبهر مثل عمال الحام المعادن إلى أمراض عينية خطيرة مثل التهاب العين الضوئي، وقد يؤدي أيضا إلى ضعف تدريجي في قوة الإبصـار، وسـرعة الشـعور بالتعب والإجهاد والشـعور بالدوخة والصـداع في مؤخرة الرأس، وظهور حالة المياه البيضـاء أو عتمة العدسـة)، وارتفاع نسـبة الحوادث والإصابات خاصة عند التفاوت في الإضاءة، فزيادة شدة الإضاءة يؤدي إلى:

– ضعف تدريجي في قوة الإبصار نتيجة لإجهاد عصب العين

– التأثر على الجهاز العصبي المركزي مما يؤدي إلى سرعة الشعور بالتعب والإجهاد نقص القدرة على أداء العمل الذهني بالشعور بالدوخة والصداع في الرأس

– ارتفاع نسبة الحوادث والإصابات خاصة عند التفاوت الكبير في شدة الإضاءة

- **الإضـــاءة الضـــعيفة:** عند وجود إنارة ضـــعيفة مع حاجة العمل إلى إنارة عالية فذلك يؤدي إلى إرهاق العين ولكن عند العمل لفترات طويلة قد يســـبب تأثيرات حادة مثل الصـــداع، ألم العين الدائم، احتقان حول القرنية. وقد يؤدي أيضـــا إلى اتســـاع حدقة العين، وارتخاء العضلات المتصلة بالعدسة، وقصر النظر نتيجة الاقتراب الشديد من الجسم المراد رؤيته، فضعف شدة الإضاءة التي يتعرض لها العمال الذين يعملون في صناعات المناجم والأنفاق تؤدي إلى:

– اتساع حدقة العين إلى أكبر حد ممكن لكي تسمح لكمية كبيرة من الضوء السقوط على شبكة لتسجيل الاستجابة

– ارتخـاء العضـــلات المتصـــلـة بـالعـدســـة ممـا يؤدي الى زيـادة قوتهـا

– الارتقاب من الجزء المرئي أو تقربه إلى العين لرؤية تفاصيله

- **الوهج أو التباين داخل أماكن العمل:** هو أخطر عوامل ســـوء الإضـــاءة ويؤدي إلى ضعف الرؤية وإجهاد العين وهو نوعان:

- الوهج المباشر (مثل وهج اللحام).
- الوهج غير المباشر وهو انعكاس الوهج المباشر.

كيفية الوقاية من مخاطر الإضاءة:

- توفير الإضاءة المناسبة لنوع العمل الذي تجرى مزاولته سواء كانت إضاءة طبيعية أو صناعية، ويراعى في ذلك أن يكون توزيع المنافذ والمناور وفتحات الإضاءة الطبيعية تسمح بتوزيع الضوء توزيعا متجانسا منتظما على أماكن العمل ويكون زجاجها نظيفاً من الداخل والخارج بصفة دائمة وإلا يكون محجوباً بأي عائق.
- توفير إضاءة مناسبة للعمليات المتفاوتة في الدقة

- أن تكون مصادر الإضاءة الطبيعية والصناعية متجانسة
- أن تتخذ الوسائل المناسبة لتجنب الوهج المنتشر والضوء المنعكس
- تجنب التفاوت الكبير في توزيع الإضاءة.
- أن تكون الإضاءة مناسبة وخالية من الانهار
- استخدام معدات ومهمات الوقاية الشخصية مثل النظارات الخاصة بأعمال اللحام والقطع.
- استخدام الالوان الدهانة المناسبة التي توفر الاضاءة المناسبة.

2. الضوضاء

يعتبر التعرض للضوضاء من أكثر مسببات المخاطر الصحية التي يتعرض لها العاملين في المواقع الصناعية، وتعرف الضوضاء بأنها الصوت غير المرغوب فيه يكون نابع من الآلات والتي تأثر على العامل بمرور الزمن كما تؤثر بالدرجة الأولى على السمع

يطلق علية اصطلاحا في دراسات العمل بالتلوث الضوضائي هو خليط متنافر من الأصوات ذات استمرارية غير مرغوب فيها، وتحدث عادة بسبب التقدم الصناعي، يرتبط التلوث السمعي أو الضوضائي ارتباطاً وثيقاً في الأماكن المتقدمة وخاصة الأماكن الصناعية.

أ. أنواع الضوضاء:

– الضوضاء المستمر: هي الضوضاء التي تصدر الماكينات و العمليات الإنتاجية الدائرة داخل المصنع

– الضوضاء المتقطع: و هي صادرة عن أصوات المطارق و الإنفجارات و تتميز شدتها بين الإرتفاع المفاجئ ثم الإنخفاض السريع

– الضوضاء البيضاء: تتمثل في كافة الترددات الصوتية بدرجة متساوية و تحسها الأذن كصوت متجانس يختلف عن كل صوت من الأصوات التي كونت تلك الضوضاء

ب. **قياسات الصوت:**

يتم قياس ضغط الصوت بوحدة تسمى الديسيبل (DB) وهى وحدات لوغاريتمية لقياس مستويات ضغط الصوت، وسرعة انتقال الموجة الصوتية حسب كثافة الهواء او الماء.

عتبات السمع: الدنيا: 0 ديسيبل اما القصوى: 140 ديسيبل

- بين 30و40 ديسيبل: هادئ
- الأوركسترا السيمفونية: 90 ديسيبل
- ديسكو: 110 ديسيبل
- فاتق الصخور والمعادن: 160 ديسيبل

ويعتبر حجم الضرر الناجم عن الضوضاء مرتبط بمدة وتواتر الضوضاء، لكن غياب الضوضاء في بيئة العمل أمر غير وارد بل هو مستبعد لأنه أمر غير صحي في العمل، بينما عدم الراحة في العمل يتوقف على طبيعة النشاط من حيث النوع والحجم والشدة، وتتمثل حدود العمل في الضجيج في مستوى الصوت والزمن المسموح به في العمل كما ذكره الكايد (2015) كما يلي:

- (90) ديسبل (8) ساعات
- (95) ديسبل (4) ساعات
- (100) ديسبل ساعتان
- (110) ديسبل نصف ساعة.
- (115) ديسبل ربع ساعة.

ج. **تأثيرات الضوضاء:**

تولد الضوضاء صعوبة التخاطب بين العميلين مع بعضهم البعض، ولها تأثيرات النفسية مثل الشعور بالضيق والاكتئاب والعصبية وتأثيرات عصبية وفيسيولوجية وتؤثر على إنتاج المشتغلين تأثير مباشر، إضافة الى نقص القدرة على التركيز وأداء الأعمال الذهنية التي

تتطلب الصــبر ودقة ونقص القدرة على أداء العمل العضــلية وفيما يلي أهم الآثار الضــارة المترتبة على الضوضاء:

- شدة الصوت ودرجته، ويتناسب التأثير وشدة الخطورة طردياً مع فترة التعرض (الأخطار مرتبطة بالمدة والتوتر).
- حدة الصوت، الأصوات الحادة أكثر تأثيراً من الغليظة.
- المسافة من مصدر الصوت، كلما قلت المسافة زاد التأثير.
- فجائية الصوت، فالصوت المفاجئ أكثر تأثيراُ من الضجة المستمرة.
- نوع العمل الذي يزاوله الإنسان أثناء تعرضه للضوضاء، مثل الأعمال التي تحتاج لتركيز شديد غير الأعمال العادية.

د. الاضطرابات السمعية:

تقلل الضوضاء من القدرة السمعية للمعرضين بعد مدة طويلة قد تصل إلى عشر سنوات وتقاس التأثيرات السمعية بواسطة جهاز يدعي الأوديومتر.

تركيز موجات صــوتية بقوة معينة على الأذن تحدث تلفاً لقدرة الإنســان الســمعية. إذا استمرت الضوضاء لفترة طويلة أصيب الإنسان بالصمم إذ تؤدي شدة الصوت العالية إلى إتلاف الخلايا العصــبية الموجودة بالأذن الداخلية، وتتآكل هذه الخلايا بالتدريج. ويعرف هذا النوع بالصمم العصبي، يولد قلة الانتباه وفقدان الشعور بالأصوات المحيطة.

أثبتت الدراسات الحديثة التي أجريت على عمال المصانع، أنه من بين كل خمسة عمال يوجد عامل مصــاب بالصــمم. وهناك نوع آخر من الصــمم يطلق عليه الصــمم الســمعي، ويتسبب عن تمزق غشاء طبلة الأذن في حالة الضوضاء الضجائية الشديدة مثل الانفجارات (أعلى من 140 ديسيبل) وقد يؤدي هذا النوع من الضوضاء إلى سكتة قلبية عند مرضى القلب

هـ.الآثار الفسيولوجية:

يمكن حصر تأثير الضجيج الفسيولوجي في نقاط هي:

- الصداع.
- طنين الأذن.
- ارتفاع ضغط الدم
- القرح.
- الأرق
- أمراض التنفس المزمنة.
- التطور السلبي للجنين.

و. الآثار النفسية:

استمرار الضجيج وارتفاع الصوت عن المعدل الطبيعي يؤدي إلى نقص النشاط الحيوي والقلق وعدم الارتياح الداخلي والارتباك وعدم الانسجام. فالتعرض للضوضاء لمدة ثانية واحدة يقلل من التركيز لمدة 30 ثانية ويمكن حصر تأثير الضجيج النفسي في نقاط، هي:

- العصاب الحصري.
- التهيج والانفعال.
- سلوك غير اجتماعي.
- العنف.

ز. تأثير الضوضاء على قدرة الإنسان الإنتاجية:

للضوضاء آثار خطيرة على أصحاب الأعمال الذهنية والفكرية، حيث نجد فروقاً محسوسة في الإنتاج بين العمل الذي يؤدى في جو هادئ، والعمل الذي يؤدى في جو مشبع

بالضـوضـاء. فمن الثابت أن الضـوضـاء تسـبب حوالي (50%) من الأخطاء في الدراسـات الميكـانيكيـة، وحوالي (20%) من الحوادث المهنيـة، وكـل ذلـك يؤدي إلى خفض القـدرة الإنتاجية.

ويضـــيف فرج عبـد القـادر طـه (2001، ص261) أن الأعمـال العقليـة تتـأثر بالضـوضـاء أكثر من الأعمال الحركية والروتينية، نظرا لحاجة الأولى إلى تركيز أكثر، كما أنه يبدو أيضـا أن الضـوضـاء المتقطعة أكثر إضـرارا بالإنتاج من الضـوضـاء الموصـولة، إذ أن الضوضاء الموصولة لا يتعود عليها العامل إذ أن الأصوات المرتفعة والمستمرة تؤدي إلا الصمم.

فقد ذكر فرج عبد القادر طه (2001، ص260) أن الأفراد يتفاوتون في مدى تأثرهم بالضـوضـاء، فبينما نجد أفرادا أقل تأثرا بالضـوضـاء نجد آخرين شـديدي الحساسية لها لدرجة أن الضـوضـاء تحدث نوبات لبعض المصـابين بالصـرع، وفي بعض التجارب التي أجريت لبحث أثر تقليل الضوضاء على إنتاجية عاملات نسيج باستعمال واقيات الأذن تخفض شدة ضـوضـاء الآلات بحوالي 10%، اتضـح أن الزيادة في الإنتاج كانت أكبر بكثير بالنسـبة للناسـجات اللاتي قررن أنهن ينزعجن من الضـوضـاء ،إلا أن كل واحدة منهن أظهرت بعض التحسن في الإنتاج نتيجة لاستعمالها واقيات الأذن.

- **الطرق الوقائية من الضوضاء :**

– عزل الماكنات و العمليات التي تحدث ضوضاء
– تبطين الجدران بمواد تمتص الصوت حتى تمنع انعكاسه
– وضع مطاطا تحت الماكنات لتقليل صوتها
– زيادة المسافة المكانية بين العامليين و الماكنات لتقليل من صوتها
– قياس مستوى الضجيج لتحديد أنسب أساليب الوقاية
- الفحص الطبي الابتدائي والدوري.

- التدريب والتوعية بواسطة الدورات والنشرات واللقاءات.
- استخدام الطرق الهندسية لعزل المعدات.
- تقليل مدة تعرض العمال للضجيج.
- دوران العمل بين العمال.
- استخدام معدات ومهمات الوقاية الشخصية (سدادات الأذن، كاتمات الصوت).

ويمكن السيطرة على الضجيج عموما عن طريق عدد من الأساليب ذكر الكايد (2015) منها:

اختيار التصميم الصحيح اختيار موقع المنشأة بحث لا يكون هناك ضجيج خارجي مرتفع ووضع مولدات الكهرباء في غرفة خاصة بعيدة عن المنشأة، شراء آلات ذات ضجيج منخفض.

السيطرة من المصدر: يتم تحديد مصدر الضجيج وإصلاح العطل في حال وجوده أو تعديل الآلة بحيث يتم تخفيض الضجيج كربيت أماكن الاحتكاك

العزل والاحتواء: عزل الآلة التي تصدر ضجيج في غرفة خاصة بعيدة عن موقع العمل وعند عدم إمكانية عزلها يتم احتواء الآلة أو جزء الآلة الذي يصدر الضجيج بواسطة حاجز.

استبدال بعض العمليات والتي يصدر عنها الضجيج بأخرى غير محدثة للضجيج مثل اللحام بالقوس الكهربائي أو بلهب الأكسجين والاستيلين محل عمليات اللحام بالطرق (البرشا).

المواد الماصة للضجيج: إن تغطية الجدران بمواد ماصة للضجيج مثل المطاط يمكن أن يخفف الضجيج، وكذلك تقليل الذبذبات بتركيب الماكينات على قواعد ماصة أو عازلة للصوت.

واقيات السمع وتعتبر خط الدفاع الأخير الواجب استخدامه عند استحالة السيطرة على الضجيج، ومن أمثلة ذلك سدادات الأذن، كاتمات الضجيج القوسية، الخوذة الواقية للضجيج.

3. الاهتزازات:

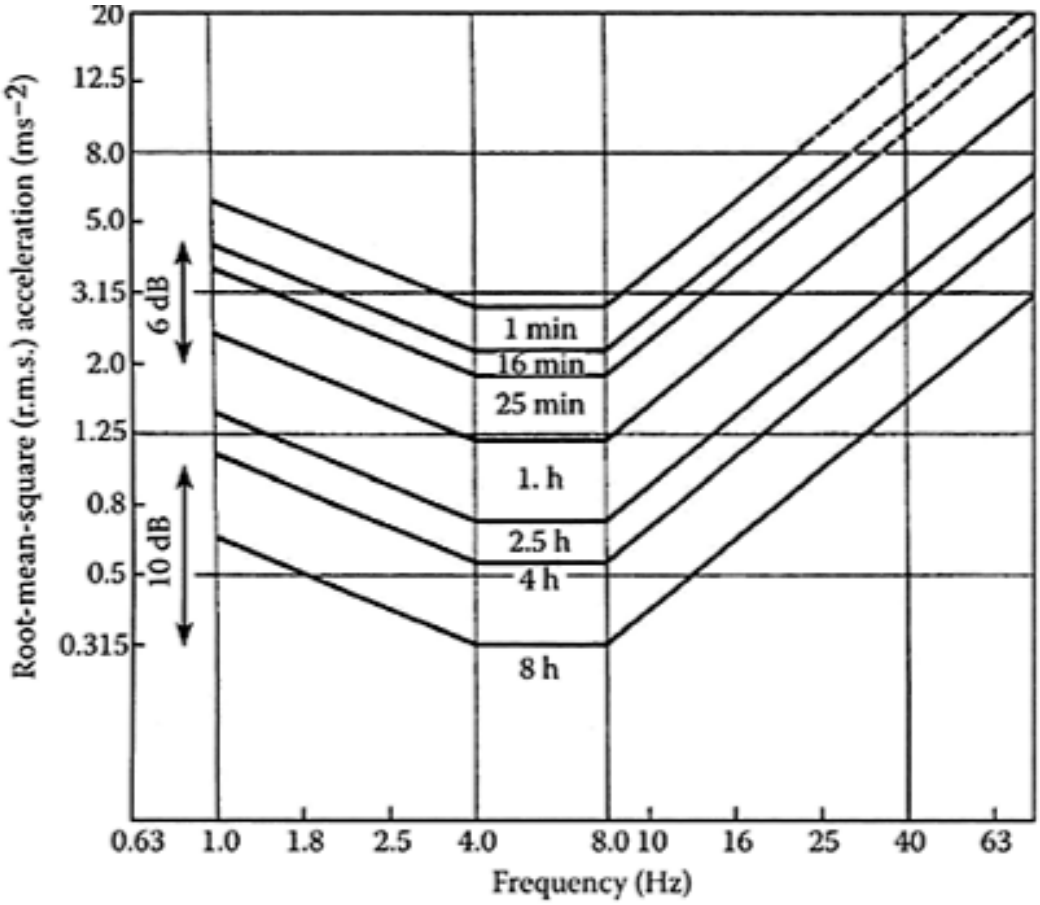
في بيئة العمل اليوم، يمكن للآلات أن تسبب اهتزازًا في كثير من الأحيان، وهو ما قد يشكل في بعض الظروف خطرًا على الصحة وهناك نوعان رئيسيان من الاهتزاز حسب Helander, M. (2005 ,p251) هما اهتزاز الجسم بالكامل واهتزاز اليد. ويشار إلى النوع الأخير عادةً باسم الاهتزاز القطاعي، مما يعني اهتزاز الأطراف. بالإضافة إلى ذلك، هناك ظاهرة ثالثة، وهي دوار البحر، والتي تنطوي على التعرض لاهتزازات بطيئة في نطاق0–1 هرتز.

أ. اهتزاز الجسم بالكامل

المصدر الشائع للاهتزاز في الجسم بالكامل هو المركبات من جميع الأنواع بما في ذلك الشاحنات الرافعات الشوكية، والشاحنات الطويلة المدى، ومعدات تحريك التربة، وغيرها من الآلات الصناعية المتحركة. غالبًا ما يحدث اهتزاز اليد أو الاهتزاز القطاعي بواسطة أدوات يدوية مثل المثاقب الكهربائية، والمناشير، والمطارق الهيدروليكية، وهزازات الخرسانة، والمناشير السلسلة. يتم التعامل مع هذه المشاكل فيما يلي الفصل نظرة عامة على أكثر المشاكل شيوعًا المتعلقة بالاهتزاز مثلما أوردها Helander, M. (2005 ,p251).

- **مصادر الانزعاج الناتج عن الاهتزاز**

إن أحد المصادر الشائعة للاهتزاز الذي يصيب الجسم بالكامل هو المركبات حيث يتعرض السائقون للاهتزاز الناتج عن المركبة والطريق. يوضح الشكل (25) أن الأجزاء المختلفة من جسم السائق لها ترددات رنينية مختلفة، بالنسبة للكتف والمعدة، يكون التردد الرنيني 3–5 هرتز. ربما يفسر هذا سبب إنتاج هذا النطاق الترددي المعين لأكبر قدر من الانزعاج المبلغ عنه.



الشكل25 يحدد المعيار ISO 2631

المصدر: Helander, M. (2005 ,p251)

حدود التعرض للاهتزاز لمدة 8 ساعات عمل وأقل من 8 ساعات. يوضح الشكل حدود التعرض للاهتزازات الرأسية (الاتجاه y) الاهتزاز. توجد قواعد مماثلة في اتجاهي x وz. للحصول على حدود التعرض لتقليل الراحة، اطرح 10 ديسيبل. للحصول على حدود التعرض لتجنب تلف الأنسجة، أضف 6 ديسيبل.

وقد أكدت الدراسات المعملية أن الاهتزازات التي تتراوح بين 3 و5 هرتز من المرجح أن تكون غير مريحة جسديًا عند مستوى تسارع يبلغ حوالي 0.1 جرام، وأن تكون مؤلمة

ومزعجة عند شدة حوالي 1 جرام، وأن تسبب إصابات إذا تجاوز التسارع 2 جرام. وتشكل هذه النتائج الخلفية الرئيسية لمعايير ISO الحالية للاهتزاز

درس هانسون وآخرون (**Helander, M. 2005 ,p251**) التعرض للاهتزازات التي تطال الجسم بالكامل لـ 44 سائق شاحنة صناعية. ووجد أنه باستخدام معيار ISO 2631 لحدود التعرض (ISO، 1997)، فإن 6 من سائقي الشاحنات الصناعية يشكلون خطرًا على الصحة إذا استمر التعرض لمدة 8 ساعات. وكان الاهتزاز مُرهقًا وقلل من قدرة السائقين على العمل في ثلثي الشاحنات التي تمت دراستها (وفقًا لمعايير ISO).

تعرض السائقون للشاحنات الكبيرة والثقيلة لترددات أقل من تلك التي تتعرض لها الشاحنات الصغيرة والخفيفة. ومن الواضح أن خصائص الاهتزاز للآلات المماثلة تختلف بشكل كبير، اعتمادًا على التصميم. وخلص هانسون وآخرون (1976) إلى أن مصنعي ومصممي الشاحنات ليسوا دائمًا على دراية جيدة بتأثيرات البدائل التصميمية المختلفة على اهتزاز الجسم بالكامل.

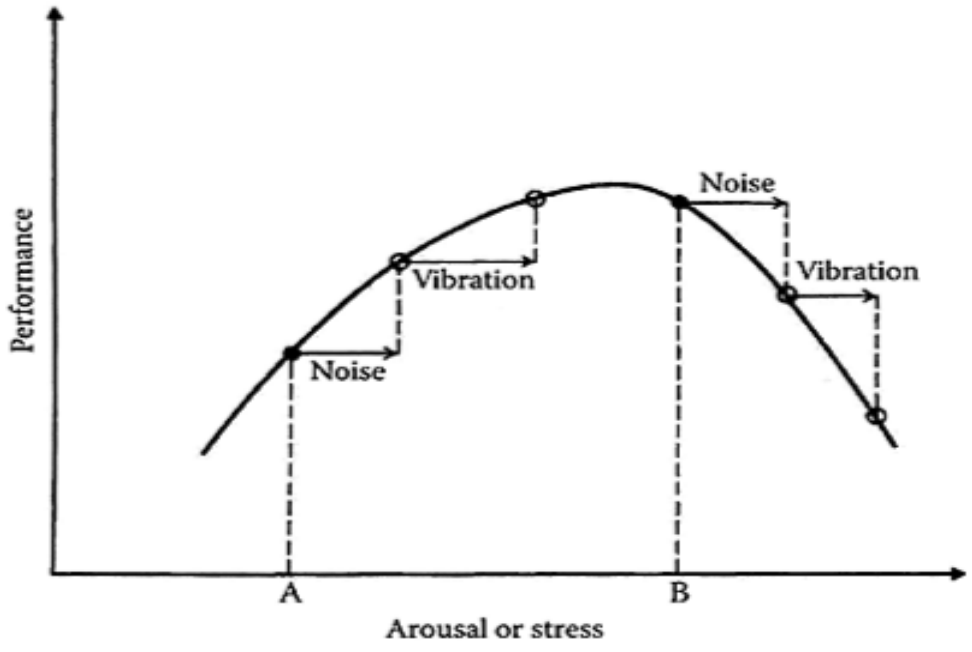
أشار ماكي (**Helander, M. 2005 ,p252**) إلى أنه ليس فقط مقدار الطاقة الجسدية التي يمكن أن تؤثر بشكل كبير على عدم الراحة الناتج عن الاهتزازات؛ فهناك أيضًا العديد من العوامل النفسية، بما في ذلك ما يلي:

- طبيعة المهمة. على سبيل المثال، عادةً ما يرتبط ركوب القارب الترفيهي بالمتعة، على الرغم من أن نفس القدر من الاهتزازات قد يُنظر إليه على أنه مرهق للغاية في بيئة صناعية.
- درجة تدريب الشخص أو إلمامه بالمهمة. على سبيل المثال، يمكن لراكب الخيل الماهر أن يعوض عن قدر كبير من الاهتزاز عن طريق الانقباض الإيقاعي لعضلات معينة. وبالمثل، يمكن للعامل الصناعي أن يعوض عن بعض حركات شاحنة الرافعة الشوكية المهتزة أو قطعة من الآلات الصناعية. هناك أيضًا فروق

فردية في الحســاســية للاهتزاز؛ يعاني الأفراد الثقيلون من الاهتزاز أكثر من الأفراد الخفيفين.

- وجود عوامل ضـغط أخرى تعمل معًا على سـبيل المثال، ينتج الاهتزاز المصـحوب بالضوضـاء مستوى أعلى من الإجهاد مقارنة بالاهتزاز وحده أو الضوضـاء وحدها حسي قانون **قانون يركس– دودسون** الذي أورده بولتون (**Helander, M. 2005 ,p252**) وهذا يؤثر على الإثارة الفســيولوجية للفرد، وهو ما لـه بدوره آثار على مستوى الأداء (الشكل 26).

بالإضــافة إلى تأثيرات عدم الراحة للاهتزاز، هناك العديد من التأثيرات الصــحية المزعومة، مثل اضـطرابات العمود الفقري والشـرج والمسـتقيم والجهاز الهضـمي المختلفة ومع ذلك، كان من الصــعب التحقق من هذه التأثيرات في البحث وتأتي معظم الأدلة من التحقيقات الوبائية لسائقي الشاحنات ومشغلي المعدات الثقيلة من دراسة سيدل وهايد(**Helander, M. 2005 ,p252**) وهي دراسة أمريكية كبيرة لسائقي الشاحنات.



الشكل26 يبين قانون يركس–دودسون

المصدر **(Helander, M. 2005 ,p253)**

يمكن استخدام قانون يركس- دودسون لتوضيح التأثير التراكمي لاثنين من الضغوطات على الأداء. مستوى الإثارة الأولي (أ أو ب) أمر بالغ الأهمية للأداء.

وقد أشارت بعض التقارير حسب Grether، Collins إلى أن السائقين يشكون من هذه المشاكل، ولكن هناك عوامل أخرى محتملة قد تساهم أيضًا، مثل الجلوس لفترات طويلة وعادات الأكل السيئة. كما أن التعرض للاهتزاز يحفز الاستجابات الفسيولوجية. وتتمثل الاستجابة الفسيولوجية الأساسية لمستوى معتدل من الاهتزاز في زيادة معدل ضربات القلب، حوالي 10-15 نبضة/دقيقة فوق مستوى الراحة. ويعود معدل ضربات القلب إلى مستواه الطبيعي بعد توقف الاهتزاز. كما يمكن أن يرتفع ضغط الدم، وخاصة بالنسبة لترددات الاهتزاز التي تبلغ حوالي 5 هرتز. وقد كشفت بعض التحقيقات عن زيادة طفيفة في معدل التنفس واستهلاك الأكسجين. وقد تكون هذه التغييرات مرتبطة بزيادة النشاط العضلي الناجم عن الاهتزاز. وكما ذكر أعلاه، فإن الأشخاص المعرضين للاهتزاز غالبًا ما ينقبضون عضلاتهم لتشديد الجسم وتجنب الاهتزاز في بعض الأنسجة. ومن النتائج الجديرة بالملاحظة أيضًا أنه عند اهتزازات تبلغ حوالي 10-25 هرتز، ينخفض مستوى حدة البصر. يُعتقد أن نطاق التردد هذا يمثل التردد الرنان للعينين، ونتيجة لذلك غالبًا ما يكون هناك انخفاض في مستوى أداء المشغل **(Helander, M. 2005 ,p254)**.

يؤثر اهتزاز الجسم بالكامل أيضًا على الأداء الإدراكي والحركي. لاحظ شيروود وجريفين أن اهتزاز الجسم بالكامل يضعف التعلم. من مراجعة الأدبيات، وخلص هورنيك إلى أنه بالنسبة لتجارب التتبع باستخدام عصا التحكم يمكن أن تزيد أخطاء التتبع بنسبة 40٪ في بيئة اهتزازية. من خلال توفير دعم للذراع، تم تقليل الأخطاء إلى حوالي النصف. **(Helander, M. 2005 ,p254)**

ب. الاهتزازات القطاعية

يمكن أن يتسبب اهتزاز الأدوات اليدوية في حدوث إصابات اهتزازية. وهناك نوعان شائعان من إصابات الاهتزاز: مرض رينود (أو مرض الإصبع الأبيض) ومرض دارت يحدث مرض رينود بسبب اهتزاز الأدوات اليدوية في نطاق التردد 50-100 هرتز.

ومن الأمثلة على هذه الأدوات اليدوية المثاقب الهوائية، والمطارق الهيدروليكية، وأجهزة الاهتزاز الخرسانية، ويحدث بياض الأصابع نتيجة لانخفاض تدفق الدم إلى اليد والأصابع، والذي يرجع إلى انقباض العضلات الملساء للأوعية الدموية في اليد والأصابع. ويحدث تلف دائم للأعصاب والأوعية الدموية في اليد (المعهد الوطني للسلامة والصحة المهنية، 1989).

ويؤدي انخفاض تدفق الدم إلى تصلب وخدر في الأصابع وفقدان تدريجي للسيطرة على عضلات اليد، يواجه العمال صعوبة في الإمساك بالأشياء والإمساك بها والتعامل معها. ويتفاقم مرض الإصبع الأبيض بسبب ظروف أخرى تسبب انقباض الأوعية الدموية في اليد، مثل الطقس البارد والتدخين. ويكون الشعور في اليد مماثلاً لما يحدث عند خدر القدم، كما توجد شكاوى من الوخز والخدر والألم.

مرض دارت أقل شيوعًا. ويحدث هذا المرض بسبب ترددات الاهتزاز التي تبلغ حوالي 100 هرتز، وتكون الأعراض عكس أعراض مرض الإصبع الأبيض. وفي مرض دارت، تتجمع الدماء في اليدين، وتصبحان زرقاوتين ومتورمتين ومؤلمتين.

إحدى الطرق لتقليل انتقال الاهتزازات هي استخدام مقبض مخفف للاهتزازات. استخدم أندرسون مقبضًا يتكون من قبضة يد وعنصر مطاطي يعمل كمفصل عالمي. قلل هذا المقبض بشكل فعال من الاهتزازات المنقولة بنحو 70٪. لا يبدو أن المقابض الناعمة مثل مقابض الرغوة تعمل. أظهرت دراسة أجراها فيلوز وفرايفالدز أن قوة القبضة كانت أكبر عند استخدام قبضة رغوية، حيث أدى تشوه الرغوة إلى شعور الأشخاص وكأنهم يفقدون السيطرة. وبسبب زيادة قوة القبضة، تم نقل المزيد من طاقة الاهتزاز إلى اليد **(Helander, M. 2005 ,p254)**.

4. الحرارة:

الحرارة من العوامل المهمة المؤثرة على وضعية الجسم البشري وعملياته الفسيولوجية وعلى قدرته على العمل، فمن المعلوم أن الجسم البشري تحت تأثير حرارة الجو يقوم بتغييرات فسيولوجية من أجل بقاء حرارته ثابتة، وهذه التغييرات تسمى التنظيم الحراري ويفعل أن أجواء العمل عادة ما تكون ذات درجات حرارة عالية فإنها تؤثر على النظام الحراري لجسم العامل بالتحديد على العملية الفسيولوجية الخاصة بالتنظيم الحراري.

فالطقس الملائم يتمثل في ملائمة نسبة الرطوبة، وسرعة الرياح، ودرجة الحرارة، كما أن انخفاض تحمل الحرارة حين تزيد عن 30 °مما يتطلب التقليل في وقت العمل والتعويض التعرق، وانخفاض تحمل البرودة عندما تقل عن 19 ° وهذا ما يسبب تتناقص المهارة، والرعاش.

وقد ذكر كذلك نجم (2014) أنه بين الجسم البشري وجو العمل علاقة حرارية متبادلة، فعندما يكون العامل في ظروف عمل حارة، فإن انتقال الحرارة من الخارج إلى الجسم تكون في حدود ممكنة بعدها لا يعود بإمكان العامل تحمل الحرارة إلا من خلال التوقف عن العمل ويمكن أن نوضح ذلك من خلال العملية الأيضية (Metabolism) فهذه العملية التي تجري في الجسم تولد الحرارة، وكمية الحرارة المتولدة تزداد في وقت العمل لأن عملية الأيض تزداد في الجسم. ومن أجل أن يحافظ الجسم على حرارته في مستوى اعتيادي يكون عليه أن يتخلص من الحرارة، وعملية التخلص من الحرارة نتم بانتقالها من الجسم إلى الجو والاشياء القريبة عن طريق الحمل أو الإشعاع أو التبخير التعرق، وإذا ما كان الجو حارا فإن عملية فقدان الحرارة وانتقالها من الجسم إلى الخارج تكون بطيئة مما يؤدي إلى إحساس الإنسان بعدم الارتياح من حرارته العالية فيبدأ الجسم صراعه من أجل خفض وتقليل عملية الأيض أي تحويل الأغذية إلى طاقة حرارية وميكانيكية وخفض عملية الأيض يعني بالضرورة البطء بالعمل وضعف النشاط وعلى أساس هذه الآلية المنظمة للعلاقة بين الجسم الإنساني والجو توثر بها حرارة جو العمل وتكون في غاية الأهمية من حيث تأثيرها على عمل الإنسان وقدرته على الاستمرار فيه.

وعادة ما يجري التمييز بين مستويين للحرارة، الأول هو المستوى الفعال وهو المستوى المطلوب والملائم لإنجاز العمل، والمستوى غير الفعال وهو الذي لا يكون ملائما بسبب الحرارة العالية أو البرودة الشديدة، والمستوى الفعال يتسم بالحرارة المناسبة حسب نوع العمل وبالرطوبة المناسبة والهواء المنعكس وفي هذا المستوى تكون الإنتاجية عالية وأخطاء العمل قليلة وعمل الإنسان أقل تعبا وانزعاجا، أما في المستوى غير الفعال فإنه بقدر ما يكون مزعجا ومتعبا للعامل يكون أيضا ذا تأثير سلبي على إنتاجية العامل، ويشير نجم (2014) إلى تجربة ماكورث (N.H.Mackworth) التي درس فيها عدد الأخطاء في نقل رسالة برقيا بالعلاقة مع تخفيض الحرارة بما يخفض من ضيق العامل بالحرارة زيادة الحرارة وقد وجد ماكورث أن عدد الأخطاء يزداد مع زيادة الحرارة وتقل تخفيض الحرارة بما يخفض ضيق العامل بالحرارة

لهذه الأسباب المتعلقة بالتأثير الفسيولوجي للحرارة والتأثير السلبي على الإنتاجية فإن الحرارة في مواقع العمل ينبغي أن تخضع للدراسة والتحليل من أجل التوصل إلى التحديد العقلاني للمستوى الفعال والمناسب حيث أن كل عمل يتطلب درجة حرارة تختلف عن الأعمال الأخرى فمثلا إن الأعمال البدنية الشديدة تتطلب درجة حرارة في موقع العمل أقل من الأعمال البدنية الخفيفة، والجدول رقم (3) يوضح درجات الحرارة المطلوبة في الأعمال المختلفة.

الجدول رقم (3) درجات الحرارة في الأعمال المختلفة

نوع العمل	الحرارة (درجة مئوية)		
	الحد الأدنى	الحد الأمثل	الحد الأقصى
العمل في المكتب	18	20-21	24
العمل الخفيف في حالة الجلوس	18	2	24
العمل الخفيف في حالة الوقوف	17	18	22
العمل الثقيل	15	17	21
العمل الثقيل جدا	14	16	20

من أجل تحقيق مستوى الحرارة الملائم يكون من الضروري الاهتمام بالتهوية والرطوبة بالنظر للعلاقة المتبادلة ما بين هذه العوامل الحرارة والتهوية والرطوبة، فالحرارة

العالية في موقع العمل تتطلب اســـتخدام تهوية مناســـبة كما أن بين الحرارة والرطوبة هناك علاقة عكسية.

ومن أجل تحقيق مســـتوى الحرارة الملائم بالعلاقة مع العوامل الأخرى يشـــير نجم (2014) إلى الحالات التالية:

- أن حرارة الهواء في حالة العمل بدون أشـعة حرارة تكون (16) –(18) درجة في العمل البدني الخفيف، و (15) – (16) درجة مئوية في العمل البدني المتوســـط مع رطوبة بنسبة أقل من (70%) وحركة الهواء بسرعة 0.3 – 0.4 م / ثانية .
- أن حرارة الهواء في العمل ذي أشـــعة حرارية من اتجاه واحد تكون (14) – 16) درجة عندما تكون شدة الإشعاع الحراري (0.5) سعرة في كل 1 سم^2 في الدقيقة، وتكون حرارة الهواء (10) – (14) درجة عندما تكون شدة الإشعاع الحراري تتجاوز (1.1) سعرة في 1 سم^2 في الدقيقة
- حرارة الهواء في حالة الإشـــعاع الثنائي (من الجهتين) تكون أقل بدرجتين مئويتين من الحالة السابقة .
- أما في الشـتاء في مواقع العمل الداخلية الغرف أو الورش المغلقة ويكون العامل في حالة جلوس فإن حرارة الهواء عند الرأس تكون (18) درجة مئوية وتكون الحرارة المتوســـطة لسطح الجدران في نفس المستوى (18) درجة مئوية مع انحرافات ممكنة 3 درجات مئوية في ظروف حركة الهواء بحوالي 0.2م/ ثانية ورطوبة نسبية من 40 % إلى 60% .
- أما عن أجهزة التدفئة فيمكن اســـتخدام المدافئ والمواقد والمشـــعات والتدفئة الكهربائية والتدفئة بالأشعة دون الحمراء وأنظمة التكييف الهوائي الخ.

اضافة الى ذلك من الضروري تصميم مستقبلات تنقل معلومات عن الأجسام الساخنة والباردة والســـوائل إضـــافة إلى عملية التنظيم الحراري من حلال الحفاظ على درجة محددة بواسطة جهاز مركزي، لان البيئة حارة تسبب اتساع الأوعية الدموية والتعرف الشديد والبيئة الباردة تسبب الرعشة والتقلص الوعائي.

أ. التبادل الحراري:

يحدث التبادل الحراري وفق ثلاث طرق رئيسة هي :

- التوصيل الحراري: ملامسة الأجسام الحارة
- الحمل الحراري: الهواء الحار ينتقل من الاسفل الى الاعلى
- الإشعاع: الحرارة الناتجة عن الاشعاع على غرار الضوء والأشعة تحت الحمراء

ب. مظاهر تأثير الإجهاد الحرارى:

- الطفح الجلدى
- الجفاف
- التشنجات العضلية
- ·الإعياء الحرارى
- ضربة الشمس

ج. العوامل التى تؤدى لحدوث إجهاد حرارى:

- زيادة درجة حرارة الجو
- التعرض للوهج الحرارى
- ·العمل فى ظروف غير جيدة التهوية
- الاعمال البدنية الشاقة
- الظروف الصحية مثل الوزن والسن تناول الكحوليات او المخدرات او الكافيين

الاحتياطات الواجب اتخاذها للوقاية من الاجهاد الحراري:

- ارتداء الملابس الخفيفة غير ضيقة.
- شرب كميات كبيرة من المياه دون الاعتماد على الشعور بالعطش (كوب مياه كل نصف ساعة).
- تجنب المشروبات التي تحتوي على الكافيين مثل القهوة والشاي.
- تجنب أكل الوجبات الساخنة او الحارة او الدسمة.

5. البرودة:

ويقصـــد بالبرودة الانخفاض في درجة الحرارة إلى الحد الذي يؤثر على الإنســـان الموجود في بيئة العمل ويعرضـــه لعدم القيام بوظائفه الحيوية بالشـــكل المطلوب ويتعرض المخـاطر قـد تكون نـهـايتـهـا الوفـاة، ومن أمثلـة لبعض الأعمـال التي يتعرض فيـهـا العمـال للتأثيرات الضارة للبرودة أوردها الكايد (2015) هي:

العمل داخل مصانع الثلج والي كيم وغيرها من الأماكن الباردة.

الأماكن الباردة مثل القطب الله أو وقت نزول الثلوج أو في الشتاء القارس.

- **تأثيرات الحرارة المنخفضة (البرودة)**

نتيجة لعدم اســتعمال وســائل الوقاية من التجمد أثناء العمل مع الأغذية المجمدة أو أماكن التبريد عموماً، يتعرض الانسـان لتلف أنسـجة الأطراف مثل: اليدين والسـاقين والأنف والذقن، ويكون أكثر الأنسـجة تأثراً هو الجلد والعضـلات دون باقي أنسـجة الأطراف ويمكن حصر أهم تأثيرات البرودة في النقاط التالية:

- اضطرابات عصبية ووعائية في الأطراف.
- الصدمة الباردة: عند الدخول لمكان بارد جد او التي قد تؤدي لتقلصات
- شحوب اللون وتأثيرات ضارة على الأصابع والأطراف.
- اضطراب في الدورة الدموية وهبوط حاد في القلب.
- وهناك الأمراض المزمنة مثل نزلات البرد وغيرها.

- **مبادئ السيطرة على البرودة**

حيث أن مناطق العمل الباردة هي مناطق عمل إجبارية لا يمكن زيادة درجات الحرارة فيها كالبرادات لذا نلجأ إلى:

- تأمين الألبسة الواقية المناسبة لأماكن العمل.
- تأمين غرف وسيطة بين الغرف المنخفضة درجة الحرارة والجو الخارجي.
- أن تكون الغرف الباردة ذات أقفال سهلة الفتح من الداخل.

- تأمين فتحات مراقبة المراقبة العمال داخل الغرف الباردة عضلية
- أبعاد العمال المرضـــى المصـــابين بأمراض القلب عن العمل في الأماكن الباردة.
- إعطاء العمال السوائل دافئة لرفع درجة حرارة الجسم.
- نقل المصاب إلى مكان دافئ وعمل الإسعافات الأولية له.

6. الرطوبة:

الرطوبة عامل آخر من عوامل جو العمل، وهي تشـــير إلى كمية الماء المتداخلة الهواء والتي تحدد درجات الحفاف في الهواء وبقدر ما تؤثر الرطوبة في الهواء فإنها تؤثر في حرارة الجو أيضا وهي بالتالي تؤثر على العامل

ويرى نجم (2014) أن الرطوبة التي يحتاجها الإنسـان في الجو بصـورة عامة تتراوح ما بين (40 و60%) ، فإذا ما انخفضـت إلى (30%) فإنها تنتج صـعوبات فسـيولوجية كما هو الحال في تيبس الأغشـــية البصـــرية والتنفســـية، والعمل في هواء جاف يزيد من خطر المرض ويقلل من مناعة الجســم ضــد المكروبات التي يحملها الهواء، كذلك الرطوبة العالية التي تتجاوز (70%) تصــبح مضــرة لأنها تعيق عملية التخلص الاعتيادي من العرق وإلى اضطراب عملية التنظيم الحراري.

وبين الحرارة ورطوبة الهواء توجد علاقة عكسية وهذا ما يتضح من خلال ما يلي:

- الحرارة (29) درجة مئوية تكون الرطوبة النسبية (10%)
- الحرارة (27) درجة مئوية تكون الرطوبة النسبية (20%)
- الحرارة (24) درجة مئوية تكون الرطوبة النسبية (50%)
- الحرارة (23) درجة مئوية تكون الرطوبة النسبية (70%)
- الحرارة (21) درجة مئوية تكون الرطوبة النسبية (90%)

وفي الأعمال الإعتيادية يوصـى أن تكون الحرارة ما بين (14 و20) درجة مئوية في النهار و (15 درجة مئوية) في الليل وأن تكون الرطوبة بحدود (60%) في النهار.

ويري فرج طـه عبـد القـادر(2001، ص203) أن من مخـاطر الرطوبـة هو برودة الأطراف ولذلك يجب عدم اسـتخدام المرضـى المصـابين بأمراض نقص الدورة الدموية في الأطراف، وللوقاية من مخاطر الرطوبة على الصـحة فمن الضـروري، مراعاة عدد من الاحتياطات من أهمها:

- تسليم العاملين ملابس ثقيلة وقفازات تكفي لتدفئة الأطراف.
- إعطاء العاملين وجبة يومية تكفي لتنشيط الجسم ودورته الدموية

7. التهوية:

أن التهوية (Ventilation) أو حركة الهواء في جو العمل عامل آخر له أهمية كبيرة في التأثير على الحرارة والرطوبة وبالتالي على العامل وإنتاجيته، فالتهوية وسـيلة مناسـبة لحفظ حرارة جو العمل في الحدود الإعتيادية

ذكر يشـير نجم (2014) بأن عديد دراسـات أجريت على تأثير التهوية ومن ذلك تأثيرها في أحد المغازل (مصـنع الغزل) حيث كان ينبغي أن تظل الحرارة والرطوبة في حدود اعتيادية تضـمن عدم انقطاع الغزول ولهدف تجريبي تم تشـغيل التهوية بين يوم وآخر وبالتناوب لمدة (6) أيام) وقد أظهرت التجربة أن الإنتاجية تزداد بشـكل واضـح عندما تكون التهوية في حالة اشتغال وتقل في الأيام التي لا تعمل فيها التهوية

كما لاحظ فيرنون (H.N.Vemon) في دراسـته للإنتاجية في خمسـة مصـانع إن الإنتاجية تنخفض بنسـبة (13%) في فصـل الصـيف في المصـنع الذي ليس فيه الأجهزة الصناعية للتهوية، وتنخفض بنسبة (13%) فقط في المصنع الذي يستخدم .تهوية صناعية جيدة في هذا الفصل، أما هونتنكتون (E.Huntington) فقد قام بأبحاثه على إنتاجية العامل في ثلاثة مصـانع في الفصـول المختلفة فلاحظ أن الإنتاجية ترتفع في المصـانع الثلاثة في

الربيع وتنخفض بشـكل مفاجئ في منتصـف الشـتاء مع إخفاض جزئي قليل في منتصـف الصيف

إن هذه الأبحاث والتجارب تكشـف أهمية التهوية الطبيعية والصـناعية في المحافظة على جو العمل الملائم وفي الحدود المناســبة للحرارة والرطوبة وبما يحقق اســتقرار في الإنتاجية وزيادتها أيضا

أ- نواع التهوية:

ذكر الكايد(2015) أنه توجد نوعان من التهوية هما:

- **التهوية الموضعية:**

عادة ما يعتمد هذا النوع على آلية الســحب، بناء على مبدأ جهاز التنظيف بالتفريغ الهوائي، وذلك لنزع الملوثات من الهواء في الوقت الحاضر، يستخدم في الصناعة أسلوبان شائعان من التهوية الموضعية هما:

- يســحب الدخان إلى حوض مفتوح ذي شــقوق جانبية ومنظومة مغلقة ينقل من خلالها الدخان بعدئذ إلى مكان للتخلص بعيداً عن العمال.
- يســحب الدخان إلى مظلة مغلقة فوق الملوث ويخرج الدخان من خلال قناة تهوية، وهذا النوع فعال جداً عندما تكون درجة حرارة ملوثات الهواء مرتفعة.

وإن تطبيق التطويق الجزئي كالسائر الذي يوضع حول عمال اللحام بالإضافة إلى نظام التهوية الموضعية معاً هو أحد أفضل الحلول للتحكم بالمواد السامة. يجب أن يتم تشغيل هذا النوع من النظام قريباً ما أمكن من مصدر العوامل الخطرة وذلك لتخفيض انتشارها.

- **التهوية العامة:**

وتســتخدم للمحافظة على مكان العمل مريحاً، وهي أحد أقل طرق التحكم بالمخاطر فعالية، لكنها هي أحد أكثر الطرق شـيوعاً في الاسـتعمال. يهدف أي نظام تهوية عامة إلى

نزع الهواء الملوث واســتبداله بهواء نقي إن هذا النظام لا يقوم فعلاً بنزع العوامل الخطرة من الهواء، إنه ببســاطة يخفض المقادير في الهواء إلى مســتويات تعتبر مأمونة من أجل التنفس تعتمد فعالية نظام التهوية العامة على عدة عوامل تشتمل على

ولقد أوصـــت منظمة العمل الدولي (ILO) بأن الهواء في مواقع العمل ينبغي تبديله عشر مرات في الساعة عندما يكون العامل في حالة الوقوف وست مرات عندما يكون العامل في حالـة الجلوس وبما يوفر 11.5 متر مكعب من الهواء المنعش لكل عامل والواقع أن كمية وجودة الهواء الذي يتنفسه له أهمية كبيرة لبقاء العامل والقيام بالعملية الأيضية، كما أن الهواء ضـــروري لصـــحة العامل عندما تكون بيئة العمل ملوثة بالغازات والأبخرة ة والأتربة، وفي هذه الحالة تكون التهوية ذات وظيفة مزدوجة تتعلق بتلطيف جو العمل من حيث الحرارة والرطوبة وتنقية جو العمل من عوائق الهواء المضـــرة من أجل توفير جودة جيدة من الهواء المنعش

ب- طرق التهوية:

يمكن تأمين تهوية مكان ما بثلاث طرق من التهوية مثلما وأوردها الكايد (2015) كما يلي:

- **التهوية الطبيعية:**

وتعتمد على التغيير هواء بيئة العمل من خلال الاسـتفادة من سـلوك الهواء الطبيعي عن طريق قوى الحمل الحراري، قوى الرياح وذلك من خلال الأبواب والشـــبابيك والفتحات المعدة لهذه الغاية في التصـميم الهندســي للبناء، ومنه فإن التهوية الطبيعية تعتمد على عدة عوامل أهمها:

- سرعة والمجاه حركة الهواء في الخارج.
- فرق درجـة الحرارة بين جو الموقع أو المبنى والهواء الخـارجي التي تؤثر على قوى الحمل الحراري.

- مواصفات البناء من حيث حجم البناء التصميم الهندسي للبناء وتوزع الفتحات الأبواب والشبابيك والفتحات الخاصة بالتهوية)، المواد المستخدمة في البناء

- **التهوية الميكانيكية:**

باستخدام مراوح حركة الهواء السرية وتتم بواسطة مروحة حيث يساق مقدار معين من الهواء داخل الغرفة المراد تهويتها عن طريق فوهات إرسال خاصة ويمكن أن تكون التجهيزات التهوية جزء من التجهيزات تكييف الهواء.

- **التهوية المشتركة:**

باستخدام التهوية الطبيعية والمراوح وفيها يتم اعتماد التهوية الطبيعية كمصدر أساسي للتهوية مع إضافة مراوح مساعدة لإدخال وإخراج هواء إضافي.

تستخدم التهوية في أماكن العمل والأماكن العامة لعدة أسباب منها ما يلي:

- لتوفير الهواء النقي للتنفس.
- طرد ما علق يجو العمل من شوائب كالأدخنة والأتربة والغازات والروائح الكريهة وكذلك الحرارة والرطوبة والبرودة.
- لتوفير الجو الصالح لأداء الأعمال بالكفاءة المطلوبة
- للوقاية من الحرائق والانفجارات.

الأسباب الرئيسية لفساد جو العمل وسوء التهوية (تأثيرات سوء التهوية):

- عدم وجود نافذ التهوية بالقدر الكافي.
- كثرة ازدحام المكان بالعمال والأشخاص.
- وجود أفران أو مصادر احتراق وحرارة.
- وجود عمليات تصدر عنها أبخره أو روائح أو أتربة.
- سد أو أغلاق فتحات التهوية بمواد مخزنة.
- غلق الأبواب والنوافذ وهي المصدر الوحيد للتهوية..

أسس تنظيم التهوية في أماكن العمل:

- ألا تقل منافذ التهوية عن 1 من مساحة الأرضية للمكان.
- ضمان وجود فراغ لكل عامل لا يقل عن 10 متر مكعب من جو العمل.
- عزل مصادر الحرارة والبرودة.
- سحب النواتج الصناعية الناتجة عن أبخرة أو غازات أو أتربة وذلك عن طريق التهوية الصناعية.

ومن أجل ضـمان كمية من الهواء الضـروري للعامل في موقع العمل ينبغي أن توجد تهوية مسـتمرة تقوم بتوفير الحجم الضـروري من الهواء الجديد وفي الجول رقم (04) يتضـح الحجم الأدنى من الهواء النظيف لعامل في نشاط جلوسي

تشكل رقم (04) الحجم الضروري من الهواء المنعش في نشاط جلوسي

حجم موقع العمل $م^3$/ شخص	**الهواء المنعش لشخص واحد** $م^3$ / ساعة / شخص
2.8	**42**
5.6	**72**
7.8	**20**
14.0	**10**

من الجدول السـابق نلاحظ أن موقع العمل كلما كان كبيرا كلما قلت حاجة الشـخص إلى تجديد الهواء أي إلى التهوية لغرض تبديل الهواء بآخر، ويمكن مثلا في الحالة التي يكون حجم موقع العمل 7.8 $م^3$ للشـخص الواحد أن تتم الاسـتعانة بالنوافذ لتبديل الهواء أما

في الحالة التي يكون حجم موقع العمل أقل من 7.8 م^3/ شـــخص فعند ذاك يكون من الضروري استخدام أجهزة التهوية.

القواعد العامة في التهوية الصناعية:

- يجب توفير التهوية المناسبة داخل أماكن العمل سواء كانت طبيعية أو صناعية.
- يجب أن تركب وسائل الشفط والمراوح أقرب ما يمكن إلى مكان تولد المواد المرغوب شفطها وتجاه انتشارها.
- يجب أن يكون تيار الشفط من القوة بحيث يمكن سحب المواد المطلوب شفطها، ويختلف حسب نوع المادة أما أن تكون مواد بخارية فالتيار فيها
- يكون ضعيفا وأما أتربة فيجب أن يكون تيار الشفط أقوى.
- مراعاة صيانة الأجهزة الخاصة بالشفط والتحقق من سلامتها.

8. الضغط الجوي:

ويقصد به حسب كايد (2025) التغير في الضغط الواقع على جسم الإنسان نتيجة التواجد في أجواء معينة أو نتيجة القيام بأعمال معينة مثل العمل داخل الأنفاق أو أعمال الغطس أو الطيران، وهو وزن عمود الهواء المؤثر على وحدة المساحة ويمتد رأسيا من السطح إلى نهاية الغلاف الجوي والضغط الجوي يكون أكبر ما يمكن بالقرب من سطح الأرض في أي مكان ويقل مع الارتفاع رأسيا إلى أعلى ويتكون الهواء النقي من خليط من الغازات المختلفة، أما رطوبة الهواء النقي فتقدر بـ 4 ، والهواء يولد ضغطا معينا (760 ملم زئبق) لا يشعر الإنسان بتأثير هذا الضغط على جسمه ولكن أي زيادة أو نقصان في الضغط الجوي يؤثر على حالة الفرد الصحية.

أي زيادة أو نقصان في الضغط الجوي يؤثر على حالة الفرد الصحية ويعتمد مقدار هذا التأثير على:

- سرعة هذا التغير في الضغط.
- وزنه، وشدته.

- قابلية الفرد لتحمل هذا التغير.

أ. العوامل المؤثرة في الضغط الجوي:

- **مقدار بخار الماء الموجود في الهواء:**

نظرا لأن كثافة بخار الماء أقل من كثافة الهواء فإنه عندما تزداد كمية بخار الماء في هواء منطقة ما يقوم بإزاحة جزء من الهواء من تلك المنطقة ليحل مكانه فتنخفض قيمة الضغط الجوي ويحدث العكس عندما تقل كمية بخار الماء في هواء منطقة ما. إذن التناسب عكسي أي أن مقدار بخار الماء في الهواء يتناسب عكسيا مع الضغط الجوي.

- **درجة الحرارة:**

ينخفض مقدار الضغط الجوي بارتفاع درجة الحرارة وذلك لأن الهواء عندما يسخن يتمدد الأمر الذي يؤدي إلى أن قسما منه ينتقل إلى جهة الأخرى ويؤدي ذلك إلى نقص وزن عمود الهواء وقلة ضغطه. فيحين عندما تهبط درجة الحرارة فان الهواء يتقلص وينكمش ويصغر حجمه فيضاف هواء جديد إليه مما يزيد وزنه وبالتالي يزداد ضغطه والتناسب هنا أيضا عكيا. أي أن مقدار الضغط الجوي يتناسب عكسيا مع درجة الحرارة.

- **الأعمال التي يتعرض فيها العمال لاختلافات في الضغط:**

- عند الارتفاع إلى طبقات الجو العليا داخل الطائرات.
- العمل في أعالي الجبال والتي ترتفع 10-15 ألف قدم عن سطح البحر.
- عند القيام بأعمال حفر الخنادق والأنفاق إلى أعماق كبيرة.
- عند القيام بأعمال الغطس إلى أعماق كبيرة.

العمل في أعالي الجبال والتي ترتفع 10-15 ألف قدم عن سطح البحر والطيارين يؤدي إلى حالة مرضية بسبب قلة الأكسجين، بحيث يبدأ الفرد بالشعور بعلامات وأعراض منها تسرع في عملية التنفس، وتسرع في النبض وتسرع في الدورة الدموية، ويبدأ الفرد بالشعور بقيء، وصداع، وقد يحدث تزيف بالفم والأنف، وفقدان السيطرة على الحركات العضلية،

وضعف بصري وقلة المساحة البصرية، ومميز الألوان، وطنين، وفقدان ذاكرة، وشلل أطراف وإغماء، وإذا لم يعالج فان هذه الحالة قد تؤدي إلى الوفاة.

ولضمان صحة الأفراد العاملين في مناطق المخفاض الضغط الجوي يجب:

- تامين أجهزة لإعطاء الأكسجين.
- تامين الية خاصة دافئة ومريحة.
- إجراء الفحص الطبي الدوري والابتدائي لضمان صحة الفرد.
- تعويد الفرد أو الطيار بالتدرج على الانخفاض الجوي.
- . توفير الغذاء الذي يلائم الجو والمنطقة.

عند الارتفاع في الضغط الجوي يحدث للعاملين تحت سطح الماء أو الأرض مثل عمال الأنفاق والغواصين والضغط الجوي يتضاعف على جسم الإنسان إذا نزل 32 قدم تحت سطح الماء أي يتعرض لخطورة ضغط جوي واحد على جسمه، هذا وان مقدار ما يحدثه الضغط الجوي (الواحد) على جسم الإنسان يعادل 14.7 باوند (67 كيلو جرام) لكل بوصة مربعة من الإنسان أن مخاطر ارتفاع الضغط الجوي على جسم الإنسان لا تأتي من زيادة نسبة (ضغط) الأكسجين في الهواء إنما من زيادة (ضغط) النيتروجين في أنسجة الدم عند ارتفاع ضغط الهواء، نسبة ذوبان في الأنسجة الشحمية والجملة العصبية تعادل خمسة مرات ذوبانه في الماء، نسبة النيتروجين في الدم في الأحوال الاعتيادية تساوي 13 سم 3 / 100 سم 3 دم، وعندما يتضاعف الضغط الجوي تصبح نسبة N في الدم 2.2 سم 3 / 100 سم 3 دم، وتستمر هذه النسبة في الزيادة كلما زاد ضغط الهواء على الجسم وطالت مدة التعرض الخطورة تنشأ عندما يقل ضغط الهواء على الجسم فجأة وهذا يحدث إذا خرج الفرد من تحت سطح الماء بسرعة وهذا يؤدي إلى أن عمل النتروجين على ترك أنسجة الجسم بسرعة عبر هواء الزفير (غير ممكن) وبذلك يؤدي إلى:

- تكون فقاعات من غاز N داخل سائل الدم أو الأنسجة

- أو أن تؤدي الفقاعات إلى خلق الأوعية الدموية (موت الأنسجة) كيسون أو مرض الصندوق المغلق.

- **الوقاية من مخاطر التعرض لضغط جوي مرتفع**

- النزول والصعود التدريجي تحت سطح وفي حالة ظهور أعراض كيسون يعاد المريض الجهاز معالجة حالات كيسون أو لتنزيل الضغط الجوي تدريجيا.
- تهيئة مساكن للعاملين قريبة من العمل لأن الأعراض قد تظهر بعد 12 ساعة
- تقليل تأثير الضـغط عن طريق الصـعود التدريجي للعامل من الخنادق والأنفاق إلى غرف مكيفة الضـغط ويبقى العامل بها مدداً تطول كلما قل الضـغط حتى يصـل إلى الضغط الجوي العادي.
- تحديد ساعات العمل.
- يمنع من العمل من كان مصابا بأمراض الجهاز العصبي أو التنفسي.
- يمنع من العمل من كان مصابا بأمراض مفصلية أو السمنة من كان عمره اقل من 20 أو أكثر من 40 سنة.

VI. التدخل الأرغونومي

تمهيد:

إن تدخلات المختص الأرغونومي غالبا ما تنحصـــر بين التصـــميم والتصـــحيح، فتدخل المختص الأرغونومي من اجل التصـــــميم يكون في مرحلة إعداد النســـق وهو ما عرف بالأرغونوميا التصـــــميمية، أما تدخله من أجل التصـــــحيح أو ما عرف من قبل الأرغونمويا التصـحيحية بهدف تصـحيح الأخطاء التصـميمية التي يقع فيها المهندسـين، ومن خلال هذا الموضـــــوع ســـــوف نتطرق إلى تعريف التدخل الأرغونومي عموما، ثم محددات التدخل الأرغونومي ومراحل سيره.

1.تعريف التدخل الأرغونومي:

يعتبر التدخل بصـفة عامة هو عبارة عن نسـق منظم يهدف إلى تغير ما هو متوقع من ظاهرة معينة عن طريق يجاد الحل لمشـــكلة ما في محيط معين وفترة زمنية محددة، أما التدخل الأرغونومي فيتميز بفكرة التدخل في وضـــــعيات العمل الفعلي بهدف أحداث التغير وضـــعيات العمل، وتعزيز أداء المســتخدم في مهام العمل من خلال عدد التدخلات تتمحور حول ما يلي:

- تصميم الاتصال بين الإنسان والآلة والتفاعل بين الإنسان والحاسوب.
- تصميم نظم التكنولوجيا والمعلومات التي تدعم المهام.
- تطوير برامج التدريب
- العمل على إعادة تصميم لإدارة أعباء العمل وزيادة قدرة الإنسان والموثوقية.

وسوف نظهر في العناصر القادمة محددات ومنهجية وخطوات التدخل الأرغونمويا مثلما أوردا كل من عبابو (2012) و Guerin, F.et al (1997) وهي كما يلي:

2. محددات التدخل الأرغونومي:

تختلف التدخلات الأرغونمويا على حســـب طبيعتها وأثرها على كل من الفرد والمنظمة، فالتدخلات الأرغونمويا تختلف وفق مجموعة من العناصر.

1.2. وضعية المتدخلين:

تختلف وضعية المختصين الأرغونوميين أثناء التدخل بين المختصين الأرغونوميين الموجودين داخل المنضـــمة والمختصـــين الاغنوميين الموجودين خارجها، وتختلف هذه المجموعة الاخيرة بدوها متن مختص ارغونومي خبير بالإرشـــاد والتوجيه إلى المختص الأرغونومي التابع لفرقة بحث في مخبر معين، ويتمثل الاختلاف بين المجموعتين في طبيعة معالجة الطلب (أي أن نظرة المختص الأرغونومي الذي يعمل داخل المنظمة والذي يدرك خصـــائصـــها جيدا تختلف عن نظرة المختص الأرغونومي المتواجد خارج المنظمة)، القدرة على البحث البيبليو غرافي، العلاقة مع معاهد البحث في الدول المتطورة والقدرة على التأطير العلمي.

ومن خلال هذه النقاط وغيرها تقوم المنظمة باختيار طبيعة التدخل آخذة في عين الاعتبار الزمن، التكلفة، طبيعة المشكل (بسيط أو معقد)...الخ.

2.2 اختلاف المنظمات:

إن خصـــائص التدخل الأرغونومي مرتبطة بخصـــائص المنظمة ككل، فحجم المنظمة يعتبر عنصـــرا جد فعال في تحديد نوعية التدخل الأرغونومي وخاصـــة فيما يتعلق بطبيعة الافرد داخل المنظمة وعددهم، وجود طب العمل، وجود طرائق الدراســـة الخاصـــة، تبعية المنظمة للسوق وقدرات المنظمة على الاستثمار في دراسة ما وتغيير وضعيات العمل.

إضـافة إلى حجم المنظمة نجد أيضـا، نوع السـوق والمنافسـة، الاتفاقات الجماعية التي تهتم بتصنيف العمال والإرغامات التنظيمية.

إن تاريخ المنظمة وكيفية معالجتها للمشـــاكل التي تواجهها وخاصـــة فيما يتعلق بالجانب الاقتصـــادي والعلاقات الاجتماعية وطبيعة عمل الهيئات الممثلة كهيئات الوقاية والأمن، تعتب من النقاط الأساسية التي تحدد طبيعة التدخل

3.2. اختلاف الطلبات:

إن أصل ونماذج طلبات التدخل يأخذ أشكالا ومظاهر مختلفة، وذلك حسب الهيئات التي يصدر منها الطلب والتي تحدد غالبا بما يلي:

- **الطلبات الصـــادرة عن الإدارة العامة:** تهدف الإدارة العامة من خلال الطلب إلى إدماج معطيات مرتبطة بالعمل وخاصـة في الاسـتثمارات الضـخمة، أو تهدف إلى إعداد تصاميم معينة والتي تدخل في إطار التطبيقات العادية للمنظمة.
- **الطلبات الصـــادرة عن المصـــالح التقنية:** إن هذه الطلبات عادة ما تهتم بمعالجة المشاكل المتعلقة بمستوى الإنتاج، الفتة الزمنية للإنتاج، ضعف الجودة...الخ
- **الطلبات الصـادرة عن مصـلحة المسـتخدمين:** تهتم هذه الطلبات بمعالجة مجموعة من المشـاكل كارتفاع معدل الغياب في ورشـة ما، ظهور المشـاكل الخاصـة بالشـيخوخة، ظهور المشـاكل الخاصـة بضـعف الكفاءة والحاجة إلى التكوين من أجل الرفع من قدرات العمال
- **الطلبات الصـــادرة عن العمال أو ممثليهم:** أن تبني تكنولوجية جديدة من قبل المنظمة يوجب توفير كفاءات معينة، وجود خطر يهدد صـحة العمال وسـلامتهم خاصـة في أماكن العمل الخطرة (كالعمل في المختبرات الكيميائية)، كلها من المشـــاكل إلي يهتم بها هذا النوع من الطلبات.

إن تحديد الهيئة التي تصـــدر الطلب يعتبر من أهم النقاط التي تبين اختلاف التدخلات الأرغونومية، أي أن كل هيئة تنظر إلى المشـــكل من جهة معينة ومن وجهة نظر محددة، ومعرفة الجهة المعنية بكتابة الطلب يسهل على المختص الأرغونومي تحديد المشكل جيدا.

4.2. اختلاف مواضيع التدخل:

في بعض الحالات يكون التدخل محدودا ومحصـورا وهذا ما يتجلى في ذلك النوع من الطلبات التي تهدف إلى معالجة مشكلة معينة في ورشـة ما، كوضـع آلة ما في مكان العمل مثلا، أو ذلك التدخل الذي يهدف الى فهم أسـباب عدم العمل، أما في حالات أخرى فالتدخل يكون جد واســع حيث يشــمل المنظمة ككل، وخاصــة فيما يتعلق بالمشــاكل التي تمس كل المصالح والتي غالبا ما يكون سببها الصراع داخل المنظمة.

5.2. خصوصية كل تدخل:

إن أهم ما يميز التدخلات الأرغونومية هو اختلافها من تدخل لآخر – كل وضــعية ولها تدخل خاص بها، فالمختص الأرغونومي يقوم بتحليل العمل أو الوضــعية من اجل فهم طبيعة المشكل وبعد ذلك يقوم بالإجراءات اللازمة والمصممة خصيصا لهذا المشكل.

بطبيعة الحال توجد معارف عامة في الأرغونوميا لكنها لا تمدنا بكل الحلول اللازمة فكل وضعية ولها حل خاص بها.

3.مراحل سير التدخل الأرغونومي:

إن التدخل الأرغونومي يكون بطبيعة الحال بطلب من المنظمة التي تعبر عن حاجتها للتدخل من أجل التغيير أو التصميم، وإذا ما اعتبرنا أن التدخل الأرغونومي ما هو ألا تطبيق سهل لبعض المعارف المقتبسة من مجموعة من التخصصات، ففكرة البناء هنا غير حقيقية، إذ لا نستطيع تغير وضـعيات العمل بالمعارف فقط، كما لا نستطيع تغييرها بتحليل النشاط، بل يحتاج ذلك إلى مجموعة من الخطوات العلمية من اجل الوصول إلى حل نهائي للمشكل.

تتمثل خطوات التدخل الأرغونومي في تحليل الطلب والتشــكيل الأرغونومي للمشــكل، وإعادة بناء الطلب والعقد، وبناء الوضــعية، مرحلة التشــخيص ثم تأتي مرحلة البرمجة والتخطيط.

- **تحليل الطلب والتشكيل الأرغونومي للمشكل:**

وهي أول خطوة يقوم بها المختص الأرغونومي من اجل تحديد المشـــكل، ويبنى تحليل الطلب على مجموعة من الأبعاد تتمثل في تحديد المشكل، وتحديد العاملين وتصـنيفهم وفق موقعهم من المشـــكل، ثم يتم عن طريق تحليل العمل وضـــع العلاقة بين رهانات المنظمة ورهانات العاملين.

- **إعادة بناء الطلب والعقد:**

حيث يتم تحديد المهمة وفق عقد يتضمن الآجال والمهام والوسائل المادية المستخدمة.

- **بناء الوضعية:**

تمر عملية بناء الوضعية وفق عنصرين رئيسيين يتمثل الأول في تحديد الإفراد المعنيين بالتدخل الأرغونومي، والثاني هو تحديد بيانات التدخل سواء ما تعلق بتحديد سياسات التدخل وتحديد الأهداف والوسائل وطبيعة التعاون التقني بين مختلف التخصصات التي تلتقي أثناء عملية التصميم من أجل بناء الحلول وبناء اختيارات التصميم.

- **مرحلة التشخيص:**

وهي تلك المرحلة التي يتم فيها جمع المعلومات وتحليل العمل، وهي تتضـــمن مرحلتين أساسيتين هما مرحلة التشخيص الأولي أو الفرضي يتم فيها إعداد مجموعة من الفرضيات، ثم مرحلة ثانية يتم فيها البرهنة على هذه الفرضـــيات ثم تأتي بعد ذلك مرحلة البرمجة والتخطيط.

ولعل أهم التدخلات الأرغونموية على الاطلاق تتعلق بتصـميم أماكن العمل لذلك سـوف نحاول التطرق الى نموذج من النماذج التدخل الأرغونموي في تصـــميم أماكن العمل الفردية مثلما وردة في دراسة **Marmaras, N., & Nathanael, D. (2021).**

4. خطوات التدخل الأرغونموي لتصميم أماكن العمل الفردية:

هو عملية عامة لتصـــميم مواقع العمل الفردية، مع مراحل مختلفة والبيانات أو مصـــادر البيانات التي يجب النظر فيها في كل مرحلة، والطرق التي يمكن تطبيقها. يجب ملاحظة أن بعض مراحل العملية يمكن أن تتم متزامنة أو بترتيب مختلف اعتمادًا على تفاصـيل محطة العمل المراد تصـميمها أو تفضـيلات وخبرة المصممين.

المرحلة الأولى: اتخاذ القرارات حول الموارد والمتطلبات على المستوى العالي:

هدف المرحلة الأولى من عملية التصـــميم هو اتخاذ قرارات بشـــأن الوقت اللازم والأشـخاص الذين سـيشـاركون في فريق التصـميم، تعتمد هذه القرارات على المتطلبات على المستوى العالي لأصـحاب المصـلحة (مثل تحسين ظروف العمل، زيادة الإنتاجية، الابتكار، السلامة المهنية وحماية الصحة)، بالإضافة إلى المبلغ المالي الذي يرغبون في إنفاقه وأهمية المشروع (عدد مواقع العمل المتطابقة، أهمية المهام المنجزة، الخصائص الخاصة للأشخاص العاملين). إضـافةً إلى ذلك، يجب التعامل مع قضـية إضـافية في هذه المرحلة وهي ضـمان مشاركة ممثلي الأشخاص الذين سيشغلون مواقع العمل في فريق التصميم، كما يُنصح أيضًا بالوصول إلى مواقع العمل حيث يتم أداء وظائف مماثلة.

تتأثر بشكل كبير باقي عملية التصميم بالقرارات المتخذة في هذه المرحلة

المرحلة الثانية: تحديد قيود ومتطلبات نظام العمل

هدف هذه المرحلة هو تحديد القيود والمتطلبات المختلفة المفروضـــة من قبل نظام العمل الذي سـيتم تثبيت موقع العمل فيه. وبشـكل أكثر تحديدًا، خلال هذه لمرحلة يجب على فريق التصميم جمع البيانات حول العناصر التالية:

- أنواع المهام التي ستُنفَّذ في موقع العمل.
- تنظيم العمل، على سبيل المثال، ساعات العمل، والترابط بين المهام التي ستنفذ في محطة العمل، والمهام الأخرى أو الكيانات التنظيمية في البيئة المحيطة.

• مجموعة متنوعة من المعدات والأدوات التكنولوجية التي ستستخدم، ووظائفها وكيفية التحكم فيها، وشكلها وأبعادها، وواجهات المستخدم.

• الظروف البيئية للمنطقة الأوسع التي ستُثبت فيها محطة العمل (مثل الإضاءة ومصادر الضوء، ومستوى الضوضاء ومصادرها، والظروف الحرارية، ومصادر التيارات الهوائية الدافئة أو الباردة).

• الحالات الطبيعية والاستثنائية التي يمكن أن يواجهها العاملون (مثل انقطاع التيار الكهربائي، الحرائق).

• أي عنصر آخر أو حالة في نظام العمل يمكن أن يتداخل مباشرة أو غير مباشرة مع محطة العمل.

يمكن جمع هذه البيانات عن طريق استجواب الأشخاص المناسبين وأيضًا من خلال الملاحظة وتحليل حالات العمل المماثلة، يجب أيضًا جمع ودراسة المعايير التصميمية الخاصة (مثل ANSI، EC، DIN، أو ISO) وكذلك التشريعات المتعلقة بنوع مواقع العمل المصممة في هذه المرحلة

المرحلة الثالثة: تحديد احتياجات المستخدمين:

يتم تحديد احتياجات مستخدمي محطة العمل المستقبلية خلال هذه المرحلة، مع مراعاة متطلبات مهامهم وخصائصهم الخاصة. وبالتالي، يتم دراسة متطلبات المهام تحليل المهام وتحليل خصائص المستخدمين يجب أن يتم في هذه المرحلة يهدف تحليل المهام إلى تحديد بشكل رئيسي:

• الخطوات العملية التي ستحدث والعناصر في موقع العمل محل الدراسة.

• الأفعال البدنية التي ستُجرى مثل التناول الدقيق، وحركة الجسم بأكمله، وتوجيه القوة.

• تبادل المعلومات المطلوب (بصري، سمعي، حركي) ومصادر المعلومات التي توفرها

• الخصوصية المطلوبة.

• القرب المطلوب من محطات العمل الأخرى، أو المعدات في البيئة القريبة للعمل.

المراقبة وتحليل الحالات العملية الحالية التي تشبه مواقع العمل المماثلة قد توفر معلومات قيمة حول احتياجات المستخدمين في الواقع، كما يشير Leplat إن نشاط العمل

هو عملية معقدة تتضـــمن جوانب ديناميكية وزمنية أســـاســـية، والتي تدمج تأثير العديد من القيود والمطالب. يجب التمييز بين النشاط والسلوك الذي يشكل جزءه المرئي: النشاط يشمل السـلوك وآليات تنظيمه وفق Leplat على الرغم من أن نشـاط العمل يمكن وصـفه عمليًا من وجهات نظر متعددة باسـتخدام نماذج متنوعة، فإن أبرز سـمة له هي أنه يجب دراسـته بشـكل جوهري كبناء أصـلي من قبل العاملين، لذلك لا يمكن تحديد احتياجات المسـتخدمين بشكل كامل من خلال تحليل المهام بسيط **(Marmaras, N., & Nathanael, D. 2021).**

السمات الخاصة لسكان المستخدمين قد تشمل جنسهم، وعمرهم، والإعاقات الخاصة بهم، والتجارب السـابقة والممارسـات العملية، والالتزامات الثقافية أو الدينية (مثلاً، في بعض البلدان يتوجب على النساء ارتداء ملابس معينة).

في هذه المرحلة، يجب أيضًـا جمع بيانات حول الأداء ومشـاكل الصـحة للأشـخاص العاملين في حالات عمل مماثلة. يمكن استخدام الأدبيات المتعلقة بالجهد والسلامة والصحة المهنية كمصـدر رئيسـي لجمع مثل هذه البيانات [انظر مواقع إدارة السلامة والصحة المهنية في الولايات المتحدة (http://www.osha.gov) والمنظمة الأوروبية للســـلامة والصـــحة المهنية (http://osha.europa.eu)].

أخيرًا، كما في المرحلة الســـابقة، يجب تحديد احتياجات المســـتخدمين ليس فقط في الحالات العادية ولكن أيضًـا في الحالات الاسـتثنائية التي قد يجد فيها أشـخاص يعملون في محطة العمل (مثل العمل تحت الضغط، انقطاع التيار الكهربائي، الحرائق).

المرحلة الرابعة: تحديد أهداف التصميم الخاصة بناءً على نتائج المراحل السابقة

يمكن لفريق التصـــميم الآن تحويل متطلبات الجهد العامة لتصـــميم موقع العمل إلى مجموعة من الأهداف الخاصـــة، ســـتوجه هذه الأهداف الخاصـــة اختيارات وقرارات يجب اتخاذها في المرحلة التالية، بالإضافة إلى ذلك، ستستخدم كمعايير لتقييم النموذج التصميمي وستوجه تحسين الأهداف الخاصة هي تجميع للمعايير والتتألف من:

• متطلبات أصـحاب المصـلحة (على سـبيل المثال، يجب أن تكون محطة العمل ملائمة لـ 95% من مســتخدميها، يجب ألا تتجاوز تكلفتها مبلغ X دولار، يجب أن تزيد من الإنتاجية بنسبة لا تقل عن 10%).

• القيود والمتطلبات المفروضة من قبل نظام العمل الذي سيتم تثبيت موقع العمل المصمم فيه (على سبيل المثال، يجب ألا يتجاوز موقع العمل X سنتيمترا في الطول و Y سنتيمترا في العرض، يجب أن توفر ظروف عمل لا تتجاوز X ديسيبل من الضوضاء و Y درجة حرارة كرة الرطوبة).

• احتياجات المستخدمين (على سبيل المثال، يجب أن يتسع موقع العمل لكبار السن، يجب أن يكون مناسب للعمل المستمر على الكمبيوتر، يجب أن تسهل التعاون مع مواقع العمل المجاورة، يجب أن يسمح بتغيير وضعيات الجلوس والوقوف).

• متطلبات تجنب المشاكل الصحية الشائعة المرتبطة بالحالات المماثلة (على سبيل المثال، يجب أن يقلل موقع العمل من مشاكل جهاز الحركة العلوي).

• المعايير التصميمية والتشريعات ذات الصلة (على سبيل المثال، يجب أن يضمن موقع العمل عدم وجود وهج أو تيارات هوائية باردة.

تسجيل جميع الأهداف الخاصة بشكل منتظم يكون مفيدًا جدًا للمراحل التالية، يجب أن يكون الاتفاق على هذه الأهداف الخاصة بين فريق التصميم والإدارة وممثلي المستخدمين أمرًا لا غنى عنه.

المرحلة الخامسة: تصميم النموذج الأولي

هذه المرحلة هي الأكثر أهمية في عملية التصميم، يتعين على فريق التصميم إنشاء حلول تصميمية تلبي جميع الأهداف الخاصة المحددة في المرحلة السابقة، نظرًا للعدد الكبير من الأهداف الخاصة، وكذلك حقيقة أن بعضها قد يتعارض، يجب على فريق التصميم إجراء تسويات مناسبة، باعتبار بعض الأهداف أكثر أهمية من البعض الآخر وتجاوز بعضها في النهاية. كما تم ذكره بالفعل، فإن معرفة جيدة لمتطلبات المهام واحتياجات المستخدمين، بالإضافة إلى السمات الخاصة للمستخدمين، هي الطريقة الوحيدة لتحديد الأولويات الصحيحة وتجنب الأخطاء الخطيرة. علاوة على ذلك، يجب أن يتم النظر في استخدام البيانات المتعلقة بأبعاد الجسم (الانثروبوميتريا) و القدرة والحدود في حركاتهم (البيوميكانيكا) للعمال المستخدمين في هذه المرحلة.

القرار الأول الذي يتعين اتخاذه هو وضعية العمل التي سيتحملها مستخدموا موقع العمل، بمجرد أن يتم اتخاذ قرار بشأن وضعية العمل، يمكن أن يستمر التصميم في تحديد الشكل والأبعاد وترتيب العناصر المختلفة لمحطة العمل، وللقيام بذلك، يجب أخذ الخصائص الانثروبوميترية والبيوميكانيكية للمستخدمين في الاعتبار.

تعريف المسافة الحرة، أي الحد الأدنى اللازم من المساحة الفارغة لوضع أجزاء الجسم المختلفة، يجب النظر إلى أكبر مستخدم (عادةً الأبعاد الانثروبوميترية المتوافقة مع النسبة 97.5%. في الواقع، من خلال توفير مساحة حرة لهؤلاء المستخدمين، سيكون لدى جميع المستخدمين الأقصر مساحة كافية لوضع أجسادهم، على سبيل المثال، إذا تم تصميم المسافات العمودية والجانبية والأمامية تحت مكتب العمل بالنظر إلى ارتفاع سطح الفخذ لشخص جالس، وعرض الورك وطول الفخذ المتوافق مع النسبة 97.5% من العمال المستخدمين (بالإضافة إلى 1 أو 3 سم للسماح)، سيكون 97.5% من مستخدمي هذا المكتب قادرين على الوصول بسهولة إلى المكتب أثناء الجلوس.

• لتحديد موضع العناصر المختلفة لمحطة العمل التي يجب أن يصل إليها المستخدمون، ننصح بالنظر إلى المستخدم الأصغر (عادة الأبعاد الانثروبوميترية المتوافقة مع النسبة 2.5%). في الواقع، إذا استطاع المستخدم الأصغر الوصول بسهولة إلى عناصر موقع العمل المختلفة، دون الانحناء أو الانحناء جانبيًا، فإن جميع المستخدمين الأكبر سيستطيعون الوصول إليها بسهولة.

• رسم مجالات الحركة المشتركة أو مناطق الراحة للمستخدمين الأكبر والأصغر وتضمين العناصر المختلفة لموقع العمل التي يجب التلاعب بها (مثل التحكم)

• عند الضرورة، قدم عناصر موقع العمل بإمكانية التعديل المناسبة من أجل التكيف مع الخصائص الانثروبوميترية للمستخدمين، في هذه الحالة، من المهم ضمان قابلية استخدام الضوابط المقابلة.

• أثناء تصور الحلول التصميمية، تحقق باستمرار لضمان عدم عرقلة عناصر موقع العمل لمسارات العمل لدى المستخدمين (مثل ادراك المعلومات البصرية الضرورية، والتحكم بالأجهزة.

ينبغي التأكيد على أنه من الضـــروري على الأقل إجراء بعض التكرارات بين المراحل 2 و 3 والمرحلة الحالية من عملية التصـــميم. في الواقع، من الصـــعب تقريبًا تحديد جميع القيود والمتطلبات من البداية لنظام العمل، أو سـمات المسـتخدمين، أو متطلبات المهام التي تتشابك مع عناصر محطة العمل المتوقعة.

من القضـــايا الأخرى التي يجب التعامل معها في هذه المرحلة هي تصـــميم الحماية للشـخص العامل من العوامل البيئية المزعجة أو الخطرة المحتملة. إذا كان يجب تثبيت موقع العمل في بيئة قاسـية (صـاخبة، باردة، أو دافئة، في جو خطير، إلخ)، يجب توفير الحماية المناسبة، يجب أن تأخذ في الاعتبار السمات الانثروبوميترية للمستخدمين ومتطلبات المهام من أجل عدم عرقلة العمليات المشـــاركة فيها ســـواء كانت طبيعية أو في حالات التشـــغيل المتدهورة (مثل الصيانة، الاعطال).

وجود مشـــكلات أخرى هامة يجب حلها في هذه المرحلة وهي صـــيانة موقع العمل، وإخلاءها بحرية، واستقرارها وصلابتها، وقضايا السلامة الأخرى مثل الزوايا الخشنة.

البحث عن أفكار وحلول تصـميم موجودة بالفعل يجب فحصـها بعناية قبل اعتمادها. وقد لا تكون هذه الأفكار التصـميمية قابلة للتطبيق بسـهولة على المسـتخدمين الخاصـين، أو متطلبات المهام الخاصـة، أو البيئة التي سيُثبت فيها موقع العمل، وأخيرًا، على الرغم من أن اعتماد الحلول التصـميمية الموجودة بالفعل يسـتفيد من خبرة مجتمع التصـميم ويوفر الوقت، إلا أنه يحرم فريق التصميم من إنشاء حلول مبتكرة.

اسـتخدام البرمجيات المسـاعدة بالحاسـوب في التصـميم (CAD) مع النماذج البشـرية مفيد للغاية في هذه المرحلة. إذا لم تكن مثل هذه البرمجيات متاحة، يمكن استخدام رسومات مناسبة

يجب تطوير نماذج تجريبية لإنشاء حلول التصميم وكذلك لتقييمها، نظرًا لتعقيد إنشاء حلول التصـــميم الجيدة، فإن البحث عن بدائل مفيد. لا ينبغي لأعضـــاء فريق التصـــميم أن يكونوا مرتبطين بالحل الأول الذي يأتي إلى أذهانهم. ينبغي عليهم أن يحاولوا إنشـــاء العديد من الأفكار البديلة قدر الإمكان، والتقدم تدريجيا نحو تلك التي ترضـــي أفضـــل الأهداف التصميمية.

المرحلة السادسة: تقييم النموذج الأولي

يتطلب تقييم النماذج الأولية المصممة للتحقق من مدى تحقيق أهداف التصميم الخاصة المحددة في المرحلة 4، وكذلك كشف أي إغفالات محتملة خلال تحديد قيود ومتطلبات نظام العمل وتحليل احتياجات المستخدمين (المراحل 2 و 3).

يمكن أداء التقييم تحليلياً و/أو تجريبياً، حسب أهمية المشروع. في التقييم التحليلي، يقوم فريق التصميم بتقييم موقع العمل المصمم باعتبار الأهداف التصميمية المحددة بشكل شامل باستخدام الرسومات والنماذج التجريبية كدعم من خلال تطبيق طريقة العديد من المعايير، قد يقوم فريق التصميم بتصنيف درجة تحقيق أهداف التصميم. يمكن استخدام هذا التصنيف كأساس للمرحلة التالية في عملية التصميم (تحسين النموذج الأولي) وكوسيلة لاختيار بين الحلول التصميمية البديلة.

يتم أداء التقييم التجريبي (أو اختبار المستخدم) بمشاركة عينة من المستخدمين المستقبليين، وذلك بمحاكاة العمل باستخدام نموذج كامل الحجم من النماذج الأولية لموقع العمل المصمم، يجب إجراء التقييم في ظروف تقترب من العمل الحقيقي، تطوير سيناريوهات الاستخدام لكل من الوضعيات العادية والاستثنائية في العمل يكون مفيدًا لهذا السبب. يعتبر التقييم التجريبي أمرًا لا غنى عنه لتحديد الجوانب المشكلة التي من الصعب، إن لم يكن مستحيلاً، تحقيقها قبل وجود محطة عمل حقيقية مع مستخدمين حقيقيين. علاوة على ذلك، يوفر هذا النوع من التقييم رؤى قيمة لاحتياجات محتملة أثناء التنفيذ (على سبيل المثال، الاحتياجات التدريبية، والحاجة المحتملة لكتيب المستخدم).

المرحلة السابعة: التحسينات والتصميم النهائي

في هذه المرحلة، يقوم فريق التصميم بالتعديلات اللازمة على النموذج الأولي المصمم، مع مراعاة نتائج التقييم. يجب أخذ آراء الخبراء الآخرين مثل المهندسين المعماريين والمصممين الذين لديهم علاقة أكبر بالجماليات، أو مهندسي الإنتاج ومصممي الصناعة الذين لديهم علاقة أكبر بالإنتاج أو المواد ومسائل الصلابة في هذه المرحلة (إذا لم يكون هؤلاء الخبراء جزءًا بالفعل من فريق التصميم).

يجب تكملة التصميم النهائي بما يلي:

- رسومات للإنتاج ووثائق مناسبة، بما في ذلك السبب وراء الحلول المعتمدة
- تقدير التكلفة لإنتاج موقع العمل (أو المحطات) المصممة
- متطلبات التنفيذ مثل التدريب المطلوب وكتيب المستخدم، إذا لزم الأمر

ملاحظة نهائية:

السبب وراء إجراء تحليل احتياجات ومتطلبات المستخدمين هو التنبؤ بوضع العمل المستقبلي من أجل تصميم موقع عمل يناسب مستخدمه، مهامهم، والبيئة المحيطة. ومع ذلك، فمن المستحيل تمامًا التنبؤ بوضع العمل المستقبلي في جميع جوانبه، حيث أن الأوضاع العملية معقدة وديناميكية وقابلة للتطور. علاوة على ذلك، إذا كان من المقرر أن يشكل موقع العمل جزءًا من نظام عمل موجود بالفعل، فقد يؤثر ذلك على بيئة العمل العامة، وهو شيء من الصعب أيضًا التنبؤ به لذلك، ستكون هناك في نهاية المطاف حاجة لعدد من التعديلات بعد مرور بعض الوقت من التثبيت والاستخدام. لذا يُقترح بشدة إجراء تقييم جديد لمحطة العمل المصممة بمجرد أن يتعود المستخدمون على الوضع العملي الجديد.

VII. العمل الفيزيولوجي

تمهيد:

يشـــير مصـــطلح العمل الفيزيولوجي الى العمليات الفيزيولوجية الداخلية المصـــاحبة للنشـاط البشـري خاصـة عند ممارسـة العامل نشـاط بدني مرتفع الحمولة، فمشـكلة العمل البدني الشـاق، وعبء العمل البدني هو انخفاض في الأنشـطة المهنية عند ارتفاع الحمولات البدنية، فقد ذكر مباركي (2008) أن التكنولوجيا الحديثة سـاهمت في اختراع أدوات وأجهزة أوتوماتيكية عالية القدرة وفرت الكثير من المهام اليدوية والفكرية التي كان يقوم بها العامل، ورغم ذلك فالأعمال الثقيلة والشـاقة عضـليا لازالت موجودة وإن لم تكن باسـتمرار فهي مؤقتة في أحيان كثيرة، ويتواجد هذا النوع من الأعمال العضـــلية في قطاعات كثيرة كالفلاحة والغابات والصيد البحري والبناء والنقل وكثير من أعمال الخدمات.

وذكر Helander, M. (2005) بأنه في أغلب الدول الغربية، لم يعد عبء العمل البدني شـــائعًا كما كان من قبل، ففي التصـــنيع حلت أدوات مناولة المواد والعمليات الميكانيكية والأتمتة محل العمل البدني الشـاق. كما وضـعت التشـريعات حدودًا لكمية عبء العمل الذي يمكن للموظفين التعرض لـه، ومع ذلك، في بعض المهن مثل أعمال البناء وصـيد الأسـماك التجارية وقطع الأشـجار، لا يزال العمال يؤدون الكثير من العمل البدني. وعادة ما ينطوي هذا العمل على مهام أقل تنظيماً، ويصعب مكننتها.

و يرى Olof Astrand حســـب ما أورده مباركي (2004) أن المهمة المنوطة بفسيولوجيا العمل هي تقييم الإجهاد والضغط المفروضين من قبل العمل ومحيطه على جسم العامل، حيث أن الفرد لا يســتطيع إســتعمال أكثر من 30 إلى 40% من قدرته (ســعته) الهوائية القصـــوى Maximal aerobic Power خلال يوم عمل مكون من 8 ســاعات دون أن تنشـــأ لديه أعراض موضـــوعية أو ذاتية، و من اجل التخفيف من أعباء الأنشـــطة المهنية ينبغي تطوير الأنشطة الترفيهية :الرياضة ، البستنة، التسلية

أ. مصادر الطاقة:

يرتبط البحث في العمل الفيزيولوجي للإنســـان بالعمليات الفيزيولوجية التي تهدف لإنتاج الطاقة من خلال نقل الأكســجين المســتنشــق الى العضــلات حيث يتم تفكيك المركبات الدهنية والنشوية الجليكوجين مما ينتج عنه الطاقة التي تحتاجها العضلات في عملية الحركة وتعتبر هذه العملية المصدر الأول للطاقة التي يستخدما العامل في حالة النشاط العادي غير أنها تعتبر عملية ثانية تسبقها عملية التحويل الغذائي.

فعملية تحويل الغذاء عن طريق الكائن الحي هي في الحقيقة المصـــدر الاول لإنتاج الجليكوجين والمركبات النشــوية والدهنية التي يتم تخزينها بعد ذلك في جســم الانســان، لكنها تصـــبح مصـــدر ثاني لإنتاج الطاقة في حالة العمل لمدة طويلة حيث تتم العملية بالتزامن مع النشاط البدني من اجل توفير الكمية المناسبة من الطاقة..

لذلك فإن النشـويات التي يتم تخزينها في الكبد وفي العضـلات على شـكل الجليكوجين والأحماض الذهنية تحدث لها عملية التمثيل الغذائي حيث يتم هدم السكريات والدهون لإنتاج طاقة تستخدم في العمل الميكانيكي أو النشاط العضلي.

تُعرَّف عملية الأيض بأنها تحويل المواد الغذائية إلى عمل ميكانيكي وحرارة حســـب ما أورده Astrand (2003) ولكي تكون مفيدة للجسم، يتم تحويل المواد الغذائية إلى مركب عالي الطاقة وهو أدينوســـين ثلاثي الفوســـفات.(ATP) يعمل ATP كآلية لنقل الطاقة، ويمكنه إطلاق الطاقة الكيميائية لتغذية العمل الداخلي في مختلف أعضـــاء الجســـم. ويمكن بسـهولة تقسـيم رابطة الفوسـفات إلى أدينوسـين ثنائي الفوسـفات (ADP) وفقًا للصـيغة التالية: إطلاق الطاقة +ATP+H2O−ADP

يوفر هذا التفاعل الأساسـي الطاقة لخلايا العضـلات. وبعد توصـيل الطاقة، يتم اسـتعادة ADP مرة أخرى إلى ATP باسـتخدام مزيج من المواد الغذائية. في البداية يتم اسـتخدام الجلوكوز (إذا كان متاحًا)، ثم الجليكوجين، وأخيرًا الدهون والبروتين.

أثناء العمل المستمر يتوفر الأكسجين في الدم، ويُستخدم هذا الأكسجين في عملية التحويل، بحيث ينتج كل جزيء من الجلوكوز 36 جزيئًا من .ATP، هذه عملية موفرة للطاقة، وتسمى عملية هوائية (عملية تستخدم الأكسجين).

عندما يكون هناك اندفاع مفاجئ في الطلب على الطاقة، لن يكون لدى الجسم الوقت لاستخدام الأكسجين لإعادة تخليق ATP .هذه هي الحال في سباق 400 متر. خلال أول 100 متر يوجد ما يكفي من ATP المتاح والذي يمكن تقسيمه إلى ADP .بعد ذلك يجب تحويل ADP إلى ATP .نظرًا لأن الـ 300 متر المتبقية تتطلب الكثير من الطاقة ولا يوجد ما يكفي من الأكسجين المتاح، فسيتم إعادة إنشاء ATP بدون الأكسجين. تسمى هذه العملية اللاهوائية (بدون الأكسجين). إنها أقل كفاءة في استخدام الطاقة من العملية الهوائية. في هذه الحالة، سيولد جزيء واحد من الجلوكوز جزيئين فقط من ATP .في العملية اللاهوائية يتم إنتاج حمض اللاكتيك كمنتج ثانوي. هذا ما يجعل العضلات تحترق بالتعب.

وبالتالي، يتراكم حمض اللاكتيك في العضلات العاملة بدلاً من أن ينتقل إلى الدم. وفي نهاية المطاف، يؤدي نقص الطاقة المتاحة، ونقص الوقود، وتراكم حمض اللاكتيك في العضلات إلى التعب والتوقف عن العمل. وبعد الجري لمسافة 400 متر، سوف تتألم العضلات وسوف يستغرق الأمر دقيقة أو نحو ذلك للتعافي.

وتلاحظ نفس الظاهرة أيضًا في العمل الثابت مع الانقباض المستمر لبعض العضلات. وفي هذه الحالة (مثل حمل حقيبة سفر) يؤدي الانقباض الثابت للعضلات إلى تورم، مما قد يؤدي إلى انسداد الشرايين، وبالتالي لا يمكن نقل الأكسجين إلى العضلات. وهذا من شأنه أن يخلق عملية لاهوائية، وبما أن الدم لا يدور ولا يمكنه إزالة الفضلات، يتم إنتاج حمض اللاكتيك. وهذا بدوره يؤدي إلى إجهاد العضلات الموضعي وألم العضلات.

إن عملية تحويل ATP الهوائية لا تزيد كفاءتها عن 50%، وبالتالي فإن نصف إجمالي طاقة الطعام تُفقد على شكل حرارة قبل أن يمكن استخدامها. وذلك لأن طاقة ATP تُستخدم لدعم ثلاث عمليات مختلفة. أولاً، تحافظ على العمليات الكيميائية، مثل تخليق وصيانة الروابط عالية الطاقة في المركبات الكيميائية. ثانياً، تُستخدم لتغذية العمليات العصبية

والانقباضات العضلية للحفاظ على وظائف الجسم، مثل تدفق الدم والتنفس. وأخيراً، تُستخدم بعض طاقة ATP للعمل العضلي. وفي أقصى تقدير، يمكن استخدام 25% من الطاقة التي تدخل الجسم في شكل طعام للعمل العضلي. وهذا هو الحد الأعلى لكفاءة الطاقة لجسم الإنسان، وعادة ما يتم تحقيقها فقط للعضلات الكبيرة في الجسم، مثل عضلات الساق. وتتجاوز كفاءة 25% كفاءة المحرك البخاري وتساوي تقريبًا كفاءة محرك الاحتراق بالنسبة للعضلات الأصغر حجمًا في الذراعين والكتفين، فإن الكفاءة النموذجية تبلغ حوالي 10-15%. لذلك، يجب على المرء أن يحاول استخدام العضلات الكبيرة للعمل بدلاً من العضلات الصغيرة.

يمكن تقييم كمية الطاقة المستهلكة المرتبطة بمهمة ما عن طريق قياس كمية الأكسجين المستخدمة. يتم حساب استهلاك الأكسجين عن طريق قياس حجم ومحتوى الأكسجين في الهواء الزفير والمستنشق. يتم إجراء هذا التحليل باستخدام أدوات خاصة. ثم يتم تحويل استهلاك الأكسجين إلى كيلو كالوري (كيلو كالوري) من استهلاك الطاقة؛ يولد لتر واحد من الأكسجين 4.83 كيلو كالوري من الطاقة. وبالتالي فإن قياس استهلاك الأكسجين يوفر تقييمًا دقيقًا لاستهلاك الطاقة، ولكن قياسه مرهق للغاية، هناك طريقة أسهل كثيرًا، ولكنها تقريبية، وهي قياس معدل ضربات القلب. يعطي معدل ضربات القلب تقديرًا عادلاً لاستهلاك الطاقة في النطاق المتوسط، ومعدل ضربات القلب أقل ملاءمة لتقييم المعدلات الصغيرة والعالية جدًا من العمل البدني.

وتوجد ثلاث عمليات للتمثيل الغذائي (الايض)هي:

- الايض اللاهوائي بدون حمض اللبن (طاقة مخزنة في العضلات)

تكون عملية انتاج الطاقة بدون حمض اللبن في بداية النشاط البدني عند انطلاق العمل في مهام تتطلب سرعة الحركة وردة الفعل، حيث يتم استخدام الطاقة المخزنة في العضلات مباشرة دون أن تحدث عمليات تفكيك ودون الحاجة لاستخدام الاوكسجين في هذه العملية، نظرا للسرعة المطلوبة لأداء بعض الأنشطة حيث لا يسمح الوقت لإنتاج طاقة بعد استخدام الاوكسجين، لذلك فهو يسمى لاهوائي يعني في ضل غياب الاوكسجين.

- الايض اللاهوائي بوجود حمض اللبن (الجليكوجين في العضلات)

بعد العملية الأولى تأتي هذه العملية فهي تعتبر ثاني عملية يقوم بها الكائن الحي من أجل انتاج الطاقة من حيث الترتيب الفيزيولوجي، ففي عملية الايض اللاهوائي في وجود حمض اللبن يتم تفكيك وهدم المركبات السكرية الجليكوجين الموجودة في العضلات وفي الكبد نظرا لسهولة تفكيكها من أجل انتاج الطاقة رغم غياب الاوكسجين، ونعني بذلك عدم قدرة الكائن الحي على انتظار وصول الأوكسجين مما يترتب عليها افراز حمض اللبن الذي يمثل السبب الرئيسي في ظاهرة التعب العضلي فيما بعد.

- الايض الهوائي بوجود حمض اللبن (الجليكوجين والأحماض الدهنية)

وهي المرحلة الثالثة والأخيرة من حيث الترتيب في عمليات انتاج الطاقة، وتأتي بعد مرور وقت طويل نسبيا على ممارسة نشاط بدني معين، حيث يقوم الجسم البشري بتفكيك الجليكوجين والاحماض الدهنية كذلك المتواجدة في الكبد والعضلات من خلال استخدام الاوكسجين في هدم هذه المركبات الغذائية التي لا يمكن تفكيكها بدون الاوكسجين، وهذه العملية هي أساس النشاط البدني من حيث انها تدوم لوقت طويل يتزامن مع ساعات العمل اليومية الطويلة وتستجيب لحاجات الجسم عند ممارسة لنشاط بدني مرهق يستمر الى ساعات كثير كسباق المارطون على سبيل المثال.

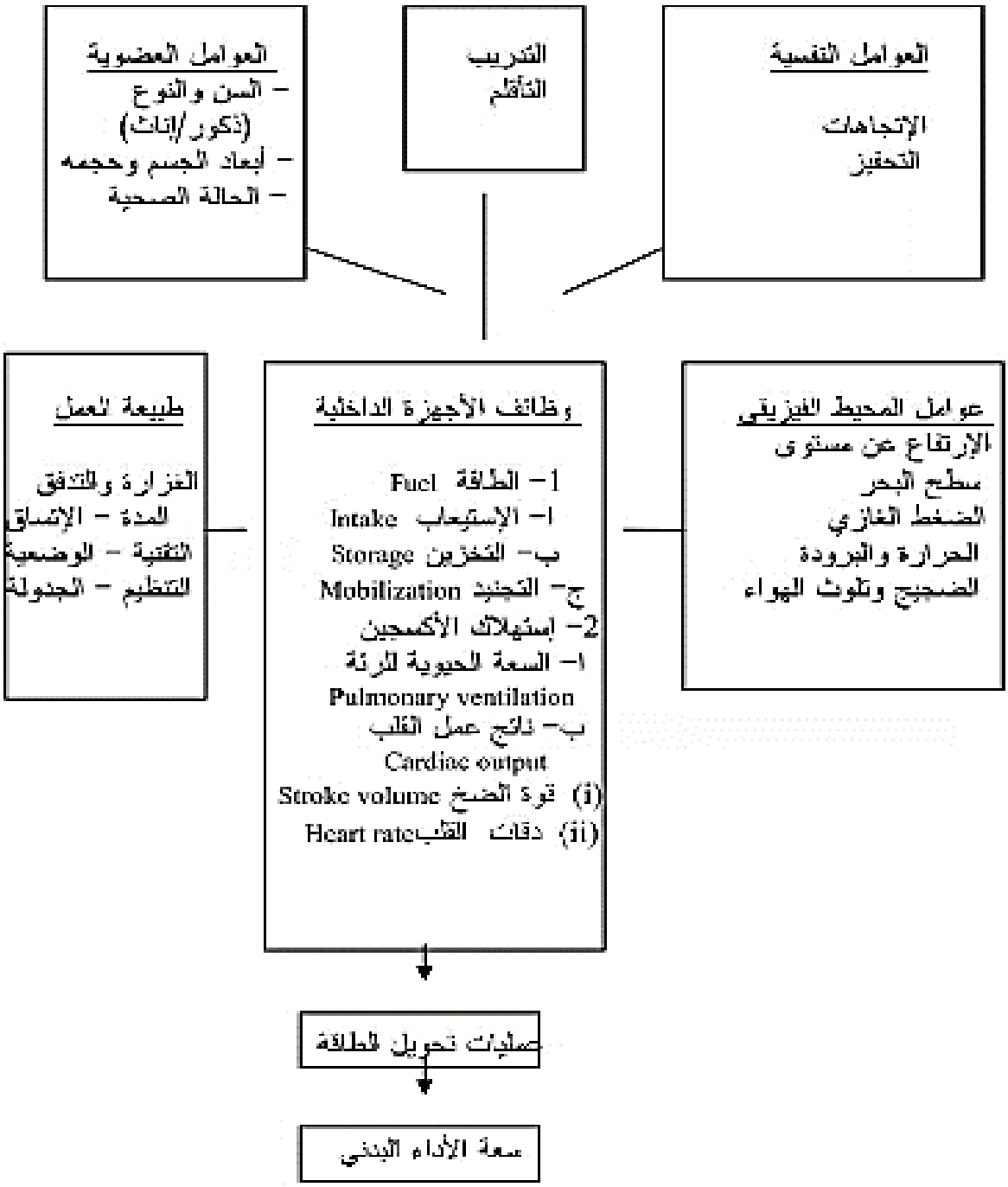
ب. العوامل المؤثرة على العمل الفيزيولوجي:

لعل اهم ما يتأثر به العمل الفيزيولوجي عند الكائن الحي هو شدة ومدة العمل البدني وقدرة الجسم على استيعاب حمولات بدنية كبيرة لمدة زمنية كبيرة، كم يتأثر العمل الفيزيولوجي كذلك بعوامل مختلفة منها عوامل داخلية ، وخارجية عديدة موضحة في الشكل رقم (24) الذي أورده مباركي (2004) فالقدرة على أداء العمل العضلي تعتمد أساسا على قدرة خلايا العضلات في تحويل الطاقة الكيميائية للغذاء إلى طاقة ميكانيكية لتحريك العضلات كما أسلفنا في العنصر السابق، والقدرة التحويلية للخلايا هذه تعتمد على وظائف الأجهزة الداخلية كالحالة الغذائية للجسم و طبيعة ونوعية الغذاء المهضوم وتكرار الوجبات و

قدرة الرئة على استعمال الأكسجين وسعتها الحيوية، ثم عما ينتج عن عمل القلب وعن الأعصاب والميكانيزمات الهرمونية التي تقنن كل هذه الوظائف، فالعديد من هذه الوظائف يعتمد على عوامل عضوية وراثية أساسا وأخرى كالجنس والسن وحجم الجسم والحالة الصحية، إضافة إلى ذلك فإن الأداء العضلي تابع لكثير من العوامل السيكولوجية كالتحفيز والإتجاهات نحو العمل وإرادة تجميع كل القوى للقيام بالعمل، وهذه تعتمد بدورها على عوامل كالتدريب والتكيف.

كما إن المحيط الخارجي هو الآخر له دور مباشر أو غير مباشر في التأثير على العمل العضلي، فتلوث المحيط الخارجي يضاعف من عمل الجهاز التنفسي في مقاومة المواد السامة أو غير المرغوب فيها وربما يكون له آثار سلبية صحيا، والضجيج هو الآخر يعتبر بالدرجة الأولى ضغطا على الفرد حيث لا يؤثر على السمع فحسب بل يسبب ارتفاعا في نبضات القلب وكذا معطيات عديدة أخرى كالإفرازات الغددية وعمل الجهاز العصبي، ونفس الشيء يمكن أن يقال عن البرودة القصوى أو الحرارة القصوى، وهنا بالذات يمكن للتأقلم أن يحد من آثارها إلى درجة معينة.

ومن جهة أخرى فإن طبيعة العمل في حد ذاته بغض النظر عن قوته ومدته تحد من عامل الراحة وكيفية تقلص وارتخاء العضلات والطريقة المثلى للأداء، التي تعتبر من أبرز العوامل السائحة للفرد من القيام بأدائه دون جهد كبير، بحيث حينما يغادر مكان عمله يستطيع أن يزاول نشاطاته الأخرى دون تعب.



الشكل رقم (24) يوضح أهم العوامل المؤثرة في العمل البدني

المصدر: Astrand & Rodah حسب مباركي (2004)

ج- قياس استهلاك الطاقة:

يمكن تقييم كمية الطاقة المستهلكة المرتبطة بمهمة ما عن طريق قياس كمية الأكسجين المستخدمة. يتم حساب استهلاك الأكسجين عن طريق قياس حجم ومحتوى الأكسجين في الهواء الزفير والمستنشق. يتم إجراء هذا التحليل باستخدام أدوات خاصة. ثم يتم تحويل استهلاك الأكسجين إلى كيلو كالوري (كيلو كالوري) من استهلاك الطاقة؛ يولد لتر واحد من الأكسجين 4.83 كيلو كالوري من الطاقة. وبالتالي فإن قياس استهلاك الأكسجين يوفر تقييمًا دقيقًا لاستهلاك الطاقة، ولكن قياسه مرهق للغاية. هناك طريقة أسهل كثيرًا، ولكنها تقريبية، وهي قياس معدل ضربات القلب. يعطي معدل ضربات القلب تقديرًا عادلاً لاستهلاك الطاقة في النطاق المتوسط، معدل ضربات القلب أقل ملاءمة لتقييم المعدلات الصغيرة والعالية جدًا من العمل البدني**(Helander, M. 2005)** .

كما يمكن قياس استهلاك الطاقة من خلال العمليات الموالية:

- قياس قدرة الفرد على الاستمرار في النشاط (القدرة على النشاط)
- حساب حمولة العمل (الشدة والحجم) الشدة تقاس بالتكرار وسرعة التكرار في ممارسة مهام العمل، أما الحجم فيقاس بالثقل المطلوب تحمله في العمل أو بالمدة الزمنية لأداء للعمل.

د- نوع العمل:

يختف استهلاك الطاقة باختلاف نوع، حيث يعتبر العمل الديناميكي الذي يتميز بكثرة الحركة والتنقل لإداء مهام العمل يتم فيه استهلاك أكبر للطاقة، أما العمل الثابت الذي يكون فيه حركة أقل وتميل المهم فيه الى الثبات الحركي فيكون فيها استهلاك الطاقة أقل من حيث الكمية.

ومن هذا المنطلق فإن كل استهلاك الطاقة يرتبط بنشاط العضلات فكلما زاد نشاط العضلات وأرتفع حجم العمل البدني كلما زاد استهلاك الطاقة والعكس صحيح فكلما نقص نشاط العضلات وقل مستوى النشاط البدني كلما نقص استهلاك الطاقة.

ورد في **Helander, M. (2005)** إن الحفاظ على وظائف الجسم الأساسية في حالة الراحة يتطلب حوالي 1200 كيلو كالوري/يوم. ويشار إلى هذا بمعدل الأيض الأساسي (BMR) ويشمل وظائف مثل القلب (215 كيلو كالوري/يوم)، والدماغ (360 كيلو كالوري/يوم)، والكلى (210 كيلو كالوري/يوم)، والعضلات في حالة الراحة (360 كيلو كالوري/يوم). وبالإضافة إلى الحفاظ على وظائف الجسم الأساسية، عادة ما يمارس الناس بعض الأنشطة البسيطة. ويشار إلى هذا بالنشاط الترفيهي ولا يشمل أنشطة العمل. ويعطي معدل الأيض الأساسي والأنشطة الترفيهية معًا متوسط استهلاك للطاقة يبلغ 2500 كيلو كالوري/يوم، كيلو كالوري/يوم. تتطلب المهن المختلفة معدلات استهلاك طاقة مختلفة. بالنسبة ليوم عمل مدته 8 ساعات، تكون القيم التالية نموذجية:

- العمل المكتبي أثناء الجلوس: 800 سعرة حرارية/يوم
- أعمال التجميع الخفيفة: 1680 كيلو كالوري/يوم
- صيد الأسماك في المحيط بالشباك: 4800 سعرة حرارية/يوم
- قطع الأخشاب: 6000 سعرة حرارية / يوم

تعتبر عمليات صيد الأسماك في المحيطات وقطع الأشجار غير عادية بسبب متطلباتها العالية جدًا من الطاقة.

يتم الحصول على متطلبات الطاقة الإجمالية عن طريق إضافة معدل الأيض الأساسي والأنشطة الترفيهية ومعدلات العمل. يعتبر إجمالي متطلبات الطاقة التي تقل عن 4000 كيلو كالوري/يوم معتدلاً، بين 4000 و4500 كيلو كالوري/يوم يعتبر ثقيلاً، وأكثر من 4500 كيلو كالوري/يوم يعتبر شديداً.

هـ- وضعية العامل:

يتأثر استهلاك الطاقة عند جسم العامل بوضعية العمل بين وضعية الوقوف ووضعية الجلوس فوضعية الوقوف تتطلب استهلاك طاقة كبر وذلك لما لها من تأثيرات على ضغط الغضاريف بسبب وضعية الوقوف وكذلك تأثيراتها على نشاط العضلات خاصة عضلات الاطراف السفلى وحتى الاطراف العليا لان كثرة الحركة والتنقل هو السبب الرئيسي للاعتماد على وضعية الوقوف، وهو ما يمكن ان يعتبر تأثير نوع المهمة على وضعية العامل، فنوع المهام هي التي تحدد وضعية العمل المناسبة، فمثلا مهمة القيادة، والكتابة والقراءة والعمل على الكمبيوتر تتطلب الجلوس حتى يتم تأدية المهام بصور طبيعية، بينما لا يمكن لعمال البناء وعمال المناجم مثلا الجلوس من أجل تأدية مهامهم إلا لمدة صغيرة وفي احيان قليلة جدا.

VIII. استعمالات الأرغونوميا

تمتد استخدامات الأرغونوميا الى جميع المجالات البشرية دون استثناء، ذلك أن العنصر البشري أصبح لا يمكنه الاستغناء عن استخدام الوسائل المساعدة أو المنتجات في جميع نشاطاته اليومية سواء عند الاكل أو الشرب أو عند العمل في المصنع أو في البيت أو في المطبخ، أو عند القراءة والتعلم أو عند ممارسته الرياضة والترفيه، وحتى عند دخوله الى الحمام أو عند خلوده الى النوم.

تظهر في الساحة الميدانية عدة تطبيقات للأرغونوميا أهمها أرغو نوميا المنتج حيث تتم دراسة خصائص المستهلك البدنية والنفسية والاجتماعية، وأرغونوميا الفئات الخاصة كدراسات الطفل، والمرأة، والمسن، وذوي الهمم، إضافة الى الأرغونوميا التربوية التي تدرس لبيئة المدرسية (التنظيمية، الفيزيقية، المعرفية، وتصميم الادوات والوسائل المدرسية والمباني البيداغوجية.

وقد أظهرت مجموعة من الدراسات مقدمة في مؤتمر دولي حول بيئة العمل المعاصرة والعوامل البشرية لخبراء بيئة العمل والعاملين في العوامل البشرية Anderson, M. (2018) شملت أغلب استخدامات الأرغونوميا وقد تمت تغطيتها كل من النقل، وثقافة السلامة، والتعليم، والجيش، والتصنيع، والبناء، والأساليب والأدوات، والحوادث الصناعية، والرعاية الصحية، وإمكانية الوصول والاستخدام، والتكنولوجيا، والتدريب، والأنظمة، والتطورات في الصناعة النووية ودمج العوامل البشرية، وكذلك مشاريع النفط والغاز وفي ما يلي بعض الامثلة عن استعمالات الأرغونوميا في عالمنا المعاصر:

- **الأرغونوميا النفسية والاجتماعية وجودة الحياة:**

ذكر Jordan, P. W. (2018, February) إن التقدم في التكنولوجيا والتغيرات في القيم الاجتماعية وأنماط الحياة قد تعمل على توسيع قدرة علم الارغونوميا على المساهمة، فتوسع الإنترنت وتقنيات المعلومات والاتصالات الأخرى يؤدي إلى تغيير طبيعة الطريقة التي يتفاعل بها الناس مع بعضهم البعض والطريقة التي تتواصل بها الحكومة مع مواطنيها،

ويمكن لعلم بيئة العمل أن يلعب دوراً في جعل هذه التقنيات أكثر فعالية وقابلية للاستخدام وجاذبية، وعلى نحو مماثل، أدى صعود الاستهلاك الأخلاقي إلى زيادة الدور الذي تلعبه خيارات الشراء كوسيلة للتعبير عن القيم الروحية والفلسفية للناس، مما يؤدي إلى زيادة محتملة في دور بيئة العمل في هذا البعد من خلال التصميم الذي يركز على المستخدم.

يحدد عددًا من أبعاد جودة الحياة **The Good Society Framework (GSF)**، وهو مصمم كنموذج شامل للرفاهية يضم جميع العوامل الرئيسية المدرجة في المؤشرات المختلفة ويجمعها في تسعة أبعاد يمكن للأرغونوميا دراستها هي:

أبعاد المجتمع الجيد:

- العلاقات: جودة العلاقات الاجتماعية والعائلية والشخصية بين الناس؛ مدى تماسك المجتمع وانسجامه.
- الاقتصاد: درجة الرخاء الاقتصادي والقوة الشرائية للناس المدى الذي تكون فيه الوظائف مجزية وتوفر إمكانات للنمو والتطور.
- البيئة والبنية الأساسية: مدى متعة واستدامة البيئة الطبيعية؛ مدى متعة البيئة المبنية ووظائفها الجيدة وفعالية البنية الأساسية وكفاءتها.
- الصحة: ما إذا كان الناس قادرين على الوصول إلى رعاية صحية جيدة وطعام صحي؛ ما إذا كانت بيئة العمل والمنزل والبيئات العامة آمنة بشكل عام.
- السلام والأمن: ما إذا كانت الجريمة منخفضة وما إذا كان الناس يشعرون بالأمان في منازلهم والأماكن العامة؛ ما إذا كان المجتمع متأثرًا بالحرب أو الإرهاب أم لا.
- الثقافة والترفيه: ما إذا كانت هناك ثقافة غنية ومجزية، سواء كانت "رفيعة" أو "شعبية"؛ ما إذا كانت هناك فرص للمشاركة في أنشطة ترفيهية مجزية.
- الروحانية والدين والفلسفة: ما إذا كان هناك إمكانية للوصول إلى التعاليم الدينية والروحية وفرصة ممارسة الدين الذي يختاره المرء؛ ما إذا كان هناك إمكانية للوصول إلى التعاليم الفلسفية والأفكار حول كيفية العيش.

- التعليم: ما إذا كان هناك تعليم يمكن الناس من العمل بشـــكل فعال في المجتمع؛ ما إذا كان التعليم غنيًا فكريًا.
- الحوكمة: ما إذا كانت هناك ديمقراطية وعدالة وحرية تعبير؛ ما إذا كانت العدالة شفافة ومتسقة، وما إذا كان المجتمع يحكم بالرحمة والمساواة.

- **الأرغونوميا في صناعة النفط والغاز:**

ذكر McLeod, R. W. (2012) أن صناعة النفط والغاز العالمية كانت تطبق علم بيئة العمل والعوامل البشـرية في تصـميم وتقييم مرافقها وعملياتها لسـنوات عديدة. وفي السـنوات الأخيرة، برزت الأرغونوميا كتخصـص فني معترف به يركز على التصـميم الهندسي لمرافق النفط والغاز.

وأضـــاف أنه قد تم تطوير المعايير الفنية والعمليات المنظمة لدمج الأرغونوميا في عمليات المشروع من قبل الشركات الفردية وعدد من منظمات الصناعة. ويتمثل العنصر الأسـاسـي للتطبيق الناجح لهذه المعايير والعمليات في توافر المهندسـين الذين يمتلكون المهارات والكفاءة والخبرة اللازمة.

وقد قدم في محاضـرة في جلسـة مؤتمر حول الأرغونوميا في صـناعة النفط والغاز التي نظمتها اللجنة الفرعية للأرغونوميا في جمعية منتجي النفط والغاز وركز بشـــكل خاص على المهارات والكفاءات اللازمة لتطبيق الأرغونوميا بنجاح في مشـــاريع النفط والغاز.

- **الأرغونمويا التربوية:**

لقد ثبت حســب ما ذكره **Omari, S., Woodcock, A., & Ball, T. (2011)** أن البيئة المبنية لها تأثير مباشـر على إنجازات الطلاب وتسـهيل التدريس والتعلم. وقد ارتبطت الظروف البيئية مثل عمر المبنى والتدفئة والإضـاءة وجودة الهواء والضـوضـاء واسـتخدام الألوان ونوع الأثاث وتخطيط الغرف وكثافتها بتغييرات كبيرة وقابلة للقياس في تحصـــيل

الطلاب وأدائهم. كما أن البيئة المبنية لها تأثير على مناخ المدرسة مما يؤثر على معنويات الطلاب وقيمهم وتطلعاتهم وتوقعاتهم وأدائهم.

وتمثل الارغونوميا مجالا علمياً يضع في الاعتبار تحسين الإنتاجية والصحة. والسلامة، كذلك راحة جموع الأفراد، حسبما يكون التفاعل المؤثر بين الأفراد والتقنيات التي يستعملونها والبيئة التي يوجدون فيها، ولتوظف منهجية الارغونوميا في الإدارة التربوية لا بد من رصد الواقع الثقافي المادي والمعنوي، من خلال رؤية البدائل المادية والقيمية الملائمة وأيضا رؤيه المدخلات السنية والثقافية المختلفة، وهندسته من أجل وضع البرامج الملائمة التي تربط بالجذور وبالاتجاهات والتغييرات العالمية، وترتبط بفلسفة المجتمع وأهدافه من بناء الإنسان، وأيضاً لا بد من تطوير استراتجيات يمكن من خلال مدخلاتها المادية والبشرية وما يرتبط بها من معلومات سواء أكانت النقاط القوة أو الضعف، أو ما يمكن النظر إليه على أنه فرص يجب الإفادة منها نقاط قوة أو نقاط ضعف من ناحية، أو مخاطر وتحديات يجب مواجهتها والتصدي لها لارتقاء وتطوير العمل التربوي من ناحية أخرى. (المعايطة،2007)

ويشير مفهوم الارغونوميا المدرسية والتعليمية حسب بلقرمي (2020) إلى كل ما يتعلق بالنظافة والسلامة وظروف المعيشة والرفاهية في البيئة المدرسية، حيث يجب أن نوفر الأنماط المناسبة لتفكير الأطفال في نهج حل المشكلات أو النهج التدريب على المحتوى المطابق لاهتمامات الطلاب أو المعلمين، والذي يجب أخذه في الاعتبار في تدريب المعلمين، لتغذية عملية التدريب من نتائج تحليل الأنشطة التعليمية الحقيقية. لذا، يجب علينا تحليل العمل التعليمي في جزئه المعرفي والصحي والاجتماعي والعلائقي والتنظيمي أو التصميم الفني، وتدريب المختصين في التعليم الحقيقيين الذين يصبحون مدرسين متميزين للمساعدة في فهم تنوع المواقف في التعليم غير المتوقع وفعاليتها في بعض الأحيان، كما يتم تعريف علم بيئة العمل التربوي بأنه "تحليل المواقف التعليمية التي تهدف إلى تحسين رفاهية وأداء الأشخاص الذين يتفاعلون مع عناصر موقف تعليمي معين من أجل إنجاز المهمة التعليمية.

وقد وجاءت دراسة(2017) Zieschang, H et al حول القسم الارغونومي، أذ يعتبر أن القسم في المدرسة معززًا للصحة الجيدة عندما يمنح أطفال المدارس والمعلمين سيطرة أكبر على صحتهم، يكون الفصل الدراسي أو القسم مناسبًا للتعلم عندما يدعم اكتساب المعرفة والمهارات وبالتالي يكون له تأثير إيجابي على عملية التعلم. تهدف المكونات الفردية التي يجب مراعاتها أثناء تحسين الفصل الدراسي إلى السماح بالاستخدام المرن لمجموعة من أساليب التدريس أو التعلم، للسماح بتبني وضعية صحية، وللحصول على تأثير إيجابي من بين أمور أخرى على التركيز والانتباه، ومناخ الفصل والتعلم، والرفاهية البدنية، والدافع للتعلم، والقدرة على التعلم، يكون التدريس والتعلم أكثر فعالية في بيئة مصممة جيدًا، تمامًا كما يمكن زيادة الأداء في أماكن العمل المصممة جيدًا. كما هو الحال في أماكن العمل الأخرى، يجب تطبيق المبادئ الأساسية المألوفة للتصميم المريح في أماكن التعلم، أي في الفصول الدراسية.

- **أرغونوميا الفئات الخاصة:**

تعتبر أرغونوميا الفئات الخاصة اليوم واحدة من أهم التخصصات التي تعتني بتصميم الادوات التي تستخدمها الفئات الخاصة سواء من ذوي الاعاقة بمختلف أنواعها أو من صغار السن وكبار السن وحتى المرأة الحامل والاشخاص ذوي الاحجام المتطرفة، فقد ذكر Vanderheiden, G. C., & Jordan, J. B. (2012) انه غالبًا ما يُنظر إلى موضوع التصميم للإعاقة البشرية والشيخوخة باعتباره موضوعًا خاصًا أو سوقًا عموديًا أو تطبيقًا خاصًا، وعلى الرغم من وجود منتجات خاصة أو تقنيات مساعدة مصممة خصيصًا لاستخدامها من قبل الأشخاص ذوي الإعاقة، إلا أنها لا تشكل سوى جزء صغير من العدد الإجمالي للمنتجات التي يجب تصميمها لاستيعاب الأشخاص ذوي القيود الوظيفية. بالإضافة إلى الأدوات المصممة خصيصًا،

يحتاج الجميع، بما في ذلك الأشخاص ذوي الإعاقة، إلى إمكانية الوصول إلى مجموعة واسعة من التقنيات الموجودة في حياتهم اليومية: في المنزل، وفي المدرسة، وفي

العمل، وفي المجتمع. وتتجه الارغونوميا نحو تصـميم أكثر سـهولة في الوصـول للمنتجات اليومية.

فهناك مفهوم خاطئ أن عدد السـكان المعنيين قليل، وعلى الرغم من وجود العديد من أنواع ودرجات الإعاقات المختلفة، والتي يمثل بعضـــها أعدادًا أقل من الناس، فإن إجمالي عدد الأشـخاص ذوي الإعاقة يمثل حوالي 19٪ من السكان، بالإضـافة إلى ذلك، فإن غالبية الأشـخاص الذين يعيشـون بعد سـن 65 عامًا سـيواجهون صـعوبات في أداء أنشـطة الحياة اليومية (يشـمل التنقل داخل المنزل، وارتداء الملابس، وتناول الطعام) والأنشـطة العملية في الحياة اليومية (يشـــمل الخروج من المنزل، والقيام بالأعمال المنزلية الخفيفة، واســـتخدام الهاتف) بســـبب الإعاقة. يعاني حوالي 37% من الأشـــخاص الذين تزيد أعمارهم عن 65 عامًا من إعاقة شديدة؛ وترتفع هذه النسبة إلى 58% بين الأشخاص الذين تزيد أعمارهم عن 80 عامًا حسب Brault. (Vanderheiden, G. C., & Jordan, J. B. 2012).

بالإضـــافة إلى ذلك، يعاني العديد من هؤلاء الأشـــخاص من قيود وظيفية متعددة، ومن المهم ملاحظة أن الجمهور المستهدف لهذه الإرشادات التصميمية يشمل الجميع تقريبًا مع تقدمنا في السن واكتسابنا للإعاقات، والاستثناء الوحيد سيكون لأولئك منا الذين يموتون أولاً.

فإذا كانت الشـركات تصـمم منتجات للأفراد، فإن الفئات الخاصـة سـتشـكل بشـكل تراكمي جزءًا كبيرًا من السوق، وعند تصـميم المنتجات لاسـتخدامها من قبل الأسـر أو داخل الصـناعة، يتضـاعف التأثير، ونظرًا لأن الوحدة العائلية تتكون من ثلاثة أو أربعة أشـخاص، فإن نســـبة الأســـر التي لديها أشـــخاص من ذوي الإعاقة أعلى بكثير، وعندما تتجه إلى الصـناعة، وخاصـة الصـناعات الكبيرة، تجد أن نسـبة الصـناعات التي توظف أشـخاصًـا من ذوي الإعاقة مرتفعة للغاية، وبالتالي، إذا كنت تصـمم منتجات وأنظمة لاسـتخدامها من قبل صـــناعات أكبر، فســـتجد أن جميع قاعدة العملاء تقريبًا ســـيكون بها موظفون من ذوي الإعاقة**(Vanderheiden, G. C., & Jordan, J. B. 2012).**

- **الأرغونوميا والرعاية الصحية:**

يمكن في هذا المجال الاشارة الى ما ذكره **Lightner, N. J., & Kalra, J. (2020)** من وقائع مؤتمر AHFE الدولي لعام 2019 حول العوامل البشـــرية وبيئة العمل في الرعاية الصحية والأجهزة الطبية، 24-28 يوليو 2019، واشنطن العاصمة، الولايات المتحدة الأمريكية الذي ضـــم مجموعة من الدراســـات شـــملت التطورات في العوامل البشـــرية وبيئة العمل في الرعاية الصـحية والأجهزة الطبية، وتم ضـمينها في الكتاب العوامل البشـرية وبيئة العمل في مجال الرعاية الصـحية والأجهزة الطبية، وتتمثل الفائدة هذا المجال من البحث في المسـاعدة في تصميم الأنظمة والأجهزة لتقديم الرعاية الصحية بشكل فعال وآمن، كما تم عرض مناهج جديدة لتحسين أجهزة الرعاية الصـحية مثل أنظمة الموجات فوق الصـوتية المحمولة، كما تم تضـمين نتائج الأبحاث لتحسـين تصـميم العمل والاتصـالات الفعّالة ودعم الأنظمة، كما تم النظر في معلومات الرعاية الصحية للجمهور وقابلية الاستخدام لمستخدمي المرضى بشكل منفصل ولكن بناءً على نتائج دراسات قابلية الاستخدام للعاملين الطبيين.

كما تم التأكيد على الجودة والســـلامة، وتم النظر في الخطأ الطبي لعوامل الخطر ونقل المعلومات في الحد من الأخطاء، وتم النظر في الجوانب المادية والإدراكية والتنظيمية بطريقة أكثر تكاملاً لتسـهيل نهج الأنظمة في التنفيذ، وتم تضـمين مناهج جديدة لبيئة العمل في التعامل مع المرضى وغرف الطوارئ والعمليات والرعاية الصحية وتصميم الأجهزة الطبية والعوامل البشرية وقياس بيئة العمل والتحقق من صحة النموذج، وقد شمل الأبحاث الحديثة مجالات عديدة منها ما تعلق بالسكان والتعاون والفرق، والتعلم والتدريب، وقد قسمت الابحاث في هذا المؤتمر الى ستة أقسام تعبر على مجالات الموضوع هي:

- سلامة المريض
- أنظمة معلومات الرعاية الصحية
- مخاطر العاملين في مجال الرعاية الصحية
- أنظمة التشخيص
- تطوير الأجهزة الطبية
- الشيخوخة

الأرغونوميا ومجال النقل:

تم التطرق الى تطورات الأرغونوميا في النقل في وقائع المؤتمر الدولي AHFE 2019 حول الأرغونمويا في النقل، 24-28 يوليو 2019، واشـــنطن العاصـــمة، الولايات المتحدة الأمريكية وفق ما ورد عن Stanton, N. (Ed.). (2019) الذي ذكر أن الأرغونوميا وبيئة العمل ساهمت بشكل كبير في البحث والتصميم والتطوير والتشغيل وتحليل أنظمة النقل ويشمل ذلك المركبات الطرقية والسـكك الحديدية والطيران والفضـاء والبحرية بالإضـافة إلى البنية الأساسية التكميلية لها، وقدم التطورات الأخيرة في جوانب الأرغونوميا في النقل، وتشمل هذه التطورات تحليل الحوادث، وأتمتة المركبات، والراحة، وتشـتيت انتباه السـائقين، والشـواغل البيئية، وتصـــميم أنظمة المركبات، وأنظمة النقل الذكية، والتطورات المنهجية، والأنظمة والتكنولوجيا الجديدة، والدراسـات الرصـدية ودراسـات الحالة، والسـلامة، والوعي بالموقف، وتنمية المهارات والتدريب، والتحذيرات وعبء العمل، علاوة المشـــاكل التي يواجهها خبراء الأرغونوميا في السـكك الحديدية والطرق والطيران والفضـاء والبحوث البحرية، وقد شـملت الابحاث الأرغونوميا في النقل البحري و النقل عبر الطيران والفضـاء، بينما تضـمن تطبيق الأرغونوميا في النقل عبر الطرق والسكك الحديدية مجموعة من الابحاث شملت كل من:

- أتمتة المركبات
- تصميم الاستقلالية في النقل العمر والشمول
- سلوك القيادة المركبات ذاتية القيادة والآلية
- تدريب وتعليم السائقين
- الأرغونوميا في النقل بالسكك الحديدية والنقل بالشاحنات
- مستخدمو الطرق المعرضون للخطر
- سلوك القيادة والسلامة والمحاكاة
- راحة الطرق والسكك الحديدية
- السلامة والمخاطر
- قابلية استخدام الطرق والسكك الحديدية

IX. عرض بعض نماذج استخدام الأرغونوميا في العالم

تمهيد:

تعتبر أوروبا مهد ظهور الأرغونوميا كتخصص مستقل بعد تكوين جمعية البحث في الهندسة البشرية في بريطانيا سنة 1949 (مباركي، 2004)، فقد أطلق عليه موريل (Murrell) تسمية الهندسة البشرية Ergonomics وهو رئيس قسم علم النفس التطبيقي في جامعة بريستول في المؤتمر الذي عقد بأكسفورد في عام 1949(نجم، 2014)، ومنه ازدهرت الدراسات الأرغونومية في الجانب الصناعي والانتاجي المدني والعسكري لذلك سوف نحاول عرض بعض النماذج والتجارب الأرغونومية لبعض الدول في عالم انطلاقا من بعض النماذج الأوروبية كالتجربة الإنجليزية، والتجربة الفرنسية، وتجربة الولايات المتحدة الأمريكية، ثم التجربة البرازيلية والتي سردها عبابو (2012) في دراسته كما يلي:

التجربة البريطانية:

إن أول ظهور للأرغونوميا بصفة رسمية كان في بريطانيا سنة 1940 وذلك بتكوين جمعية البحث في الهندسة البشرية على يد مجموعة من الباحثين المختصين في علم النفس الفيزيولوجياء الطب الصناعي وعلم التشريح حسب مباركي (2004)، ويعتمد في بريطانيا كثيراً على أرغونوميا العوامل البشرية التي موضوعها هو تطبيق المعارف الموجودة في العلوم الإنسانية من أجل تصميم الأجهزة التقنية للعمل بهدف تحسين ظروف العمل وجعلها موائمة القدرات الأفراد وخصائصهم سواء التقنية أو الفيزيولوجية، ظهرت في بريطانيا العديد من المؤسسات العلمية التي تهتم بالأرغونوميا و البحث الأرغونومي، والتي نجد منها جمعية البحث في الأرغونوميا 1976 وحدة علم النفس التطبيقي بكامبريدج، ومخبر بحث الطرقات المؤسسة الملكية للطيران، معهد طب الطيران و كذا مؤسسة البحث للقوات المسلحة (مباركي، 2004).

رغم أن البحوث الأرغونومية سيطرت عليها الصبغة العسكرية في الماضي إلا أنه بعد الحرب العالمية الثانية توسع مجال البحث في مختلف القطاعات ذات الطابع المدني

فالمؤسسات الكبيرة اصبحت الآن تمتلك أغلب فرق البحث وأفضل الباحثين، وهي تقوم بتوجيه البحث وفق احتياجاتها الخاصة وليس حسب الفراغ الموجود في المجال العلمي

التجربة الفرنسية:

بعد ظهور الأرغونوميا في بريطانيا "جمعية البحوث الأرغونومية، أخذت ملامح الأرغونوميا في فرنسا تظهر – بين سنتي1950 و1970 تدريجياً عن طريق التركيز على المؤسسات العلمية ومخابر البحوث والدراسات الخاصة

فبعد إنعقاد أول مؤتمر للجمعية العالمية للأرغونوميا سنة 1961 بمدينة استوكهولم قرر الفرنسيين المشاركين في المؤتمر إنشاء جمعية فرنسية للأرغونوميا، وذلك ما تحقق في سنة 1963 بالنشاء الجمعية الأرغونومية للغة الفرنسية "BELS "، و تم عقد أول مؤتمر للجمعية في نفس السنة بمدينة استراسبورغ عن طريق بيرنارد مياز اما المؤتمرات اللاحقة فكانت بالتناوب في مدينة باريس، ثم خارجها ثم خارج فرنسا في بلجيكا وفي كندا، وفي سويسرا أين تم عرض خبراتهم في مجال الأرغونوميا.

وقد تم إنشاء مجموعة من المخابر في فرنسا وذلك من طرف مجموعة من الباحثين عن طريق تطبيق معارفهم الخاصة من أجل تحسين وضعيات العمل، وتمثلت هذه المخابر

في المعهد الوطني للفنون والمهن CNAM، أين تم تنمية وتطوير البحوث حول التوجيه المهني ودراسات العمل، إضافة إلى المركز الوطني للبحوث العلمية CNRS المعهد الوطني للأمن INS، ومخبر الفيزيولوجيا وعلم الحركة بشركة رونو" بقيادة ويسنر.

وانطلاقا من سنوات 1950 إلى 1960 في فرنسا كان الاهتمام منصباً على تحليل العمل أو ما يعرف بأرغونوميا النشاط البشري، فهذه الأرغونوميا لا تهتم بتطبيق المعارف العلمية العامة على الجسم البشري، بل تهتم بتحليل العمل من كل جوانبه من أجل اكتشاف الخال، وهي بهذا نتجه إلى العمل الفعلي للعامل في المصنع أو الورشة.

وانطلاقا من سنة 1975 أخذت الأرغونوميا في تطور مستمر، أين ظهر ما يعرف بتحسين ظروف العمل " ACT"، ونجد الوكالة الوطنية لتحسين ظروف العمل ANACT،

ولجان الوقاية والأمن التي تحولت إلى CHACT، وعلى غرار الدراسات الأرغونومية في مكان العمل اهتمامها بالعمل والعامل فقط فقد أصـبحت الأرغونوميا مسـتعملة في كافة المجالات التي يتواجد بها الإنسان سواء في البيت العمل، أو في المنتزهات والأسواق.

تجربة الولايات المتحدة الأمريكية:

لقد ظهرت الأرغونوميا في الولايات المتحدة الأمريكية منذ بداياتها، فالأرغونوميا في الولايات المتحدة الأمريكية تعتبر ذلك التخصـــص الذي يهتم بتكييف الأجهزة التقنية للعامل أخذة في الاعتبار لخصائصهم الفيزيولوجية والنفسية و هو ما يعرف باسم "أرغونوميا العوامل البشـــرية و لقد ظهر خلال الحرب الباردة في الولايات المتحدة الأمريكية ما يعرف باســـم أرغونوميا الأنسـاق وذلك لتعويض النقص الموجود في النظرة الكلاسـيكية للأرغونوميا، حيث تعتبر هذه النظرة أن الآلات والأفراد المسيرين لها يشكلان نسقاً واحداً و ذلك للتأثير المتبادل بينهما، لذا تقر هذه النظرة بضرورة تنمية قدرات وإمكانيات كلا الطرفين.

رغم أن الأرغونوميـا في الولايـات المتحـدة الأمريكيـة تركز على أرغونوميـا العوامـل البشـــرية إلا أن هذا لا يمنع من الاعتماد على تحليل العمل وأرغونوميا النشـــاط البشـــري فالولايات المتحدة الأمريكية تعرف اليوم تغيرات جذرية، والمتمركزة على الاســـتعمال المكثف للتكنولوجية الجديدة، هذه الأخيرة التي بدورها تركز على المعلوماتية ما أوجب ضـرورة البحث عن طرق جديدة التحليل العمل من أجل التصـــميم الجيد الآلات الحديثة، والأرغونوميا في الولايـات المتحـدة الأمريكيـة تعتبر جـد متطورة ومتواجـدة بكثـافـة، ويعود ذلـك إلى النمو الاقتصادي الهائل الذي تشهده الولايات المتحدة الأمريكية.

التجربة البرازيلية:

لقد شـــهدت الأرغونوميا في البرازيل تطورات في الســـنوات العشـــر الأخيرة فالانفتاح الاقتصادي أثر كثيراً على ظروف العمل المحلية، إذ كانت هذه الظروف في سبق جد مؤسفة لكن التقدم المتطور للموارد البشـــرية في الأرغونوميا ســـاهم في رفع عدد المختصـــين الأرغونوميين، ومن اجل تلبية متطلبات تحديث الاقتصـاد وتحسـين ظروف العمل زاد الطلب

على المختصـين الأرغونوميين من قبل الشـركات الاقتصـادية البرازيلية من اجل الدخول إلى مجال المنافسة العالمية.

إن تطور الأرغونوميا في البرازيل كان نتاجاً للتطور الأرغونوميا في المدرسـة المتعددة التقنيات حيث قام أحد الباحثين باقتراح فكرة المنتج والفرد le produit el homme في إطار تصـميم المنتج من أجل تكوين مهندسـي الإنتاج، كما قام أيضـاً بتأسـيس مجموعة البحث و التخطيط GAPP والتي قامت بعرض خدمات النصـح والإرشـاد في الأرغونومي، إضـافة الى أعمال البروفيسـور إيدا سـنة 1978 الذي قد قام بتدريس محاضـرات متعلقة بنشـر المعارف الأرغونومية، وذلك في إطار التكوين العالي المتخصـص في هندسـة الإنتاج، كما تم اعتماد تدريس الأرغونوميا من أجل قيادة مشـروع تصـميم المنتج وانطلاقا من سـنة 1979 اعتبرت الأرغونوميا كتخصـص إجباري في مدارس التلاؤم الصـناعي المصـدر وكذلك أعمال البروفيسـور سـوميتيريو في ريو دوجنيرو، ففي سـنة 1974 قامت هذه المعاهد بتنظيم أول الملتقيات في الأرغونومية في البرازيل، وفي سـنة 1975 تم إعداد أول تخصـص في الأرغونوميا، فالمختصـين الأرغونوميين الذين تكونوا في هذا التخصـص، يدرسـون و يعملون في مختلف الشـركات الاقتصـادية أما كل هذا كان لها الدور الفعال في تطور الجمعية البرازيلية للأرغونوميا التي تأسست سنة 1963م.

الأرغونوميا والبيئة العربية:

أوردت المعايطة (2007، ص 31) أن البيئة العربية لا تعني شـيئاً واحداً، ولكن تعني العديد من الأشياء المتداخلة المتشابكة المحسوسة والمعقولة البسيطة والمعقدة القريبة والبعيدة التي تؤثر في بناء الفرد وتعدل في اتجاهاته وقيمة وأساليب سلوكه المتعددة الأوجه، وتشمل الجانبين التاليين:

– جانباً اجتماعياً يضـم مجموعة من الأفراد وما اصـطلحوا عليه من عادات وتقاليد واتجاهات لتنظيم حياتهم وما اتفقوا عليه من عرف وقوانين

– جانباً فيزيقياً يضـم ما تجود به الطبيعة على الإنسـان من مصـادر للثروة. ومعايير

خلقية لتوجيه سلوكهم.

فالعناصـــر غير الإنســـانية تكون البيئة الطبيعية أما العناصـــر الإنســـانية متكون البيئة الاجتماعية، ومن ثم فإن البيئة العربية تعد نمطاً من أنماط التنظيم الاجتماعي تحقق مصالح مشتركة، إذاً فهي تتكون من مجموعة من الأفراد يجتمعون سوياً ويعيشون في منطقة محددة ويشتركون في ميراث تاريخي موحد وتخدمهم مجموعة معينة من المؤسسات ويتبعون إلى حد ما نمطاً متجانساً من الحياة، ولديهم وعي بوحدتهم وقدرة على أن يعملوا بصورة تعاونية.

فالارغونوميا تعتبر التنمية الاجتماعية نشـــاطاً يهتم بكل التعبيرات المنشـــودة التحســـين مستوى معيشـة الأفراد عن طريق إشـباع حاجاتهم الطبيعية والاجتماعية المشـروعة، ويرجع ذلك إلى اعتبار الارغونوميا علم هندسة العلاقة بين الإنسان والبيئة، أو هندسة بناء الإنسان ثقافياً وفقاً المعطيات البيئة ومتغيراتها وهي هنا ترتبط ارتباطاً وثيقاً بنظم تفاعلات البشـــر وأنماطهم.

ففي المملكة العربية السـعودية حسـب ما ذكره Omari, S., Woodcock, A., & Ball, T. **(2011)** وعلى الرغم من الاستثمار الواسع النطاق في التعليم، إلا أن هناك القليل من المبادئ التوجيهية التي توجه تصـــميم المدارس الابتدائية، رغم أن كل الأدلة تشـــير إلى أهمية البيئة المدرســـية المادية في مساعدة الأطفال على تحقيق إمكاناتهم الأكاديمية، وتوفير ظروف عمل مناسبة للموظفين. ومع ذلك، فإن القليل من الأدوات تمكن من التشاور بعد شغل المدرسة مع أصحاب المصلحة المتعددين.

ويمكن للارغونوميا حســـب المعايطة (2007، ص 31) أن تلعب دورا هامة في البيئة العربية في تحسـين تصـميم بيئات العمل، ويمكن لأسـلوب المنظومات الشـامل المسـتخدم لترتيب ظروف العمل أن يجمع اتجاهات متفرقة في البحوث ويساعد على التنبؤ بكيفية توفير الظروف الصـحية والمنتجة للعاملين في مختلف الظروف، ورغم حداثة الارغونوميا في البيئة العربية إلا أنها سوف تلعب دوراً متنامي الأهمية نظراً لأن الهيئات المختلفة متعطشة لتحسين نوعية بيئة العمل لأن المجتمعات تتطلع إلى نشـر وتعميم النشـاط البشـري وما يتبع ذلك من تأثير على أماكن أكثر بعداً وخطورة فوق سطح الأرض وخارجها، ومن بين مصـادر الإرهاق وعدم الراحة للعامل، تصـــميم مكان العمل، والتصـــميم السـيئ وأوضـــاع العمل الثابتة والتي

تســـــهم في تكوين مشـــــكلات عديدة في مكان العمل لذلك فإن التنظيمات العالمية والعربية المخصـــصـــة لحماية حقوق العمال، تقوم بفرض غرامات كبيرة في حالة عدم توفر الظروف المناسبة للعاملين لإنجاز أعمالهم.

أما في تونس فقد ذكر عبابو (2012) أن الجمعية التونســـية للأرغونوميا (STE) ظهرت في 20 أفريـل 2007، وهي جمعيـة ذات طـابع علمي تهـدف إلى ترقيـة البحـث التطبيقي وتدريس الأرغونوميا في تونس، وتعمل الجمعية التونسية للأرغونوميا من أجل تكييف الوسائل ومحيط العمل للأفراد من اجل ضـــمان صـــحتهم وأمنهم وتطورهم من جهة وتحســـين نوعية ومصـــداقية وفعالية نشـــاطاتهم من جهة أخرى، وتقوم الجمعية التونســـية للأرغونوميا بتســـهيل التبادل بين مختلف أشـــــكال تطبيقات الأرغونوميا على غرار البحث التطبيقي والتكوين كما أنها تعمل على تمثيل الأرغونوميا محليا ودولياً ولقد كان تأســـيس الجمعية التونســـية للأرغونوميا من قبل أطباء العمل وليس من قبل المختصـــين الأرغونوميين وهذا ما يؤكد العلاقة الوطيدة بين هذين التخصصين.

المراجع العربية:

- احمد وحيد مصـطفى وآخرين(2009) الإرجونوميكس فن التصـميم لراحة ورفاهية الانسـان، الناشـر مركز معلومات التصميم، القاهرة
- بلقرمي س. (2020). الارغونوميا التربوية. دراسات وأبحاث, 12(1), 949-962
- حمو بوظيفة (1996) احذر من الكرسي، سلسلة اعرف جسدك وافهم نفسك، العدد الثّاني، شركة دار الأمة للطّباعة والتّرجمة والنّشر والتّوزيع
- سـمير زهير الصـوص (2011)، هندسـة العوامل البشـرية، سـلسـلة أدوات تحسـين الإنتاجية، السـلطة الفلسطينية
- عبابو اليزيد (2012) دراســـة واقع الارغونوميا في الجزائر، مذكرة ماجســـتير غير منشـــورة، جامعة الجزائر2.
- عبد الرحمان مصـيقر(2008) الموسـوعة العربية للغذاء والتغذية، الهزاع محمد (القياسـات الجسـمية للإنسان ص 423، 464)، مركز البحرين للدراسات والبحوث، أكاديميا انترناشونال، بيروت،

- فرج عبد القادر طه (2001)، علم النفس الصناعي والتنظيمي، دار المعارف، القاهرة
- الكايد، سفيان العز(2015) الامن الصناعي ، الطبعة الاولى، دار الراية، عمان الاردن
- مباركي (2008)، مقدمة في علم النفس العمل والتنظيم، دار آل رضـــوان للنشـــر والتوزيع، وهران، الجزائر.
- مباركي، بوحفص (2004)، العمل البشـــري، الطبعة الثانية، دار الغرب للنشـــر والتوزيع (وهران – الجزائر)
- محمد شحاتة(2006) أصول علم النفس الصناعي، ط3، دار غريب، القاهرة.
- محمد مسلم (2007)، مدخل إلى علم نفس العمل، ط1، دار قرطبة، الجزائر،
- المعايضة، رقية عدنان(2007) الارغونوميكا هندسة البشر، دار الشروق، عمان
- نجم عبود نجم (2014) دراسة العمل والهندسة البشرية، دار صفا، الطبعة الثانية، عمان
- الهزاع (2009) فسيولوجيا الجهد البدني، الأسس النظرية والإجراءات المعملية للقياسات الفسيولوجية. الرياض: جامعة الملك سعود

المراجع الاجنبية:

- Anderson, M. (2018). Contemporary Ergonomics and Human Factors 2012: Proceedings of the international conference on Ergonomics & Human Factors 2012, Blackpool, UK, 16-19 April 2012
- Åstrand, P. O. (2003). Textbook of work physiology: physiological bases of exercise. Human kinetics
- Guerin, F., Laville, A., Daniellou, F., & DURRAFFOURG, K. A. (1997). Comprendre le travail pour le transformer, La pratique de l 'ergonomie, Editions ANACT. mars.
- Helander, M. (2005). A Guide to Human Factors and Ergonomics. États-Unis: CRC Press.
- Jordan, P. W. (2018, February). THE GOOD SOCIETY FRAMEWORK–PSYCHOSOCIAL ERGONOMICS AND QUALITY OF LIFE. In Contemporary Ergonomics and Human Factors 2012: Proceedings of the international conference on Ergonomics & Human Factors 2012, Blackpool, UK, 16-19 April 2012 (p. 12). CRC Press.
- Karwowski, W., & Goonetilleke, R. S. (2019). Advances in Physical Ergonomics and Human Factors: Proceedings of the AHFE 2019 International Conference on Physical Ergonomics and Human Factors, July 24-28, 2019, Washington DC, USA. Springer

- Levy leboyer, jean claude sperandio (1988), traité de psychologie de travail, presse universitaire de France,
- Lightner, N. J., & Kalra, J. (2020). Advances in human factors and ergonomics in healthcare and medical devices. Springer International Publishing.
- Marmaras, N., & Nathanael, D. (2021). Workplace design. Handbook of human factors and ergonomics, 368-382.
- McLeod, R. W. (2012) HUMAN FACTORS ENGINEERING IN THE OIL AND GAS INDUSTRY: BENEFITS, CHALLENGES AND COMPETENCE REQUIREMENTS. In Contemporary Ergonomics and Human Factors 2012: Proceedings of the international conference on Ergonomics & Human Factors 2012, Blackpool, UK, 16-19 April 2012 (p18). CRC Press.
- Montmollin M. de (1995). Ergonomie du travail mental. Octarès Edition, Toulouse.
- Montmollin M. de (1997). Charge de travail. In Vocabulaire de l'ergonomie, ed M. de Montmollin, 2e Edition, p. 42-44. Octarès Edition, Toulouse.
- Omari, S., Woodcock, A., & Ball, T. (2011). Design investigation of primary schools in Saudi Arabia. Unpublished MRes Thesis. Coventry: Coventry University. Appendices
- Richer, Paul (1893), Canon des proportions du corps humain, LIBRAIRIE CH. DELAGRAVE (Paris)
- Stanton, N. (Ed.). (2019). Advances in Human Factors of Transportation: Proceedings of the AHFE 2019 International Conference on Human Factors in Transportation, July 24-28, 2019, Washington DC, USA (Vol. 964). Springer.
- Vanderheiden, G. C., & Jordan, J. B. (2012). Design for people with functional limitations. Handbook of human factors and ergonomics, 1407-1441.
- Zieschang, H., Breuer, F., Freiberg, S., Hanssen-Pannhausen, R., & Hessenmöller, A. M. (2017, October). The ergonomic classroom: Helping to make a good and healthy school. In Contemporary Ergonomics and Human Factors 2011: Proceedings of the international conference on Ergonomics & Human Factors 2011, Stoke Rochford, Lincolnshire, 12-14 April 2011 (p. 105). CRC Press