**المحاضرة الثانية: مجالات التدخل في الأرغونوميا**

**الدرس الأول: مجالات الهندسة البشرية المتعلقة بالجسم البشري**

 لكي يتم تكييف العاملين مع الأجسام التي يستخدمونها والمحيطة بهم يتطلب الأمر الأخذ بعين الاعتبار المجالات المتعلقة بجسم الإنسان والتي تتمثل في المجالات التالية:

1. **القياسات البشرية (الأنتروبومتري):**
	1. **مفهوم الأنتروبومتري**:

 هو فرع من فروع العلوم الإنسانية يتعامل مع قياسات الجسم خاصة مع قياسات حجم الجسم وشكله وقوته وقدرته على العمل، حيث تعتبر القياسات البشرية فرعًا مهمًا جدًا للأرغونوميا.

والقياسات البشرية هي إجراءات لقياس الجسم البشري وتحديد معايير له لأجل إستخدمات كثيرة منها استخدامه في تصميم المنتجات ذات الاستخدام المباشر، وفي عمليات تصميم مواقع العمل وتنظيمها....

* 1. **مبادئ وممارسات الأنثروبومترية:**

 هناك بعض المواقف التي يمكن فيها تصميم منتج أو مكان عمل لمستخدم واحد: مثلا ماكنة الخياطة حسب الطلب، أو الأزياء الراقية والخاصة، والمقاعد المخصصة التي يستخدمها سائقي سباقات السرعة المصممة خصيصا لمثل هذه السيارات وفي بعض الأحيان حسب مواصفات السائق، ومحطات عمل رواد الفضاء، والتي تعتبر كلها منتجات لمستخدمين خاصين. وبالنسبة لعدد صغير جدًا من أفراد المجتمع الذي يمكن ان نقول عنهم بأنهم مبعدين لظروف خاصة كالإعاقة تصبح هنا رفاهية تصميم منتج خاص بهم ضرورة لاستمرارهم في المشاركة والتفاعل في المجتمع. ومن مشاكل التي يواجهها مختصي التصميم التنوع الشديد في الخصائص الجسدية لذوي الاحتياجات الخاصة، ما يلزم توفير وسائل تساعد هذه الفئة على التكيف؛ لكنه في الغالبية العظمى من مشاكل التصميم في الواقع المعاش سيكون منصبا على عدد معين من المستخدمين.

 من المتعارف عليه أنه يجب صناعة الملابس بأحجام مختلفة وهو أمر ممكن ، لكن نتساءل هل يكون من الممكن أن يتم تصنيع طاولات ومقاعد بأحجام مختلفة أيضا؟ الإجابة هنا نعم يمكن ذلك إلى حد معين وليس مطلق، بمعنى أنه لا يمكن أن نتوقع من الأطفال والبالغين أن يستخدموا مكاتب الكتابة ذات الحجم نفسه في المدارس أو مكاتب العمل؛ ومع ذلك يمكن أن يستخدموا نفس طاولة الأكل في المنزل. في العادة نجد في مكاتب عمل موظفين يعملون على كراسي قابلة للتعديل، مع ذلك فإن مكاتبهم ثابتة الارتفاع.

 من خلال ما تقدم يمكن القول أن الأفراد على استعداد لقبول تكيف أقل دقة من الطاولة المقعد مقارنة بالملابس. والأمر الأقل وضوحاً هنا هو كيف ينبغي اختيار أفضل الأبعاد الملائمة للمعدات التي يتعين على مجموعة من المستخدمين استخدامها، وعند أي نقطة ينبغي استنتاج أن قابلية التعديل تشكل ضرورة أساسية؛ ومن أجل تحسين مثل هذه القرارات، فإنه يستلزم ثلاثة أنواع من المعلومات:

1. الخصائص الأنثروبومترية لمجتمع المستخدمين؛
2. الطرق التي قد تفرض بها هذه الخصائص قيودا بقوة على التصميم؛
3. المعايير التي تحدد التطابق الفعال بين المنتج والمستخدم.
	1. **بيانات القياسات البشرية:**

يعتمد مختصوا الهندسة البشرية بشكل أساسي على نوعين من بيانات القياسات البشرية وهما:

**1.3.1.القياسات البشرية الهيكلية**:

 وهي القياسات الثابتة (الساكنة) أو الأبعاد الثابتة، وهنا تأخذ هذه القياسات الجسم البشري بوضعية ثابتة مثال القامة، أو ارتفاع الجلوس، ارتفاع الكتف والمرفق والعين، الوزن، محيط الرأس، وغيرها من القياسات. وتختلف القياسات بين الجنسين.

**التعريف ببعض الأبعاد الجسمية الثابتة:**

 يرتبط عدد ونوع الأبعاد الجسمية المقاسة بالغرض من الدراسة التي يريد باحث ما اجراءها، فقد يحتاج المصمم لأبعاد بسيطة مثل حجم الرأس مثلا لتصميم قبعة، بينما قد يحتاج لأبعاد أكثر تعقيد في حالة تصميمه قبعة واقية من الضوضاء. ولأخد الأبعاد الجسمية لابد من تثبيت جسم الفرد في وضعية مثالية. ويمكن فيما يلي استعراض بعض الأبعاد الجسمية التي عادة ما يتم الاستعانة بها لتصميم المقاعد ومراكز العمل في وضعيات الوقوف والجلوس:

ا**لشكل رقم(2)**

* **القامة:** هي عبارة عن المسافة العموديةالمحصورة بين قمة الرأسوسطح الأرضية، وتؤخذ هذه الأبعاد في وضعية الوقوف بشكل مستقيم ويكون المفحوص ينظر إلى الأمام مباشرة دون تحرك. والشكل رقم(2) يوضح ذلك ، ومن استعملات القامة في التصميم نجد: ارتفاع الأبواب، ارتفاع الحافلات والطائرات، طول السرير، تناول الأشياء.



* **إرتفاع الجلوس:** وهو المسافة العمودية بين قمة الرأس ومستوى سطح الكرسي، وهنا يجب الجلوس بوضعية مستقيمة وينظر إلى الأمام، مع وضع اليدين فوق الفخذين، والساقين مشكلة زاوية قائمة مع الفخذين لأخذ القياسات. وهوما يوضحه الشكل رقم (3). ومن أهم استعمالات قياسات الجلوس نجد: **-** تحديد الارتفاع الأدنى لنقطة استناد الرأس في وضعية الجلوس.



**الشكل رقم (3)**

* مختلف الأجهزة التي توضع فوق الرأس في وضعية الجلوس (مثل القبعات الواقية والسماعات...)



ا**لشكل رقم (4)**

* تصميم قاعات السينما والمحاضرات. وتحديد سقف السيارات.
* **ارتفاع العين:** وهو البعد العمودي المحصور بين مستوى سطح المقعد والزاوية الداخلية للعين، ويكون بنفس وضعية الجلوس السابقة في الشكل رقم (3)، والشكل رقم(4) يوضح ذلك، ومن أهم استعمالات قياسات ارتفاع العين في التصميم نجد:
* الوضعية التي تمنح أفضل مجال للرؤية الداخلية والخارجية لمكان العمل.
* وضع اللوحات والشاشات في مجال الرؤية.
* تحديد الارتفاع الدنى والأفقي للحصول على الرؤية الأفقية.
* **ارتفاع كتف الجلوس:** المسافة الرأسية من سطح المقعد إلى النقطة العظمية للكتف، وأيضا في حالة جلوس المفحوص باستقامة وينظر مباشرة نحو الأمام، والشكل رقم (5) يوضح ذلك. ومن اهم استعمالات قياسات ارتفاع الكتف عن سطح الجلوس في التصميم نجد:

**الشكل رقم (5)**



* ارتفاع سند الظهر عند تصميم الآرائك والمقاعد.
* تصميم مراكز العمل في وضعية الجلوس.
* ارتفاع الوقوف.

**الشكل رقم (6)**

* **ارتفاع المرفق:** وهو المسافة العمودية المحصورة بين سطح المقعد وأسفل المرفق عندما يكون العضد بجانب الجذع ويشكل زاوية قائمةمع الساعد، كما يوضحه الشكل رقم(6). ومن أهم استعمالات قياسات ارتفاع المرفق في التصميم نجد:
* تحديد ارتفاع سند الذراع عند تصميم الكراسي ذات السند الخاص بالذراع مثل كراسي القطارات والطائرات وبعض السيارات وحتى الأرائك وكراسي ذوي الاحتياجات الخاصة وموظفي المكاتب.
* تحديد ارتفاع العمل في وضعية الجلوس.



**الشكل رقم (7)**

* **ارتفاع الفخذ:** وهو يمثل البعد العمودي المحصور بين سطح الكرسي وأقصى نقطة للجهة العليا من الفخذين، وتؤخذ هذه القياسات عندما يكون المفحوص جالسا باستقامة مع تكوين زاوية قائمة عند مستوى الركبتين، والشكل رقم (7) يوضح ذلك. ومن أهم استعمالات قياسات ارتفاع الفخذ في التصميم نجد:
* تحديد البعد العمودي بين الطاولة والمقعد.
* ارتفاع مركز أو عجلة القيادة في السيارة.



**الشكل رقم (8)**

* **ارتفاع خلف الركبة:** ويمثل البعد العمودي المحصور بين سطح الأرضية التي يضع عنها المفحوص قدميه وأسفل الفخذ خلف الركبة، عندما يكون في وضعية الجلوس باستقامة ويكون الساقان عموديان على الفخذ من جهة وعلى القدمين من جهة أخرى، كما يظهر في الشكل رقم (8). ومن أهم استعمالات قياسات ارتفاع خلف الركبة في التصميم نجد:
* ارتفاع الكراسي والأرائك بكل أنواعها**.**
* ارتفاع الأسرة.
* ارتفاع كرسي المرحاض الانجليزي. (الفصل السادس: علم قياس أبعاد الجسم، الصفحات 51- 57)
* **اتساع الرأس:** ويمثل أقصى عرض للرأس فوق مستوى الأذنين، وهو ما يوضحه الرقم (1) في الشكل رقم (9). وتستعمل مثل هذه القياسات في تصميم القبعات وخاصة الوقائية منها.

**الشكل رقم (9)**

* **اتساع الكتف(biacromial):** ويمثل المسافة الأفقية الفاصلة بين أقصى نقطتين لكل كتف(النقاط العظمية للكتفين) وهو ما يوضحه الرقم (2) في الشكل رقم (9)، وتستعمل مثل هذه القياسات في تصميم مساند الكراسي عرض أبواب ومنافذ النجدة، الخزائن...
* **عرض الكتفين(bideltoid):** وهو أقصى عرض أفقي عبر الكتفين مقاسا من جانبي العضلات المشدودة وهو ما يوضحه رقم (3) في الشكل رقم(9).
* **عرض الوركين:** ويمثلأقصى مسافةأفقيةعبر الوركين في وضعية الجلوس، وهو ما يوضحه الرقم (4) في الشكل رقم(9)، وتستعمل هذه القياسات في تصميم عرض المقاعد المختلفة.

**2.3.1.القياسات البشرية الوظيفية:** وهي التي تتعلق بالمدى الحركي لأجزاء الجسم، والتي يشار إليها عادة بالأبعاد الحركية للجسم في وضعيات عمل مختلفة.

**الشكل رقم(10): يوضح المدى الحركي لحركات مفاصل الجسم الشائعة**



**المصدر:** (السمان، ثائر أحمد؛ العبيدي، إسلام يوسف، 2013)

وتوجد أربع مناطق مختلفة ممكن أن يتضمنها الفرد في حركته وهي:

* المنطقة الخضراء(0): وهي المنطقة المفضلة لأغلب الحركات التي لا ينتج عنها اجهاد على العضلات والمفاصل.
* المنطقة الصفراء(1): وهي الي تنتج اجهادا أقل على العضلات والمفاصل
* المنطقة الحمراء(2): وهي المنطقة الأبعد أكثر للأطراف، التي تنتج اجهادا أكبر على العضلات والمفاصل
* المنطقة ما بعد الحمراء(3): وهي التي يجب تجنبها كلما أمكن ذلك خاصة للعاملين في مهام رفع الأثقال أو المهام المتكررة.

ويمكن إضافة بعض أبعاد الجسم في حالة تناول الأشياء في النقاط التالية:

* **طول الطرف العلوي:** وهو المسافة من عظمة الكتف إلى طرف الإصبع باستخدام ومقطع المعصم بشكل مستقيم (ممتد إلى الأمام) وهوما يوضحه الرقم(1) في الشكل رقم (11).
* **طول قبضة اليد-الكتف:** وهي المسافة الفاصلةبين عظم الكتف إلى مركز جسم ما أو شيء عالقًا ومحمول باليد، مع وضع المرفق والمعصم في خط مستقيم وهو ما يوضحه رقم(2) في الشكل رقم (11)، ويستعمل هاذين القياسين في تحديد الطول الملائم للوصول لأشياء بطريقة مريحة وغير مؤلمة.

**الشكل رقم (11)**

* **امتداد طول القبضة:** في الحالة رقم(3) ورقم'(4) الموضحة في الشكل (11)، يتم إجراء القياس في وضعية مسك المفحوص بقضيب اسطواني براحة اليد، ويتم القياس من سطح الأرض أو في وضعية الجلوس يتم رفع الذراع رأسيًا فوق الرأس ويتم القياس من الأرضية أو سطح المقعد في رقم(4)، أما في الحالة رقم (3) يتم رفع الذراع أفقيًا إلى الأمام عند مستوى الكتف ويتم أخذ القياس من الجزء الخلفي من عظمتي الكتفين وفي كل حالة من هذه الحالات يتوجب سهولة الوصول للأشياء دون تمدد مفرط**.** وتستعمل هذه القياسات في تحديد المجال الذي يمكن أن تطله اليد في مكان العمل، مثل الرفوف المقابض البعيدة والعالية... (PHEASANT, 2003, p. 39)
1. **القدرات الحسية والإدراكية:**

 معرفة الانسان وما يدور حوله من تفاعلات مع الوسط المحيط من خلال مستقبلاته الحسية، والتي تعتمد كلها على نوع معين من الطاقة مثل الطاقة الميكانيكية (حاسة اللمس)، والطاقة االكهرومغناطيسية للضوء (حاسة البصر)، والطاقة الكيميائية (حاسة الشم والذوق)، وكذلك الطاقة الصوتية( حاسة السمع).

وتشكل كل من حاستي السمع والبصر أهمية كبيرة لدى الانسان فضلا عن دور بقية الحواس لأن معظم المعلومات التي يحتاجها الانسان لانجاز مهامه تتم عن طريق تلك الحاستين حيث تشكل نسبة (90%) من المعلومات التي يعالجها الدماغ تكون مرئية.

أما عن القدرات الإدراكية والتي تشكل أحد أساسيات الهندسة البشرية الادراكية والتي تهتم بدراسة الجوانب المتعلقة بالأداء العقلي للإنسان مثل الجهد العمل العقلي.

**3. القدرات العضلية:**

تمثل كل ما تقوم به مجموعة العظام والعضلات والأنسجة المكونة لمفاصل الجسم التي تشكل المكونات الأساسية للنشاط العضلي الحركي فإن كل وضعية للجسم تتألف من عدة حركات تفصيلية تشارك فيها هذه الأعضاء، فضلا عن قيام الجهاز العصبي بمهمة التوجيه في كيفية أداء العمل.**.**

**الدرس الثاني: مجالات التدخل الأرغونومي:**

1. **الأرغونوميا الفيزيقية:**

يقصد بها جل التدخلات على المستوى الفيزيقي للعمل، وهي قد تخص كل أجواء العمل: الحرارة، الرطوبة، الغبار، الضجيج، الإنارة.

كما تهتم بالخصائص الفسيولوجية كالأطوال الجسمية للعامل في علاقاته مع مختلف الأنشطة، وهي بذلك تهتم:

* بوضعيات العمل
* التحكم في وسائل العمل وكيفية استعمالها
* تهتم بالحركات المتكررة وبالاضطرابات العضلية /العظمية
* دراسة أنواع التعب الذهني والعضلي وآثاره المختلفة من خلال تقييم هذه الأجواء واقترح حلول لها.
* تدرس الضغوط الزمنية للعمل مثل المدة الزمنية والوتيرة والسرعة والعمل الليلي ...
* دراسة نسق الإنسان- آلة. وهي بذلك تتطرق إلى أجواء العمل ومحيطه وظروفه المختلفة.

**1.1. الظروف الفيزيقية:** وهي نوعان

* **جوية:** أي كون العمل يتم في أماكن باردة أو حارة
* **تقنية:** أن الآلات تفرز حرارة أو برود**ة**

**درجة الحرارة، الضوضاء، الاضاءة والألوان، نوعية الهواء:**

 تختلف تأثيرات هذه الظروف حسب إمكانية التكيف والتي تكون في الغالب مرتبطة بالسن وبالحالة الصحية ودرجة التكيف مع هذه الظروف.

1. **درجة الحرارة:**

تمثل صورة من صور الطاقة، وتقاس بالسعر الحراري وهو يعبر عن كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة غرام واحد من الماء(درجة مئوية)، وتقاس درجة الحرارة في مكان العمل بجهاز يسمى ''Heat stress monitor''.

 وينبغي أن يعمل الإنسان في بيئة عمل توفر درجة حرارة معتدلة، بغض النظر عن نوعية العمل عضلي أو ذهني، فكفاءة الأفراد الذين يمارسون مهامهم في بيئات عمل تزيد فيها درجات الحرارة عن المعتاد أو انخفضت يؤثر ذلك على معدل الأداء

 وهو ما يؤكد أن الأفراد الذين يحاولون العمل في بيئة ذات درجة حرارة عالية أو منخفضة نسبيا هم أقل أداءا وأكثر عرضة للإصابة بالأمراض والحوادث، ومن الثابت أن درجة الحرارة الشديدة التي تفوق المعدلات الاعتيادية التي تتحملها أجسام العاملين تؤدي إلى التوتر وفقدان الجسم كثيرا من العرق، ما يؤدي إلى اضطرابات وضربات متسارعة للقلب. كما أن البرودة الشديدة تفقد العامل التركيز في العمل. وفي دراسة أجراها Mack Worth & Tiffin نشرت سنة 1950 تؤكد ما سبق حيث تم التوصل إلى أن معدل الأخطاء في العمل العضلي يزداد بزيادة معدل درجات الحرارة مترافقة مع الرطوبة، وفي العمل الذهني يؤكد Pepler في بحث نشره سنة 1953 حيث كانت الكفاءة تتدهور مع ارتفاع درجات الحرارة.

 كما لا يمكن أن نهمل مثل ما ذكرنا في البداية عامل الفروقات وقدرات العاملين على تحمل أو التكيف مع معدلات درجات الحرارة المنخفضة منها أو العالية، أيضا طول زمن التعرض لها. كما أن هناك عوامل جوية لا يمكن التغاضي عنها فهذه العوامل قد تتفاعل مع درجة الحرارة لتنتج ظروفا مناخيا ذات تأثير عالي على جسم العامل، **مثلا:** ستِدي زيادة مستوى الرطوبة في غرفة درجة حرارتها 75 درجة فهرنايت من (50%) إلى (90%) إلى مضاعفة الشعور بالضيق والانزعاج لدى العاملين أربع مرات.

بالإضافة إلى عوامل مثل: سرعة الهواء، ما يصدر من حرارة الأفران، والمصابيح الكهربائية، واحتكاك الماكينات، والشمس، كلها تؤثر بطريقة سلبية على درجة الحرارة مما تؤثر على أداء وتكيف العاملين وهو ما يزيد من معدلات الاصابة بحوادث العمل.

1. **الضوضاء:**

 ويقصد بها تلك الأصوات غير المرغوب فيها والتي تؤدي إلى تشتت الانتباه وقد تحول دون قيام الفرد بواجباته بكفاءة.

 أصبحت آثار الضجيج معقدة يصعب تقييمها كونها مركبة من عدة عوامل: الشدة والتكرار والمدة الزمنية التي تستغرقها، مع الأخد بالاعتبار سن العامل، وتعتمد قدرة تأثير الضوضاء على قدرة تفاعل الفرد من حيث اعتبار الأصوات التي حوله كمصدر ضوضاء أم لا. كما تعتمد على مدى تكرارها كونها مستمرة أو متقطعة حيث تعد الأخيرة أكثر تأثيرا لعدم القدرة على توفير الوقاية لها من قبل لفرد وأن الصوت يكون مسموعا لدى الفرد إذا كانت شدنه (20) ديسيبل أما أقصى شدة صوت يمكن لأذن الفرد سماعها دون حدوث ألم هي (120) ديسيبل، إلا أن للضوضاء حدود مسموح بها في بيئة العمل، حيث أن الفرد لا يستطيع أن يكون عرضة لمستوى ضوضاء شدتها (90) ديسيبل أكثر من (8) ساعات. فالعلاقة بين شدة الضوضاء والوقت المسموح به للتعرض لها علاقة عكسية.

 وفي مقال نشره Staples سنة 1996 عن استجابة الناس للضوضاء البيئية تشير إلى نتائج بعض البحوث مثل ارتباط طول تعرض الفرد للضوضاء بضعف القدرة التعليمية والتحصيل الدراسي.

 فالكثير من الدراسات تؤكد أن الضوضاء الصاخب يعرض صاحبه بالتدريج إلى فقدان السمع أو ما يسمى بالصمم المهني وقد يكون مؤقت يزول بزوال مصدر الضجيج أو دائم والذي لا يمكن شفاؤه، كما قد يؤثر الضجيج على القلب والدورة الدموية بارتفاع أو انخفاض ضغط الدم، كما يؤثر على إمكانية التخاطب بين العاملين أثناء العمل ما يؤثر سلبا على التعليمات الصوتية، كما قد يؤدي إلى الخلل في الأنشطة الذهنية، ما يؤدي إلى التوتر ومن ثم الوقوع في حوادث العمل.

1. **الإضاءة والألوان:**

 تعتبر الاضاءة في بيئة العمل من العوامل الطبيعية الطبيعية فبواسطة العينين ينتقل إلى الجهاز العصبي المركزي ما يزيد عن (85%) من مجموع ما تنقله الحواس الخمس، إذ يمكن عن طريق الرؤية تمييز شكل الأشياء ولونها وحجمها ومن ثم حركتها.

تعتمد شدة الإضاءة على عدة عوامل منها: قوة المصدر، المسافة بين مصدر الضوء والنقطة المضاءة وزاوية سقوط الضوء، وتقاس شدة الإضاءة بوحدة تسمى اللوكس أو (شمعة/قدم²).

وتؤدي شدة زيادة الإضاءة إلى:

* ضعف تدريجي في قوة الابصار.
* التأثير على الجهاز العصبي المركزي مما يؤدي إلى سرعة الشعور بالتعب والاجهاد، ونقص القدرة على الأداء في المهام الذهنية.
* يؤدي التفاوت الكبير في شدة الاضاءة بين الأماكن المتقاربة إلى ارتفاع نسبة الحوادث.

 بالرغم من أن شدة الاضاءة تقترن بتحسين أداء الرؤية إلا أن هناك حدا فاصلا يصبح بعدها التحسين بالرؤية قليلا جدا وذو تأثير سلبي، نفس الشيء بالنسبة للإضاءة المنخفضة والتي غالبا ما تؤدي إلى سرعة الشعور بالإجهاد وارتكاب الأخطاء. فلآلات الحديثة تستدعي نظام بصري يستطيع استقطاب المعلومات الضرورية للعمل لكثرة المؤشرات الضوئية بهذه الآلات.

تختلف كمية الإضاءة باختلاف نوعية العمل والمرحلة العمرية للعامل، فالذين يتجاوزون سن 40 سنة هم بحاجة إلى مزيد من الإضاءة مقارنة من هم أقل سنا. كما تتطلب الأعمال الدقيقة إضاءة بدرجات أكبر من غيرها من الأعمال الأقل دقة، مثل عمل الصائغ فهو أكثر دقة من العامل على مكتب للمراجعات.

1. **التهوية:**

 ويقصد بها إدخال الهواء النقي أو طرد الهواء الفاسد من داخل المصنع أو ورشات العمل، والهدف هنا هو تهيئة بيئة عمل وجو مناسب لأداء العمل.

 وفي هذا الصدد يؤكد Ghisselli & Brown أن هناك الكثير من الدراسات التي تشير إلى أن الانتاج مؤشر لجودة التهوية، وقد بينت بحوث لجنة التهوية التابعة لولاية نيويورك أن الحرارة المرتفعة و الهواء الراكد يضران بالعمل البدني، حيث طلب من العاملين في إحدى التجارب أن يرفعوا أثقالا حديدية وزنها خمسة أرطال عبر مسافة قدمين ونصف قدم وكان بانتظارهم مكافأة تحفيزية، وكانت درجة الحرارة أثناء هذا الاختبار تتراوح بين (68 و75) درجة فهرنهيتية، وفي الهواء النقي والهواء الراكد، وقد توصلوا من خلال هذه التجربة إلى أن الانتاج انخفض بنسبة تقترب من (9%) نتيجة تأثير سوء التهوية وارتفاع درجة الحرارة.

* 1. **تصميم بيئة العمل الفيزيقية:**

 لا تقتصر تطبيقات الهندسة البشرية على كيفية ملائمة الأبعاد والقياسات لكل ما يتم استخدامه من قبل العاملين والأفراد العاديين حسب مواصفات وقدرات جسمه فحسب، بل تهتم إلى جانب ذلك بالظروف الفيزيقية المحيطة بالعاملين بغية جعلها أكثر ملائمة لمواصفاته الفيزيائية وقدرات حواسه. فمحاولة التكيف مع ظروف خارجة عن المعدل المعتاد لمزاولة الأعمال من الممكن أن تجعل العامل يبذل جهدا أكبر في أداء أعماله الأمر الذي لا محالة سينعكس سلبا على صحته وسلامته ومن ثم درجة تقبله لبيئة عمله. ومما يقتصر عليه في هذا الجانب هو على بعض العوامل البيئية المتعلقة بعوامل الخطر للهندسة البشرية التي لها الدور الكبير في المساهمة لتطوير الاضطرابات العضلية الهيكلية ومشاكل صحية أخرى والتي الظروف الفيزيقية السابقة الذكر.

 وتتدخل الأرغونوميا لتعمل على تنظيم العمل كإجراءات وقائية وقد تكون إجراءات إما على المستوى الفردي أو الجماعي مثل: الألبسة الواقية من البرودة أو الحرارة أو الرطوبة الشديدة، أو التكييف وتيرة العمل أو إدخال فترات راحة أو اختيار أوقات العمل الملائمة.

**مثال:** في المناطق الصحراوية حيث تصل درجة الحرارة يوميا أكثر من 48 درجة ما يمكن كإجراءات للسلامة المهنية اختيار فترات العمل في الصباح الباكر أو المساء المتأخر.

وللتقليل وتفادي الضوضاء يعمل المختصين في الأرغونوميا مع اصحاب المنظمات على تبني مجموعة من الاجراءات مثل وضع فرش الأرضيات بسجاد سميك في مكاتب العمل، وفي المصانع فيتم فرش الأرضية بنوع من المطاط السميك ليمتص صوت الآلات المرتفع، أيضا يمكن تغطية الجدران والأبواب بمواد عازلة للضجيج، كما يمكن أيضا عزل الآلات ذات الأصوات المزعجة عن باقي ورش العمل التي تقل فيها الضوضاء...

 كما تتدخل الأرغونوميا لإيجاد الحلول الممكنة حول الاضاءة المناسبة والتي يكون فيها مصدر الاضاءة طبيعي كحل مثالي، لذلك ينصح عند تصميم المصانع وحتى مكاتب العمل أن تكون لديها منافذ للإضاءة الطبيعية، أيضا الابتعاد عن طلاء الجدران بالألوان التي من الممكن أن تمتص الاضاءة من الرمادي أو الألوان القاتمة، كما لا يجب أن يكون لون الأرضية والسقف متناقضين لأن هذا يضر بالعينين.

 أما عن التدخل الأرغونومي لايجاد تهوية طبيعية فيوصي مختصي الأرغونوميا باستخدام جميع أنواع التهوية في مواقع العمل باختلافها، وباستعمال التهوية الطبيعية عن طريق النوافذ المصممة لهذا الغرض، لذلك يجب تزويد النوافذ والفتحات بأجهزة تحكم تسهل عملية التحكم في كمية الهواء. أيضا استعمال أجهزة الشفط والتصفية لشفط الهواء الراكد والملوثات والتي تتواجد بشكل كبير في المصانع التي تكثر فيا نسبة التلوث مثل مصانع الاسمنت.

1. **الأرغونوميا التنظيمية:**

تركز الأرغونوميا التنظيمية على تحسين الأنظمة السوسيوتقنية، بما في ذلك الهياكل التنظيمية والأنظمة والعمليات (أمثلة: ترتيبات العمل، ملائمة الموارد البشرية، وإجهاد العمل، تسيير الموارد الجامعية، وتصميم مختلف الأشكال الجديدة للعمل...).

1. **تصميم مهام العمل:**

 يقصد بالمهام أجزاء الوظيفة التي ممكن أن تحتوي مهمة واحدة أو عدة مهام، ولغرض انجاز تلك المهام يتوجب على العاملين والأفراد القيام بمجموعة من النشاطات التي تتضمن : الرفع، الإلتواء، الانحناء، الركوع، المسك، الجلوس، الوقوف، السحب، الدفع وغيرها من الحركات والنشاطات اللازمة لإنجاز المهام التي قد تعرض العاملين إلى الاجهادات الفيزيائية عندا القيام بها مرارا وتكرارا أو بقوة عالية أو على فترات طويلة أو في وضعية خطرة. لذلك نجد أن الدراسات التي تقوم بها الأرغونوميا تعمل على التقليل من هذه المخاطر كإدخال الحاسب الآلي والوصول إلى ما يسمى الانسان/ الحاسوب، وتكنولوجيا الأبعاد الجسمية كتصميم الوسائل والعريات....

1. **فضاءات(موقع) العمل:**

 تهتم الأرغونوميا بمركز العمل بحيث تفرض أن تكون خصائص الأبعاد مكيفة مع المهام التي تكلف بها العامل( الاختلاف بين العمال) مثل التباعد بين الآلات حتى يستطيع العامل التحرك بحرية والوصول إلى الوسائل والأدوات بشكل مريح. وهنا اهتمت الأرغونوميا بدراسة الأبعاد الجسمية ووضعت لها تصميمات، وهي تتفق وفقا لمعطيات معينة.

 لذلك فإن عمليات التصميم والتنظيم لمواقع العمل تعتمد على عوامل مثل: متطلبات المهمة، البيانات المتعلقة بقياسات الجسم البشري، والمقاييس والأدلة المرشدة للعمل.

 كذلك يتم تقويم الكثير من المتغيرات الأخرى مثل: الارتفاعات في العمل، وضعية جسم العامل أثناء انجاز العمل وتنفيذه سواء باتخاذ وضعية الجلوس أو الوقوف، سواء كان العمل سهل أو صعب.

أيضا يجب مراعاة مدى أهمية وضوح الأجهزة البصرية والسمعية وكذلك الأدوات والمساحات المستخدمة والاحتياجات من المنتجات والعمليات.

**ج. تصميم الآلات والأدوات:**

 لا بد من مراعاة حدود ومواصفات وحدات التشغيل في الآلة، بحيث يتم تكييف الوحدات التشغيلية بما يؤمن تشغيلها ضمن طاقات وقابليات العامل أو الفرد المشغل وعلى ان تكيف وحدات السيطرة حسب حدود حاسة البصر بما يضمن وضوح قراءة لوحات السيطرة والحصول على المؤشرات الصحيحة لحالة الآلة وسبر العمليات التشغيلية.

 من بين مصادر الارهاق وعدم الراحة للعامل، تصميم مكان العمل والآلات ، والتصميم السيئ لأوضاع العمل الثابتة والتي تفرز مشكلات عديدة في مكان العمل، لذلك فالتنظيمات العالمية المتخصصة في حماية حقوق العاملين، تقوم بفرض غرامات كبيرة في حالة عدم توفيرها لظروف عمل مناسبة وصحية للعاملين.

**3. الأرغونوميا المعرفية**:

 تتعلق هذه الأرغونوميا بالوظائف الفكرية، فهي تهتم بمختلف العمليات الذهنية مثل: الإدراك، التذكر، التفكير المنطقي والاستدلالي، الاستجابات الحركية وآثار ذلك عللى التفاعلات بين الانسان وبين باقي مكونات النسق.

 قطعت طرق علم الهندسة البشرية المعرفية شوطاً كبيرا منذ عام 1982، عندما تم تنظيم مجتمع بحثي في أوروبا تحت هذا الشعار، وفي ذلك الوقت، استخدم فريق العمل المشترك أساليب تركز على الآلة، والتي تتضمن ''المستخدمين'' الأفراد. كان البحث موجهًا أساسًا من خلال الظهور السريع للتكنولوجيات الجديدة ، وتُعد بدايات البحث في علم نفس البرمجة مثالًا جيدًا على هذه الحالة، فقد تم دفع الدراسات وتنظيمها من خلال إطلاق برنامج جديد.

في تلك الفترة كان النموذج القياسي هو نموذج الإنسان المعزول الذي يتفاعل مع آلة منعزلة، أما حاليا فيمكننا أن نرى أن أبحاث الأرغونوميا المعرفية تسترشد بشكل متزايد بنظريات علوم الحياة والعلوم الإنسانية والاجتماعية كل ذلك في سياق تطور العلوم المعرفية.

 يأخذ تحليل العمل البشري دورًا بارزًا بشكل متزايد في البحث والممارسة في الأرغونوميا المعرفية ، بحيث لا يتم التعامل فقط مع المشكلات التي يطرحها العمل الفردي، ولكن أيضًا العمل الجماعي مع التركيز بشكل أكبر على الأشخاص (الجماعات). ومن الواضح أن العامل ليس مجرد مستخدم لنظام الحاسب الآلي ولا تقتصر مهمته على هذا الاستخدام فهو بصدد تنفيذ مهمة تتجاوز كثيرا استخدام الحاسوب. مثلا: مستخدم نظام معالجة الكلمات لا يستخدم مثل هذا النظام فقط بل يخطط ويصور ويؤلف النصوص، وهذا النشاط ينطوي على توليد الأفكار التي لا تقتصر على إنتاج النصوص بلغة معينة.

 إن تصور أو تصميم العمل لا بد أن يرتكز على معرفة قدرات الإنسان وقدرات الآلة معا. فلا يمكن اعتبار أن مكونات النسق الإنسان/ آلة متساوية لأن الفضل يرجع بالدرجة الأولى إلى الانسان لأنه المسؤول الأول عن سلوك نسق الإنسان/ آلة أثناء تنفيذ المهمة.

ما يؤدي إلى الاعتقاد بأن مهمة الآلة لا بد أن تدمج معرفيا ضمن مهمة العامل وهو التوجه الجديد للأرغونوميا المعرفية.

إن العامل مضطر في تفاعلاته مع الآلة الاستجابة إلى مختلف الاشارات سواء كانت صوتية أو ضوئية أو على شكل رسائل مكتوبة أو على شكل شفرات، ولذلك لا بد أن يعرف العامل ما يلي:

* ما هي طبيعة هذه الرسائل
* كيف يتصورها
* ما هي الاستجابات التي ينبغي أن يقوم بها في الوقت المحدد وبالكيفية المطلوبة
* ما هي العمليات الذهنية التي سوف يقوم بها العامل مثل:
* الاستقبال
* تحويل المعطيات الصوتية أو الضوئية من اشارات إلأى سيالة عصبية
* الادراك
* التعرف على طبيعة الاشارة أو المنبه
* تأويل وتفسير هذه الاشارات ويرجع في ذلك إلى: المخزون في الذاكرة من خبرات واستجابات...

حسب المدرسة السلوكية فإن القدرة على الاستقبال والإدراك والتأويل والاستجابة إلى المثيرات يتطلب الانتباه واليقظة.