

# علم الميكانيكا

إعداد

مايكل يوسف سلوانس

## \*مقدمة:-

بالمادة والروح وجدت الحياة وهكذا كانت وستظل الحياة، وكان الوجود وبدأت الإنسانية وسخرت قوي الطبيعة لخدماتها ورفاهيتها فكانت الهندسة علم وفن يعمل على استغلال موارد وقوي الطبيعة لإسعاد البشرية، وهكذا كانت الماكينات عصب الهندسة، وهكذا كانت نظرة الباحثين المتخصصين في خدمة البشرية لبقاء الحياة في سهولة ويسر.

والآن يا عزيزي القارئ يسعدني ويشرفني أن أقدم لك الكتاب المتكامل في علم الميكانيكا، الذي يهدف إلى ارتقاء وسعادة البشرية. فعلم الميكانيكا يدخل في كثير من المجالات مثل الصناعة والزراعة والتجارة والبناء والعمارة وغيرها من علوم....فهو أساس لكل العلوم. ويتكون علم الميكانيكا من مجموعة علوم مختلفة.....

من علم تكنولوجيا المواد الذي يهتم بدراسة المعادن ، وعلم الإستاتيكا الذي يبحث عن تأثير القوي على الأجسام وهي في حالة السكون ويستفاد بهذا العلم في مجال البناء والتشييد ، وعلم هيدروليكا الموائع الذي يهتم بدراسة كافة أنواع السوائل ، وخاصة دراسة الماء والزيت. فهما يستخدمان في عمليات التبريد في الماكينات ، وفي تقليل الاحتكاك بين أجزاء الآلات وبعضها . وأتمنى أن تستفيد يا صديقي من ثمرة جهدي وتعبي المتواضع .

## " الباب الأول "

### \*تكنولوجيا المواد:-

من المعروف والجدير بالذكر أن إقتصاد الصناعات التعدينية يقوم علي عدة عوامل أهمها توافر الخامات المستخدمة في هذه الصناعات، وعلي مر العصور ومنذ الدولة الفرعونية اهتمت الحكومات بالبحث والتفتيش عبر طبقات الأرض بحثا عن الثروة المعدنية، ومازلنا حتى العصر الحديث نبحث عن الخامات المعدنية والغازات الطبيعية.

### \*تجهيز الخامات المعدنية:

قد توجد معظم المعادن في خاماتها"أي قبل تصنيعها" علي هيئة مركبات كيميائية مثل الأكاسيد والكبريتات، وفي أحوال قليلة قد توجد علي هيئة عروق، مثل عروق معدن الذهب داخل المنجم "مكان استخراج للمعادن"، وقد يوجد الخام عادة بصورة مختلطة مع الأحجار والصخور والرمال الأخرى، وحيث أن الحديد من أكثر وأهم العناصر الموجودة في بلدنا مصر. فوجب التعرف عليه .

### \*عملية استخلاص الحديد:

إن عملية استخلاص الحديد من خاماته هي عملية مكلفة جدا، فقد تستخدم فيها المتفجرات لتكسير الصخور المحتوية علي خام الحديد ثم ينقل خام الحديد في وسائل المواصلات "كالقطارات" ليذهب إلي مصانع الاستخلاص. وفي مصانع الاستخلاص تجري عمليات عديدة علي خام الحديد، ففي البداية تقوم كسارات عملاقة بتكسير الأحجار الكبيرة من الخام حتى تتحول الأحجار إلي مسحوق ناعم مثل الرمال، وبعد ذلك يتم فصل جزيئات الحديد الجيدة من الجزيئات الغير مفيدة وذلك عن طريق ماكينات مغناطيسية قوية. ثم تجري له عملية تركيز الخام عن طريق التسخين في الأفران .

### + وقد يوجد العديد من أنواع الخامات. فمنها

- أ- مواد معدنية. مثل المعادن والبتروول والغازات .
- ب- مواد غير معدنية. مثل الجلود والأخشاب والمزلاقات .
- ج- المواد الصناعية . وهي مواد تحضر بطريقة صناعية .

## \*مواد غير معدنية:

١- الجلود الطبيعية. وتستخدم في صناعة الملابس والأحذية والشنط، بالإضافة إلى استخدامها في عمليات الصناعة في بعض أنواع السيور في الماكينات، وفي حشو المكابس الهيدروليكية. ولا بد من دباغة الجلود للمحافظة عليها من التلف، وذلك بإزالة جميع المواد التي تتحلل أو تتعفن ومعالجة خلايا الجلود وذلك لمقاومة العوامل الجوية التي قد تتسبب في إفسادها .

٢- الأخشاب. إن الأخشاب الطبيعية مصدرها الأشجار بكافة أنواعها المختلفة. وتستخدم الأخشاب بعد تجفيفها ومعالجتها ضد نمو الفطريات، وقد تدهن بالبويات العازلة منعا للتقلص. كما تشرب الأخشاب بكلوريد الزنك وذلك لمليء مسام الألياف لخفض امتصاص الرطوبة وبالتالي تقليل القابلية للإلتواء والتحليل والتعفن .

## \*استخدامات الأخشاب:

يستخدم الخشب الأبيض النرويحي في صناعة صناديق البضائع الخفيفة. كما يستخدم لب "قلب" الخشب في صناعة الورق ، بينما يستخدم الخشب العريزي الصنوبري في الإنشاءات الهندسية. وأيضاً يستخدم خشب البلوط والماهوجني في صناعة أثاثات المنزل. وذلك لجمال مقطعه. أما خشب الزان فيستخدم في هياكل الموبيليات .

٣- المزلقات. تسمى المواد التي تستخدم في تزييق الأجزاء الميكانيكية بالمزلقات وقد يتم إختيار نوع المادة المزلقة حسب الإستعمال. فمع الضغوط العالية مثل تحميل الكباري تستخدم المزلقات الصلبة كمساحيق الجرافيت، بينما تستخدم الشحوم مع السرعات البطيئة، أما السرعات العالية فتستخدم الزيوت .

## \*المواد الصناعية:

هي مواد تحضر بطريقة صناعية وليس لها مماثل طبيعي. ومن هذه المواد البلاستيك والزجاج والأسمنت .

### ١- البلاستيك :

قد يدخل البلاستيك في شتا المجالات وقد يتميز بخفة الوزن ومقاومة الصدأ وسهولة التشكيل وعزل الرطوبة والحرارة والكهرباء مع عدم الحاجة للدهان. كما أن إنخفاض تكاليف تشكيله وصناعته أدى إلى وجوده في مجالات واسعة في الصناعة والإنشاءات والعمارة الداخلية "الديكور" . إن الكربون هو العنصر الأساسي الذي يدخل في صناعة البلاستيك. وقد تتم عملية تصنيع البلاستيك عن طريق تجميع عدد كبير من جزيئات الكربون لتكوين جزيئات كبيرة في صورة سلاسل .

### ٢- الزجاج:

وقد يتكون من السليكا "نوع من أنواع الرمال" مع مادة قاعدية "صودا أو جير" وقليل من فلوريد الكالسيوم كمساعد صهر، ويشكل الزجاج عن طريق الصب في قوالب. وهناك عدة أنواع خاصة من الزجاج (كالبيركس- زجاج الأمان). فالزجاج الحراري "البيركس" يصنع من مركبات الرصاص وأكسيد المونيوم ، وقد يتصف بقدرته على التمدد والإنكماش المنخفض، فتقلل الإجهادات الناشئة عند تسخينه فلا ينكسر . أما زجاج الأمان للسيارات والطائرات فقد يصنع من الزجاج الطبقي. وهو طبقات متبادلة "أقلها ثلاثة" . وقد تكون هذه الطبقات ملتصقة مع بعضها تماما .

### ٣- الأسمنت:

إن الأسمنت البورتلاندي من المواد الإنشائية الهامة. وينتج الأسمنت بحرق خلائط من صخور كلسية وصخور طينية بنسب محددة ويضاف إليه قليل من الجبس بحيث يتكون المسحوق المعروف بالأسمنت. وقد يستخدم الأسمنت في أعمال البناء والتشيد المختلفة .



وتطورت طرق اللحام الكهربائي وتنوعت لتناسب المعدن الملحوم وتخانته ومواضع اللحام ، ولذلك نشأت معدات اللحام بالقوس الكهربائي ومعدات اللحام بالمقاومة الكهربائية ومعدات تغطية السطوح المعدنية باللحام التي ساعدت علي تجديد وإصلاح الأجزاء المتآكلة وكان لذلك أثره الكبير في خفض تكاليف إصلاح وصيانة الآلات الكبيرة .

### **\*اللحام بغاز الأكسي أستيلين:**

يستخدم اللحام بالغاز أساسا لوصل الأجزاء المعدنية بعضها ببعض. ويتحقق ذلك بواسطة صهر حواف الأجزاء عند توصيلها معا فيحدث إندماج لجزيئات معادن تلك الأجزاء، فتكون رباط قوي فيما بينها بعد أن تبرد وتتجمد. ويمكن خلال إجراء عملية اللحام ترسيب معدن من مصدر خارجي للوصلة وفي هذه الحالة يطلق عليه "اللحام بالحشو". أو في حالة عدم إضافة أي معدن من مصدر خارجي فإنه يطلق عليه "لحام ذاتي الإندماج". وتتولد الحرارة اللازمة لإجراء اللحام بالغاز نتيجة حرق وقود غازي مع الأكسجين. ويعد غاز الأستيلين من أكثر الغازات استخداما لهذا الغرض، ولذلك يطلق علي هذا النوع من اللحام لحام الأكسي استلين. ويجري اللحام بالغاز باستخدام لهب ذو حجم وخصائص مناسبة حيث يخلط غاز الأستلين عادة مع الأكسجين داخل بوري خاص باللحام وبنسب معينة يمكن التحكم فيها بواسطة صمامات "محابس" موجودة بمقبض البوري. والغازات المستخدمة في اللحام تكون عادة محفوظة داخل إسطوانات خاصة محكمة ، ويتم إضافة منظمات لها تعمل علي تنظيم تدفق الغازات من الأسطوانات إلي البوري عند مستويات ضغوط ثابتة معينة ومنها تصل تلك الغازات إلي البوري خلال خرطوم خاصة. وتبلغ درجة الالهب الناتج بعد الإشتعال حوالي ٣٠٠٠ وهي كافية لصهر المعادن المراد لحامها .

### **\*المحافظة على البيئة من التلوث الناتج عن الصناعات التعدينية:**

هناك العديد من الاحتياطات التي تتبع في الصناعات التعدينية للحفاظ علي البيئة من التلوث ، ففي منع تلوث الهواء تستخدم أنواع عديدة من الفلاتر الغازية للإمساك بالأتربة المعدنية. بينما في تلوث المصادر المائية تستخدم أجهزة المرشحات ووحدات المعالجة. فقد تعمل علي تنظيف المياه من الزيوت .

### **\*تطبيقات تكنولوجيا:**

فكر علماء البيئة في كيفية المحافظة علي الثروات الطبيعية كخامات البيئة. وتوصلوا بعد عدة دراسات مختلفة إلي إعادة استخدام الفضلات والخردة ، ويتم إعادة تصنيعها بالصهر. ولهذا فإن الخردة تباع ويتناسب ثمنها مع الحالة التي تحتفظ بها ومدى نظافتها.

## " الباب الثاني "

### \*الرسم الهندسي وتجميع الأجزاء الميكانيكية:-

من المعروف أن الرسم الهندسي هو لغة متكاملة من حيث عناصر نقل الأفكار والإتصال والتفاهم بين أفراد العاملين في الحقل الهندسي، بحيث يطلق عليه لغة المهندسين. والرسم الكروكي الحر هو لغة المهندسين والفنيين علي السواء. ويمكن القول بأن "الرسم الهندسي في صورته هو إمتداد وتجويد للرسم الكروكي الحر"، ومن هنا فإن البداية بالرسم الكروكي تبدو مدخلا طبيعيا للرسم الهندسي. ويأتي بعد ذلك الرسم الإنشائي المجمع والرسم التنفيذي للمفردات ويقوم المصمم بعمل هذا الرسم لبيان الأجزاء ووظيفة كل منها ، كما يستخدم الرسم الإنشائي بعد التنفيذ للأجزاء كدليل لعامل التجميع والإختبار..... إن عملية تجميع الأجزاء الميكانيكية هي عملية تركيب أجزاء الأجهزة والآلات أو أي تركيبة تتركب من أكثر من جزء واحد ونلاحظها عادة في حياتنا اليومية مثل تركيب المفتاح في طبلبة الباب أو القفل ، تركيب موس الحلاقة في ماكينة الحلاقة في المكان المخصص لوضع هذا الموس ، تركيب مفرمة اللحم وهكذا.... وهذه العملية لا تكون عشوائية بل تعتمد علي أسس فنية، فلو وضع جزء في غير مكانه الصحيح فإن الجهاز لا يعمل وبالتالي لا يفي بالغرض، وأحيانا يتسبب ذلك في تلف أجزاء أخرى. وفي العمليات الهندسية يجب أن يصحب أي عملية تجميع رسما تجميعيا للأجزاء المراد تجميعها .

### \* الآلات والماكينات:-

الآلة البسيطة هي آلة تستعمل لتعطي مزايا ميكانيكية وأداء شغل مفيد يستغل في التغلب علي مقاومات أحمال كبيرة لمسافة صغيرة عند بذل قوي جهد أصغر لمسافة أكبر.

### \*أوجه استخدام الآلات البسيطة :

- 1- رفع الأحمال الكبيرة والتغلب علي المقاومات التي تفوق طاقة الإنسان .
- 2- تحويل الحركة البطيئة في أحد أجزاء الآلة إلي حركة سريعة في جزء آخر كما في التروس .

### \*الماكينة والآلية والجزء:-

تتكون الماكينة من آلية أو أكثر، والآلية تتكون من مجموعة من الأجزاء أو الأعضاء الأساسية والمساعدة لتكوين منظومة ميكانيكية يتسبب عنها تحريك ونقل القدرة بشكل ما في إتجاه ما سواء كانت دورانية أو طولية ، مستمرة أو متقطعة. وبالتالي فإن الآلية وظيفتها تحويل الحركة والقوة الداخلة إليها إلي شكل آخر من الحركة والقوة الخارجة، ويراعي أن القدرة الخارجة من الآلية تقل في مقدارها عن القدرة الداخلة نتيجة وجود احتكاك بين الأجزاء المكونة للآلية ويمثل الفرق بينهما مقدار الفقد في القدرة، وكلما قل الفقد كلما كانت كفاءة الآلية أكبر.

### \* أنواع الماكينات وتقسيمها :

يمكن تقسيم الماكينات إلي عدة أنواع مختلفة حسب الخصائص التالية :

- 1- الوظيفة أو الأداء: ماكينة خراطة - ماكينة كشط - ماكينة طباعة - ماكينة نسيج .
  - 2- الحجم والقدرة: كبيرة - متوسطة - صغيرة
  - 3- طريقة التحكم في التشغيل: يدوي - نصف آلي - أوتوماتيكي .
  - 4- القدرة المحركة: محرك كهربائي- محرك بنزين- محرك يعمل بالغاز- محرك ديزل .
  - 5- الوسائل المحركة أو الناقل للحركة: ميكانيكية" تروس - بكرات"- هيدروليكية - نيوماتيكية
- فمن أمثلة الماكينات التي نراها في المصانع أو الشركات ماكينات قطع وتشغيل المعادن كالمخارط والمكاشط والفرايز والمكابس، وماكينات الطباعة. ومن أمثلة الآليات هناك آليات الروافع وآلية الأربع

قضبان ، وآلية المرفق والمنزلق ، وآلية الكامنة والتابع ، ومجموعات التروس. أما الأجزاء المكونة للآلية فيمكن أن تشمل الأعمدة المحاور، المسامير، المحامل (المرتكزات) السيور، التروس ، الجنازير.

### **\*مقدمة عن علم الإستاتيكا :-**

هو أحد فروع الميكانيكا التطبيقية وهو يبحث في تأثير القوي علي الأجسام وهي في حالة سكون . وللإستاتيكا أهمية خاصة في كثير من التطبيقات في المجالات الهندسة المختلفة حيث تدور عمليات التصميم في كثير من المنشآت والمباني وهياكل الماكينات والكباري وأجسام العربات وغيرها حول حسابات الأبعاد المناسبة لتحقيق إتزان المنشأ أو الهيكل بحيث لا يتحرك أو يتغير شكله تحت تأثير الأحمال الواقعة عليه أثناء التشغيل ، وعندما يحدث خلل في شروط الأتزان نتيجة لزيادة غير متوقعة في التحميل أو نتيجة لضعف في تحمل أحد الأجزاء فإن ذلك يؤدي مباشرة إلي إنهيار الجزء أو الهيكل مع ما يصاحبه من خسائر.

### **\*الأجسام الهندسية:**

تنقسم الأجسام الهندسية بصفة عامة إلي قسمين أساسيين هي :

- (أ) - الأجسام الجاسئة "المتماسكة": وهي الأجسام الغير قابله للتشكيل إلا بطرق خاصة. والمقصود بالجسم الجاسيء أو المتماسك بأنه لا يتغير شكله الخارجي بسبب تعرضه لقوي خارجية .
- (ب) - الأجسام المرنة: وهي الأجسام القابلة للتشكل بجميع الطرق. ويقصد بالجسم المرن أنه جسم قابل للإنتعاج أو التشكل مثل البالونة المطاطية إذا تعرض لقوي خارجية تؤثر عليه .

### **\*تعريف القوة :**

القوة هي إحدي الفكرة الأساسية في علم الميكانيكا وهي تدرك بما تحدثه من أثر نحن نبذل القوي ومنتجها ونتأثر بها كل يوم في حياتنا العادية، فالرجل الذي يدفع عربة أمامه يبذل قوة تنتقل إلي العجلات فتتحرك العربة، وأيضا الحصان الذي يجر عربة يولد قوة تنتقل عن طريق الحبل إلي العربة فتحدث الحركة تحت تأثير الشد الذي تولد في الحبل .

نفرض أننا نرغب في تحريك جسم ما من مكانه علي سطح الأرض . تؤكد الخبرة أننا نتمكن دائما من ذلك وتعتمد النتيجة علي عدد من الظروف أولها قوة المقاومة التي يؤثر بها سطح الأرض علي الجسم والمسماه بقوة الإحتكاك والتي تتناسب عكسيا مع ثقل الجسم المراد تحريكه. وتلعب قوتي جذب الأرض والاحتكاك دورا هاما . في تحريك هذا الجسم .

ومما سبق يمكن تعريف القوة بأنها المؤثر الذي يحاول أن يعمل علي تغير حالة الجسم من السكون أو الحركة المنتظمة في خط مستقيم .

### **\*العناصر المحددة للقوة :**

إذا أثرت قوة علي جسم فإنه يمكن أن تؤثر علي الجسم في عديد من الإتجاهات ولذا فالقوة تحدد قبل كل شيء بإتجاهها. ولكن معرفة القوة غير كاف لتحديد مدي تأثر الجسم بها، فمن المؤكد أنه مع إثبات الإتجاه فإن القوة الأكبر مقدار تؤثر أكثر علي الجسم وهذا يدل علي أن العنصر الثاني لتحديد القوة هو قيمة هذه القوة أي مقدارها ولكي نحدد مقدار القوة يجب أن تقارن هذه القوة بقوة أخرى يمكن اعتبارها وحدة قياس. لذلك فقد كان من الطبيعي أن تقارن القوي بقوة جذب الأرض لوحد الأوزان أي الكيلوجرام.

## \*القوي التي تؤثر علي أجزاء الماكينات:-

### \*القوي الثابتة والقوي المتغيرة وأنواعها:

من الجانب التطبيقي الهندسي فإن الأجزاء الميكانيكية بالآت تتعرض للعديد من القوي والتي قد تكون بسبب أحد أو بعض الأمور التالية :

- ١- نقل القدرة .
- ٢- وزن الماكينة .
- ٣- المقاومة بالإحتكاك .
- ٤- قوي القصور الناشئة عن حركة الأجزاء بالنسبة لبعضها .
- ٥- التغير في درجات الحرارة .

هذه القوي تنشيء بأجزاء الماكينة إجهادات مختلفة .

### \*ماكينات إختبار المواد الهندسية:-

تستخدم ماكينات الأختبار للتحقق من مدي مقاومة المواد المستخدمة بنجاح وقد تعددت تصميمات ماكينات الأختبار نتيجة للتقدم في صناعة المعدات الميكانيكية وأنتشرت صناعتها لمختلف أغراض أختبار المواد المتنوعة حيث توجد ماكينات ذات قدرة عالية "حوالي ٤٠٠٠ طن" لتسمح بإختبار المنشآت وأجزائها بمقاساتها الحقيقية. كما توجد ماكينات لها حساسية ودقة عالية تكمن من معرفة مقاومة الإنهيار للأنسجة الدقيقة.

وعوما فإن ماكينة الأختبار هي جهاز يؤبر علي قطعة الأختبار بحمل مناسب يؤدي إلي الكسر أو إلي حدوث تغيرات وتشكيلات في شكل قطعة الأختبار. ويمكن قياس هذه التغيرات أو التشكيلات بأجهزة قياس دقيقة ، ومن ثم يمكن معرفة سلوك مادة قطعة الأختبار "العينة" تحت تأثير مثل هذا الحمل .

### \*الحمل:

يعرف بأنه أي قوة خارجية تؤثر علي جزء من الآلة.وفيما يلي الأنواع الثلاثة للأحمال :

- ١- أحمال ثابتة (استاتيكية).
- ٢- أحمال متغيرة (ديناميكية).
- ٣- أحمال دورية (متكررة).

### \*الخواص الميكانيكية :-

هي خواص تتعلق بدراسة سلوك المادة عند تعريضها للأحمال المؤثرة.سواء كانت هذه الأحمال إستاتيكية أو ديناميكية أو متكررة.

### \* أنواع التحميل :-

يمكن تقسيم الطرق التي تؤثر بها الأحمال علي المادة إلي الأنواع الثلاثة الآتية .

#### ١- التحميل الإستاتيكي:

وهي الطريقة التي يكون فيها تأثير الحمل بطيئا ويزاد تدريجيا حتي يصل إلي قيمته القصوي بدون إحداث أي صدم أو إهتزاز،مثل إختبار الشد للمعادن.وفيه تحمل قطعة الأختبار علي ماكينة الإختبار العامة ، وتبدأ الماكينة بإزداد الحمل ببطء وتدرجيا حتي تنكسر قطعة الإختبار "العينة" وقد تكون من أي معدن". فلكل معدن قدرة معينة علي التحمل.

#### ٢- التحميل الديناميكي :

وهي الطريقة التي يؤثر فيها الحمل علي المادة بحيث يحدث فيها صدم أو إهتزاز،وتؤثر هذه الأحمال الديناميكية في مدة قصيرة نسبيا،ويختلف هذا النوع من التحميل عن التحميل الإستاتيكي في أن

الإجهادات الناتجة تكون أعلى من الإجهادات الناتجة تحت تأثير حمل بطيء له نفس القيمة. ومن أمثلة الأحمال الديناميكية حمل الجسم المتحرك عند اصطدامه بجسم آخر. مثل هبوط الطائرة علي أرض المطار.

### **٣- الأحمال الدورية "المتكررة":**

إذا تعرض عضو لتأثير حمل يتكرر لمرات عديدة فإن العضو في هذه الحالة يكون معرضا للتحميل من النوع الدوري المتكرر. ويعتبر التحميل المتكرر ذو أهمية كبرى عند تحديد خصائص العضو الميكانيكية، إذ أن تحمل عضو ما في آلي إجهادا معيناً لمرة واحدة مهما طالقت فترة التحميل يكون أكبر من تحمله بحمل أقل ولكنه متكرر ، حيث قد ينهار العضو. ومما لا شك فيه أن قوي خارجية تؤثر علي أي عضو أو جزء من الآلة، تولد فيه قوي داخلية تتدخل في قوي ترابط جزيئات الجسم الصلب، مما يؤثر علي مواضع جزيئات أو حبيبات المادة بالنسبة لبعضها البعض مما يغير من شكل الجسم فيحدث به بعض التغير في الشكل يزداد طبقاً لزيادة شدة الأحمال الواقعة علي الجسم وحسب مدي قوي ترابط جزيئات المادة فتؤثر تلك القوي علي الجسم بما يعرف بالإجهادات. ويعبر عن مقدار التغير الناشئ في الشكل من جراء تأثير الإجهادات.

### **\*مقاومة الصدمات:-**

تتعرض الكثير من المواد المستعملة في الأنشاءات والآلات لصدمات فجائية أو متكررة قد تسبب كسرها ، ولذلك تعتبر مقدرة المعادن علي تحمل هذه الصدمات من أهم الخواص التي تدل علي صلاحيتها للإستعمال. ومقدرة المعدن علي تحمل الصدمات هي في الواقع قدرته علي خزن طاقة الإجهاد وإعادتها بعد زوال الحمل ، ولذلك تعتبر الطاقة المرنة التي سبق تعريفها من أهم الخواص الطبيعية للمعادن .

علي أنه يلاحظ أن اجسام المختلفة الأشكال إذا تأثرت بإجهاد معين تختلف في مقدار طاقتها المرنة وكذلك في مقدار الشغل المتصرف في إحداث أثر الإجهاد لغاية الكسر لوحدة أحجامها.

## **"الباب الثالث"**

### **\*الإجهاد :-**

عندما تؤثر قوي خارجية علي جسم ما فإنه ينشأ عنها تولد قوي داخلية في جميع أجزاء الجسم المختلفة تعمل علي إحداث تغير في الشكل والأبعاد يطلق عليها "تشويهها". وكنتيجة لوجود قوي ترابط داخلية بين جزيئات مادة الجسم فهي تقاوم تأثير القوي الخارجية وتعمل علي حفظ شكله الأصلي، هذه القوي الداخلية مقدرة بالنسبة لوحدة المساحات عند مقطع ما تسمى "بالإجهاد" .

### **\*إجهاد الحني في الأعمدة المستقيمة :**

بفرض تعرض عمود لعزوم إنحناء ، فإن مادة العمود الموجودة بالجهة العليا يحدث لها نقص في الطول (إنضغاط) نتيجة الضغط (الحمل) ، بينما يحدث للسطح السفلي زيادة في الطول (إستطالة) نتيجة الشد . وقد تتعرض الأجزاء "الأعضاء" بالماكنات للعديد من القوي التي تسبب لها إجهادات داخلية مثل:  
أ- إجهاد شد ب- إجهاد الضغط ج- إجهاد الحني د- إجهاد القص الإلتوائي .  
كما تتعرض أيضا المنشآت والمباني والكباري لمثل هذه الإجهادات .

## \* كوبري توكاما \*

كوبري توكاما هو أعظم كوبري إنهار في بدايات القرن العشرين، وكان يقع بالولايات المتحدة الأمريكية بمدينة توكاما .

### \* أسباب إنهار كوبري توكاما:

إن أمريكا هي منبع الحضارة والجمال، وكان لما أراد المهندسون الأمريكيون بناء كوبري أنهم أهتموا أكثر بجماله وزخرفته، ولم يهتموا بتصميمه حيث أنهم رأوا أن منظره غير مألوف، وما من كان أنهم أبتدؤا أن يطورون التصميم بحيث يصبح الكوبري أكثر جمالا، فبدلا من أن يستخدمون ألواح المعادن في صنع الأرضيات، أنهم استخدموا معدن الصلب الخفيف، كما صمموا أشكال حواف الكوبري مستوية. وعندما قامت رياح شديدة أدت إلي إجهاد حني مما أدى إلي إنضغاط الأعمدة، وتعرض حمالات الكوبري الحديدية المعلق عليها الكوبري إلي إجهاد إلتواء مما جعل حمالات الكوبري تتكسر وكأن إنسانا يقصها بمقص، كما أن الحافة الرأسية المستوية للكوبري قاومت الرياح، وأيضا وزن الطريق والحمل الثقيل علي الكوبري من وسائل مواصلات وغيره. كل هذا جعل الكوبري ينهار سريعا .

### \* العوامل التي يجب أن تتبع عند تصميم الكوبري :

وأدرك العلماء الأمريكيون أن الجمال ليس كل شيء في المباني والمنشآت، إن الجمال مطلوب ولكن ليس علي حساب مواد التصميم والبناء. ومن هنا استنتجوا هذه العوامل عند تصميم أي كوبري وقد جعلوها بمثابة قانون حتي الآن

- ١- التصميم. يكون عن طريق حساب الأحمال والقوي .
- ٢- القوة. تحلل القوي لمعرفة مقدارها ومدى تأثيرها علي الكوبري .
- ٣- المواد المستخدمة. يجب أن تكون من مواد متينة وجيدة .
- ٤- الأحمال "الأثقال". يجب أن تكون موزعة علي الكوبري .
- ٥- أشكال الحواف. يجب أن تكون دائرية حتي لا تقاوم الرياح .

### \* تصميم أجزاء الماكينات :-

يهتم علي التصميم بحساب الأبعاد اللازمة للعضو الموجود بالماكينة ويتم ذلك بناء علي إختيار مستويات (مساحات) معرضة للإجهاد يتم دراستها للتأكد من أنها تستطيع تحمل ما يقع عليها من إجهادات أثناء التشغيل والتحميل، دون إنهاره أو حدوث تغير غير مقبول في شكله أو أبعاده .

### \* جهد التشغيل ومعامل الأمان :

عند إجراء حسابات تصميم لجزء ما من آلة ميكانيكية، فإنه من المطلوب حفظ مستوي الإجهاد المعرض له هذا الجزء ليكون أقل من إجهاد التحمل لمادته. ويسمي الجهد الذي يجري علي أساسه حساب الأبعاد اللازمة للجزء أو العضو بإجهاد التشغيل أو إجهاد التصميم. وكلما كان جهد التشغيل أقل من جهد التحمل كلما ضمنا عدم تعرض هذا الجزء للإنهار .

### \* معامل الأمان:

هي قيمة عددية تساوي النسبة بين أقصى إجهاد شد تتحمله مادة الجزء أو العضو المصمم إلي إجهاد التشغيل أو التصميم. ويعتمد إختيار قيمتها علي ظروف التصميم من حيث الآتي:

- ١- مدى دقة تقدير القيم الفعلية للإجهادات التي تؤثر علي العضو .
- ٢- متطلبات الأمان حسب ظروف تشغيل الآلة .
- ٣- نوع المعدن المستخدم (الخصائص الميكانيكية)
- ٤-

ويراعي إختيار قيمة أكبر لمعامل الأمان كلما كانت متطلبات الأمان المطلوبة للعضو المصمم كبيرة . وقد تتضمن حسابات تصميم أجزاء المعدات القيام بالخطوات التالية :

- ١- إجراء تحليل للقوي والعزوم التي يتعرض لها العضو المطلوب تصميمه.
- ٢- حساب قيمة الإجهادات التي يتعرض لها الجسم خاصة عند المقاطع الحرجة وذلك بدلالة الأبعاد التي يتم فرضها لتلك المقاطع.
- ٣- إختيار نوع الخامة المناسبة لصنع العضو والتي علي أساسها يتم تحديد الخصائص الميكانيكية لها .
- ٤- إختيار معامل الأمان .

### **\*تآكل أجزاء المعدات والماكينات :-**

#### **\*الكل (تعب المعادن):**

عند تعرض المنشآت أو الماكينات لأحمال متكررة ينتج عنها إجهادات متكررة أثناء التشغيل تسبب إنهيارا مفاجئا لهذه المنشآت أو الماكينات ويحدث الإنهيار عندإجهاد أقل بكثير من إجهاد الإنهيار بسبب إجهادات غير متكررة. وهذه الظاهرة تسمى تعب المعادن "كلال المعادن"

#### **\*التآكل المعدني :**

هو إنهيار المنشآت الفلزية بفعل تفاعلها مع الجو المحيط ويتخذ التآكل عدة صور وهو كثيرا ما يؤدي إلي توقف خطوط الإنتاج في العمليات الصناعية .

#### **\*مشاكل التآكل في الصناعة :**

التآكل هو أحد المشاكل الصناعية الكبرى التي تؤدي إلي خسائر جسمية تقدر بملايين الجنيهات في جميع الدول وخاصة الصناعة للأسباب الآتية:

- ١- إذا إنهارت معدة في المصنع بسبب التآكل فإنه يؤدي إلي توقف المعدة عن العمل لحين إستبدالها الأمر الذي يؤدي إلي خسارة مالية نتيجة هذا التوقف .
- ٢- تكاليف وقاية وصيانة أجزاء الآلات من التآكل .
- ٣- يؤدي التآكل إلي خفض وربما إفساد جودة المنتج فقد يلوث المنتج بنواتج التآكل مثل (أملاح الحديد) وخصوصا في حالة إنتاج مواد تتطلب درجة عالية من النقاوة كما هو الحال في صناعة الأدوية والصبغات والمواد الغذائية .
- ٤- يؤدي ترسيب نواتج التآكل علي جدران المواسير إلي زيادة خشونة سطحها الأمر الذي يؤدي إلي زيادة إحتكاك السوائل السارية فيها مع جدرانها وبالتالي زيادة طاقة الضخ اللازمة لدفع السوائل في المواسير المتآكلة .

#### **\*طرق الوقاية من التآكل:**

أ- التغطية المعدنية وهي تتم بتغطية الجزء بمعدن آخر .

ب-التغطية الغير معدنية وتشمل :

١- التغطية بالبويات

٢- التغطية بطبقة من البلاستيك

٣- الأكسدة بطبقة من أكسيد الحديد

٤- التغطية المؤقتة بواسطة طبقة الشحومات "الدهان بالشحم" .

ج- التغطية بإستخدام موانع الصدأ:

وهي عبارة عن مواد كيميائية تضاف إلي الوسط الأكل بكميات صغيرة لخفض درجة التآكل .

## "الباب الرابع"

### \*هيدروليكا الموائع:-

يعتبر علم ميكانيكا الموائع والهيدروليكا فرعين من فروع علم الميكانيكا التطبيقية يهتمان بدراسة حركة الموائع وسكونها .

وفي دراسة ميكانيكا الموائع تلعب خاصية اللزوجة دورا هاما في حركة الموائع والمائع هو المادة التي تتغير شكلها . مثال ذلك الماء والزيت والزئبق ... إلخ. فقد يتغير شكل الماء بتغير الوعاء أو الإناء الموضوع بداخله. ويستفاد بعلم الهيدروليكا في علم الميكانيكا في دراسة سوائل تبريد الماكينات، كما يستفاد به بدراسة الماء داخل المواسير. كما يستفاد به في تفسير ظاهر الضغط تحت الماء "البحر" و حساب العمق المحدد للغواصة .

### \*الحمل في السوائل :

لو وضعنا كمية من نشارة الخشب مثلا في كأس زجاجي وبدأنا نسخنه لوجدنا أن هناك حركة مستمرة في السائل فبعض النشارة يأخذ في الارتفاع من قاع السائل إلى أعلى وبعضها يهبط من أعلى إلى أسفل . ويمكن تعليل ذلك بأن الأجزاء الساخنة من الماء تقل كثافتها فترتفع وتحمل معها النشارة وأجزاء أخرى مازالت باردة فتهبط لكبر كثافتها وتتحل محلها. وحركة طبقات الماء هذه هي التي تجعل نشارة الخشب تتحرك إرتقاعا وإنخفاضا .

وتستمر هذه الحركة حتى يسخن الماء جميعه ويسمي إنتقال الحرارة هنا إنتقال بطريقة الحمل. وتستخدم هذه الطريقة في تدفئة المنازل بالماء الساخن إذ يسخن في خزان في أسفل المنزل فيرتفع الماء الساخن في الأنابيب الموجودة في الحجرات حيث تشع منه الحرارة إليها فيبرد نسبيا فتكبر كثافته ويهبط عائدا إلى الخزان فيسخن من جديد. وفي تهوية المباني يراعي عمل فتحات علوية لإخراج الهواء الساخن ، وفتحات أخرى أسفل منها "النوافذ والأبواب" لإدخال الهواء البارد. وهذا ما يحدث علي نطاق أوسع في الطبيعة فيما نسيمه نسيم البر والبحر، والتحركات الهوائية والتيارات المائية .

### \*تأثير درجة الحرارة على اللزوجة :

أن لزوجة المائع هي مقياس للإحتكاك الداخلي له ، والذي يتسبب في مقاومة سريانه وفي حياتنا اليومية نري أن السوائل السميكة "الثقيلة" (مثل قطران الفحم ، والزيت والعسل ) . عندما يتم تسخينها تصبح أقل لزوجة ولذلك فإننا نقول أن للزوجة المائع دالة في درجة الحرارة .

### \*شدة الضغط :-

نحن نعلم أنه أينما وجد سائل "كماء أو الزيت" في وعاء أو إناء مثلا فإنه يؤثر بقوة عند كل النقط علي جوانب وقاعدة هذا الإناء وهذه القوة تؤثر علي وحدة المساحات من هذه الأسطح تسمى بشدة الضغط ، فإذا كانت القوة التي تؤثر علي مساحة شدة الضغط ، فإن الضغط يساوي هذه القوة مقسومة علي المساحة .

### \*الضغط الكلي علي سطح موضوع في سائل:-

نحن نعلم أنه عندما نقوم بالغطس في حمام سباحة نشعر ببعض الإضطراب. وكلما كان الغطس أعمق وأعمق فإننا نشعر بزيادة الإضطراب وهذا الإضطراب هو في الحقيقة ناتج عن الوزن الكلي وعن الضغط الكلي للماء فوقنا .

### \*أوعية الضغط :-

تصنع أوعية الضغط من الحديد المطاوع أو الصلب، وهي تكون ذات أشكال أسطوانية. وتستخدم في

حفظ أنواع مختلفة من الموائع تحت ضغط يفوق الضغط الجوي، وقد توجد الموائع علي صورتها الغازية مثل بخار الماء، الهواء المضغوط، والغاز الطبيعي. ونحن نري هذه الأوعية في الكثير من الصناعات وكذلك محطات توليد الطاقة. ومن الضروري مراعاة الحرص البالغ عند تصميم وتصنيع هذه الأوعية. لأن إتهيار هذه الأوعية يكون علي هيئة إنفجار مما قد يؤدي بحياة الناس المحيطين بها ، كما يمكن أن يتسبب عنها إتهيار للمباني التي تحتويها أو تلك القريبة منها

### **\* نظرية برنولي :-**

تقرر هذه النظرية أنه " بالنسبة لسائل مثالي غير قابل للإنضغاط يتدفق في مجري، فإن الطاقة الكلية لجزيء تظل ثابتة أثناء تحرك الجزيء من نقطة إلي أخرى. وهذا التعبير قد بني علي فرض أنه لا توجد فواید احتكاكية بالماسورة .

### **\* نواحي القصور في نظرية برنولي :**

نظرية برنولي مشتقة علي عدة فروض مؤكدة قلما تكون ممكن، ولذلك فإن نظرية برنولي لها نواحي القصور الآتية :

١- نظرية برنولي اشتقت تحت فرض أن سرعة كل جزيء من السائل عبر أي قطاع من الماسورة منتظما ولكن الحقيقة العلمية غير ذلك تماما فسرعة جزيء السائل عند محور الماسورة هو نهاية عظمي تنخفض تدريجيا كلما أقرب السائل من جدران الماسورة نتيجة لإحتكاك الماسورة .

٢- نظرية برنولي اشتقت تحت فرض أنه لا توجد قوة خارجية عدا قوة الجاذبية هي التي تؤثر علي السائل ولكن الحقيقة العلمية غير ذلك تماما ، فإنه توجد دائما بعض القوة الخارجية (مثل قوة إحتكاك الماسورة) تؤثر علي السائل ومدى تدفقه وسريانه .

٣- نظرية برنولي اشتقت تحت فرض أنه لا يوجد فقد في طاقة جزيء السائل أثناء السريان ولكن الحقيقة العلمية قلما تكون كذلك حيث أنه إذا كان السريان مضطربا فإن بعض طاقة الحركة تتحول إلي طاقة حرارية وفي السريان اللزج بعض الطاقة يفقد نتيجة لقوي القص .

٤- إذا كان السائل يتدفق في مسار منحنى فإن الطاقة الناتجة عن القوة الطاردة المركزية يجب أيضا أن تؤخذ في الحساب .

### **\* الإحتكاك :-**

عندما ينزلق أو يتدرج سطحان علي بعضهما تعترض الحركة مقاومة تعرف بالإحتكاك. وعندما لا يكون هناك حركة فإنه يوجد مقاومة ساكنة تعرف بالإحتكاك الإستاتيكي وعادة ما يكون الإحتكاك الإستاتيكي أكبر من الإحتكاك الإنزلاقي وهذا هو السبب في الإحتياج إلي قوة أكبر لبدء الحركة عن القوة اللازمة للمحافظة علي التحرك بسرعة منتظمة .

### **\* أمثلة عن الإحتكاك المفيد ( الفرامل ، السيور ، التروس ) :-**

١- الإحتكاك بين أسطح الأجسام حيث يستخدم كوسيلة لنقل الحركة والقدرة مثل إستعمال التروس وكذلك السيور.

٢- الإحتكاك هو الوسيلة الطبيعية لتحويل الطاقة الميكانيكية إلي طاقة حرارية .

٣- الإحتكاك بين سطح الأرض وقدم الإنسان ضروري لكي يستطيع السير، وكذلك إطار الدراجة والسيارة وعجلات القطارات. وعليه نجد أن تأثيرات الإحتكاك لا تكون مفيدة فقط ولكنها أساسية للوظيفة المطلوبة

٤- إستعمال الفرامل في إيقاف الأجسام المتحركة مثل إيقاف السيارة أو الدراجة .

### **\* أمثلة للإحتكاك الضار :**

حينما تنزلق أجزاء آلة بالنسبة لبعضها البعض فإن تأثير قوي الإحتكاك يكون ضارا لأنه يتسبب في بري

( تآكل ) هذه الأجزاء .  
أي أن الاحتكاك يعتبر مقاومة ضارة في ظروف معينة كما أنه يخلق مقاومة إضافية لحركة الأجزاء في الماكينات وبذلك يتطلب بذل كمية من الطاقة التي كان يمكن إستخدامها في الهدف الرئيسي للماكينة للتغلب علي هذه المقاومة الإضافية، مما يتسبب عنه نقصا في جودة الآلات وإرتفاع درجة حرارة الأجزاء المحتكة

### \* الإحتكاك بالموائع :-

#### ١- الإحتكاك الجاف :

وهو أخطر أنواع الإحتكاك وفيه تتولد كمية حرارة كبيرة ناتجة عن تلامس نتوءات الأسطح المتحركة علي بعضها البعض وخاصة إذا كانت من معادن مختلفة . وتلتحم هذه المواضع مع بعضها ثم تنفصل بصورة متكررة تؤدي إلي تآكل تدريجي شديد للسطحين ولذلك يجب ضمان وجود تزييت دائم وكاف وبصورة مستمرة .

#### ٢- الإحتكاك المائع :

وهو ينشأ نتيجة عدم تكون غشاء غير كامل من مادة التزييت بالرغم من تزييت الأسطح" عند بد حركة الماكينة " وهذا يحدث تلامس معدني بين نتوءات الأسطح المتحركة فوق بعضها .

#### ٣- الإحتكاك السائل :

وهو أفضل الأنواع لأن طبقة مادة التزييت تمنع حدوث تلامس معدني بين السطحين المتحركين ومن الضروري المحافظة علي طبقة التزييت بصورة ثابتة حيث تتحلل جزيئات الزيت إلي عناصرها الأولية بفعل الضغط والحرارة فيقل تماسها وتخفض لزوجتها فلا تقوي علي البقاء بين السطحين المحتكين .

### \* معني التزييت :-

هو إيجاد طبقة رقيقة جدا من الزيت أو الشحم بين أسطح الأجزاء المتحركة تعمل علي منع تلامس الجزيئين تلامسا مباشرا كما تعمل علي تسرب الحرارة المتولدة . وخفض مفقودات القدرة الميكانيكية (بالإحتكاك ) إلي حدود صغيرة. وتكون المواد الزيتية غشاء رقيقا يقلل الإحتكاك والحرارة إلي أقل قدر ممكن .

### \* فوائد التزييت :

١- تقليل التآكل في أجزاء الماكينات

٢- وقاية الأسطح من الصدأ

٣- تخفيض درجة الحرارة .

٤- السماح بزيادة السرعة في الآلات .

### \* مواد التزييت :

يمكن تقسيم المواد المستعملة في التزييت إلي ثلاث مجموعات

١- الزيوت الحيوانية: هي الزيوت الناتجة من الحيوانات البرية والبحرية ويكون قوامها ناشف تسمى شحم.

٢- الزيوت النباتية: وهي الناتجة من عصارات بذور بعض النباتات كزيت الخروع وغيره .

٣- الزيوت المعدنية: تستخدم من تقطير زيت البترول الخام وهي علي انواع كثيرة ، وتعتبر أرخص أنواع الزيوت وتمتاز بالزوجة وتحملها للحرارة المرتفعة بدون أن تفقد خواصها .

### \* التشغيل السليم للمعدات والعناية بها :-

لكي تقدم الآلة بعملها علي أتم وجه حتي لا تحدث أي أخطاء ناجمة عن سوء الأستخدام فإنه يجب إتباع الآتي عند تشغيل الآلات والمعدات :

١- تشغيل الآلة حسب تعليمات الجهة المصنعة .

- ٢- إتباع تعليمات الصيانة وإتمامها في مواعيدها .
- ٣- إستخدام طرق التسجيل والمتابعة أثناء العمل وتسجيل البيانات .
- ٤- إستخدام كارت الصيانة وتسجيل كل ما يتم من أعمال .
- ٥- إتباع وسائل الأمن الصحيحة لنوع عمليات التشغيل الواحدة
- ٦- يجب عمل دورات تدريبية للعمال والفنيين لتدريبهم علي مخاطر العمل .
- ٧- عمل برامج الإسعافات الأولية وتدريب العمال عليها .

### \* خاتمة :-

نتمني من الله سبحانه وتعالى أن نكون قدما لكم لو تعريفنا صغيرا عن علم الميكانيكا وعن أهم أهدافه وأستخداماته في ميادين الحياة المختلفة، ولقد حرصت بقدر الإمكان أن أجعل الأسلوب الصناعي سهلا وغير معقد ، حيث إنني أعرف جيدا أن هناك قوما لم يدرسون بهذا الأسلوب .

المؤلف: مايكل يوسف سلوانس

### \* قائمة المراجع :-

- ١- تكنولوجيا المواد . تأليف مهندس فهيم محمد رستم ، مهندس محمود نور الدين طبعة ٢٠٠٣ م . مطابع الدار الهندسية
- ٢- التكنولوجيا . تأليف الدكتور مصطفى سعيد المهندس وآخرون طبعة ٢٠٠٤ م . مطبعة النيل
- ٣- التكنولوجيا . تأليف مهندس أنس عبد الحميد المنوفي وآخرون طبعة ٢٠٠٥ م . مؤسسة ماهر للطباعة
- ٤- علوم هندسية . تأليف مهندس محمد جودة النشار طبعة ٢٠٠٥ م . مطابع الدار الهندسية .
- ٥- علوم هندسية . تأليف مهندس ابو بكر الحسيني ومؤلفون آخرون طبعة ٢٠٠٦ م . دار نهر النيل
- ٦- العلوم الهندسية . تأليف مهندس محمد عباس عبد الشافي وآخرون طبعة ٢٠٠٧ م . الأمين للطباعة
- ٧- التصميم . تأليف مهندس عبد المسيح جرجس منقريوس ومؤلفون آخرون طبعة ٢٠٠٥ م . التيسير للطباعة
- ٨- التصميم . تأليف مهندس سعيد أحمد المهندس طبعة ٢٠٠٦ م . مطبعة المقاولون العرب .
- ٩- الصيانة والإصلاح . تأليف مهندس علي أنور عرابي حسين وآخرون طبعة ٢٠٠٣ م . المطبعة الذهبية
- ١٠- الرسم الهندسي . تأليف الدكتور حسين أحمد حلمي طبعة ٢٠٠١ م . . دار درويش للطباعة

# الفهرس

٢	..... مقدمة
٢	..... " الباب الأول"تكنولوجيا المواد
٣	..... أساليب إنتاج المواد المعدنية
٥	..... " الباب الثاني"الرسم الهندسي وتجميع الأجزاء الميكانيكية
٦	..... مقدمة عن علم الإستاتيكا
٧	..... تعريف القوة والعناصر المحددة لها
٨	..... الخواص الميكانيكية للمعادن
٩	..... "الباب الثالث"الإجهاد
١٠	..... تأكل أجزاء المعدات والماكينات
١١	..... " الباب الرابع" هيدروليكا الموائع
١٢	..... نظرية برنولي
١٣	..... الإحتكاك
١٤	..... فوائد التزييت
١٤	..... التشغيل السليم للمعدات والعناية بها
١٤	..... خاتمة
١٥	..... قائمة المراجع