البعد وواحدات القياس

:(*Dimension and Units of Measurement*)

وحدة القياس هي قيمة الكمية الفيزيائية (مثال: الطول، الكتلة، الزمن، ودرجة الحرارة) المأخوذة كأساس للمقارنة عند التقييم الكمي للكمية (مثال سنتمتر، متر، غرام، كيلوغرام، ثانية.....الخ). لقد شاع استخدام عدد من جمل الواحدات (*Units*) والتي تختلف فيما بينها باختيار القيم المختلفة لتلك الواحدات مع الحفاظ أحياناً على الكميات الفيزيائية الأساسية.نستعرض فيما يلي أهم الجمل الشائعة علماً أننا سوف نستخدم في هذا المقرر النظام العالمي للوحدات (الجملة الدولية *SI*):

1) **الجملة السغثية** (*Centimeter-Gram-Second*) أو باختصار (*C.G.S*): وتستخدم الكميات الفيزيائية التالية:

الكمية الفيزيائية (البعد)	الوحدة الأساسية	رمز الوحدة
الطول (*Length*)–L–	*Centimeter*	*cm*
الكتلة (*Mass*)–M–	*Gram*	*g*
الزمن (*Time*)–T–	*Second*	*s*
درجة الحرارة (*Temperature*)	*Degree, Celsius, Kelvin*	$,K\ ^{\circ}C\ ,\mathrm{deg}$

2) **الجملة المكثية** (*Meter-Kilogram-Second*) أوباختصار (*M.K.S*) وفيها يتم استخدام الكميات الفيزيائية الأساسية التالية:

الكمية الفيزيائية (البعد)	الوحدة الأساسية	رمز الوحدة
الطول (*Length*)–L–	*Meter*	*m*
الكتلة (*Mass*)–M–	*Kilogram*	*Kg*
الزمن (*Time*)–T–	*Second*	*s*
درجة الحرارة (*Temperature*)	*Degree, Celsius, Kelvin*	$,K\ ^{\circ}C\ ,\mathrm{deg}$

3) **الجملة التكنيكية** $(M.K_f.S)$: وتستخدم الكميات الفيزيائية التالية:

الكمية الفيزيائية (البعد)	الوحدة الأساسية	رمز الوحدة
الطول (*Length*)-L-	*Meter*	*m*
القوة (*Force*)-F-	*Kilo pound*	*Kp*
الزمن (*Time*)-T-	*Second*	*s*
درجة الحرارة (*Temperature*)	*Degree*	deg

4) **الجملة الدولية** (*International System of Units*) أو باختصار (*SI*): الواحدات الأساسية المتفق عليها في هذا النظام هي تلك الواحدات التي تحدد قيمتها دون ارتباط بالواحدات الأخرى.

الكمية الفيزيائية (البعد)	الوحدة الأساسية	رمز الوحدة
الطول (*Length*)-L-	*Meter*	*m*
الكتلة (*Mass*)-M-	*Kilogram*	*Kg*
الزمن (*Time*)-T-	*Second*	*s*
درجة الحرارة (*Temperature*)	*Kelvin, Degree*	*K*, deg
شدة التيار الكهربائي (*Current*)	*Ampere*	*A*
شدة الإضاءة (*Luminous Intensity*)	*Candela*	*cd*
عدد الجزيئات (*Number of particles*)	*Mole*	*mol*

الجدول (1.1)، الواحدات الأساسية (غير المرتبطة) في الجملة الدولية.

5) **الجملة الأمريكية (التجارية)** (*U.S. Customary Units*): وتستخدم الكميات الفيزيائية التالية:

الكمية الفيزيائية (البعد)	الوحدة الأساسية	رمز الوحدة
الطول (*Length*)-L-	*Foot*	*ft*
القوة (*Force*)-F-	*Pound*	*lb*
الزمن (*Time*)-T-	*Second*	*s*

F°	*Fahrenheit*	درجة الحرارة (*Temperature*)
R°	*Rankine*	درجة الحرارة المطلقة

- **العلاقات بين درجات الحرارة:**

$$R^{\circ} = F^{\circ} + 460$$
$$F^{\circ} = 1.8\ ^{\circ}C + 32$$
$$R^{\circ} = 1.8\, K^{\circ}$$
$$K^{\circ} = C^{\circ} + 273$$

- **مقارنة لبعض القيم بين الجملة الأمريكية والجملة الدولية:**

SI. Units	*U.S. Customary Units*	الكمية الفيزيائية (البعد)
0.3048 *m*	1 *ft*	الطول (*Length*)
1.609 *Km*	1 *mil*	
2.54 *cm*	1 *in*	
14.59 *Kg*	1 *slug*	الكتلة (*Mass*)
6.452 cm^2	1 in^2	المساحة (*Area*)
0.0929 m^2	1 ft^2	
$C^{\circ} = (F^{\circ} - 32)/1.8$	$F^{\circ} = 1.8\ ^{\circ}C + 32$	درجة الحرارة (*Temperature*)
$K^{\circ} = C^{\circ} + 273$	$R^{\circ} = F^{\circ} + 460$	
4.448 *N*	1 lb_f	القوة (*Force*)
0.3048 *m/s*	1 *ft/s*	السرعة (*Velocity*)
16.39 cm^3	1 in^3	الحجم (*Volume*)
0.0283 m^3	1 ft^3	
10^5 *pa*=1 *bar*	14.5 *psi*	الضغط (*Pressure*)

تسمى واحدات القياس الناتجة على أساس الواحدات غير المرتبطة فيما بينها بواسطة الصيغ التي تعبر عن القوانين الفيزيائية بالواحدات المشتقة، فعند تكوين الواحدة المشتقة لكمية فيزيائية ما يجب أن تحول الصيغة التي تحدد هذه الكمية بدلالة كميات

أخرى بحيث تدخل في هذه الصيغة تلك الكميات فقط التي تقاس بواسطة الواحدات الأساسية في الجملة الدولية للواحدات.

لنفترض على سبيل المثال أنه يلزم تحديد واحدة قياس القوة (واحدة مشتقة) بواحدات الجملة الدولية.

فحسب القانون الثاني لنيوتن يمكن أن نكتب:

$$F = m \cdot a \qquad (1.1)$$

حيث إنَّ m كتلة الجسم المتحرك تحت تأثير القوة F بتسارع قدره a.

فمن الواضح أنه في المعادلة (1.1) تكون للكتلة m فقط وحدة قياس غير مرتبطة (انظر الجدول (1.1))، فإذا اعتبرنا أن الحركة متسارعة بانتظام فعندئذ يكون:

$$a = \frac{\mathrm{v}}{t} \text{ ، } \mathrm{v} = \frac{\mathrm{L}}{t} \qquad (1.2)$$

حيث إنَّ v : السرعة، t : الزمن و L : مسافة التحرك.

وعندئذ يكون:

$$a = \frac{\mathrm{L}}{t^2} \qquad (1.3)$$

بتعويض العلاقة (1.3) بالمعادلة (1.1)، نحصل على المعادلة التالية:

$$F = m \cdot \frac{\mathrm{L}}{t^2} \qquad (1.4)$$

يمكن في المعادلة الأخيرة تحديد جميع الكميات الفيزيائية الموجودة بواسطة الواحدات الأساسية للقياس، فباعتبار أنه في هذه المعادلة:

$$m = 1\,Kg \text{ ، } \mathrm{L} = 1\,m \text{ ، } t = 1\,\mathrm{s}$$

فنحصل على واحدة القوة:

$$1\ unit\ of\ Force=\frac{1(Kg)\cdot 1(m)}{(1s)^2}=1\frac{Kg\cdot m}{s^2}=1N\,(Newton)$$

وبهذا يمكن تعريف الوحدة المشتقة للقوة التي حصلنا عليها وهي 1 نيوتن على أنها القوة التي تكسب الجسم الذي كتلته ($1\ Kg$) تسارعاً قدره ($1\ m/s^2$).

وفي بعض الأحيان يكون مقياس الوحدات المشتقة والأساسية غير مناسب للحسابات والقياسات العملية، لذلك نلجأ في بعض الحالات إلى تكوين واحدات مضاعفة أو جزئية بواسطة ضرب أو قسمة الواحدات الأساسية على عدد مضاعف للعدد عشرة. وتكون تسميات هذه الواحدات الجديدة مع الأخذ بعين الاعتبار تسمية البادئات المبينه في الجدول (1.2).

بادئات الواحدات	علاقتها بالواحدة الأساسية	رمز الوحدة
تيرا (*tera*)	10^{12}	T
جيجا (*giga*)	10^{9}	G
ميغا (*mega*)	10^{6}	M
كيلو (*kilo*)	10^{3}	K
هكتو (*hecto*)	10^{2}	h
ديكا (*deca*)	10	da
ديسي (*deci*)	10^{-1}	d
سنتي (*centi*)	10^{-2}	c
ميللي (*milli*)	10^{-3}	m
ميكرو (*micro*)	10^{-6}	μ
نانو (*nano*)	10^{-9}	n
بيكو (*pico*)	10^{-12}	p

الجدول (1.2)، بادئات لتكوين الواحدات المضاعفة والجزئية.

وقد اصطلح على اعتبار واحدة الضغط في الجملة الدولية 1 باسكال (pa) وتساوي هذه الواحدة الضغط الناتج عن قوة مقدارها ($1N$) موزعة بانتظام على سطح مساحته ($1m^2$).

$$\frac{N}{m^2}=\frac{Kg\cdot m}{m^2\cdot s^2}=\frac{Kg}{m\cdot s^2}=Pa$$

وبما أن هذه الواحدة صغيرة جداً فمن المناسب استخدامها في حالة قياس الضغوط الصغيرة، أما عند قياس الضغوط المتوسطة والكبيرة فتستخدم الواحدات المضاعفة: كيلو باسكال ($\mathrm{K}Pa$) وميغا باسكال ($\mathrm{M}Pa$).

إضافة إلى الواحدات الأساسية المشتقة وفي الجملة الدولية تستخدم بعض الواحدات الأخرى (الجدول (1.3)). ومن هذه الواحدات على سبيل المثال يمكن أن نذكر درجة الحرارة المئوية (*Centigrade Degree*) التي تستخدم لقياس درجة الحرارة الترموديناميكية وفرق درجات الحرارة.

الكمية الفيزيائية	الوحدة	ما يعادلها في الجملة الدولية
الكتلة (*Mass*)	*Ton*	$1000\,Kg$
الزمن (*Time*)	*Minute*	$60\ s$
	Hour	$3600\ s$
	Day	$86400\ s$
الحجم (*Volume*)	*Liter*	$1\cdot10^{-3}\ m^3$
العمل (*Work*)	*Kilowatt-Hour*	$3{,}6\cdot10^{6}\ J$