الفصل الرابع

أصول التعامل لغويًا مع بعض الجوانب العلمية فى البحوث والرسائل

نتطرق فى هذا الفصل إلى أصول المنهج العلمى فى التعامل مع وحدات القياس والاختصارات والرموز، وفى طريقة تناول بعض الأمور العلمية عند الكتابة عنها، وبالرغم من تنوع تلك الأمور، إلا أن المذكور منها فى هذا الفصل يُركز - بحكم التخصص - على الجوانب الزراعية. والفائدة التى أرجو أن يحصل عليها القارئ من هذا الفصل أن يستقر فى وجدانه أن التعبير عن الأمور العلمية يخضع لقواعد ثابتة يُحددها المتخصصون فى تلك العلوم، وهى قواعد يتعين على كل من يتصدى للكتابة عنها الإلمام بها.

وحدات القياس

نولي وحدات القياس units of measurements - التى تستخدم فى تسجيل القياسات - عناية خاصة، نظرًا لأهميتها البالغة فى البحث العلمى. كذلك تولى الدوائر والدوريات العلمية اهتماما بالغا بموضوع التوحيد القياسى بين شتى العلوم والتخصصات فى جميع المجالات العلمية، حيث تقر وتوصى باستخدام ما يعرف بالنظام الدولى للوحدات فى كل البحوث المنشورة.

فى البداية .. كانت لكل دولة أو منطقة جغرافية وحدات القياس الخاصة بها، والتى تعرف بوحدات القياس المحلية. وكانت تلك الوحدات تستخدم فى المجالات العلمية، فضلاً على استخدامها فى أمور الحياة العادية. ومع البلبلة التى يحدثها تنوع وحدات القياس التى يستعملها مختلف الباحثين فى شتى أرجاء العالم ظهرت الحاجة الماسة إلى توحيد القياس، حيث كان الاتجاه إلى إقرار النظام المترى metric system فى كافة القياسات العلمية نظرًا لسهولته ومرونته.

انتشر استخدام النظام المترى للقياس فى معظم الدوريات العلمية منذ بداية السبعينيات من القرن الماضى. وعندما كانت وحدات القياس المحلية تختلف عن النظام

المترى .. وكذلك عندما كانت وحدات القياس التى استخدمت فعلا – فى البحوث المقدمة للنشر – غير مترية .. كانت وحدات القياس المحلية أو غير المترية تذكر بين قوسين بعد القيمة المترية المقابلة لكل قياس. ومازالت هذه الطريقة متبعة عند الإشارة إلى نتائج دراسات سابقة لم يستخدم فيها النظام المترى للقياس؛ فمثلا .. يكتب:

'plants were spaced 29.4 cm (12 inches) apart'.

'temperature was maintained at 20 $\mathring{C}$ (68 $\mathring{F}$)'.

ومع الرغبة فى مزيد من التوحيد لوحدات القياس المستخدمة فى المجالات العلمية على المستوى الدولى .. كان الاتجاه فى السنوات الأخيرة نحو النظام الدولى للوحدات Système International d'Unités، أو ما يعرف اختصارًا فى الإنجليزية بالـ SI system، وتتطلب معظم الدوريات العلمية البارزة من الباحثين الذين يتقدمون لنشر بحوثهم فيها ضرورة اتباع هذا النظام. ولكن – وإلى أن يصبح هذا النظام مطبقا على نطاق واسع فى كل الدوريات العلمية – يفضل عند استخدام وحدات القياس الدولية غير المعروفة جيدا من قِبَل الكثيرين أن يذكر مكافئها المترى بين قوسين بعد القيمة بنظام الوحدات الدولية.

وحدات القياس المحلية

اختفت وحدات القياس المحلية – أو كادت – من جميع الدوريات والكتب العلمية، وظهر جيل جديد من الباحثين يجهل مدلولات تلك الوحدات. وليس من أهدافنا فى هذا الكتاب إحياء تلك الوحدات، ولكن هدفنا هو تعريف الباحثين الجدد بالقيم المترية لتلك الوحدات؛ ليمكنهم إجراء التحويلات المناسبة عند قراءتهم لها فى البحوث أو الكتب المنشورة قبل السبعينيات من القرن الماضى. ولن يمكن – بطبيعة الحال – ذكر جميع وحدات القياس المحلية المستعملة فى مختلف أنحاء العالم. ولكن يمكن لمن يرغب فى مزيد من الاطلاع فى هذا الموضوع الرجوع إلى مطبوعات الأمم المتحدة UN Publication ١٩٦٦) بهذا الخصوص.

وللتعرف على وحدات القياس المحلية المصرية (التى مازال بعضها مستعملاً) والأمريكية والبريطانية الخاصة بالموازيين، والأطوال، والمكاييل والأحجام، والسطوح أو المساحات، وكيفية إجراء التحويلات فيما بينها، وكذلك بينها وبين وحدات النظام المترى المقابلة لها .. يراجع ملحق رقم (٤).

كما نقدم فى ملحق رقم (٥) وحدات القياس الأخرى الأمريكية والبريطانية المستخدمة فى المجالات البحثية (غير الموازيين والأطوال والمكاييل والأحجام والسطوح والمساحات)، وكيفية إجراء التحويلات فيما بينها، وكذلك بينها وبين وحدات النظام المترى المقابلة لها.

وهناك وحدات محلية أمريكية وبريطانية مازالت – حتى الآن – مستعملة على نطاق واسع، رغم أنها ليست من النظام المترى، مثل وحدة سعة ثقوب المناخل، حيث تستخدم فى الدراسات مناخل تُحدد سعة ثقوبها بالـ mesh size، وهو رقم يُحِدد عدد الثقوب فى كل بوصة طولية من المنخل. ويتعين فى الدراسات العلمية تحديد سعة الثقوب بالملليمتر لكل mesh size، وهى كما يلى:

الـ mesh size (عدد الثقوب فى كل بوصة طولية)	قطر الثقب الواحد (مم)
٤	٤,٧٦
٨	٢,٣٨
٩,٢	٢,٠٠
١٢,٠	١,٤١
١٧,٢	١,٠٠
٢٠,٠	٠,٨٤
٣٠,٠	٠,٥٤
٤٠,٠	٠,٤٠
٦٠,٠	٠,٢٥
٨٠,٠	٠,١٨
١٠٠,٠	٠,١٥
١٤٠,٠	٠,١٠
٣٠٠,٠	٠,٠٥

وتجدر الإشارة إلى أن حاصل ضرب عدد الثقوب لكل بوصة طولية فى قطر الثقب الواحد بالملليمتر يقل عن البوصة (٢.٥٤ سم)؛ لأن خيوط أو أسلاك المنخل تشغل جزءا من تلك البوصة.

وحدات القياس المترية ومشتقاتها

كان النظام المترى metric system لوحدات القياس هو النظام المفضل فى المجالات العلمية. واستمر العمل به منذ بداية سبعينيات القرن العشرين حتى عهد قريب حينما بدأ الاتجاه نحو النظام الدولى. ويتميز النظام المترى ببساطته ومرونته. وهو نظام فرنسى.

وتبعًا لهذا النظام فإن وحدات القياس الرئيسية كما يلى:

١ – المتر meter للمسافة الطولية. ويعرف المتر بأنه طول قضيب المتر الأصلى الدولى. كما يعرف أيضًا بأنه طول ١٦٥٠٧٦٣.٧٠ موجة ضوئية من الخط البرتقالى – الأخضر للكربتون ٨٦ Krypton 86.

٢ – الآر are (١٠٠ م^2) للمساحة.

٣ – اللتر liter (٠.٠٠١ م^3) للحجم. ويعرف اللتر بأنه الحجم الذى يشغله كيلوجرام واحد من الماء النقى عند ٣.٩٨°م (وهى الدرجة التى يبلغ عندها الماء أقصى كثافة له)، و ٧٦٠ مم ضغط جوى. ويعادل اللتر ١٠٠٠.٠٢٧ سم^3.

٤ – الجرام gram. ويعرف الجرام بأنه جزء من ألف جزء من وحدة الكيلوجرام الأصلية المصنوعة من البلاتين (platinum-rdium) والمحفوظة فى Sèvres. ويلاحظ أن الجرام يعادل كتلة ١.٠٠٠٠٢٧ سم^3 من الماء النقى عند ٣.٩٨°م، و ٧٦٠ مم ضغط جوى.

وتشتق جميع الوحدات المترية الأخرى من الوحدات الرئيسية بإضافة البادئات prefixes التالية إليها كما يلى:

مضاعفات وأجزاء الوحدة	البادئة	نطقها بالإنجليزية	نطقها بالعربية	رمزها
$1,000,000,000,000=10^{12}$	tera	ter'a	تيرا	T
$1,000,000,000=10^{9}$	giga	ji'ga	جيجا	G
$1,000,000=10^{6}$	mega	meg'a	ميجا	M
$1,000=10^{3}$	kilo	kil'o	كيلو	k
$100=10^{2}$	hecto	hek'to	هكتو	h
$10=10$	deka	dek'a	ديكا	dk
	{the unit=one}		[الوحدة=١]	
$0.1=10^{-1}$	deci	des'i	ديسى	d
$0.01=10^{-2}$	centi	sen'ti	سنتى	c
$0.001=10^{-3}$	milli	mil'i	ملى	m
$0.000\ 001=10^{-6}$	micro	mi'kro	ميكرو	μ
$0.000\ 000\ 001=10^{-9}$	nano	nan'o	نانو	n
$0.000\ 000\ 000\ 001=10^{-12}$	pico	pe'co	بيكو	p
$0.000\ 000\ 000\ 000\ 001=10^{-15}$	femto	fem'to	فمتو	f
$0.000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 001=10^{-18}$	atto	at'to	أتو	a

يلاحظ أن البادئات تيرا، وجيجا، وميجا هى – فقط – التى تكون رموزها بحروف كبيرة.

ونذكر – فيما يلى – بعض القياسات المترية (أطوال وأقطار) كأمثلة عملية تهم الباحثين:

١ – تتراوح أقطار الجزيئات فى المحاليل الحقيقة true solutions بين ٠,١ و ١,٠ نانوميتر (مللى ميكرون). لا تُرى هذه الجزيئات بالمجهر الضوئى، وتمر من خلال ورق الترشيح العادى.

٢ – تتراوح أقطار الجزيئات فى المحاليل الغروية colloidal solutions بين ١٠ و ١٠٠ نانوميتر (مللى ميكرون). تُظهر هذه الجزيئات حركة براونية Brownian movement.

٣ – تتراوح أقطار جزيئات المعلقات والمستحلبات بين ميكرميتر (ميكرون) واحد ومليمتر واحد، وهى تتميز بما يلى:

أ – تُرى بالمجهر الضوئى.

ب – لا تمر من خلال ورق الترشيح العادى.

جـ – لا تُظهر حركة براونية.

٤ – تكون حدود رؤية المجهر الضوئى ١٠ نانوميتر (مللى ميكرون)، بينما تكون حدود رؤية ميكرسكوب الأشعة فوق البنفسجية ١٠٠ نانوميتر.

٥ – لا تمر الأجسام التى يزيد قطرها على نانوميتر (مللى ميكرون) واحد من الـ ultra filters، بنما تتراوح ثقوب فلتر شمبرلاند Chamberland filter بين ٢٠٠ و ٤٠٠ نانوميتر، وتتراوح ثقوب ورق الترشيح بين ١٥٠٠ و ٢٢٠٠ نانوميتر.

٦ – تتراوح أقطار الخلايا البكتيرية بين ٥٠٠ و ١٢٠٠ مللى نانوميتر.

٧ – تبدأ الحركة البراونية للأجسام عندما يبلغ قطر الجزيئات ٥٠٠٠ نانوميتر.

النظام الدولى لوحدات القياس

أقر المؤتمر الدولى العام للموازين والمقاييس General Conference of Weights and Measures – الذى عقد عام ١٩٦٠ – اتباع نظام دولى موحد لوحدات القياس الذى يعرف فى الإنجليزية باسم Standard International System of Units (يكتب اختصارًا: SI system)، وفى الفرنسية باسم Systeme International D'Units (يكتب اختصارًا: SI units).

بدأ استخدام النظام الدولى لوحدات القياس فى الدوريات العلمية منذ ستينيات القرن العشرين، ولكنه لم ينتشر على نطاق واسع إلا فى منتصف الثمانينيات تقريبًا، حينما أصبحت معظم الدوريات العلمية تشترط الالتزام به فى جميع القياسات.

إن النظام الدولى للوحدات لا يضيف إلى النظام المترى، ولا يعقده، ولا يغير فيه بأية طريقة، كما أنه ليس نظامًا جديدًا للقياس كما يعتقد البعض .. إنه ببساطة ليس أكثر من اختيار وحدات قياس معينة من النظام المترى؛ بحيث تُمَثِّل كل واحدة من القيم الفيزيائية الرئيسية بوحدة قياس واحدة أساسية. وتستخدم هذه الوحدات

الأساسية فى التوصل إلى جميع القيم الأخرى باستعمال معادلات بسيطة. وبذا .. يتبين الهدف الرئيسى من النظام الدولى؛ ألا وهو الحد من الالتباس الذى يترتب على استخدام وحدات قياس متنوعة، على أمل القضاء على ذلك الالتباس نهائيا. وبالرغم من ذلك .. فإن النظام الدولى لا يعد كاملاً، ولا يخلو من الأمور التى مازالت مثار جدل بين العلماء.

ترجع نشأة النظام الدولى لوحدات القياس إلى عام ١٩٤٨ حينما كوَّن المؤتمر العام التاسع للموازين والمقاييس 9th Conférence Général des Poids et Mesures لجنة لتطوير قواعد مبسطة لاستعمال وحدات القياس المترية، ولوضع أسس عامة لرموز الوحدات، وإعداد قائمة بالوحدات ذات الأسماء الخاصة. وقد اعتُمد النظام الذى اقترحته اللجنة فى المؤتمر العام العاشر فى عام ١٩٥٤. ثم أُقِرَّت المسميات والاختصارات التى تشكل الآن معظم ما يعرف بالنظام الدولى للوحدات فى المؤتمر العام الحادى عشر فى عام ١٩٦٠.

وحدات القياس فى النظام الدولى

يعد النظام الدولى للوحدات بسيطا للغاية؛ حيث تعتمد وحدات قياس جميع القيم الفيزيائية على سبع وحدات أساسية مستقلة ووحدتين مكملتين (جدول ٤-١).

جدول (٤-١): الوحدات الأساسية والوحدات المكملة لقياس القيم الفيزيائية فى النظام الدولى للوحدات.

القيم الفيزيائية	وحدة القياس	رمز الوحدة
الوحدات الأساسية		
الطول length	المتر meter	m
الكتلة mass	الكيلوجرام kilogram[1]	kg
الوقت time	الثانية second	s
التيار الكهربى electrical current	الأمبير ampere	A
الحرارة thermodynamic temperature	الكلفن kelvin	K
كمية المادة amount of substance	المول mol	mol
شدة الإضاءة luminus intensity	الشمعة candela	cd

تابع جدول (٤-١).

القيم الفيزيائية	وحدة القياس	رمز الوحدة
الوحدات المكملة		
الزاوية المستوية plane angle	الراديان radian	rad
الزاوية المجسمة solid angle	الاستيراديان steradian	sr

(١) إن الهجاء المتفق عليه فى النظام الدولى للوحدات لهذه الكلمة هو kilogramme، وليس kilogram، وكذلك gramme وليس gram.

ونادرا ما يعد الخروج عن تلك الوحدات الأساسية أمرا مقبولاً، ولا يُقَرُّ ذلك إلا فى حالات خاصة. فمثلا .. لا تكون الثانية - وهى وحدة قياس الزمن الأساسية - عملية دائمًا، ويكون من المقبول - بل من المتوقع - استخدام الوحدات الأخرى (مضاعفات الثانية)؛ مثل الساعة، واليوم، والسنة ... إلخ. كذلك تستخدم درجة الحرارة السلسس Celsius (C) كبديل لدرجة الحرارة الكلفن Kelvin (K)، بالرغم من أن الأخيرة هى وحدة القياس الدولية.

ويتم التوصل إلى جميع الوحدات الأخرى الفيزيائية والكيميائية - غير الوحدات الأساسية والمكملة - باستخدام وحدتين أساسيتين أو أكثر معًا فى معادلة بسيطة. فمثلا .. نجد أن السرعة هى المسافة (أو الطول) فى وحدة الزمن، ويعبر عنها بالمتر فى الثانية meters per second (أو $m \cdot s^{-1}$).

كذلك يعرف التوصيل الحرارى k بأنه الحرارة التى تنتقل فى وحدة الوقت خلال عينة من المادة بطول معين ومساحة مقطع معينة حينما يحافظ على فرق قدره وحدة حرارة واحدة بين الأسطح المتقابلة لتلك المادة؛ وبذا .. فإن:

$$K = J \cdot s^{-1} \cdot m^{-2} k^{-1}$$

ولعديد من الوحدات المشتقة من الوحدات الأساسية (أى التى يتم التوصل إليها باستخدام وحدتين أساسيتين أو أكثر معًا بمعادلة بسيطة) أسماء خاصة معتمدة فى النظام الدولى؛ مثل وحدة سيمنز simens (تعطى الرمز S) للتوصيل، ووحدة جوّل joule (تعطى الرمز J) للطاقة (جدول ٤-٢).

يتم التوصل إلى الوحدات ذات الأسماء الخاصة من الوحدات السبع الأساسية، بالرغم من أن الاشتقاق ربما لا يكون واضحا. فمثلا .. نجد أن النيوتن newton هى القوة التى تُعْطِى وحدة الكتلة تسارعًا، وهى التى تعطى تغيرًا فى السرعة acceleration مقداره وحدة مسافة لكل ثانية لكل ثانية؛ وبذا فإن الاشتقاق $kg{\cdot}m{\cdot}s^{-2}$ يبدو واضحًا.

جدول (٤-٢): وحدات النظام الدولى المشتقة من الوحدات الأساسية بمعادلات بسيطة تعتمد على اثنين أو أكثر من الوحدات البسيطة.

القيمة الفيزيائية	الوحدة	الرمز	القيمة المكافئة بالوحدات الدولية	التعريف بالنظام الدولى للوحدات
الجرعة المتصة absorbed dose	جراى gray	Gy		$J{\cdot}kg^{-1}$
السعة capacitance	فاراد farad	F	CV^{-1}	$kg^{-1}m^{-2}s^4A^2$
التوصيل conductance	سيمنز siemens	S	Ω^{-1}	$kg^{-1}m^{-2}s^3A^2$
معدل التحلل أو التحطم بكويريل bequerel disintegration rate		Bq		$1{\cdot}s^{-1}$
الشحنة الكهربائية electrical charge	كولومب coulomb	C		A s
الجهد الكهربائى electrical potential	فولت volt	V	JC^{-1}	$kg\ m^2s^{-3}A^{-1}$
الطاقة energy	جوّل joule	J	Nm	m^2kgs^{-2}
القوة force	نيوتن newton	N	Jm^{-1}	$kg{\cdot}m{\cdot}s^{-2}$
الإضاءة illumination	لكس lux	lx	$lm\ m^{-2}$	$m^{-2}cd\ sr$
المحاثّة inductance	هنرى henry	H		$V{\cdot}s{\cdot}A^{-1}$
التدفق الضيائى luminous flux	ليومن lumen	lm		$cd{\cdot}sr$
التدفق المغناطيسى magnetic flux	وبر weber	Wb		$V{\cdot}s$
كثافة التدفق المغناطيسى magnetic flux density	تسلا tesla	T		$Wb{\cdot}m^{-2}$
الضغط pressure	باسكال pascal	Pa	Nm^{-2}	$kg\ m^{-1}s^{-2}$
القوة (الكهربائية) power	واط watt	W	Js^{-1}	$kg\ m^2s^{-3}$
المقاومة resistance	أوهم ohm	Ω	VA^{-1}	$kg\ m^2s^{-3}A^{-2}$
الحجم	لتر liter	l		dm^3
التردد frequency	هرتز hertz	Hz		s^{-1}

ولكن اشتقاق وحدات أخرى – مثل وحدة الطاقة (الجول joule) – ربما لا يبدو واضحا. إن وحدة الطاقة هى مقدار الشغل المبذول عند ممارسة وحدة قوة خلال وحدة مسافة فى اتجاه القوة؛ أى إن الجول يعادل نيوتن/متر N·m؛ وبذا تكون معادلة الاشتقاق هى $(kg·m·s^{-2})/m$.

أما معدل الوقت لأداء الشغل معبرًا عنه بالواط فهو الطاقة فى وحدة الوقت $J·s^{-1}$ أو $N·m·s^{-1}$، وهو يعتمد على الوحدات الأساسية: الكيلوجرام، والمتر، والثانية.

ويستعان فى النظام الدولى للوحدات بسلسلة من الكلمات البادئة التى توفر مجالا من مقادير قيم الوحدات يتراوح من $١٠^{١٨}$ إلى $١٠^{-١٨}$، وهى ذاتها التى أسلفنا الإشارة إليها تحت النظام المترى للوحدات، مضافًا إليها المضاعفات $١٠^{١٥}$ للبيتا (ورمزها P)، و $١٠^{١٨}$ للإكسا (ورمزها E). وكما فى بادئات النظام المترى، فإن المضاعفات من $١٠^{٦}$ إلى $١٠^{١٨}$ تأخذ رموزها حروفًا كبيرة capital letters، بينما تأخذ رموز جميع المضاعفات الأخرى حروفًا صغيرة.

وفى النظام الدولى يقل كثيرًا استخدام البادئات ذات المضاعفات $١٠^{٢}$ (hecto). و $١٠^{١}$ (deca)، و $١٠^{-١}$ (deci)، و $١٠^{-٢}$ (centi)، لأنها ليست من البادئات القياسية فى النظام الدولى، ويقتصر استعمالها – غالبًا – على الحالات التى جرى العرف على استخدام تلك القيم فيها بالفعل.

وحدات القياس المسموح بها فى النظام الدولى وهى ليست منه

لقد استخدم عدد من الوحدات فى مجالات معينة منذ أمد بعيد؛ إلى درجة أنها اعتُمِدَتْ لاستخدامها مع الوحدات الدولية، وهى تلك المبينة فى جدول (٤–٣). كذلك يسمح باستخدام الساعة والسنة كوحدات للزمن.

فمثلا .. اعتمد استعمال الكيورى curie فى المؤتمر العام الثانى عشر للموازين والمقاييس – فى عام ١٩٦٤ – كوحدة للنشاط الإشعاعى، إلى أن يتعود العاملون فى هذا المجال على الوحدة الجديدة Becquerel التى اعتمدت فى عام ١٩٧٥.

جدول (٤-٣): الوحدات التى اعتمد استعمالها مع الوحدات الدولية، ولكنها ليست جزءاً منه.

الوحدة	الرمز	القيمة
الميل البحرى nautical mile	$n{\cdot}m^{-1}$	1852 m
العقدة knot	kn	$1.852\ km{\cdot}hr^{-1}$
الهكتار hectare	ha	$10^4\ m^2$
المللى بار millibar	mbar	10^2 Pa
الكيورى curie	Ci	37 GBq
الرونتجن rontegen	R	2.58×10^{-4} C/kg
الطن ton	t	10^3 kg

هذا .. ويقتصر استعمال اللتر - كوحدة حجم - على الغازات والسوائل، والطن على الاستخدام التجارى، والهكتار على مساحات الأراضى والمساحات المغمورة بالمياه.

وكما أسلفنا .. يسمح باستخدام درجة الحرارة المئوية $^{\circ}C$ بدلاً من الكلفن K، ووحدات الزمن بالدقيقة والساعة واليوم ... إلخ بدلاً من الثانية s.

وحدات القياس التى أُلغيت، ومكانئاتها فى النظام الدولى

تبعا للنظام الدولى فقد أُلغى استعمال عديد من وحدات القياس التى كانت معروفة وشائعة الاستخدام بين الباحثين؛ مثل الكالورى، والميكرون، والأنجستروم ... إلخ. ويعطى جدول (٤-٤) قائمة موجزة بهذه الوحدات التى يتعين عدم استخدامها هى وأمثالها من الوحدات الملغاة.

ونؤكد فيما يلى بعض التعديلات - التى أدخلها النظام الدولى للوحدات - على بعض وحدات القياس التى كانت شائعة الاستعمال:

١ - التركيزات:

كانت تستعمل المولالية molality (التى كانت تأخذ الرمز m) للدلالة على عدد مولات moles المادة المُذابة فى ١٠٠٠ جم من المادة المُذيبة. ومن الواضح أن الرمز m

للمولالية يمكن أن يختلط مع الرمز m للمتر؛ ولذا .. فقد توقف استعمال كل من مصطلح المولالية ورمزه؛ ليستخدم مكانهما التركيز بالوحدات الدولية، حيث إن:

1 molal solution = mol kg^{-1}

جدول (٤-٤): أمثلة لبعض الوحدات التى كانت شائعة الاستخدام ويحظر استخدامها فى النظام الدولى.

القيمة الفيزيائية	الوحدة	القيمة والوحدات المقابلة فى النظام الدولى
الطاقة energy	كالورى calorie	4.184 J
الطاقة	وحدة حرارية بريطانية Btu	1054.35 J
الطاقة	إرج erg	10^{-7} J
القوة force	داين dyne	10^{-5} N
التدفق المغناطيسى magnetic flux	ماكسويل maxwell	10^{-8} Wb
الطول	ميكرون micron	1 μm
الطول	ملى ميكرون millimicron	1 nm
الطول	أنجستروم angstrom	0.1 nm
الإضاءة luminace	استلب stilb	10^{4} cd·m^{-2}
التوصيل conductance	موه mho	1 S
كثافة تدفق الفوتونات photon flux density	أينشتين einstein	1 mol
الضغط الجوى	أتموسفير atmosphere (٧٦٠ مم زئبق)	101325 Pa
الحرارة [i]	سنتيجراد (°C) centigrade	(t°C + 273) K
التردد frequency	cycles/second	1 Hz
	(G) gauss	10^{-4} T
التركيز	مولار (M=1 mole l^{-1})	1 mol dm^{-3}
	pound-force/sq in. (lb f in^{-2})	6894.76 Pa

أ - تُستثنى درجة الحرارة من ذلك الحظر، حيث يسمح باستخدام الدرجة المئوية (°C) كبديل للكلفن K.

كذلك كانت تستعمل المولارية molarity (التى كانت تأخذ الرمز M)؛ للدلالة على عدد مولات المادة المذابة فى لتر من المحلول. ومن الواضح أن الرمز M للمولارية يمكن أن يختلط مع الرمز M للبادئة mega؛ ولذا .. فقد توقف استعمال كل من مصطلح

المولارية ورمزه؛ ليستخدم مكانهما التركيز بالوحدات الدولية؛ حيث إن:

1 molar solution $= 10^3$ mol m^{-3}
$= 1$ kmol m^{-3}
$= 1$ mol $dm^{-3} = 1$ mol l^{-1}
1 μmol/ml = 1 μmol cm^{-3}

٢ – القوة Force:

إن وحدة القوة فى النظام الدولى للوحدات هى النيوتن (N)؛ وتبعا لذلك تلغى وحدة الداين dyne التى كانت شائعة الاستعمال؛ علما بأن:

1 dyne = 10^{-5} N

٣ – الضغط:

الباسكال pascal (Pa) هى وحدة الضغط فى النظام الدولى؛ حيث إن:

1 Pa = 1 Nm^{-2}

وتبعا لذلك .. تُلغى جميع وحدات الضغط الأخرى وتحول إلى مكافئاتها فى النظام الدولى للوحدات، كما يلى:

1 lbf/in^2 = 6894.76 Pa
1 mmHg = 133.322 Pa
1 millibar = 100 Pa
1 atm. = 101325 Pa

٤ – الطاقة:

الجول joule (J) هى وحدة الطاقة فى النظام الدولى، وبذا تحول جميع وحدات الطاقة الأخرى – التى كانت شائعة الاستعمال – إلى مكافئاتها بالجول؛ كما يلى:

1 erg $= 10^{-7}$ J
1 liter-atm. = 101.328 J
1 calorie = 4.184 J

٥ – الإضاءة illumination:

إن الوحدة الدولية للإضاءة هى اللكس lux (lx)؛ وبذا .. تحول الوحدات الأخرى إلى نظائرها باللكس؛ فمثلا:

1 foot candle = 10.7639 lx

٦ – وحدات متنوعة، ووضعها فى النظام الدولى، واستعمالاتها:

الرمز	ملاحظات بشأن استعماله
bar	لا يجب استعماله ويحول إلى مقابلة من الوحدات الدولية 1 bar = 0.1 MPa = 100 kPa
Bq	وحدة الـ Bacquerel وهى وحدة دولية مشتقة خاصة بالتحلل الإشعاعى / ثانية
°C	درجة الـ Celsius وهى مقبولة فى النظام الدولى على الرغم من أن الكلفن Kelvin (أو K) هى الوحدة الدولية الأساسية للحرارة. لاحظ عدم وجود مسافة خالية بين علامة الدرجة ورمز السلسس، ولكن توجد مسافة خالية واحدة بين الرقم العددى للحرارة ورمز الدرجة؛ فيكتب – مثلا – 10 °C
Ci	الكيورى Curie، ولا يجب استعمالها، وتحول إلى الباكوريل، علمًا بأن: $1\ Ci = 3.7 \times 10^{10}\ Bq$
cfu/ml	يجب تعريفها عند ذكرها لأول مرة، وهى: colony-forming units per milliliter
cm^3	تساوى ١ مل 1 ml
d	يوم day (= ٨٦٤٠٠ ثانية). يقبل استعمال اليوم مع النظام الدولى فى الفترات الطويلة.
Dd	دالتون Dalton. يستخدم كبديل لها الوحدة الدولية u، وهى الوحدة الموحدة للكتلة الذرية unified atomic mass unit، وهى تساوى وحدة الدالتون تمامًا، مع ضرورة تعريف u (حرف u وليس ميكرو μ) عند استخدامه لأول مرة.
dm	ديسيميتر decimeter، وهى وحدة دولية تعادل 10^{-1} m.
dm^3	تعادل لتر واحد 1 l
dpm	التحلل الإشعاعى/دقيقة radioactive disintegrations per minute. لا يجب استعمالها، ولكن يستعمل الـ Bq.
$d\ S\ m^{-1}$	أو $dS \cdot m^{-1}$، هى decisimens per meter .. وحدة قياس التوصيل conductance فى النظام الدولى.
g	الجرام gram .. يسمح به فى النظام الدولى كوحدة كتلة mass، وليس كوحدة وزن weight.

(عن النشرة الإخبارية لجمعية علوم البساتين الأمريكية – العدد الثانى من المجلد الثانى عشر – فبراير ١٩٩٦).

قواعد الاستخدام الصحيح للوحدات

أولاً: الجانب اللغوى لاستخدامات جميع وحدات القياس

عند استخدام مختلف وحدات القياس يجب مراعاة ما يلى بشأن الجانب اللغوى:

١ – تعامل جميع قيم الوحدات التى تزيد على الواحد الصحيح بصيغة المفرد عند الإشارة إلى قياستها؛ فمثلاً يُقال: '10 kg per plot was added'.

٢ – لا تكتب وحدات القياس – أو رموزها – التى تميز سلسلة من الأرقام – إلاّ مع آخر رقم؛ فمثلاً يكتب 5, 10, and 15 cm، أو 15-20 °C .. وهكذا بالنسبة لمختلف وحدات القياس؛ مثل الموازين والمعدلات. أما النسب المئوية .. فإن الاتجاه يميل إلى تفصيل بيانها مع كل رقم؛ فيكتب – مثلاً – '1%, 5%, and 10%'.

٣ – تأخذ رموز وحدات القياس – دائمًا – صيغة المفرد (أى دون إضافة حرف s إليها) أيًا كان العدد الذى يسبقها؛ كما فى:

-3.0 °C -1.0 °C 0 °C 0.5 cm 1.0 kg 5.0 kg

٤ – تأخذ وحدات القياس صيغة المفرد كذلك (أى دون إضافة حرف s إليها) عندما تتراوح القيمة العددية للوحدة من ناقص واحد صحيح إلى واحد صحيح – فيما عدا قيمة الصفر – كما فى:

-1.0 meter -0.5 meter 0.5 meter 1.0 meter

٥ – ولكن وحدات القياس تأخذ صيغة الجمع (أى بإضافة حرف s الجمع إليها) عندما تكون القيمة العددية للوحدة صفرا، أو أكثر من الواحد الصحيح، أو أقل من ناقص واحد صحيح كما فى:

-1.5 atmosphers 0.0 kilograms 1.5 kilograms

2.0 kilograms

٦ – لا تُستعمل الشرطة المائلة slash (/) أو كلمة per (فكلاهما يحمل نفس المعنى) أكثر من مرة واحدة فى أى تعبير، مثل: 2 brushings / day per plant، ولكن أعد ترتيب الجملة كأن تكتب each plant was brushed twice daily، أو twice per day ... ويُفضل استعمال الشرطة المائلة فى التعبيرات الكلامية، مثل:

three berries/cluster

10 fruits/branch

ثانيًا: قواعد خاصة باستخدامات وحدات النظام الدولى

يتوقف الاستخدام الصحيح للنظام الدولى للوحدات على مراعاة القواعد التالية:

١ – تكتب جميع الوحدات إما كاملة، وإما باستعمال رموزها الصحيحة. فمثلا .. يعبر عن السرعة إما بالـ meters per second، وإما بالرموز m/s أو $m \cdot s^{-1}$، ولكن لا تجوز الإشارة إليها بـ .meters/sec.

وبالرغم من أن استعمال معظم الرموز أصبح مستقرًا .. إلا أن رمز اللتر مرّ بتغيرات بسبب الاختلاط بين الحرف الإنجليزى l والرقم ١؛ ولذا .. اعتُمِد فى مؤتمر الموازين والمقاييس عام ١٩٧٩ استعمال كلا الحرفين الصغير l والكبير L كرموز للتر، واستمرت الحال على هذا الوضع إلى أن اعتُمِد الحرف الصغير l فقط للتر فى المؤتمر الثامن عشر لعام ١٩٩٠.

هذا .. ويُحَّدد اللتر فى النظام الدولى للوحدات بأنه ديسمتر مكعب واحد (وليس ١,٠٠٠٠٢٨ ديسمترًا مكعبًا كما كان يعرف سابقا)؛ ولذا .. يفضل استخدام المتر المكعب كوحدة لقياس الحجم. وبالرغم من أن وحدة اللتر مازالت شائعة الاستعمال .. فإن بعض الدوريات تفضل التوقف عن استخدامها وكذلك التوقف عن استخدام كسور اللتر (مثل المليلتر) فى القياسات الدقيقة، على أن تحل محلها أجزاء المتر المكعب كما يلى:

1 liter (l) = 1 dm^3 = 10^{-3} m^3

1 milliliter (ml) = 1 cm^3 = 10^{-6} m^3

1 microliter (μ) = 1 mm^3 = 10^{-9} m^3

٢ – تبدأ أسماء جميع الوحدات بحرف صغير (إلا إذا جاءت فى بداية الجملة)، ولا يستثنى من تلك القاعدة سوى الوحدة سلسس Celsius التى تبدأ دائما بحرف كبير.

أما رموز الوحدات فإنها تبدأ جميعها بحرف صغير باستثناء الرموز المشتقة من أسماء أشخاص؛ مثل Newton، و Pascal، و Watt، و Joule ... إلخ؛ حيث تبدأ بحرف كبير.

٣ – تكتب جميع البادئات الدالة على مضاعفات بمقدار $١٠^{٣}$ أو أقل، وجميع الرموز

غير المشتقة من أسماء أعلام .. تكتب جميعها بحروفٍ صغيرة؛ وبذا يكون الرمز الصحيح للتعبير عن الـ megajoules هو MJ، ولكن يكون رمز الكيلوجرام kg.

وبينما لا تفصل مسافة خالية بين البادئة ورمز الوحدة .. فإن رموز الوحدات تفصل عن القيم العددية التى تسبقها بمسافة واحدة خالية؛ فمثلا .. يكتب 400 W وليس 400W. ولكن القيمة العددية تفصل عن الرمز بشرطة قصيرة عند استخدامهما معا كصفة؛ كما فى 400-W lamp.

٤ – لا تتغير الرموز عند استخدامها فى صيغة الجمع (فهى لا تكتب إلاّ فى صيغة المفرد؛ مثل 2.4 mol، وليس 2.4 mols)، بينما تتبع أسماء الوحدات قواعد اللغة وتوجد ثلاث وحدات فقط ليس لها صيغة جمع، وهى: اللكس lux، والهرتز hertz، والسيمنز siemens.

٥ – عندما يشتمل التعبير عن القيمة على وحدتين أو أكثر فإنه إما أن توضع نقطة مرفوعة بين كل وحدتين، وإما أن تترك بينهما مسافة واحدة خالية. وبرغم أن النقطة يجب أن تكون مرتفعة إلا أن شيوع استعمال الحاسوب جعل من المسموح به وضع النقطة على السطر، ولكن هذا الوضع يصحح عند الطباعة؛ حيث ترفع النقطة إلى أعلى.

٦ – قد يعبر عن القسمة أو التوافقية بين الوحدات إما بشرطة مائلة solidus (/)، كما فى J/s، وإما باستعمال علامة سالبة (تسمى غالبا علامة فوقية سالبة negative superscript)، مثل $J \cdot s^{-1}$. ولا يسمح فى أى تعبير سوى بشرطة مائلة واحدة؛ وبذا لا يجوز – مثلا – كتابة $W/m^2/sr$؛ حيث يكتب إما $W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$، وإما $W/m^2 \cdot sr$. ويبدو أن الاتجاه هو نحو استعمال الأسس السالبة، وخاصة حينما يحتوى المقام على وحدتين.

ولكن نجد من الأسهل الإبقاء على الشرطة المائلة عند قسمة قيمة فيزيائية على قيمة أخرى (مثل PV/RT)، وعند قسمة قيمة فيزيائية على وحدتها، كما فى:

$R/JK^{-1}\ mol^{-1} = 8.314$

٧ – يتوحد رمز البادئة مع رمز وحدة القياس الذى يأتى معها؛ فمثلا .. نجد أن $1\ mm^3$ قد تكتب $(10^{-3}\ m)^3$ أو $10^{-9}\ m^3$، ولكنها لا تكتب $10^{-3}\ m^3$. ويلاحظ أن رمز البادئة يتصل مع رمز وحدة القياس بدون وجود مسافة خالية بينهما؛ كما فى μmol، و nm، و kg ... إلخ.

٨ – يجب عدم استخدام البادئات المركبة؛ فمثلا .. يستبدل الميكرو ميكرو μμ (كما فى micromicrofarads أو μμF) بالبيكو p (كما فى picofarad، أو pF).

٩ – تستخدم بادئة واحدة فقط عند الإشارة إلى مضاعفات عشرية؛ فمثلا .. $\mu W \cdot cm^{-2}$ تستخدم بادئتين؛ هما μ، و c، ولا يعد ذلك صحيحا فى النظام الدولى. وتتصل البادئة عادة بالبسط، كما فى $uW \cdot m^{-2}$. وكقاعدة .. لا تتصل أية بادئات بوحدات المقام إلا عندما تكون وحدة المقام هى الكيلوجرام؛ كما فى $\mu mol \cdot kg^{-1}$.

١٠ – لا تجوز إضافة حروف أو أسماء إلى رمز الوحدة كوسيلة لإضافة معلومات عن وحدة القياس؛ فمثلاً .. لا تجوز كتابة $mg\ CO_2 \cdot dm^{-2} \cdot hr^{-1}$؛ فذلك غير صحيح لثلاثة أسباب؛ هى: أن إدخال CO_2 يعد إضافة معلومات إلى الوحدة؛ لأنه ليس وحدة قياس وهذا غير جائز، وأن المقام (الديسمتر) توجد به بادئة (الديسى) وهذا غير جائز كذلك. كما استخدمت الساعة كوحدة للزمن، بينما يتعين استخدام الثانية s كوحدة أساسية. هذا بالإضافة إلى أن الديسمتر لا يتبع التوصية الخاصة بتفضيل استعمال البادئات التى تعطى مضاعفات للقيم بمعامل ألف (Downs ١٩٨٨).

كما يمكن التعبير بأن: Dry mass yield was X $g \cdot d^{-1}$

وليس: X g dry mass/day

أو: X g dry $mass \cdot d^{-1}$

كذلك يمكن التعبير بأن: We applied the active ingredient (a.i.) at Y $g \cdot ha^{-1}$

وليس: We applied Y g a.i./ha

وبأن: Each plant received water at Z $g \cdot h^{-1}$

وليس: Irrigation was applied at Z g H_2O/h per plant

١١ – لا تنتهى رموز الوحدات فى النظام الدولى بنقطة إلا إذا جاءت بصورة طبيعية فى نهاية الجملة، كما لا يجوز استعمال النقطة كبديل لعلامة الضرب (×).

١٢ – يتعين استخدام النظام الدولى للوحدات فى جميع أجزاء البحث؛ فلا يُستخدم فى المتن نظام يختلف عن النظام الذى يُستخدم فى الجداول أو الأشكال؛ لأن ذلك يعنى – غالبا – إعادة تحضير الأجزاء المخالفة، مع ما يتطلبه ذلك من وقت وجهد ونفقات. فمثلا .. لا يوجد أى منطق فى الإشارة إلى المحصول – فى المتن – بالـ $t{\cdot}ha^{-1}$، وهو صحيح، بينما يشار إليه فى المحور الرأسى للأشكال بـ t/ha، وهو غير صحيح.

١٣ – تُهمل علامة الدرجة عند تسجيل الحرارة بالكلفن؛ فيكتب 273.15K، وليس 273.15 °K (عن W. J. Lipton ١٩٩٣ – الرسالة الإخبارية للجمعية الأمريكية لعلوم البساتين – العدد السادس من المجلد التاسع).

تسجيل القياسات

تتعدد كثيرًا نوعيات القياسات التى يقوم الباحثين بتسجيلها فى الدراسات العلمية، ونبين فى ملحق ٦ ما يتعين ملاحظته بشأن تسجيل بعض من تلك القياسات العامة التى يمكن أن تفيد فى أكبر عدد من التخصصات العلمية.

وإلى جانب ما أوردناه فى ملحق رقم ٦ بشأن كيفية تسجيل مختلف القياسات، فإنه من المناسب التأكيد على عدد من الأمور التى تكثر فيها الأخطاء فى هذا الشأن، ولكن يتعين – قبل ذلك – إعادة التذكير بمصطلحين لهما أهميتهما فى تسجيل القياسات، وهما المصطلحان: precesion، و accuracy.

يعبر المصطلح precesion عن مدى التباين بين القياسات فى مختلف مكررات الدراسة؛ أى مدى تقارب القيم المقيسة فى سلسلة من القياسات بنفس العشيرة.

أما مصطلح accuracy فهو يشير إلى مدى الاختلاف بين القيم المتحصل عليها بالقياس والقيم الحقيقية.

وبينما تتأثر الـ accuracy بدقة وسيلة القياس، فإن الـ precesion يتأثر بالعوامل المؤثرة فى التباينات بين القياسات.

وحدات القياس المحلية ليست بديلاً عن النظام المترى أو الدولى

يتعين دائمًا إعطاء البيانات وقياسات المواد المستخدمة بالنظام المترى أو الدولى، حتى بالنسبة للمواد، أو الأمور التى شاع كثيرًا الإشارة إليها بنظم أخرى للقياس، والتى من أمثلتها ما يلى:

١ – سمك أغشية البوليثيلين التى درجت الشركات المصُنّعة لها على تقديمها بالـ mils، علما بأن وحدة الـ mil = واحدًا من الألف من البوصة. إن سمك أغشية البوليثيلين يجب أن يكون دائمًا بالميكرون أو بالملليمتر.

٢ – سمك الأسلاك التى دُرج على بيانه بالجيج gauge، مثل جيج ٥، أو ٦ ... إلخ؛ فهذه القياسات لا معنى لها إلا للمشتغلين بهذه الأسلاك. إن سمك الأسلاك يجب أن يذكر دائمًا بالملليمتر.

٣ – سعة ثقوب المناخل التى يعبر عنها بالـ mesh؛ فيقال إن الغربال مقاس 30 mesh؛ أى يوجد فيه ٣٠ عينًا (فتحة) بكل بوصة طولية. إن فتحات الغربال يجب أن تبين مقاييسها بالنظام المترى.

٤ – المحصول بالنسبة للفدان أو الدونم كوحدة مساحة؛ فتلك وحدات مساحة محلية، والدونم ذاته تختلف مساحته من ١٠٠٠–٢٥٠٠ متر مربع باختلاف الدولة لمستخدمة له. ويتعين دائمًا التعبير عن المحصول بالنسبة لوحدة المساحة فى النظام لمترى، وهى الهكتار (الهكتار = ١٠٠٠٠ م^{٢}). أما إذا كان النشر ذا صبغة محلية بحتة، فإنه يتعين – على الأقل – ذكر مساحة وحدة المساحة المستخدمة بالمتر المربع.

طرق التعبير عن التركيز

يجب قبل اختيار طريقة التعبير عن التركيز الرجوع إلى التعديلات التى أدخلها النظام الدولى للوحدات على بعض وحدات قياس التركيزات، والتى أوردنا بيانها فى صفحة ٢٣١.

هذا .. ومن المألوف التعبير عن التركيز بإحدى الطرق الآتية:

١ – الـ Formality:

تأخذ الـ formality الرمز F، وهى الوزن الجزيئى formula weight بالجرام من المادة solute المذاب فى لتر واحد من المحلول solution، أى أن الحجم النهائى للمحلول بعد إذابة الوزن الجزيئى من المادة يكون لترًا، ويكون ذلك المحلول 1 formal.

٢ – العيارية Molarity:

تأخذ العيارية الرمز M، وهى الوزن الجزيئى molecular weight بالجرام من المادة المتواجد فى لتر واحد من المحلول بعد اكتمال التفاعل بينهما (مثل حدوث التحلل dissociation، والتوازن equilibria)، أو مع مكونات أخرى للمحلول.

ولتوضيح ذلك نفترض إذابة ٠,٥ مول من H_2SO_4 (أى ٤٩ جم) فى الماء مع تخفيف المحلول الناتج إلى لتر. تكون الـ molarity للمحلول الناتج هى ٠,٥، ولكن حامض الكبريتيك يتفاعل مع الماء، حيث يتحلل حامض الكبريتيك بصورة تامة، كما يلى:

$$H_2SO_4 \longrightarrow H^+ + HSO_4^-$$

ويلى ذلك تحلل SO_4^-، كما يلى:

$$HSO_4^- \rightleftharpoons H^+ + SO_4^{-2}$$

وتكون عيارية مختلف مكونات المحلول، كما يلى:

H_2SO_4 = صفر؛ نظرا لعدم تبقى أى جزيئات من حامض الكبريتيك فى المحلول دون تحلل.

HSO_4^- = ٠,٤٩

H^+ = ٠,٥١

SO_4^{-2} = ٠,٠١

وبالمقارنة .. فإن حامض الأسيتيك لا يتحلل سوى قليلاً جدًّا، ويترتب على ذلك أن عيارية الحامض فى محلول بتركيز 1 formal تكون حوالى ٩٩,٨٪ من الـ formality الأصلية.

ونظرًا لأنه - فى كثير من الأحيان - لا يتم التمييز بين الـ formality والـ molarity؛ لذا يجب إعمال التقدير الشخصى.

٣ - الـ Normality:

تأخذ الـ normality الرمز N وهى عدد جرامات الوزن المكافئ equivalent weight بالجرام المذابة فى لتر من المحلول. علمًا بأن الوزن المكافئ بالجرام هو الوزن الجزيئى بالجرام مقسومًا على عدد أيونات الأيدروجين H^+ أو الأيدروكسيل OH^- التى استبدلت بجزيئات من المادة المذابة.

ولتوضيح ذلك نأخذ المثال التالى فى تفاعلات الأحماض مع القواعد:

عندما يتفاعل حامض الكبريتيك مع أيدروكسيد الصوديوم، فإن ذلك التفاعل قد يكون جزئيًا أو كاملاً، كما يلى:

التفاعل الجزئى:

$$H_2SO_4 + NaOH \longrightarrow NaHSO_4 + H_2O$$

وهنا يتساوى الوزن المكافئ لحامض الكبريتيك بالجرام مع وزنه الجزيئى نظرًا لأنه لم يُستبدل فى التفاعل سوى أيون أيدروجين واحد. ونجد أن الـ normality لحامض الكبريتيك تتساوى مع الـ formality. كما أن الوزن المكافئ لأيدروكسيد الصوديوم بالجرام يتساوى مع وزنها الجزيئى.

التفاعل التام:

$$H_2SO_4 + 2NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$$

وهنا يكون الوزن المكافئ لحامض الكبريتيك بالجرام نصف وزنه الجزيئى. ولكن الوزن المكافئ لأيدروكسيد الصوديوم بالجرام لا يزال متساويًا مع وزنها الجزيئى. بينما تصبح الـ normality لحامض الكبريتيك ضعف الـ formality. وتبقى الـ normality والـ formality لأيدروكسيد الصوديوم متساوية نظرًا لأنه لم يستبدل سوى أيون أيدروكسيل واحد من كل جزئ من أيدروكسيد الصوديوم.

أما فى تفاعلات الأكسدة والاختزال فإن الوزن المكافئ بالجرام لأى من عاملى الأكسدة أو الاختزال يكون هو الوزن الجزيئى بالجرام مقسومًا على عدد الإليكترونات التى تكتسب أو تفقد من كل جزئ من ذلك العامل. ويتحدد عدد الإليكترونات المكتسبة أو المفقودة من كل جزئ بالتغير فى التكافؤ لكل أيون مضروبًا فى عدد الأيونات بكل جزئ.

وكمثال على ذلك .. فإن معايرة أيون الحديدوز بداى كرومات البوتاسيوم يُعبر عنه كما يلى:

$$6FeSO_4 + K_2Cr_2O_7 + 7H_2SO_4 \longrightarrow Cr(SO_4)_3 + 3F_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 7H_2O$$

نجد فى تلك المعادلة أن الحديد تأكسد من +2 إلى +3، وأن هناك أيون حديدوز واحد بكل جزئ من $FeSO_4$؛ وبذا .. فإن الوزن المكافئ بالجرام للـ $FeSO_4$ يكون هو وزنها الجزيئى. ونظرًا لأن $Fe_2(SO_4)_3$ تحتوى على جزيئين من أيون الحديديك لكل جزئ من المادة، فإن وزنها المكافئ بالجرام يكون نصف وزنها الجزيئى. أما الوزن المكافئ بالجرام لـ K_2CrO_7 فى هذا التفاعل فإنه يكون سُدس وزنها الجزيئى؛ فقد اختزل الكروم من +6 إلى +3؛ فيكون ٣ إليكترونات بكل أيون × ٢ أيون بكل جزئ = ٦.

ويعطى جدول (٤-٥) مزيدًا من الأمثلة على العلاقة بين الوزن المكافئ والوزن الجزيئى.

٤ - المللى مكافئ / لتر milliequivalents per liter والمللى مكافئ/كجم milliequvalents per kilogram:

يعبر عن التركيزات أحيانًا بالـ millinormality، وذلك بوحدات الـ meq/l للسوائل، والـ meq/kg للمواد الصلبة، ويعد ذلك مناسبًا عندما يُرغب فى التحقق من توازن الأيونات؛ حيث يتحقق التوازن حينما يتساوى العدد الكلى للمللى مكافئات الأيونات الموجبة مع العدد الكلى للمللى مكافئات الأيونات السالبة، وذلك حينما يكون لدينا تحلل أيونى كامل.

جدول (٤-٥): العلاقات بين الأوزان المكافئة والأوزان الجزيئية.

المفاعل	ناتج تفاعل الأكسدة أو الاختزال	عدد الإليكترونات التى تكتسب أو تفقد / جزئ أو أيون	الوزن الذرى أو الجزيئى للمُفاعل	الوزن المكافئ	الـ normality لـ محلول عيارى (1 M) من المفاعل
$KMnO_4$	Mn^{+2}	5	158.04	31.61	5
$KMnO_4$	MnO_2	3	158.04	52.68	3
As^{+3}	As^{+5}	2	74.92	37.46	2
As_2O_3	As_2O_5	4	197.84	49.46	4
KI	I_2	1	166.01	166.01	1
$CuSO_4$	Cu	2	159.60	79.80	2
N_2	$N_2H_5^+$	4	28.01	7.00	4
Fe	Fe^{+3}	3	55.85	18.62	3
Fe^{+3}	Fe^{+2}	1	55.85	55.85	1
$Sn_3(PO_4)_4$	$Sn_3(PO_4)_2$	6	735.95	122.66	6

٥ – دلائل اللوغاريتم السالب negative lograthim functions:

يمكن التعبير عن التركيزات المولارية كدلائل للوغاريتم السالب (أى pM)، حيث إن p تعنى "اللوغاريتم السالب لـ"، و M هنا تشير إلى التركيز المولارى. وأكثر تطبيقات دلائل اللوغاريتم السالب هو ما يمثل تركيز أيون الأيدروجين pH، ولكن استعماله ليس مقصورًا على ذلك. فمثلا .. يعبر عن اللوغاريتم السالب للكالسيوم بـ pCa وللكلوريد بـ pCl ... وهكذا.

وكما يقال أن:

$$pH = -\log [H^+]$$

فإن:

$$pCl = -\log [Cl^-]$$

ويفيد التعبير عن التركيز باللوغاريتم السالب حينما يُرغب فى مقارنة تركيزات تتباين كثيرًا جدًا فى قيمها، وخاصة إذا ما أُريد مقارنتها فى صورة أشكال بيانية.

٦ – النسبة المئوية per cent (٪):

قد يعبر عن النسبة المئوية كـ: وزن/وزن (w/w)، أو وزن/حجم (w/v)، أو حجم/حجم (v/v).

٧ – الأجزاء فى الألف (ppt) والأجزاء فى المليون (ppm) والأجزاء فى البليون (ppb):

أصبح من المألوف اللجوء إلى التعبير عن التركيزات بالأجزاء فى الألف أو فى المليون أو فى البليون بسبب زيادة حساسية ودقة أجهزة القياس، ولأجل اختصار التعبير عن التركيز.

وكما أن التعبير عن التركيز كنسبة مئوية على صورة (w/w) يحسب كما يلى:

weight percent (grams of solute/grams of solutions) $\times 10^2$

فإن التعبير عن التركيز كأجزاء فى الألف أو فى المليون أو فى البليون تكون باستبدال القيمة 10^3 أو 10^6 أو 10^9 – على التوالى – محل القيمة 10^2 فى المعادلة.

كذلك فإن التعبير عن التركيز يكون فى أى من الصور: (w/w)، أو (w/v)، أو (v/v)).

٨ – الـ milligram percent (mg%):

يعنى بذلك عدد ملليجرامات المادة المعنية فى كل ١٠٠ ملليتر من العينة إذا كانت من السوائل، أو فى كل ١٠٠ جم إذا كانت العينة صلبة، وهى تعادل التركيز بالجزء فى الـ ١٠٠ ألف.

ويوضح جدول (٤–٦) العلاقات بين وحدات التركيز بالجزء فى وحدات العينات.

هذا .. ولإجراء التخفيفات للمحاليل المركزة تطبق المعادلة التالية:

الحجم الابتدائى × التركيز الابتدائى = الحجم النهائى × التركيز النهائى المطلوب

هذا .. مع مراعاة توحيد وحدات الحجم والتركيز فى كل من التركيز الابتدائى والنهائى المطلوب.

جدول (٤-٦): العلاقات بين وحدات التعبير عن التركيز بالجزء فى وحدات العينات.

التعبير	وحدات العينات	الاختصار	الكميات فى حالة المواد الصلبة	الكميات فى حالة السوائل[أ]
percent	100	%	g/100 g	g/100 ml
parts per thousand	1000	ppt	g/kg or mg/g	g/liter or mg/ml
milligram percent	100,000	mg%	mg/100 g	mg/100 ml
parts per million	1,000,000	ppm	mg/kg or µg/g	mg/liter or µg/ml
parts per billion	1,000,000,000	ppb	ng/g	ng/ml

أ - يفترض بأن كثافة السوائل تساوى بالضبط جرام واحد / ملليلتر.

وإذا ما استخدم التعبير: نسبة التخفيف dilution ratio فإنه يجب أن يحدد تحديدا دقيقًا؛ فمثلا .. هل يعنى نسبة التخفيف ١ : ٤ أن حجم واحد من المادة المذابة يخفف باستعمال أربعة أحجام من المادة المذيبة، أم أنه يخفف إلى أربعة أحجام من المحلول. والأفضل تجنب استعمال ذلك التعبير (عن Pease ١٩٨٠).

الوزن ليس بالضرورة كالحجم أو ممثلا له

عندما يقوم الباحث بقياس نمو الثمرة، أو الدرنة ... إلخ من الأعضاء النباتية بالوزن - أى بالجرام - يكون من الطبيعى أن يشير الباحث إلى تلك الصفة بالوزن، وليس بالحجم؛ لأن صفة الحجم تحسب بقياس الأبعاد، وليس بالوزن. وقد يُقال إن صفتى الوزن والحجم مرتبطتان بدرجة عالية، ولا بأس - فى هذه الحالة - من الإشارة إلى صفتى الوزن والحجم دونما تفرقة، ولكن يتعين - حينئذ - تقديم الأدلة على صحة هذا الارتباط، ولا يكفى باعتقاد الباحث فى وجود هذا الارتباط.

فالارتباط بين الوزن والحجم لا يوجد فى حالات كثيرة؛ منها - على سبيل المثال - عندما توجد ثمار طماطم طبيعية وأخرى مصابة بالجيوب Puffiness، أو درنات بطاطس عادية وأخرى مصابة بالقلب الأجوف Hollow Heart، أو عندما توجد ثمار برتقال سليمة وأخرى أصيبت بالجفاف بعد تعرضها للصقيع (عن W. J. Lipton ١٩٩١ - الرسالة الإخبارية للجمعية الأمريكية لعلوم البساتين - العدد الأول من المجلد السابع).

التعبير عن الأوزان

يُفرق بين الوزن الجزيئى molecular weight والدالتونز daltons، كما يلى:

The molecular weight of protein *x* is 54,000.

The relative molecular weight of protein *x* is 54,000.

The molecular mass of protein *x* is 54,000 Da (or 54 kDa).

ولكن لا يجوز التعبير عن الوزن الجزيئى بهذه الصورة:

The molecular weight of protein *x* is 54,000 Da (or 54 kDa).

ولا يجوز أن يُخلط بين الوزن الطازج FW أو الوزن الجاف DW والنظام الدولى للوحدات، كما أن الوزن يختلف باختلاف الجاذبية؛ لذا .. تجب الإشارة إليهما فى صورة كتلة mass؛ فيكونا FM، و DM. فمثلا يكتب: 'Data were recorded on a fresh-mass basis ($g \cdot kg^{-1}$)'.

التعبير عن قوة الطرد المركزى بقوة الجاذبية وليس بعدد الدورات فى الدقيقة

إن النجاح فى عملية فصل المكونات المرغوب فيها عند استخدام جهاز الطرد المركزى يعتمد على قوة الجاذبية force of gravity التى تتعرض لها تلك المكونات، وهى التى تأخذ الرمز (g). وتعد قوة الجاذبية محصلة لكل من عدد دورات جهاز الطرد المركزى فى الدقيقة (rpm)، وطول ذراع الجزء الدوّار rotor، وطول الوعاء المحتوى على المكونات التى يُراد فصلها عن بعضها؛ وبذا .. فإن عدد الدورات فى الدقيقة لا يعطى كل البيان المطلوب عن قوة الجاذبية التى استخدمت فى الفصل. وتعطى "كتالوجات" معظم أجهزة الطرد المركزى البيانات التى يمكن أن تحسب بها قيمة g إذا علمت قيمة rpm، ومادام بالإمكان تحديد قيمة g فإن قيمة rpm لا تعد مقبولة (عن W. J. Lipton ١٩٩٤ – الرسالة الإخبارية لجمعية علوم البساتين الأمريكية – العدد الثانى من المجلد العاشر).

عدم إهمال أية تفاصيل علمية

إن إهمال بعض التفاصيل العلمية الدقيقة وعدم ذكرها يترك القارئ فى حيرة من أمره، والأمثلة على ذلك كثيرة؛ نذكر منها ما يلى:

الطرق المحورة عن آخرين

إذا ذكر الباحث أن الطريقة التى اتبعها فى دراسته كانت محورة عن طريقة أخرى معروفة وسبق نشرها فإنه يفهم من ذلك أن هذا التحوير الذى أدخله الباحث كان لجعل الطريقة أكثر كفاءة، أو أكثر دقة، أو أكثر إحكامًا وإتقانًا؛ ولذا .. يتعين ذكر هذا التحوير ليستفيد منه الآخرون. وفى المقابل .. إذا كان هذا التحوير تافهًا ولا يستحق البيان، فلماذا يُشار إليه أصلا؟.

سعة الأصص المستخدمة فى الدراسة

يتعين دائمًا ذكر سعة الأصص التى تستخدم فى الزراعة؛ فلا يكفى ذكر قطرها عند القمة؛ لأن هذه القيمة لا علاقة لها بسعة الأصيص؛ فمثلا يظهر من كتالوج إحدى الشركات المنتجة للأصص أن أصيصًا قطره عند القمة ١٨,١ سم تبلغ سعته ٣,٢ لترًا، بينما أصيص آخر قطره عند القمة ١٨,٨ سم تبلغ سعته ٢,٦ لترًا، وهو ما يعنى اختلاف الأصيص فى المواصفات الأخرى؛ مثل الارتفاع والقطر عند القاعدة. ويفيد ذكر هذه المواصفات الأخرى – إلى جانب سعة الأصيص – كلما كان ذلك ممكنًا.

الاختصارات والرموز

تختصر بعض الكلمات إلى عدد أقل من الحروف، وتعرف تلك الاختصارات باسم abbreviations. ويدخل ضمن الاختصارات أيضا الـ initials، و الـ Acronyms، وهى الكلمات المكونة من الحرف الأول – أو الحروف الأولى – من كل من الأجزاء المتتابعة أو الرئيسية لاسم أو مصطلح مركب (مثلاً .. تختصر The American Society for Horticultural Science إلى ASHS). هذا .. إلاّ أن الـ initials تقرأ حروفها منفردة،