دانشکده کشاورزی

گروه علوم و مهندسی خاک

رابطه آب خاک و گیاه

تهیه و تنظیم
حیدر غفاری

تعاریف واحدهای فیزیکی و سیستم بین المللی

کمیت‌ها را میتوان با واحدهای مختلف اندازه‌گیری کرد و نتیجه را به صورت «یک عدد به همراه واحد» بیان کرد. مثلا یک قالی «۴ متر» است. واضح است در صورت تعویض واحد اندازه گیری، مقدار نیز تغییر میکند. برای مثال: ۴ m = ۴۰۰ cm . با این توضیحات، تعریف جامعی برای «کمیت» میتوان بیان کرد:

«کمیت عبارت است از هر مشخصه قابل اندازه گیری، قابل مقایسه و قابل تغییر از یک جسم.»

انواع کمیت

کمیت های اصلی یا مستقل: کمیت هایی است که با ابزارهای مخصوصی قابل اندازه گیری هستند، مانند طول، جرم، زمان، دما، شدت جریان الکتریکی و مقدار ماده.

کمیتهای فرعی یا وابسته: کمیت‌هایی که ابزار به خصوصی برای اندازه گیری آنها وجود ندارد تا بتوان به طور مستقل عمل کرد. این کمیت‌ها با استفاده از روابط فیزیکی و کمیت‌های اصلی محاسبه میشوند. مانند چگالی یعنی جرم واحد حجم، یا نیرو: حاصلضرب جرم در شتاب و یا فشار: نیروی عمود وارد بر واحد سطح

در روابط آب و گیاه، ما از واحدهای مبتنی بر تعاریف فیزیکی برای کمیتهای مختلف استفاده خواهیم کرد. بنابراین، باید تعاریف واحدها را مرور کنیم. ما واحد هفت کمیت را تعریف خواهیم کرد: نیرو، وزن، کار، انرژی، قدرت، فشار و گرما.

نیرو

نیرو کمیتی برداری است که می‌تواند سرعت اجسام را تغییر دهد و سبب حرکت آن شود. به عبارتی نیروی عامل حرکت به شمار می‌رود. اگر هیچ نیرویی بر جسم وارد نشود، یا اگر نیروهای وارد بر جسم اثر همدیگر را خنثی کنند، هیچ تغییری در سرعت مشاهده نمی‌شود و جسم در حال تعادل باقی می‌ماند.. نیروی نامتعادل وارد بر جسم متناسب است با حاصلضرب جرم و شتاب حاصل از نیروی نامتعادل.

قوانین حرکت نیوتن

اگرچه قانون دوم نیوتن قانونی است که ما برای تعریف نیرو به آن نیاز داریم اما برای کامل شدن، هر سه قانون نیوتن را مرور می کنیم.

۱. یک جسم حالت استراحت یا حرکت یکنواخت خود (با سرعت ثابت) را در امتداد یک خط مستقیم حفظ خواهد کرد، مگر اینکه توسط یک نیروی نامتعادل مجبور به تغییر آن حالت شود. به عبارت دیگر، یک جسم فقط درصورتی شتاب می گیرد که نیرویی نامتعادل بر آن وارد شود.

۲- یک نیروی نامتعادل F که بر یک جسم وارد می شود، در آن شتاب a تولید می کند که در جهت نیرو است و مستقیماً با نیرو و با جرم (m) جسم متناسب است. از نظر ریاضی ، این قانون بیان می کند که

$$ka = F/m \text{ یا } F = kma$$

که k یک ثابت تناسب است. اگر k = 1 باشد، F = ma است.

۳- در برابر هر عمل یا نیرویی، یک عکس العمل یا نیرویی برابر و مخالف وجود دارد. به عبارت دیگر، اگر جسمی به جسم دوم نیرویی وارد کند، جسم دوم نیز بر روی جسم اول یک نیروی عددی برابر و معکوس دارد.

واحدهای نیرو:

در معادله F = ma ، چنانچه k = 1 باشد، دو واحد اساسی را مشخص می کنیم و واحد سوم را از این دو دریافت می کنیم.

۱. در سیستم متر -کیلوگرم -ثانیه یا mks، واحد جرم کیلوگرم و واحد شتاب m/s2 است و واحد نیروی مشتق شده متناظر، نیوتن (nt یا N) نامیده می شود. یک نیوتن نیرویی نامتعادل است که در جرم ۱ کیلوگرم، شتاب ۱ متر بر ثانیه تولید میکند.

۲. در سیستم سانتیمتر-گرم-ثانیه یا cgs، واحد جرم گرم و واحد شتاب cm/s2 است. واحد نیروی مشتق شده متناظر dyne نامیده میشود، یک دین مقدار نیروی نامتعادل است که در جرم ۱ گرم شتاب ۱ سانتی متر بر ثانیه ایجاد می کند.

۳. در سیستم انگلیسی، واحد نیرو پوند و واحد شتاب فوت بر مجذور ثانیه است. واحد جرم مشتق شده مربوطه، slug اسلاگ نامیده می شود. یک اسلاگ جرمی است که وقتی بر روی آن یک نیروی ۱ پوندی عمل کند شتاب ۱ فوت بر ثانیه بدست می آورد. بنابراین موارد زیر سه مجموعه واحد سازگار را نشان می دهد که می تواند با معادله F = ma (k = 1 با F = kma) استفاده شود:

- **mks system**: *F* (newtons) = *m* (kilograms) · *a* (m/s2)
- **cgs system**: *F* (dynes) = *m* (grams) · *a* (cm/s2)
- **English system**: *F* (pounds) = *m* (slugs) · *a* (ft/s2)

ب - جرم و وزن

جرم (m) یک جسم به اینرسی آن اشاره دارد، و مفهومی بنیادی در فیزیک است که به‌طور شهودی مقاومت جسم در برابر شتاب‌گرفتن در هنگام اعمال نیرو یا قدرت گرانش یک جسم در جذب دیگر اجسام را

می‌نمایاند. اما وزن (w) یک جسم کشش یا نیرویی است که بر اثر جاذبه بر روی جسم وارد می شود، و با جرم متفاوت است. اینرسی خاصیتی از یک جسم است که در برابر تغییر سرعت یا تغییر جهت حرکت جسم مقاومت می‌کند. وزن، نیرویی است با جهتی تقریباً به سمت مرکز زمین که بر جرم جسم وارد میشود.

اگر اجازه داده شود جسمی به جرم m آزادانه سقوط کند، نیروی محرکه ای که بر آن وارد می شود وزن آن، w است و شتاب آن نیز ناشی از گرانش، g است. پس طبق معادله نیرو، معادله وزن به شکل زیر است و واحد آن از بعد نیرو است. اختصاصا نیروی وزن با W نشان داده میشود.

$$w = mg$$

mks system: w (newtons) = m (kilograms) · g (m/s2)

cgs system: w (dynes) = m (grams) · g (cm/s2)

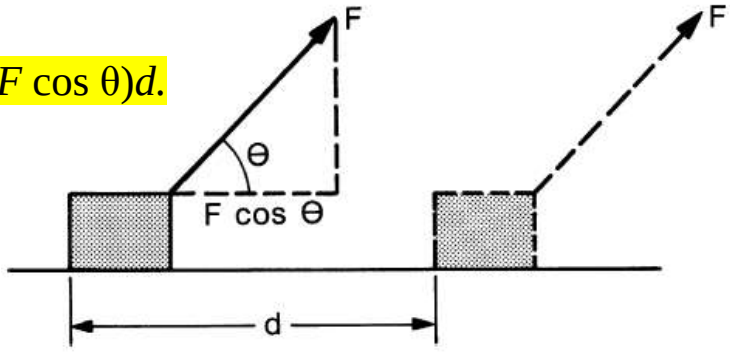
English system: w (pounds) = m (slugs) · g (ft/s2).

به عنوان مثال ، اگر وزن جسمی در مکانی با $g = 9.8\ m/s2$ برابر ۴۹ نیوتن باشد، جرم آن ۵ کیلوگرم است.

ج- کار

از نظر علم فیزیک، وقتی که نیرویی به جسم وارد شود و منجر به جابجایی و حرکت آن شود، کار انجام شده است. اگر جسم حرکت نکند، کاری انجام نشده است. فرض کنید نیروی خارجی ثابت F با جهت زاویه θ روی جسمی اعمال شده و آن را تا فاصله d جابجا کرده است (شکل ۲,۱). کار W انجام شده توسط نیروی F بر روی جسم برابر است با حاصلضرب جابجایی d و مولفه F در جهت d. بدین ترتیب:

$$W = (F \cos \theta)d.$$



اگر d و F در یک راستا باشند، $\cos \theta = \cos 0^\circ = 1$ و $W = Fd$.

واحدهای کار

هر واحد کار برابر است با یک واحد نیرو × یک واحد طول.

● یک فوت پوند (ft-lb) کار هنگامی انجام می شـود که یک نیروی ثابت ۱ پوندی جسـمی را در فاصـله ۱ فوتی در جهت نیرو حرکت دهد.

● یک نیوتن متر (nt-m)، که 1 ژول نامیده می شـود، کاری اسـت که وقتی یک نیروی ثابت ۱ نیوتنی جسمی را به فاصله ۱ متر در جهت نیرو حرکت می دهد.

از آنجا که ۱ نیوتن = ۰,۲۲۴۸ پوند و ۱ متر = ۳,۲۸۱ فوت است:

1 **joule** = 1 newton-meter = 0.7376 *ft-lb*

1 **ft-lb** = 1.356 joules.

● یک دین سـانتی‌متر که ۱ erg نامیده می شـود، کاری اسـت که وقتی یک نیروی ۱ دینی جسـمی را به فاصله ۱ سانتی متر در جهت نیرو حرکت می دهد.

از آنجا که $1\ nt = 10^5\ dyne$ و $1\ m = 10^2\ cm$،

1 **joule** = 10^7 **ergs**.

D. انرژی

انرژی یک جسم توانایی انجام کار را نشان میدهد. از آنجا که انرژی جسم بر اساس کاری که می تواند انجام دهد اندازه گیری می شود ، واحدهای آن همانند کار است. انرژی در اشکال گوناگون وجود دارد و میتواند از شکلی به شکل دیگر منتقل شود. دو شکل رایج تر و عمومی تر آن، انرژی جنبشی $KE= 1/2\ mV^2$ و انرژی پتانسیل $PE= mgh$ و انرژی حرارتی $Q = m\ c\ \Delta T$.

انرژی پتانسـیل (PE) یک جسـم توانایی انجام کار به دلیل موقعیت یا وضـعیت آن اسـت. انرژی پتانسـیل جسمی با جرم m زمانی که به فاصله عمودی برابر h از زمین برداشته شود، برابر است با: (g شتاب ثقل)

$$PE = mgh$$

واحدهای انرژی:

In the mks system : *PE* (**joules**) = *m* (kg) · *g* (m/s2) · *h* (m).

In the cgs system: *PE* (**ergs**) = *m* (grams) · *g* (cm/s2) · *h* (cm).

از آنجا که $w = mg$، ممکن است بنویسیم: $PE = mgh = wh$.

E. توان

در فیزیک، توان انجام کار یا اسـتفاده انرژی در یکای زمان اسـت. یکای این کمیت ژول بر ثانیه (J/s) یا همان وات است (به احترام جیمز وات، مخترع ماشین بخار). پس توان نرخ انجام کار در یکای زمان است.

برای بالا بردن یک جســـم از پله‌ها، چه بدویم و چه راه برویم کار یکســـانی می‌کنیم. اما هنگام دویدن توان بیشتری مصرف می‌شود چون همان مقدار کار در مدت کمتری انجام می‌شود.

توان متوسط = (کار انجام شده) تقسیم بر (زمان لازم برای انجام این کار) = نیرو وارد شده × سرعت جسمی که به آن نیرو وارد شده است، و سرعت بدن در جهت نیروی است.

واحدهای توان

واحد توان در هر سیستم با تقسیم واحد کار در آن سیستم به واحد زمان پیدا می شود. بنابراین دو واحد توان ژول بر ثانیه (یا وات) و ft-lb /s هستند. واحد های عملیاتی دیگر نیرو کیلووات و اسب بخار هستند.

- 1 watt = 1 joule/s
- 1 kilowatt (kw) = 1000 watts = 1.34 horsepower
- 1 horsepower (hp) = 550 ft-lb/s = 33,000 ft-lb/min = 746 watts

کار انجام شده = توان × زمان مصرف شده. بنابراین، کل کار انجام شده در ۱ ساعت، وقتی‌که سرعت انجام کار ۱ کیلووات است، برابر با ۱ کیلووات ساعت است. کل کار انجام شده در ۱ ساعت ، هنگامی که سرعت انجام کار ۱ اسب بخار است، ۱ اسب بخار ساعت (hp-hr) گفته میشود. قبض برقی که دریافت میکنیم بر اساس واحد کیلووات ساعت است که یک واحد کار است.

F. فشار

فشار یا p نیرو در واحد سطح است.

$$p = \frac{\text{نیروی عمودی وارد شده به سطح}}{\text{سطح}} = \frac{F}{A}$$

واحدها

بسته به واحد نیرو و سطح، بعضی از واحدهای فشار عبارتند از lb/ft2، lb/in2، nt/m2 و $dyne/cm^2$

$dyne/cm^2$ واحدی است که ما اغلب در روابط آب و گیاه از آن استفاده خواهیم کرد.

$$1 \cdot 10^6 \text{ dyne/cm2} = 1 \text{ bar}$$

با این حال، واحد بار یک واحد SI نیست. واحد SI Pascal است و هر ۱۰ بار = ۱ megaPascal یا ۱۰ بار = ۱ MPa. ما در مورد بخش SI واحدها در بخش II صحبت خواهیم کرد.

G. حرارت

گرما نوعی انرژی است. سه واحد معمولاً در اندازه گیری مقدار گرما به شرح زیر تعریف می شوند.

واحدها

۱. یک کالری (Cal) = مقدار گرمای لازم برای افزایش درجه حرارت ۱ گرم آب به میزان ۱ درجه سانتیگراد. از آنجایی مقدار گرمای لازم برای افزایش دمای ۱ گرم آب به اندازه ۱ درجه به دما بستگی دارد (با تغییر حدود نیم در صد در فا صله از ۰° تا ۱۰۰ درجه سانتیگراد)، تعریف فوق برای کارهایی که به دقت بیش از ۱ درصد نیاز ندارند، رضایت بخش است. برای کارهای دقیق تر، توافق شده است که کالری را از نظر واحدهای الکتریکی انرژی تعریف کنیم، به طوری که ۱ کالری = ۴,۱۸۴۰ ژول.

این مقدار گرما تقریباً به مقدار انرژی مورد نیاز برای افزایش دمای ۱ گرم آب از ۱۶/۵ به ۱۷/۵ درجه سانتی گراد نزدیک است.

۲. یک کیلو کالری (kcal) = ۱۰۰۰ کالری.

۳. ۱ واحد حرارتی در سیستم انگلیسی (Btu) = مقدار گرمای مورد نیاز برای افزایش درجه حرارت ۱ پوند آب به میزان ۱ درجه فارنهایت.

$$1\ \mathbf{Btu} = 453.6 \cdot 5/9\ \text{cal} = 252\ \text{cal}.$$

سیستم های بین المللی یکاها

سیستم بین المللی واحدها (System of Units International) "یا واحدهای SI ، لیستی از تصمیماتی است که از سال ۱۸۸۹ در مورد واحدهای اندازه گیری اعلام شده است. کنفرانس عمومی وزن ها و اندازه گیری (CGPM) به طور منظم برای به روزرسانی واحدها تشکیل می شود. این سند در اصل به زبان فرانسه نوشته شده است، و در نتیجه نام سیستم دارای یک نام فرانسوی است. CGPM مخفف کلمه La Conférence Générale de Poids et Mesures فرانسه است. هدف کنفرانس عمومی وزن ها و اندازه گیری "ایجاد توصیه هایی در مورد استقرار یک سیستم عملی از واحدهای اندازه گیری مناسب برای تصویب توسط همه امضاکنندگان کنوانسیون Meter" است. به نظر من هدف دیگر استاندارد سازی واحدها در سراسر جهان است، به طوری که کسی که مقاله ای را در حال حاضر یا در آینده در جهان بخواند دقیقاً بداند این واحد چیست. این امکان تکرار آزمایش ها را فراهم می کند. مهم است که مردم پس از مرگ نویسندگان آثار، آثار منتشر شده را درک کنند.

قطعنامه ۶ دهمین CGPM (۱۹۵۴) و قطعنامه ۳ چهاردهمین CGPM (۱۹۷۱)، واحدهای اصلی کمیت زیر: شامل طول، جرم، زمان، جریان الکتریکی، دمای ترمودینامیکی، مقدار ماده و شدت نور را تصویب کرده اند. یازدهمین CGPM (۱۹۶۰)، با قطعنامه ۱۲ خود، نام سیستم بین المللی واحدها را با مخفف بین المللی SI ، برای این سیستم عملی واحدهای اندازه گیری برگزید و قوانینی را برای پیشوندها و واحدهای مشتق شده و اضافی وضع کرد.

واحدهای SI به سه کلاس تقسیم می شوند: واحدهای پایه ، واحدهای مشتق شده و واحدهای تکمیلی (تیلور ، ۱۹۹۱ ، ص ۱).

واحدهای پایه و اختصارات آنها عبارتند از:

- length = meter (m)
- mass = kilogram (kg)
- time = second (s)
- electric current = ampere (A)
- thermodynamic temperature = kelvin (K)
- amount of substance = mole (mol)
- luminous intensity = candela (cd)

واحدهای مشتق شده ترکیبی از واحدهای پایه هستند. نمونه هایی از واحدهای مشتق شده از SI که بر اساس واحدهای پایه بیان می شوند:

- area = square meter (m^2)
- volume = cubic meter (m^3)
- speed, velocity = meter per second (m/s)
- acceleration = meter per second squared (m/s^2)
- wave number = 1 per meter (m^{-1})
- density, mass density = kilogram per cubic meter (kg/m^3)

سیستم واحدهای اندازه‌گیری
- ۱ـ متریک
  - ۱ـ سیستم SI [۱] (MKS) [۲]
  - ۲ـ سیستم CGS [۳]
- ۲ـ انگلیسی (آمریکایی) : FPS [۴]

TABLE 2.1 SI base units[a]

Quantity	SI Unit	
	Name	Symbol
Length	meter	m
Mass	kilogram	kg
Time	second	s
Electric current	ampere	A
Thermodynamic temperature	kelvin	K
Amount of substance	mole	mol
Luminous intensity	candela	cd

TABLE 2.2 Example of SI derived units expressed in terms of base units[a]

	SI Unit	
Quantity	**Name**	**Symbol**
Area	square meter	m^2
Volume	cubic meter	m^3
Speed, velocity	meter per second	m/s
Acceleration	meter per second squared	m/s^2
Wave number	reciprocal meter	m^{-1}
Density, mass density	kilogram per cubic meter	kg/m^3
Specific volume	cubic meter per kilogram	m^3/kg
Current density	ampere per square meter	A/m^2
Magnetic field strength	ampere per meter	A/m
Concentration (of amount of substance)	mole per cubic meter	mol/m^3
Luminance	candela per square meter	cd/m^2

جدول ۲ــ۱

ردیف	کمیت	نماد، رابطهٔ فیزیکی، معادلهٔ ابعادی	SI		CGS		FPS	
			نام واحد	نام واحد	نام واحد	نماد واحد	نام واحد	نماد واحد
۱	طول	L	متر	m	سانتی‌متر	cm	فوت	ft
۲	جرم	m	کیلوگرم	Kg	گرم	g	پوند جرم	lbm
۳	زمان	t	ثانیه	s	ثانیه	s	ثانیه	s
۴	دما	T	سانتی‌گراد، کلوین	°C و K	سانتی‌گراد، کلوین	°c و k	فارنهایت، رانکین	°F و °R
۵	مقدار ماده	n	مول، کیلوگرم مول	mole، kgmole	مول، گرم مول	mole، grmole	مول، پوند مول	mole, lbmole
۶	سطح	$A=L^2$	متر مربع	m^2	سانتی‌متر مربع	cm^2	فوت مربع	ft^2
۷	حجم	$V=L^3$	متر مکعب	m^3	سانتی‌متر مکعب	cm^3	فوت مکعب	ft^3
۸	چگالی	$\rho=\frac{m}{V}$	کیلوگرم بر مترمکعب	kg/m^3	گرم بر سانتی‌متر مکعب	gr/cm^3	پوند جرم بر فوت مکعب	Lbm/ft^3
۹	سرعت	$V=L/t$	متر بر ثانیه	m/s	سانتی متر برثانیه	cm/s	فوت بر ثانیه	ft/s
۱۰	شتاب	$a=L/t^2$	متر بر مجذور ثانیه	m/s^2	سانتی‌متر بر مجذور ثانیه	cm/s^2	فوت بر مجذور ثانیه	ft/s^2
۱۱	شتاب جاذبهٔ زمین	g		$۹/۸\ m/s^2$		$۹۸۰\ cm/s^2$		$۳۲/۱۷۴\ ft/s^2$
۱۲	نیرو	F=ma	نیوتن	$kg.m/s^2 = N$	دین	$gr.cm/s^2 = dyne$	پوند نیرو	$(lbm)(۳۲/۱۷۴\ ft/s^2) = L$
۱۳	فشار	P = F/A	پاسکال	$N/m^2 = Pa$	دین بر سانتی‌متر مربع	$dyne/cm^2$	پی‌اس‌آی	$lbf/in^2 = Psi$
۱۴	کار (یا انرژی)	W=F.L	ژول	N.m=J	ارگ	Dyne.Cm=erg	پوند نیرو در فوت	lbf.ft
۱۵	انرژی حرارتی	Q=mcΔT	کالری	Cal	کالری	Cal	بی‌تی‌یو	BTU
۱۶	توان مکانیکی	P = w/t	وات	J/s = Watt	ارگ بر ثانیه	erg/s	پوند نیرو فوت بر ثانیه	lbf.ft/s
۱۷	توان حرارتی	P = Q/t	کالری بر ثانیه	Cal/s	کالری بر ثانیه	Cal/s	بی‌تی‌یو بر ثانیه	BTU/s
۱۸	گرانروی دینامیک	μ = m/t.l	کیلوگرم بر متر ثانیه یا پاسکال ثانیه	$\frac{kg}{m.s} = Pa.s$	پویز	gr/cm.s = Poise	پوند جرم بر فوت ثانیه	lbm/ft.s
۱۹	گرانروی سینماتیک	$\nu = \mu/\rho = L^2/t$	متر مربع بر ثانیه	m^2/s	استوکس	$cm^2/s = st.$	فوت مربع بر ثانیه	ft^2/s

Copy protected with Online-PDF-No-Copy.com