



جمهوری اسلامی ایران

رئیس جمهور

تصویب نامه هیات وزیران

شماره ۴۹۲۵۷ ت ۸۹۲۰ هـ

تاریخ ۱۳۹۲ / ۳ / ۲۵

بسمه تعالی

"با صلوات بر محمد و آل محمد"

وزارت راه و شهرسازی

هیئت وزیران در جلسه مورخ ۱۳۹۲/۳/۱۹ بنا به پیشنهاد شماره ۱۵۳۱۵/۱۰۰/۰۲ مورخ ۱۳۹۲/۳/۶ وزارت راه و شهرسازی و تأیید وزارت امور خارجه و به استناد ماده واحده قانون اجازه تصویب مقررات فنی و قواعد مربوط به کنوانسیون هواپیمایی کشوری بین المللی (کنوانسیون شیکاگو) - مصوب ۱۳۵۶ - تصویب نمود:

سازمان هواپیمایی کشوری مجاز است ضمیمه (۵) کنوانسیون شیکاگو تحت عنوان "واحدهای اندازه گیری مورد استفاده در عملیات هوایی و زمینی" را به شرح پیوست که به مهر "دفتر هیئت دولت" تأیید شده است اجرا نماید.

محمد رضا رحیمی

معاون اول رئیس جمهور

رونوشت به دفتر مقام معظم رهبری ، دفتر رئیس جمهور، دفتر رئیس قوه قضاییه ، دفتر رئیس مجمع تشخیص مصلحت نظام ، دفتر معاون اول رئیس جمهور، معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور، معاونت توسعه مدیریت و سرمایه انسانی رئیس جمهور، معاونت حقوقی رئیس جمهور، معاونت امور مجلس رئیس جمهور، دیوان عدالت اداری، سازمان بازرسی کل کشور، اداره کل قوانین مجلس شورای اسلامی، اداره کل قوانین و مقررات کشور، اداره کل حقوقی، کلیه وزارتخانه ها، دبیرخانه شورای اطلاع رسانی دولت و دفتر هیئت دولت ابلاغ می شود.



بسمه تعالی

# واحدهای اندازه‌گیری مورد استفاده در عملیات هوایی و زمینی

ویرایش چهارم جولای ۱۹۷۹

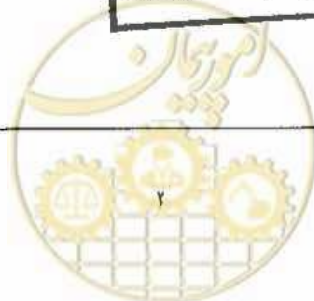
سازمان جهانی هواپیمایی کشوری



بسمه تعالی

استانداردها و رویه‌های توصیه شده بین‌المللی  
ضمیمه ۵ ( کنوانسیون شیکاگو )  
سازمان هواپیمایی کشوری  
واحدهای اندازه‌گیری مورد استفاده در  
عملیات هوایی و زمینی

دفتر هیئت دولت



دفتر مهندسی نظارت بر طراحی و ساخت وسایل پرنده دفتر مهندسی و قابلیت پرواز	ضمیمه ۵ کنوانسیون شیکاگو	سازمان هواپیمایی کشوری معاونت استاندارد پرواز
شماره سند: ضمیمه ۵		



### معاونت استاندارد پرواز

استانداردها و رویه‌های توصیه شده بین‌المللی  
ضمیمه ۵ کنوانسیون شیکاگو  
(سازمان هواپیمایی کشوری - شیکاگو)  
واحدهای اندازه‌گیری مورد استفاده در  
عملیات هوایی و زمینی

دفتر هیئت دولت



## مقدمه

### زمینه ی تاریخی

استانداردهای بین المللی و رویه های پیشنهادی برای واحدهای ابعادی در ارتباطات زمین- هوا اولین بار در شانزده آوریل ۱۹۴۸ (۱۳۲۷/۱/۲۷) براساس ماده ۳۷ کنوانسیون بین المللی هواپیمائی کشوری (شیکاگو-۱۹۴۴) توسط شورای ایکائو پذیرفته شده و بعنوان ضمیمه ۵ کنوانسیون تهیه گردیده. آنها از تاریخ ۱۵ سپتامبر ۱۹۴۸ (۱۳۲۷/۶/۲۴) نافذ گردیده و از تاریخ ۱ ژانویه ۱۹۴۹ (۱۳۲۷/۱۰/۱۱) قابل اجرا اعلام شده است.

جدول الف منشا اصلاحات بعدی همراه با لیستی از موضوعات اصلی مورد نظر و تاریخهای اجرا و اعتبار ضمایم و اصلاحات را که توسط شورا تصویب شده اند، نشان می دهد.

### اقدام کشورهای عضو ایکائو

**اعلام اختلاف عملکردها.** توجه کشورهای عضو ایکائو را به اجرای تعهدات شان طبق ماده ۳۸ پیمان شیکاگو جلب می نماید که بر اساس آن هر کشور عضو باید هرگونه مغایرت قوانین ملی خود را با رویه ها و استانداردهای بین المللی موجود در این ضمیمه و تمامی اصلاحیه های آن، در صورت تأثیر مغایرتها با رویه های پیشنهادی و اصلاحیه های آن بر ایمنی ناوبری هوایی، آنها را به اطلاع ایکائو برسانند. به علاوه از کشورهای عضو دعوت بعمل می آید که ایکائو را بطور مستمر در جریان بروز هرگونه اختلاف عملکرد جدید و یا رفع مغایرتهایی که در گذشته اعلام نموده اند قرار دهند. درخواست مختص به اعلام اختلاف عملکرد به مجرد اعمال هر یک از اصلاحات در این ضمیمه به کشورهای عضو ارسال خواهد شد. همچنین توجه کشورهای متعاقد را به الزامات ضمیمه ی ۱۵ ایکائو در خصوص انتشار مغایرتهای قوانین داخلی با استانداردها و رویه های پیشنهادی ایکائو از طریق سرویس اطلاعات هوانوردی و نیز پایبندی به تعهدات خود طبق مفاد مندرج در ماده ی ۳۸ پیمان شیکاگو جلب می نماید.

**انتشار اطلاعات.** اطلاعات مربوط به برقراری، برجینش و تغییر در تجهیزات، سرویسها و دستورالعملهایی که عملیات هواگردها را تحت تأثیر قرار می دهد در استانداردها و رویه های پیشنهادی مندرج در این ضمیمه مقرر شده و می بایست بر طبق الزامات ضمیمه ی ۱۵ ایکائو اطلاع رسانی و اجرا شوند.

### وضعیت اجزای ضمیمه

یک ضمیمه از تمام یا قسمتی از بخش های زیر تشکیل شده است. هر آنچه در صورت ضرورت در هر ضمیمه مشاهده میگردد از وضعیت زیر برخوردار می باشد.

#### ۱- مطالب تشکیل دهنده ی ضمیمه

الف) استانداردها و رویه های توصیه شده: که توسط شورا ایکائو که مطابق با مفاد کنوانسیون شیکاگو تصویب شده است به صورت زیر تعریف می شوند:

استاندارد: هرگونه خصوصیتی مربوط به شرایط فیزیکی، پیکربندی، تجهیزات نظامی، کارایی، پرسنل یا دستورالعمل که به کارگیری یکنواخت آن برای ایمنی یا انضباط ناوبری هوایی جهانی ضروری تشخیص داده شود و کشورهای متعاقد برطبق



دفتر هیئت دولت

کنوانسیون از آن‌ها پیروی می‌کنند؛ در صورت عدم امکان اجرا، برطبق ماده‌ی ۳۸، اعلام اختلاف عملکرد لازم است شورا مطلع گردد

**رویه‌های توصیه شده:** هرگونه خصوصیتی مربوط به شرایط فیزیکی، پیکربندی، تجهیزات نظامی، کارایی، پرسنل یا دستورالعمل که به کارگیری یکنواخت آن برای ایمنی، انضباط یا کارآمدی ناوبری هوایی جهانی مطلوب تشخیص داده شود کشورهای متعاقدتلاش می‌کنند تا برطبق کنوانسیون از آن‌ها پیروی کنند.

(ب) پیوست‌ها شامل مواردی است که به جهت سهولت گروه بندی شده اند ولی بخشی از استانداردها و رویه‌های توصیه شده شورا ایکانو به حساب می‌آیند.

(ج) تعاریف عباراتی که در استانداردها و رویه‌های توصیه شده به کار رفته اند و به خودی خود گویا نیستند زیرا معانی آورده شده در فرهنگ‌های لغت را نمی‌پذیرند. یک تعریف جایگاه مستقلی ندارد ولی بخش مهمی از استانداردها و رویه‌های توصیه‌ای به حساب می‌آیند که در آن‌ها به کار رفته‌اند زیرا یک تغییر در معنی آن عبارت، کل موضوع را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

(د) *جداول و ارقام* به کار رفته جهت روشن شدن یک استاندارد یا رویه‌ی پیشنهادی یا جداول و ارقامی که در یک استاندارد یا رویه توصیه‌ای آنها ارجاع داده شده است به آن اضافه شده است و همان شرایط را دارند.

۲- مفادی که توسط شورا جهت انتشار به همراه استانداردها و رویه‌های توصیه شده به تصویب رسیده است.

الف) پیش‌گفتار شامل موارد تاریخی و توضیحی که بر اساس فعالیت شورا بوده و دربرگیرنده‌ی مشروح الزامات کشورها در اجرای استانداردها و رویه‌های توصیه‌ای می‌باشد که به دنبال کنوانسیون و قطعنامه تصویب می‌آیند.

ب) مقدمه: شامل توضیحاتی هستند که در ابتدای بخش‌ها، فصول یا قسمت‌های ضمیمه می‌آیند و به تفهیم اعمال متن کمک می‌کند.

ج) نکات: موجود در متن در صورت مقتضی به منظور آرایه‌ی اطلاعات واقعی یا منابع استانداردها و رویه‌های توصیه شده مورد بحث می‌باشند ولی بخشی از استانداردها و رویه‌های توصیه‌ای به‌شمار نمی‌روند.

د) پیوست‌ها: شامل موارد تکمیلی برای استانداردها و رویه‌های توصیه‌ای و یا به عنوان راهنمای اجرایی آنها می‌باشند.

## انتخاب زبان

این ضمیمه به ۶ زبان پذیرفته شده است - انگلیسی، عربی، چینی، فرانسه، روسی، اسپانیولی. از هر یک از کشورهای عضو خواسته شده است که یکی از این متون را برای اجرای بین‌المللی و سایر امور مقرر موثر در کنوانسیون برگزیده و از طریق استفاده مستقیم یا با ترجمه آن به زبان کشور خود مورد بهره‌برداری قرار داده و تصمیم خود را در این خصوص به ایکانو اعلام نماید.



دفتر هیئت دولت

## روشهای نگارش

رویه‌های نگارش زیر با این هدف که در یک نگاه نشان دهنده وضعیت هر جمله باشد تهیه شده است:

"استانداردها" با حروف معمولی نوشته شده است؛ "توصیه‌های پیشنهادی" با حروف لاتین خمیده نوشته شده است،

وضعیت آنها با پیشوند «توصیه» مشخص شده است.

"نکته‌ها" نیز با حروف لاتین خمیده نوشته شده و وضعیت آنها با پیشوند «نکته» مشخص شده است.

هرگونه اشاره به بخشی از این سند که با شماره و / یا عنوان معین شده است شامل کلیه زیر بخش‌های آن بخش می‌گردد.

### جدول الف - اصلاحیه ضمیمه ۵

اصلاحیه	منبع (منابع)	موضوع (موضوعات)	زمان پذیرش توسط شورا زمان اعمال زمان اجرا
(ویرایش اول)	اقدام شورا براساس قطعنامه شماره ۳۵-۸۱ مجمع		۱۶ آوریل ۱۹۴۸ ۱۵ سپتامبر ۱۹۴۸ ۱ ژانویه ۱۹۴۹ (۱۳۲۷/۱/۲۷) (۱۳۲۷/۶/۲۴) (۱۳۲۷/۱۰/۱۱)
۱۱ تا ۱۱ (ویرایش دوم)	کمیسیون ناوبری هوایی	کاهش تعداد جداول واحد از ۵ به ۲	۱۱ دسامبر ۱۹۵۱ ۱ مه ۱۹۵۲ ۱ سپتامبر ۱۹۵۲ (۱۳۳۰/۹/۲۰) (۱۳۳۱/۲/۱۱) (۱۳۳۱/۶/۱۰)
۱۲ (ویرایش سوم)	کمیسیون ناوبری هوایی	تأمین واحدهای یک جور در جدول ایکانو و جدول آبی مگر در مورد واحدهای اندازه گیری ارتفاعات، بلندی، بلندا و سرعت عمومی.	۸ دسامبر ۱۹۶۱ ۱ آوریل ۱۹۶۲ ۱ ژوئیه ۱۹۶۴ (۱۳۴۰/۹/۱۷) (۱۳۴۱/۱/۱۲) (۱۳۴۲/۴/۱۰)
۱۳ (ویرایش چهارم)	اقدام شورا براساس قطعنامه شماره ۱۸-۲۲ A مجمع پیوست F	تغییر در عنوان ضمیمه و افزایش دامنه شمول برای پوشش همه جنبه‌های عملیات هوایی و زمینی، تأمین سیستم واحدهای استاندارد براساس SI، تعیین واحدهای غیر SI مجاز برای استفاده در هواپیمایی بین‌المللی کشوری، شرط انقضای استفاده از برخی واحدهای غیر SI	۲۳ مارس ۱۹۷۹ ۲۳ ژوئیه ۱۹۷۹ ۲۵ نوامبر ۱۹۸۱ (۱۳۵۸/۱/۳) (۱۳۵۸/۵/۱) (۱۳۶۰/۹/۵)
۱۴	مطالعات کمیسیون ناوبری هوایی	برقراری یک تاریخ ثابت برای انقضای شعاع واحد و معرفی مطالب راهبردی در رابطه با زمان هماهنگ جهانی و روش تاریخ و زمان مرجع.	۲۷ فوریه ۱۹۸۴ ۳۰ ژوئیه ۱۹۸۴ ۲۲ نوامبر ۱۹۸۴ (۱۳۶۲/۱۲/۸) (۱۳۶۳/۵/۸) (۱۳۶۳/۹/۱)
۱۵	کمیسیون ناوبری هوایی	تعریف جدید متر؛ معرفی اسم خاص sievert (واحدی برای اندازه‌گیری نور) حذف ارجاعات به واحدهای غیر SI موقت که دیگر مورد استفاده قرار نمی‌گیرند.	۲۴ نوامبر ۱۹۸۶ ۱۹ آوریل ۱۹۸۷ ۱۹ نوامبر ۱۹۸۷ (۱۳۶۵/۹/۳) (۱۳۶۶/۱/۳۰) (۱۳۶۶/۸/۲۸)
۱۶	اصلاحیه ۱۶۲ ضمیمه ۱	مقررات جدید در خصوص عوامل انسانی.	۲۱ فوریه ۲۰۰۰ ۱۷ ژوئیه ۲۰۰۰ ۲ نوامبر ۲۰۰۰ (۱۳۷۸/۱۲/۲) (۱۳۷۹/۵/۲۶) (۱۳۷۹/۸/۱۱)



دفتر هیئت دولت

# استانداردها و رویه‌های توصیه شده بین‌المللی

## فصل ۱. تعاریف

عبارات زیر که در استانداردها و رویه‌های توصیه شده در رابطه با واحدهای اندازه‌گیری در کلیه زمینه‌های عملیات بین‌المللی هوایی و زمینی هواپیمایی کشوری استفاده می‌شوند معانی زیر را خواهند داشت :

**آمپر (A).**

آمپر جریان ثابت الکتریکی است که در مسیر مستقیم نامحدود دو هادی موازی با فاصله عرضی یک متر با صرف نظر از سطح مقطع مرور آن در محیط خلاء می‌تواند موجب تولید نیرویی معادل  $2 \times 10^{-7}$  نیوتن در متر بین این هادی‌ها بشود.

**بِکِرل (Bq).**

عبارت است از پرتوزایی، منبعی می‌باشد که در هر ثانیه یک اتم از آن واپاشیده می‌شود.

**شمع (cd).**

شدت روشنایی، در راستای قائم بر روی سطح جسم سیاه به اندازه  $1/600000$  متر مربع در درجه حرارت انجماد پلاتین تحت فشار  $101325$  نیوتن بر متر مربع درجه حرارت سلسیوس ( $t^{\circ}C$ ).

درجه حرارت سلسیوس برابر است با اختلاف  $t^{\circ}C = T - T_0$  بین دو دمای ترمودینامیکی  $T$  و  $T_0$  که  $T_0$  برابر است با  $273/15$  کلون.

**کلمب (کولام) (C).** مقدار الکتریسیته ای است که در مدت یک ثانیه توسط جریانی ۱ آمپر منتقل می‌شود.

**درجه‌ی سلسیوس ( $^{\circ}C$ ).** نامی مشخص برای واحد کلون جهت استفاده در بیان مقدار درجه حرارت سلسیوس.

**فاراد (F).** ظرفیت خازنی بین صفحاتی است که هنگام بارگذاری توسط یک کمیت الکتریکی معادل یک کلمب، اختلاف پتانسیل یک ولت پدیدار می‌گردد.

**فوت (Ft).** طولی دقیقاً برابر با  $0/3048$  متر.

**گری (Gy).** انرژی ساطع شده توسط تشعشع یونیزه به یک جرم ماده، معادل ۱ ژول بر کیلوگرم.

**هانری (H).** مقاومت کد القایی یک مدار بسته است که نیروی الکترو موتوری یک ولت هنگامیکه جریات الکتریکی مدار به‌طور

غیر یکنواخت با نسبت یک آمپر در ثانیه در آن تولید می‌شود.



دفتر هیئت دولت



هرتز (Hz). تواتر یک پدیده ی متناوب که دوره ی تناوب آن ۱ ثانیه است.

سطح کارایی انسان. توانایی و محدودیتهای انسان که بر ایمنی و کارایی عملیات هوانوردی اثر می گذارد.

ژول (J). کار انجام شده وقتی نقطه ی اعمال نیروی یک نیوتن به اندازه ی یک متر در جهت نیرو جابه جا شود.

کلوین (K). واحدی درجه حرارت دما پویا ترو دینامیکی است که برابر ۱/۲۷۳۰۱۶ از درجه حرارت ترمودینامیکی نقطه ی سه گانه ی آب می باشد.

کیلوگرم (kg). واحد جرمی معادل با جرم نخستین کیلوگرم نمونه بین المللی

نات (kt). سرعت معادل با یک مایل دریایی در ساعت.

لیتر (L). یک واحد حجمی محدود شده برای اندازه گیری مایعات و گازها که برابر با یک دسی متر مکعب می باشد.

لومن (lm). شار روشنایی ساطع شده با زاویه مخروطی (سه بعدی) یک استرادیان از یک منبع نقطه ای دارای شدت یکنواخت یک شمع

لوکس (lx). شدت روشنایی تولید شده که توسط یک شار یک لومی بطور یکنواخت بر روی یک سطح باندازه یک متر مربع انتشار یافته است

متر (m). مسافت طی شده توسط نور در خلاء در مدت ۱/۲۹۹۷۹۲۴۵۸ ثانیه می باشد.

مول (mol). مقدار ماده از یک سیستم که حاوی ذرات بنیادین باندازه اتم های موجود در ۰/۰۱۲ کیلوگرم کربن ۱۲ می باشد.

نکته-. وقتی "مول" استفاده می شود، ذرات بنیادین باید معین باشد و می تواند اتم ها، مولکول ها، یون ها، الکترونها و سایر ذرات یا گروههای معین این ذرات باشد.

مایل دریایی (NM). طولی معادل، دقیقاً برابر با ۱۸۵۲ متر.

نیوتن (N). نیرویی که وقتی بر جسمی با جرم ۱ کیلوگرم وارد می آید، به آن شتاب ۱ متر در مجذور ثانیه می دهد.

اوم (Ω). مقاومت الکتریکی بین دو نقطه رسانا است که هنگامیکه اختلاف پتانسیل ثابت یک ولت بین این دو نقطه اعمال می گردد و جریان یک آمپر در آن رسانا ایجاد می گردد و در حالی که آن هادی اصلاً منبع نیروی الکتریکی نمی باشد . پاسکال (Pa). فشار یا تنش یک نیوتنی در هر متر مربع.

رادیان (rad). زاویه سطحی بین دو شعاع یک دایره، که کمانی برابر با طول شعاع را روی محیط دایره قطع می نماید.

ثانیه (s). مدت زمانی است که اتم سزیم ۱۳۳ در حالت پایه ۲۷۰ ۶۳۱ ۱۹۲ ۹ بار نوسان می کند.



دفتر هیئت دولت

زیمنس ( $S$ ). هدایت الکتریکی یک رسانا که در توان جریان ۱ آمپری در اثر اختلاف پتانسیل الکتریکی یک ولتی ایجاد شده است.

سیورت ( $Sv$ ). واحد مقدار مجاز تشعشع معادل، مطابق ۱ ژول بر کیلوگرم

استرادیان ( $sr$ ). زاویه صفحه ای که راس آن در مرکز کره واقع شده است، و سطحی از کره را به اندازه یک مربع با ضلعی معادل طول شعاع کره قطع می نماید.

تسلا ( $T$ ). چگالی شار مغناطیسی منتج از شار مغناطیسی یک وبر در متر مربع است.

تن ( $t$ ). جرمی برابر با ۱۰۰۰ کیلوگرم.

ولت ( $V$ ). واحد اختلاف پتانسیل الکتریکی و نیروی الکترو موتوری که اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه یک رسانا حامل جریان ثابت یک آمپر هنگامی که انتقال توان بین این نقاط برابر با یک وات است .

وات ( $W$ ). توانی که موجب افزایش تولید انرژی با نسبت ۱ ژول بر ثانیه می شود.

وبر ( $Wb$ ). شار دور مغناطیسی ، مداری است که همانطوری که با نسبت ثابتی در یک ثانیه به صفر کاهش می یابد نیروی الکترو موتوری یک ولتی در آن تولید می گردد.

دفتر هیت دولت



## فصل ۲. قابلیت اجرا

نکته‌ی مقدماتی- این ضمیمه شامل مشخصاتی جهت استفاده در سیستم‌های استاندارد واحدهای اندازه‌گیری در عملیات بین‌المللی هوایی و زمینی هواپیمایی کشوری می‌باشد. این سیستم استاندارد واحدهای اندازه‌گیری بر اساس سیستم جهانی واحدها (SI) و واحدهای خاص غیر SI، که برای تطابق با ملزومات خاص هواپیمایی کشوری بین‌المللی لازم به نظر می‌رسند پایه ریزی شده است.

برای جزئیات مربوط به ایجاد سیستم SI، پیوست الف را ببینید.

### ۲.۱ قابلیت اجرا

استانداردها و رویه‌های توصیه‌ای موجود در این ضمیمه می‌بایستی در تمامی جنبه‌های عملیات بین‌المللی هوایی و زمینی هواپیمایی کشوری اعمال شود.



دفتر همت دولت

### فصل ۳. به کارگیری استاندارد واحدهای اندازه گیری

#### ۳.۱ واحدهای SI

۳.۱.۱ سیستم بین المللی واحدها توسط نشست عمومی اوزان و اندازه گیری (CGPM<sup>۱</sup>) ایجاد و برقرار نگه داشته می شود. مشروط به تمهیدات ۳۰۲ و ۳۰۳ می بایستی بعنوان سیستم استاندارد واحدهای اندازه گیری برای کلیه جنبه های عملیات بین المللی هوایی و زمینی هواپیمائی کشوری مورد استفاده قرار گیرد.

#### ۳.۱.۲ پیشوندها

لیست پیشوندها و علائم لیست شده در جدول ۳-۱ می بایستی برای تشکیل اسامی و علائم ضرایب اعشاری و زیرضرایب واحدهای SI استفاده بشود.

نکته ۱- همان طور که در اینجا استفاده شده واژه واحد SI بدین معناست که شامل واحدهای اصلی و اشتقاقی و همچنین مضارب هر یک می گردد.

نکته ۲- پیوست ب را برای راهنمایی در مقسوم علیه های کلیات بکارگیری پیشوندها ملاحظه نمایند.



دفتر هیئت دولت

## ۳.۲ واحدهای غیر SI

۳.۲.۱ واحدهای غیر SI برای استفاده‌ی دائم با واحد SI

لیست واحدهای غیر SI مندرج در جدول ۳-۲، الزاماً باید به جای یا به‌علاوه‌ی واحدهای SI، به‌عنوان واحدهای اصلی اندازه‌گیری، ولی فقط آن‌طور که در جدول ۳-۴ آمده است به‌کار روند.

۳.۲.۲ واحدهای غیر SI جایگزین مجاز

برای استفاده‌ی موقت با SI

واحدهای غیر SI مندرج در جدول ۳-۳ الزاماً باید برای استفاده‌ی موقت به‌عنوان جایگزین واحدهای اندازه‌گیری مجاز باشند، ولی تنها برای کمیت‌های مشخص شده در جدول ۳-۴.

نکته- انتظار می‌رود که استفاده از واحدهای جایگزین غیر SI جدول ۳-۳ که مطابق با جدول ۳-۴ اعمال می‌شوند، در نهایت مطابق با تاریخ‌های انقضای واحدهای اعلامی از سوی شورا، متوقف شوند. تاریخ‌های انقضا در صورت ایجاد در فصل ۴ ذکر خواهند شد.

## جدول ۱-۳. پیش‌وندهای واحد SI

علامت	پیش‌وند	فاکتور ضرب
E	exa	$10^{18}$
P	peta	$10^{15}$
T	tera	$10^{12}$
G	giga	$10^9$
M	mega	$10^6$
k	kilo	$10^3$
h	hecto	$10^2$
da	deca	$10^1$
d	deci	$10^{-1}$
c	centi	$10^{-2}$
m	milli	$10^{-3}$
$\mu$	micro	$10^{-6}$
n	nano	$10^{-9}$
p	pico	$10^{-12}$
f	femto	$10^{-15}$
a	atto	$10^{-18}$

دفتر هیئت دولت

<sup>1</sup> General Conference of Weights and Measures



### ۳.۲- کاربرد واحدهای خاص

۳.۲.۱ به کارگیری واحدهای اندازه‌گیری برای کمیت‌های خاص استفاده‌شده در عملیات بین‌المللی هوایی و زمینی هواپیمایی کشوری، میبایستی مطابق با جدول ۳-۴ باشد.

نکته- هدف از جدول ۳-۴ استانداردسازی واحدها (شامل پیشوندها) برای کمیت‌هایی است که مشترکاً در عملیات هوایی و زمینی به کار می‌روند. تمهیدات اصلی این ضمیمه جهت اعمال واحدهای مورد استفاده برای کمیت‌های لیست‌نشده می‌باشد.

۳.۲.۲ پیشنهاد- باید وسایل و تمهیدات لازم برای طراحی، روشهای اجرایی و آموزش جهت عملیات در محیط‌ها، شامل استفاده از گزینه‌های استاندارد و غیر SI برخی واحدهای اندازه‌گیری خاص، یا انتقال بین محیط‌هایی که از واحدهای متفاوتی استفاده می‌کنند، برقرار شود و در این امر، باید کارایی انسان مورد توجه قرار بگیرد.

نکته- مطالب راهبردی در زمینه‌ی کارایی انسان را می‌توان در کتاب راهنمای آموزش عوامل انسانی (سند ۹۶۸۳) و بخشنامه ۲۳۸ (چکیده عوامل انسانی شماره ۶- کارپژوهی) یافت.

### جدول ۲-۳. واحدهای غیر SI جهت استفاده با SI

تعریف (در قالب واحدهای SI)	علامت	واحد	کمیت‌های ویژه جدول ۳-۴ در رابطه با
$1 t = 10^3 \text{ kg}$	t	تن	جرم
$1^\circ = (\pi/180) \text{ rad}$	°	درجه	زاویه صفحه
$1' = (1/60)^\circ = (\pi/10800) \text{ rad}$	'	دقیقه	
$1'' = (1/60)' = (\pi/648000) \text{ rad}$	''	ثانیه	
$1 \text{ unit } ^\circ\text{C} = 1 \text{ unit K}^*$	°C	درجه‌ی سانتیگراد	درجه حرارت
$1 \text{ min} = 60 \text{ s}$	min	دقیقه	زمان
$1 \text{ h} = 60 \text{ min} = 3600 \text{ s}$	h	ساعت	
$1 \text{ d} = 24 \text{ h} = 86400 \text{ s}$	d	روز	
deci	---	هفته، ماه، سال	
$1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3 = 10^{-3} \text{ m}^3$	L	لیتر	حجم

\* الحاقیه (ج)، جدول ۲-ج را برای تبدیل واحدها ببینید.

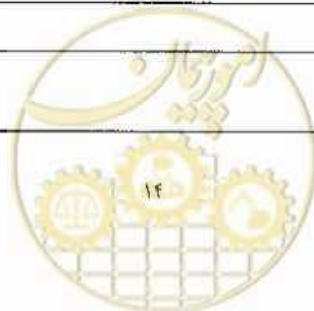
### جدول ۳-۳. واحدهای مجاز جایگزین موقت غیر SI برای استفاده با واحد SI

تعریف (در قالب واحدهای SI)	علامت	واحد	کمیت‌های ویژه جدول ۳-۴ در رابطه با
$1 \text{ NM} = 1802 \text{ m}$	NM	ناتی‌کال مایل	مسافت (افقی)
$1 \text{ ft} = 0.3048 \text{ m}$	ft	فوت	مسافت (عمودی)
$1 \text{ kt} = 0.514444 \text{ m/s}$	kt	نات	سرعت

\* ارتفاع، بلندی، بلندا، سرعت عمودی

جدول ۳-۴

شماره مرجع	کمیت	واحد اولیه (علامت)	واحد نمیز SI جایگزین (علامت)
۱. جهت/فضا/زمان			
۱.۱	فراز	m	Ft
۱.۲	مساحت	m <sup>۲</sup>	
۱.۳	فاصله (طولانی) <sup>۱</sup>	km	NM
۱.۴	فاصله (کوتاه)	m	
۱.۵	بلندی	m	Ft
۱.۶	حداکثر برد پرواز	h & m	
۱.۷	بلندا	m	Ft
۱.۸	عرض جغرافیایی	°, "	
۱.۹	طول	m	
۱.۱۰	طول جغرافیایی	°, "	
۱.۱۱	زاویه صفحه در صورت مقرر شدن کسرهای اعشاری درجه می بایستی مورد استفاده قرار گیرد	°	
۱.۱۲	طول باند	m	
۱.۱۳	برد دیداری باند	m	
۱.۱۴	حجم باک (هواگردها) <sup>۱</sup>	L	
۱.۱۵	زمان	s	
		min	
		h	
		d	
		week	
		month	
		year	
۱.۱۶	دید <sup>۲</sup>	km	
۱.۱۷	حجم	M <sup>۳</sup>	
۱.۱۸	جهت باد (به جز برای مواقع نشست و برخاست، جهت باد الزاماً باید با درجه‌ی درست داده شود؛ برای مواقع نشست و برخاست، باد الزاماً باید با درجه‌ی مغناطیسی داده شود.)	°	
۲. وابسته به جرم			
۲.۱	جرم مخصوص هوا	kg/m <sup>۳</sup>	
۲.۲	جرم مخصوص سطح	kg/m <sup>۲</sup>	
۲.۳	ظرفیت بار	kg	
۲.۴	جرم حجمی بار	kg · m <sup>۳</sup>	
۲.۵	جرم مخصوص وزنی	kg · m <sup>۳</sup>	
۲.۶	ظرفیت وزنی سوخت	kg	
۲.۷	جرم حجمی گاز	kg · m <sup>۳</sup>	
۲.۸	جرم خالص یا حداکثر بار	kg	
		T	



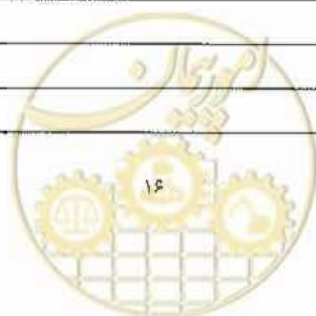
دفتر هیئت دولت

شماره مرجع	کمیت	واحد اولیه (علامت)	واحد غیر SI جایگزین (علامت)
۲.۹	وزن دستگاه تعلیق	kg	
۲.۱۰	جرم مخصوص خطی	kg·m	
۲.۱۱	جرم مخصوص مایع	kg·m <sup>۳</sup>	
۲.۱۲	جرم	kg	
۲.۱۳	گشتاور اینرسی	kg·m <sup>۲</sup>	
۲.۱۴	گشتاور اندازه حرکت	kg·m <sup>۲</sup> /s	
۲.۱۵	اندازه حرکت	kg·m/s	
۳. وابسته به نیرو			
۳.۱	فشار هوا (کلی)	kPa	
۳.۲	تنظیم فراسنجی	hPa	
۳.۳	فشار جوی	hPa	
۳.۴	گشتاور خمشی	kN.m	
۳.۵	نیرو	N	
۳.۶	فشار منبع سوخت	kPa	
۳.۷	فشار هیدرولیک	kPa	
۳.۸	ضرب کشتسانی	MPa	
۳.۹	فشار	kPa	
۳.۱۰	تنش	MPa	
۳.۱۱	تنش سطح	mN/m	
۳.۱۲	فشار محوری	kN	
۳.۱۳	گشتاور پیچشی	N·m	
۳.۱۴	خلأ	Pa	
۴. مکانیک			
۴.۱	سرعت هوا <sup>۴</sup>	km/h	Kt
۴.۲	شتاب زاویه‌ای	rad/s <sup>۲</sup>	
۴.۳	سرعت زاویه‌ای	rad/s	
۴.۴	انرژی یا کار	J	
۴.۵	توان محوری هم سنگ	kW	
۴.۶	پسامد	Hz	
۴.۷	سرعت زمینی	km/h	Kt
۴.۸	ضربه	J/m <sup>۲</sup>	
۴.۹	انرژی جنبشی جذب شده توسط ترمزها	MJ	
۴.۱۰	شتاب خطی	m/s <sup>۲</sup>	
۴.۱۱	توان	kW	
۴.۱۲	میزان تنظیم خودکار	°/s	
۴.۱۳	توان محوری	kW	
۴.۱۴	سرعت	m/s	
۴.۱۵	سرعت عمودی	m/s	ft/min
۴.۱۶	سرعت باد	km/h	Kt





شماره مرجع	کمیت	واحد اولیه (علامت)	واحد سیر SI جایگزین (علامت)
۵ جریان			
۵.۱	جریان هوای موتور	kg/s	
۵.۲	جریان آب موتور	kg/h	
۵.۳	مصرف سوخت ویژه	kg/(kW·h)	
	موتورهای پیستونی	kg/(kW·h)	
	موتورهای توربوشارژ	kg/(kW·h)	
	موتورهای جت	kg/(kN·h)	
۵.۴	جریان سوخت	kg/h	
۵.۵	نسبت وزنی پُرشدن مخزن سوخت	kg/min	
۵.۶	جریان گازی	kg/s	
۵.۷	جریان وزنی مایع	g/s	
۵.۸	جریان حجمی مایع	L/s	
۵.۹	جریان جرمی	kg/s	
۵.۱۰	مصرف روغن		
	توربین گازی	kg/h	
	موتورهای پیستونی از نوع معین	g/(kW·h)	
۵.۱۱	جریان روغن	g/s	
۵.۱۲	ظرفیت پمپ	L/min	
۵.۱۳	جریان هواساز	m <sup>۳</sup> /min	
۵.۱۴	چسبندگی (دینامیکی)	Pa·s	
۵.۱۵	چسبندگی (جنبشی)	m <sup>۲</sup> /s	
۶ دما پویا			
۶.۱	ضریب انتقال حرارت	W/(m <sup>۲</sup> ·K)	
۶.۲	جریان حرارت بر واحد سطح	J/m <sup>۲</sup>	
۶.۳	نسبت جریان حرارت	W	
۶.۴	رطوبت (مطلق)	g/kg	
۶.۵	ضریب انبساط خطی	°C <sup>-۱</sup>	
۶.۶	کمیت حرارت	J	
۶.۷	دما	°C	
۷. الکتریسیته و مغناطیس			
۷.۱	ظرفیت خازنی	F	
۷.۲	میزان رسانایی	S	
۷.۳	رسانایی الکتریکی	S/m	
۷.۴	تراکم جریان (تکائف)	A/m <sup>۲</sup>	
۷.۵	ضریب الکتریکی	A	
۷.۶	قدرت میدان الکتریکی	C/m <sup>۲</sup>	
۷.۷	پتانسیل الکتریکی	V	
۷.۸	نیروی الکترو موتوری	V	
۷.۹	قدرت میدان مغناطیسی	A/m	



دفتر همت دولت

شماره مرجع	کمیت	واحد اولیه (علامت)	واحد غیر SI جایگزین (علامت)
۷.۱۰	شار مغناطیسی	Wb	
۷.۱۱	تراکم شار مغناطیسی	T	
۷.۱۲	توان	W	
۷.۱۳	کمیت الکتریسته	C	
۷.۱۴	مقاومت	$\Omega$	
۸. وابسته به نور و تشعشع الکترومغناطیسی			
۸.۱	شدت روشنایی	lx	
۸.۲	روشنایی	$\text{cd/m}^2$	
۸.۳	موجودیت روشنایی	$\text{lm/m}^2$	
۸.۴	شار روشنایی	lm	
۸.۵	شدت روشنایی	cd	
۸.۶	کمیت نور	$\text{lm}\cdot\text{s}$	
۸.۷	انرژی تابشی	J	
۸.۸	طول موج	m	
۹. آواشنودی			
۹.۱	پسامد	Hz	
۹.۲	تراکم جرمی	$\text{kg/m}^3$	
۹.۳	سطح صدا	$\text{dB}^0$	
۹.۴	مدت تناوب، زمان تناوبی	s	
۹.۵	شدت صوت	$\text{W/m}^2$	
۹.۶	توان صوت	W	
۹.۷	فشار هوای صوت	Pa	
۹.۸	سطح صوت	$\text{dB}^f$	
۹.۹	فشار ثابت هوا (لحظه ای)	Pa	
۹.۱۰	سرعت صوت	m/s	
۹.۱۱	سرعت حجمی (لحظه ای)	$\text{m}^3/\text{s}$	
۹.۱۲	طول موج	m	
۱۰. فیزیک هسته ای و تشعشع یونیزه کننده			
۱۰.۱	مقدار مجاز جذب شده	Gy	
۱۰.۲	نسبت مقدار مجاز جذب شده	Gy/s	
۱۰.۳	فعالیت تشعشعی عناصر رادیوهمسته ای	Bq	
۱۰.۴	مقدار مجاز معادل	Sv	
۱۰.۵	میزان مواجهه با تشعشع	C/kg	
۱۰.۶	میزان پرتوگیری	C/kg.s	

۱. معمولاً در ناوبری تا ۴۰۰۰ متر دارای کاربرد می باشد.
۲. مانند سوخت هواگردها، مایعات هیدرولیک، آب، روغن و محفظه با فشار اکسیژن بالا.
۳. دید کمتر از ۵ کیلومتر می توان بر حسب متر ارائه نمود.
۴. سرعت هوا اغلب اوقات در عملیات پروازی بر حسب عدد ماخ داده می شود.
۵. استفاده از تبدیل یک نات = ۰/۵ متر بر ثانیه برای نمایش سرعت باد می باشد.



دفتر همت دولت

شماره مرجع	کمیت	واحد اولیه (علامت)	واحد غیر SI جایگزین (علامت)
<p>۶. دسی‌بل نسبی است که می‌توان به‌عنوان واحدی برای بیان میزان فشار صدا و سطح توان صدا به‌کار رود. در صورت استفاده از آن، ضروری است که شاخص مرجع مشخص شده‌باشد.</p>			

**دفتر هیئت دولت**



## فصل ۴. تاریخ انقضاء بکارگیری واحدهای فرعی غیر SI

نکته‌ی مقدماتی- به دلیل استفاده‌ی گسترده از واحدهای غیر SI لیست‌شده در جدول ۳-۳ و به دلیل پرهیز از مشکلات بالقوه‌ی ایمنی که ممکن است در نتیجه‌ی فقدان هماهنگی جهانی در زمینه‌ی تاریخ خاتمه‌ی استفاده از آن‌ها رخ دهد، آن واحدها موقتاً برای استفاده به‌عنوان واحدهای جایگزین حفظ شده‌اند. به‌محض این‌که شورا تاریخ انقضای استفاده از آن‌ها را تعیین کند، به‌عنوان استاندارد در این فصل درج می‌گردد. انتظار می‌رود که برقراری این تاریخ‌ها قبل از تاریخ انقضای واقعی باشد. هر دستورالعمل خاص مربوط به خاتمه‌ی واحدی خاص، به‌صورت بخش‌نامه‌ای از این ضمیمه، به تمامی کشورها، به‌طور جداگانه، اعلام می‌گردد.

۴.۱ استفاده از واحدهای غیر SI جایگزین مندرج در جدول ۳-۳ در عملیات بین‌المللی هواپیمایی کشوری الزاماً باید در تاریخ‌های مندرج در جدول ۴-۱ خاتمه یابد.

جدول ۴-۱. تاریخ‌های انقضاء استفاده از واحدهای فرعی غیر SI

واحد فرعی غیر SI	تاریخ پایان دهی
نات مایل دریایی	<sup>۱</sup> هنوز تعیین نشده
فوت	<sup>۲</sup> هنوز تعیین نشده
(۱) هنوز تاریخی برای انقضای استفاده از نات و مایل دریایی تعیین نشده است.	
(۲) هنوز تاریخی برای پایان دهی استفاده از فوت تعیین نشده است.	

دفتر هیئت دولت



# پیوست های ضمیمه‌ی شماره ۵

## پیوست الف. شکل‌گیری سیستم جهانی واحدها (SI)

### ۱. زمینه‌ی تاریخی

۱.۱ نام SI از «Système International d'Unités» گرفته شده است. نقطه‌ی شکل‌گیری این سیستم، خلق واحدهای طول و جرم (متر و کیلوگرم) توسط اعضای آکادمی علمی پاریس بود که در سال ۱۷۹۵ به‌عنوان مقیاسی عملی برای انتفاع از صنعت و تجارت، مورد قبول مجلس ملی فرانسه قرار گرفت. در ابتدا این سیستم با نام «سیستم متریک» خوانده می‌شد. فیزیک‌دان‌ها مزایای این سیستم را دریافتند و به سرعت در چرخه‌های علمی و فنی آن‌را به کار بستند.

۱.۲ آغاز استانداردسازی بین‌المللی با نشست ۱۵ کشور در سال ۱۸۷۰ در پاریس برمی‌گردد که منجر به پیدایش کنوانسیون بین‌المللی متریک در سال ۱۸۷۵ و تشکیل «دایره‌ی جهانی اوزان و مقیاس‌ها» شد. همچنین جهت رتق و فتق کلیه امور جهانی مربوط به سیستم متریک، کنفرانس عمومی اوزان و مقادیر<sup>۱</sup> (CGPM) تشکیل شد. در سال ۱۸۸۹، در اولین نشست کنفرانس اوزان و مقیاس‌ها، الگوهای قدیمی متر و کیلوگرم به ترتیب به‌عنوان واحدهای استاندارد جهانی طول و جرم تعیین شدند. دیگر واحدها در نشست‌های بعدی مورد توافق قرار گرفتند و در دهمین نشست آن در سال ۱۹۵۴، کنفرانس اوزان و مقیاس‌ها سیستمی منسجم واحدها بر اساس متر-کیلوگرم-ثانیه-آمپر (MKSA) را که قبلاً تدوین شده بود، قبول کرد و سپس کلون را به‌عنوان واحد دما و شمع را به‌عنوان واحد شدت روشنایی به آن اضافه کرد. در یازدهمین کنفرانس اوزان و مقیاس‌ها که در سال ۱۹۶۰ تشکیل شد ۳۶ کشور شرکت کردند و نام سیستم جهانی واحدها<sup>۲</sup> (SI) پذیرفته شد و قوانین پیشوندها، واحدهای تکمیلی و اشتقاقی و دیگر امور را تدوین کرد. بدین ترتیب خصوصیات منسجم برای واحدهای جهانی اندازه‌گیری برقرار شد. دوازدهمین کنفرانس اوزان و مقیاس‌ها در سال ۱۹۶۴ برخی پالایش‌ها را در سیستم اعمال کرد و سیزدهمین کنفرانس اوزان و مقیاس‌ها در سال ۱۹۶۷ دومین پالایش را انجام داد و نام واحد دما را به کلون (K) تغییر داد و تعریف شمع را بازمی‌کرد. چهاردهمین کنفرانس اوزان و مقیاس‌ها در سال ۱۹۷۱ مول (mol) را به‌عنوان هفتمین واحد پایه‌ای اضافه کرد و نام پاسکال (Pa) را به‌عنوان واحد SI برای فشار و تنش (نیوتن بر متر مربع) و زیمنس (S) را به‌عنوان واحد SI برای هدایت الکتریکی، تأیید کرد. در سال ۱۹۷۵، کنفرانس اوزان و مقیاس‌ها بکرل (Bq) را به‌عنوان واحد فعالیت پرتوزایی و گری (Gy) را به‌عنوان واحد میزان جذب پذیرفت.

### ۲. اداره جهانی اوزان و مقیاس‌ها

۲.۱ در ۲۰ می ۱۸۷۵ (۱۲۵۴/۲/۳۱)، هفده کشور در جلسه‌ی نهایی «کنفرانس دیپلماتیک متریک» در پاریس، کنوانسیون متر، (BIPM<sup>۳</sup>) را تشکیل داده‌اند. این کنوانسیون در ۱۹۲۱ اصلاح شد. دفاتر مرکزی کنوانسیون متر در نزدیکی پاریس است و هزینه‌ی حفظ آن توسط کشورهای عضو کنوانسیون متر تأمین می‌شود. کار کنوانسیون متر عبارتست از تضمین یکسان‌سازی جهانی مقیاس‌های فیزیکی که مسؤول موارد زیر است:

- برقراری استانداردهای پایه‌ای و مقیاس‌های اندازه‌گیری کمیته‌های فیزیکی اصلی و حفظ مدل‌های پیش‌الگوی جهانی؛
- مقایسه‌ی استانداردهای ملی و بین‌المللی؛
- تضمین هماهنگی فنون اندازه‌گیری متناظر؛
- اجرا و هماهنگی محاسبات مربوط به ثابت‌های فیزیکی.

۲.۲ کنوانسیون متر تحت نظارت خاص کمیته بین‌المللی اوزان و مقیاس‌ها<sup>۴</sup>، که خود تحت قیمومیت<sup>۵</sup> کنوانسیون عمومی اوزان و مقادیر است، عمل می‌کند. کمیته‌ی بین‌المللی شامل ۱۸ عضو است که هر یک به کشوری مجزا تعلق دارد و حداقل ۲

<sup>۱</sup> General Conference on Weights and Measures  
<sup>۲</sup> International System of Units  
<sup>۳</sup> Bureau International des Poids et Mesures  
<sup>۴</sup> International committee of weights and measures  
<sup>۵</sup> general conference of weights and measures



دفتر هیئت دولت

سال یک بار جلسه دارند. صاحب منصبان این کمیته، گزارش سالیانه‌ی موقعیت مدیریتی و مالی کنوانسیون متر را به دولت‌های کشورهای عضو کنوانسیون متر، ارائه می‌کند.

۲.۳ فعالیت‌های BIPM که در آغاز محدود به اندازه‌گیری‌های طول و جرم و مطالعات هواشناسی مربوط به این کمیته‌ها بود، به استانداردهای اندازه‌گیری الکتروسیته (۱۹۲۷)، نورسنجی (۱۹۳۷) و تشعشعات یونیزه (۱۹۶۰) گسترش یافته‌است. بدین منظور، آزمایشگاه‌های بدوی ساخته شده در سال‌های ۱۸۷۶ تا ۱۸۷۸ در سال ۱۹۲۹ گسترش یافت و دو ساختمان جدید در سال‌های ۱۹۶۳ تا ۱۹۶۴ برای آزمایشگاه‌های تشعشعات یونیزه، بنا شد. حدود ۳۰ فیزیک‌دان یا کارشناس فنی در آزمایشگاه‌های BIPM کار می‌کنند. آن‌ها علاوه بر تحقیقات هواشناسی، اندازه‌گیری و تصدیق مفاد استاندارد کمیته‌های فوق را انجام می‌دهند.

۲.۴ با دید گسترش وظایف سپرده‌شده به BIPM، CIPM از سال ۱۹۲۷، تحت عنوان کارگروه‌های مشورتی، مجموعه‌هایی تشکیل داد تا به او در موضوعات ارجاعی جهت مطالعه و رایزنی، اطلاعاتی ارائه کند. این کارگروه‌های مشورتی که ممکن است متشکل از کارگروه‌های موقت یا دائم برای مطالعه موضوعات خاص باشد، مسؤول هماهنگی کارهای بین‌المللی انجام شده در زمینه‌های مربوط به خود بوده و پیشنهادهایی در خصوص اصلاح تعاریف و مقادیر واحدها ارائه می‌کنند. به منظور تضمین یکسان‌سازی جهانی در واحدهای اندازه‌گیری، این کمیته‌ی جهانی در این خصوص مستقیماً عمل می‌کند یا پیشنهادهای برای تصویب به کنفرانس کل می‌فرستد.

۲.۵ کارگروه مشورتی دارای قوانین مشترک هستند. هر کمیته‌ی مشورتی که رئیسش معمولاً عضوی از CIPM است، متشکل از نماینده‌ای از تمام آزمایشگاه‌های مطالعات مقیاسی و مؤسسات تخصصی (که لیست آن‌ها توسط CIPM تهیه شده)، اعضای انفرادی گماشته‌شده توسط CIPM و نیز نماینده‌ی BIPM می‌باشد. این کارگروه جلسات خود را در فواصل منظم برگزار می‌کنند؛ در حال حاضر ۷ عدد از آن‌ها به شرح زیر وجود دارند:

۱. کارگروه مشورتی الکتروسیته (CCE<sup>۱</sup>)، تأسیس ۱۹۲۷.
  ۲. کارگروه مشورتی نورسنجی و رادیومتری (CCPR<sup>۲</sup>) که نام جدیدی است که در سال ۱۹۷۱ به کار گروه مشورتی نورسنجی، تأسیس ۱۹۳۳، داده‌شده. (در خلال سال‌های ۱۹۳۰ تا ۱۹۳۳، CCE موارد مربوط به نورسنجی را انجام می‌داد.)
  ۳. کارگروه مشورتی دماسنجی (CCT<sup>۳</sup>)، تأسیس ۱۹۲۷.
  ۴. کارگروه برای تعریف متر (CCDM<sup>۴</sup>)، تأسیس ۱۹۵۲.
  ۵. کارگروه مشورتی برای تعریف ثانیه (CCDS<sup>۵</sup>)، تأسیس ۱۹۵۶.
  ۶. کارگروه مشورتی برای استانداردهای اندازه‌گیری تشعشعات یونیزه (CCEMRI<sup>۶</sup>)، تأسیس ۱۹۵۸. از ۱۹۶۹ این کمیته‌ی مشورتی از ۴ بخش تشکیل شده است:  
بخش یک: اندازه‌گیری اشعه‌های X و  $\gamma$ ؛  
بخش دو: اندازه‌گیری رادیوهسته‌ای‌ها؛  
بخش سه: اندازه‌گیری‌های نوترونی؛ و  
بخش چهار: استانداردهای انرژی  $\alpha$ .
  ۷. کارگروه مشورتی برای واحدها (CCU<sup>۷</sup>)، تأسیس ۱۹۶۴.
- پیشرفت‌های کنفرانس کل، کارگروه بین‌المللی، کارگروه مشورتی و دایره‌ی بین‌المللی، تحت حمایت دایره‌ی بین‌المللی در سری‌های زیر منتشر می‌شود:

<sup>۱</sup> consultative committee for electricity

<sup>۲</sup> Consultative Committee for photometry and radiometry

<sup>۳</sup> Consultative Committee for Thermometry

<sup>۴</sup> consultative committee for the Definition of the metre

<sup>۵</sup> Consultative committee for the Definition of the second

<sup>۶</sup> Committee for the standards of measurement of Ionizing radiations

<sup>۷</sup> Consultative Committee for Units

دفتر هیئت دولت



- *Comptes rendus des seances de la Conference Generale des Poids et Mesures;*
- *Procis-Verbaux des seances du Comite International des Poids et Mesures;*
- *Sessions des Comites Consultatifs;*
- *Recueil de Travaux du Bureau International des Poids et Mesures*

(این تألیف، گردآورنده‌ی مواد منتشره در مجلات علمی و فنی و کتاب‌ها، به علاوه‌ی کارهای خاص منتشره در قالب گزارشات دو نسخه‌ای، می‌باشد).

۲۶ گاه‌گاہ BIPM گزارشی مربوط به توسعه‌ی سیستم متریک در جهان منتشر می‌کند که دارای عنوان *Les recents progres du Systeme Metrique* می‌باشد. مجموعه‌ی *Travaux et Memoires du Bureau International des Poids et Mesures* (۲۲ مجلد منتشر شده بین سال‌های ۱۸۸۱ تا ۱۹۶۶) در سال ۱۹۶۶ به‌دنبال تصمیم CIPM لغو گردید. از سال ۱۹۶۵ مجله‌ی بین‌المللی *Metrologia* که تحت حمایت CIPM تدوین می‌شود، مقالاتی در زمینه‌ی کارهای مهم‌تر انجام‌شده روی علم مقیاس‌ها در جهان منتشر کرده‌است که حاکی از پیشرفت روش‌های محاسباتی و استانداردها، واحدها و غیره به علاوه‌ی گزارشاتی مربوط به فعالیت‌ها تصمیمات و پیشنهادات مجموعه‌های مختلف خلق‌شده تحت کنوانسیون متر، می‌باشد.

### ۳. سازمان بین‌المللی برای استانداردسازی

سازمان بین‌المللی برای استانداردسازی<sup>۱</sup> (ISO) یک فدراسیون جهانی از مؤسسات استانداردهای ملی است که اگرچه عضو BIPM نیستند ولی پیشنهاداتی برای استفاده از SI و دیگر واحدهای خاص ارایه می‌کنند. سند ایزو ۱۰۰۰ و پیشنهادات ایزو سری سندهای R۳۱ ارایه‌گر جزئیات کامل به‌کارگیری واحدهای SI هستند. ایکائو رابطه‌ی خود با ایزو را در خصوص به‌کارگیری استاندارد واحدهای SI در هواپیمایی، حفظ کرده است.

دفتر هیئت دولت

<sup>۱</sup> International Organization for Standardization



# الحاقیه ب. راهنمای به کارگیری SI

## ۱. مقدمه

۱.۱ سیستم جهانی واحدها، یک سیستم کامل و یکپارچه است که شامل ۳ کلاس واحدهای زیر می‌شود:

الف) واحدهای پایه؛

ب) واحدهای تکمیلی؛

ج) واحدهای اشتقاقی.

۱.۲ SI بر پایه‌ی ۷ واحد قرار دارد که از لحاظ ابعادی مستقلند و در جدول ب-۱ لیست شده‌اند.

جدول ب-۱. واحدهای SI اصلی

علامت	واحد	کمیت
Mol	مول	مقدار ماده
A	آمپر	جریان الکتریکی
M	متر	طول
Cd	شمع	شدت روشنایی
Kg	کیلوگرم	جرم
K	کلوین	دمای دما پویا
S	ثانیه	زمان

۱.۳ واحدهای تکمیل‌کننده‌ی SI در جدول ب-۲ لیست شده‌اند و ممکن است به‌عنوان واحدهای اصلی یا اشتقاقی انگاشته شوند.

جدول ب-۲. واحدهای SI مکمل

علامت	واحد	کمیت
Rad	رادیان	زاویه‌ی دو بُعدی
Sr	استرادیان	زاویه‌ی سه بُعدی

۱.۴ واحدهای مشتق شده از SI با تلفیق واحدهای پایه، واحدهای تکمیلی و دیگر واحدهای اشتقاقی، مطابق با روابط جبری بین کمیت‌های متناظر، حاصل می‌شوند. علائم برای واحدهای اشتقاقی با علائم ریاضی ضرب، تقسیم و توان، به دست می‌آیند. آن واحدهای مشتق شده از SI که نام و علامت خاصی دارند، در جدول ب-۳ آمده‌اند.  
نکته- به کارگیری خاص واحدهای اشتقاقی جدول ب-۳ و دیگر واحدهای معمول در عملیات هواپیمایی کشوری بین‌المللی، در جدول ۳-۴ آمده است.

دفتر هیئت دولت





جدول ب-۳. واحدهای اشتقاقی SI با اسامی ویژه

اشتیاق	علامت	واحد	کمیت
J/kg	Gy	گری	میزان جذب (تشعشع)
l/s	Bq	بکرل	فعالیت رادیو هسته‌ای
C/V	F	فاراد	ظرفیت خازنی
A/V	S	زیمنس	رسانایی
J/kg	Sv	سیورت	میزان معادل (تشعشع)
W/A	V	ولت	پتانسیل الکتریکی، اختلاف پتانسیل، نیروی متحرک به وسیله‌ی برق
V/A	$\Omega$	اهم	مقاومت الکتریکی
N·m	J	ژول	انرژی، کار، کمیت حرارت
kg·m/s <sup>2</sup>	N	نیوتن	نیرو
l/s	Hz	هرتز	بسامد (یک پدیده‌ی تناوبی)
lm/m <sup>2</sup>	lx	لوکس	نورانیّت
Wb/A	H	هانری	ظرفیت القاء مغناطیسی
cd·sr	lm	لومن	شار روشنایی
V·s	Wb	وبر	شار مغناطیسی
Wb/m <sup>2</sup>	T	تسلا	چگالی شار مغناطیسی
J/s	W	وات	توان، شار تشعشعی
N/m <sup>2</sup>	Pa	پاسکال	فشار، تنش
A·s	C	کولام	کمیت الکتریسیته، شارژ الکتریکی

۱.۵ SI گزیده‌ای موجه از واحدهای سیستم متریک است که به‌طور انفرادی بدیع نیستند. مزیت بزرگ SI در این است که تنها یک واحد برای هر کمیت فیزیکی وجود دارد - متر برای طول، کیلوگرم (به‌جای گرم) برای جرم، ثانیه برای زمان و غیره. از این واحدهای اصلی یا پایه‌ای واحدهایی برای تمامی کمیت‌های مکانیکی دیگر، مشتق می‌شود. این واحدهای اشتقاقی با روابط ساده‌ای مانند «سرعت برابر است با نرخ تغییر فاصله»، «شتاب برابر است با نرخ تغییر سرعت»، «نیرو محصول جرم و شتاب است»، «کار یا انرژی محصول نیرو و فاصله است»، «توان کار انجام شده در واحد زمان است» و غیره. برخی از این واحدها فقط یک اسم عام دارند مثل «متر بر ثانیه برای سرعت»؛ برخی دیگر اسامی خاص دارند مثل نیوتن (N) برای نیرو، ژول (J) برای کار یا انرژی، وات (W) برای توان. صرف‌نظر از این که فرایند مکانیکی، الکتریکی، شیمیایی یا هسته‌ای است، واحدهای SI برای نیرو، انرژی و توان، یکسان است. نیروی ۱ نیوتن که بر فاصله‌ی ۱ متر اعمال می‌شود، می‌تواند ۱ ژول حرارت تولید کند که همانند چیزی است که ۱ وات توان الکتریکی می‌تواند در ۱ ثانیه تولید کند.

۱.۶ مزایای SI که حاصل از به‌کار بردن یک واحد منحصر به‌فرد برای هر کمیت فیزیکی است، متناظر با مزایایی است که حاصل از به‌کارگیری دسته‌ی علائم و اختصارهایی منحصر به‌فرد می‌باشد. این علائم و اختصارها مانع از اغتشاشی است که از رویه‌های حاضر در نظام‌های مختلف، مثل استفاده از «b» برای واحد فشار «بار» و واحد سطح «بارن»، بر می‌خیزد.

۱.۷ دیگر مزیت SI، حفظ ارتباط اعشاری بین ضرایب و زیر-ضرایب واحدهای پایه‌ای برای هر کمیت فیزیکی است. جهت تسهیل در نوشتن و گفتن، پیشوندهایی برای مشخص کردن ضرایب و زیر-ضرایب واحدها از اگزا (۱۰<sup>۱۸</sup>) تا آتو (۱۰<sup>-۱۸</sup>) مقرر شده است.

۱.۸ دیگر مزیت بزرگ SI یکپارچگی آن است. ممکن است انتخاب واحدها به‌طور دلخواه باشد ولی انتخاب مستقل یک واحد برای هر دسته از کمیت‌های قابل مقایسه‌ی دوطرفه، در کل منتهج به ظهور فاکتورهای عددی متعددی در معادلات بین مقادیر



دفتر هیئت دولت

عددی می‌شود. به هر حال انتخاب سیستمی از واحدها به طریقی که معادلات بین مقادیر عددی، شامل فاکتورهای عددی، شکل کاملاً یکسانی با معادلات متناظر بین مقادیر داشته باشند، ممکن و در عمل آسان‌تر است. سیستم واحدی که این‌گونه تعریف شده باشد، نسبت به سیستم کمیت‌ها و معادلات مورد نظر، یکپارچه به حساب می‌آید. معادلات بین واحدهای یک سیستم واحد یکپارچه، همانند فاکتورهای عددی، تنها شامل عدد ۱ می‌باشد. در یک سیستم یکپارچه حاصل یا خارج قسمت هر دو کمیت واحد، واحد کمیت حاصل است. مثلاً در هر سیستم یکپارچه، واحد سطح حاصل از واحد طول ضربدر واحد طول است، واحد سرعت حاصل تقسیم واحد طول بر واحد زمان است و واحد نیرو حاصل واحد جرم ضربدر واحد شتاب است. نکته - شکل ب-۱ نشان‌گر ارتباط واحدهای SI می‌باشد.

## ۲. جرم، نیرو و وزن

۲.۱ تمایز اصلی SI از سیستم اندازه‌گیری وزن در واحدهای مهندسی متریک عبارت است از استفاده‌ی صریح از واحدهای مجزا برای جرم و نیرو. در SI نام کیلوگرم، محدود به واحد جرم است و دیگر از کیلوگرم-نیرو (که به اشتباه پسوند نیرو از آن حذف می‌شد) استفاده نمی‌شود. در عوض واحد نیرو در SI نیوتن است. به همین ترتیب جهت ساخت واحدهای اشتقاقی دارای نیرو، به جای کیلوگرم-نیرو از نیوتن استفاده می‌شود، مثل فشار یا استرس ( $N/m^2 = Pa$ )، انرژی ( $N \cdot m = J$ ) و توان ( $N \cdot m/s = W$ ).

۲.۲ در بسیاری اوقات، به اشتباه، از وزن به جای نیرو و جرم استفاده می‌شود. در استفاده‌ی عوام، وزن تقریباً همیشه به معنای جرم به کار می‌رود، بنابراین وقتی از وزن شخصی سخن گفته می‌شود، کمیت مورد نظر، جرم است. در علوم و فنون، وزن یک جسم معمولاً به نیرویی گفته می‌شود که اگر به جسمی وارد شود، به او شتابی برابر با «شتاب محلی سقوط آزاد» می‌دهد. صفت «محلی» معمولاً اشاره به موقعیتی روی سطح زمین دارد؛ در این مفهوم «شتاب محلی سقوط آزاد» با  $g$  نشان داده می‌شود (گاه از آن به «شتاب جاذبه» یاد می‌شود) که مقادیری با اختلاف ۰/۵ درصد از آن در نقاط مختلف سطح زمین مشاهده شده است و با افزایش فراز، کاهش می‌یابد. بنابراین از آن‌جا که «وزن نیرویی است برابر با جرم ضربدر شتاب جاذبه»، وزن یک شخص به موقعیت او بستگی دارد ولی جرم این چنین نیست. شخصی با جرم ۷۰ کیلوگرم، ممکن است روی زمین نیروی (وزن) ۶۸۶ نیوتن (حدود ۱۵۵ پوند) و روی ماه نیروی (وزن) ۱۱۳ نیوتن (حدود ۲۲ پوند) داشته باشد. به خاطر استفاده‌ی دوگانه از وزن به‌عنوان یک کمیت، نباید از آن در فنون استفاده کرد مگر تحت شرایطی که معنای آن کاملاً روشن باشد. وقتی از این عبارت استفاده می‌شود، مهم است بدانیم منظور جرم است یا نیرو و از واحدهای SI کاملاً با به کارگیری کیلوگرم برای جرم یا نیوتن برای نیرو استفاده کنیم.

۲.۳ در تعیین جرم توسط ترازوهای کفه‌ای و فنری از وزن استفاده می‌شود. در ترازوهای دو کفه‌ای، وقتی از یک وزنه‌ی استاندارد برای اندازه‌گیری جرم اجسام استفاده می‌شود، تأثیر مستقیم جاذبه روی دو جرم، خنثی می‌شود؛ ولی تأثیر غیر مستقیم آن روی شناوری هوا یا دیگر سیالات معمولاً خنثی نمی‌شود. در استفاده از یک ترازوی فنری، جرم به‌طور غیر مستقیم اندازه گرفته می‌شود، چراکه دستگاه به نیروی جاذبه پاسخ می‌دهد. چنین ترازوهایی را می‌توان با واحدهای جرم کالیبره کرد ولی به شرطی که در استفاده از آنها اختلاف در فشار جاذبه و اصلاحات شناوری، چشمگیر نباشد.

## ۳. انرژی و گشتاور

۳.۱ محصول برداری نیرو و بازوی زمان، به‌طور گسترده توسط واحد نیوتن متر مشخص می‌شود. این واحد برای گشتاور با واحد انرژی که آن هم نیوتن متر است، ایجاد اشتباه می‌کند. اگر گشتاور به‌صورت نیوتن متر بر رادیان بیان شود، ارتباط آن با انرژی آشکار می‌شود چراکه محصول گشتاور و گردش زاویه‌ای، انرژی است:

$$(N \cdot m/rad) \cdot rad = N \cdot m$$

۳.۲ اگر بردارها نشان داده شوند، اختلاف بین انرژی و گشتاور آشکار خواهد شد، چراکه گردش نیرو و طول در این دو مورد، متفاوتند. تشخیص این اختلاف بین گشتاور و انرژی، بسیار مهم است و نباید از زول برای گشتاور استفاده کرد.



دفتر هیئت دولت

#### ۴. پیشوندهای SI

##### ۴.۱ انتخاب پیشوندها

۴.۱.۱ در کل، پیشوندهای SI باید جهت نشان دادن میزان بزرگی به کار رود و بنابراین از اعداد غیرمهم و صفرهای اعشاری پرهیز می‌شود و جایگزینی آسان برای توان‌های ۱۰ ترجیحاً در محاسبات ارایه می‌شود. برای مثال:

۱۲۳۰۰ میلی‌متر می‌شود ۱۲/۳ متر

$10^2 \times 12/3$  متر می‌شود ۱۲/۳ کیلومتر

$0.00123 \mu A$  می‌شود ۱/۲۳ nA

۴.۱.۲ در زمان بیان یک کمیت توسط یک مقدار عددی و یک واحد، پیشوندها باید ترجیحاً طوری انتخاب شوند که مقدار عددی بین ۰/۱ و ۱۰۰۰ باشد. جهت کوچک کردن تنوع، پیشنهاد می‌شود که از پیشوندهای نشان‌گر توان ۱۰۰۰ استفاده شود. به هر حال در موارد زیر، انحراف از مورد بالا ممکن است روی دهد:

الف) در بیان سطح و حجم، پیشوندهای هکتو، دکا، دسی و سانتی، ممکن است نیاز شود؛ مثلاً هکتومتر مربع، سانتی‌متر مکعب؛

ب) در جداول مقادیر کمیت‌های یکسان، یا در مباحث چنین مقادیری در یک مفهوم داده‌شده، استفاده از ضرایب همان واحد در کل ارجحیت دارد؛ و

ج) برای مقادیر خاص در کاربردهای ویژه، به‌طور عادی از یک ضریب خاص استفاده می‌شود. برای مثال هکتوپاسکال برای تنظیمات فrazسنجی و میلی‌متر برای ابعاد خطی در ترسیمات مهندسی مکانیک، حتی وقتی این مقادیر خارج از ۰/۱ تا ۱۰۰۰ باشد.

##### ۴.۲ پیشوندها در واحدهای ترکیبی<sup>۱</sup>

پیشنهاد می‌شود که تنها یک پیشوند در ساخت مضربی از یک واحد ترکیبی به کار رود. معمولاً این پیشوند باید به واحدی در صورت کسر الصاق شود. استثناء این ماده وقتی است که یکی از واحدها کیلوگرم باشد. مثلاً V/m نه mV/mm؛ MJ/kg نه kJ/g.

##### ۴.۳ پیشوندهای ترکیبی

از پیشوندهای ترکیبی ساخته‌شده با کنار هم قراردادن دو یا چند پیشوند SI، استفاده نمی‌شود. مثلاً:

۱ nm نه ۱ m $\mu$ m؛ ۱ pF نه ۱  $\mu$ F

اگر مقادیر مورد نیاز، خارج از بُرد پوشش داده‌شده توسط پیشوندها باشد، باید با توان‌های ۱۰ اعمال‌شده به واحد پایه بیان شوند.

##### ۴.۴ توان‌های واحدها

توان الصاق‌شده به یک علامت دارای پیشوند، نشان می‌دهد که ضرایب یا زیر-ضرایب آن واحد (واحد و پیشوندش)، به توان مشخص‌شده می‌رسند. مثلاً:

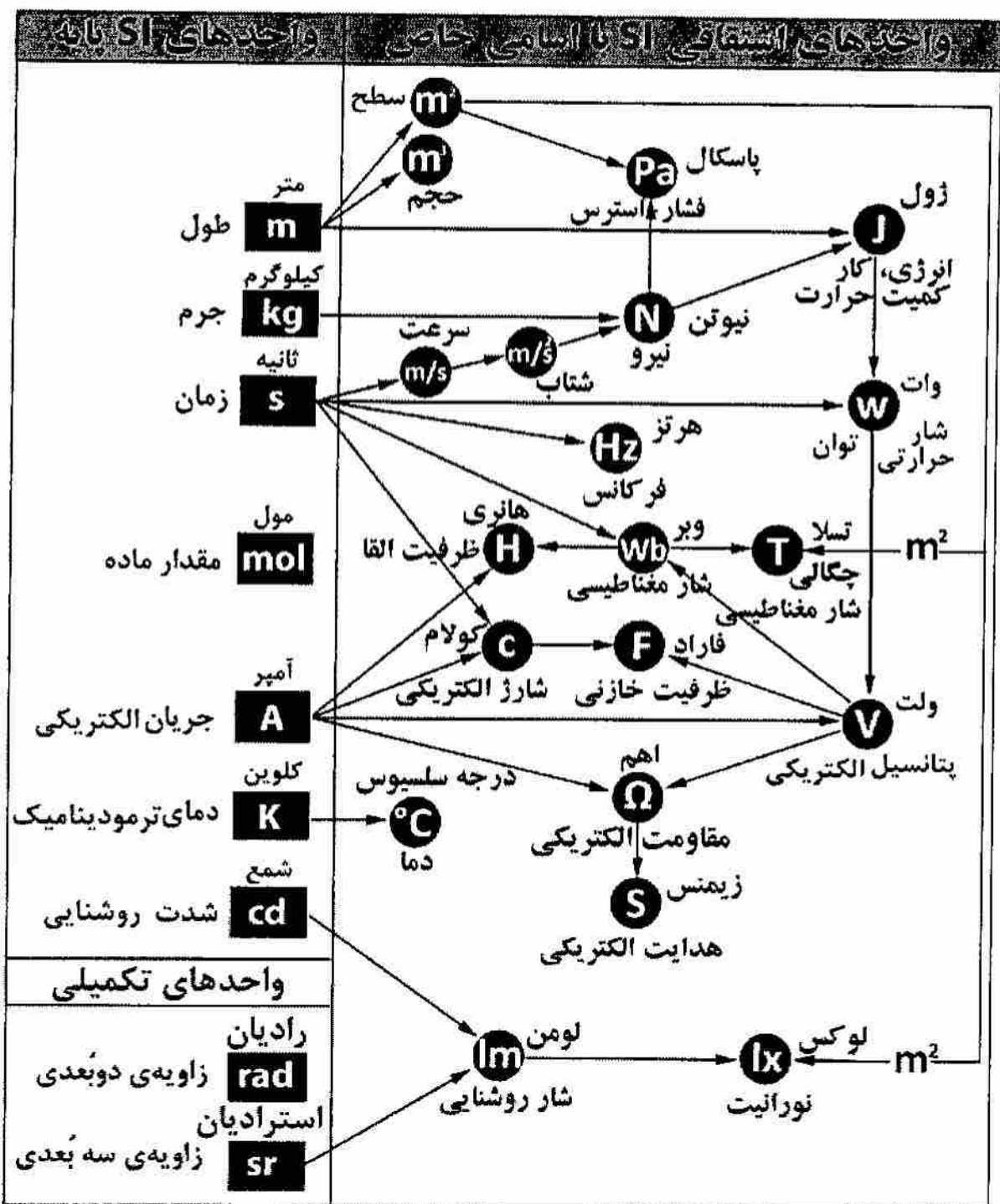
$$1 \text{ cm}^2 = (10^{-2} \text{ m})^2 = 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$1 \text{ ns}^{-1} = (10^{-9} \text{ s})^{-1} = 10^9 \text{ s}^{-1}$$

$$1 \text{ mm}^2/\text{s} = (10^{-3} \text{ m})^2/\text{s} = 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

<sup>۱</sup> یک واحد ترکیبی، واحدی است اشتقاقی، بیان شده در قالب دو یا چند واحد که دارای اسم خاصی نیستند.





شکل ب- ۱

دفتر هیئت دولت



## ۵. سبک و کاربرد

### ۵.۱ قوانین نگارش علائم واحدها

- ۵.۱.۱ علائم واحدها باید صرفنظر از سبک نوشتار مجاور، به‌طور راست تایپ شوند.
- ۵.۱.۲ علائم واحدها نباید جمع بسته شوند.
- ۵.۱.۳ در آخر علائم واحدها نباید نقطه گذاشته شود مگر این‌که در انتهای جمله واقع شوند.
- ۵.۱.۴ علائم واحدها باید با حروف کوچک (cd) نوشته شوند مگر این‌که نام واحد از یک اسم خاص گرفته شده باشد، که در این صورت فقط حرف اول بزرگ نوشته می‌شود (Pa, W). پیشوند و علامت واحد، صرفنظر از سبک تایپ حروف مجاور، سبک خود را حفظ می‌کنند.
- ۵.۱.۵ در بیان کامل یک کمیت، باید بین عدد و واحد، یک فاصله درج شود. مثلاً ۳۵ mm نه ۳۵mm و ۲.۳۷ lm نه ۲.۳۷lm. وقتی کمیتی در نقش صفت واقع می‌شود، معمولاً از یک خط فاصله استفاده می‌شود، مثلاً ۳۵-mm film (فیلم ۳۵ میلیمتری).

استثنا: برای درجه، دقیقه و ثانیه در زوایای دو بُعدی و درجه‌ی سلسیوس، بین عدد و علامت فاصله گذاشته نمی‌شود.

۵.۱.۶ بین پیشوند و علامت واحد فاصله‌ای درج نمی‌شود.

۵.۱.۷ برای واحدها باید از علائم استفاده کرد نه از اختصارات. مثلاً برای آمپر از «A» استفاده کنید نه «amp».

### ۵.۲ قوانین نگارش اسامی واحدها

اسامی واحدها در زبان انگلیسی همانند اسامی عام هستند. بنابراین حرف اول اسم یک واحد فقط در صورتی بزرگ نوشته می‌شود که در ابتدای جمله یا در مطالب نوشته شده با حروف بزرگ (مثل تیتراها) واقع شده باشد، حتی اگر اسم واحد از یک اسم خاص گرفته شده باشد و مطابق با ۵.۱.۴ علامت آن با حرف بزرگ آغاز شود. مثلاً: معمولاً نوشته می‌شود «Newton» نه «Newton» حتی حال که علامت آن N است.

۵.۲.۲ بنا بر قواعد دستور زبان، از اسامی جمع استفاده می‌شود و معمولاً اسم جمع با قاعده هستند؛ مثلاً برای جمع henry از henries استفاده می‌شود. اسامی جمعی قاعده‌ی زیر پیشنهاد می‌شوند:

مفرد	جمع	مفرد	جمع	مفرد	جمع
siemens	siemens	hertz	hertz	Lux	Lux

۵.۲.۳ بین پیشوند و نام واحد، فاصله‌ای درج نمی‌شود.

۵.۳ واحدهای ساخته شده با ضرب و تقسیم

۵.۳.۱ با اسامی واحدها:

حاصل ضرب، ترجیحاً از یک فاصله یا خط فاصله استفاده کنید:

Newton metre یا Newton-metre.

در مورد watt hour ممکن است فاصله حذف شود:

watthour

خارج قسمت، از per استفاده کنید نه از ممیز:

Metre per second نه metre/second

توان‌ها، از مربع (یا مجذور) (squared) یا مکعب (cubed) بعد از اسم واحد استفاده کنید:

Metre per second squared

(متر بر مجذور ثانیه).

در مورد سطح یا حجم یک تعدیل کننده باید قبل از اسم واحد قرار گیرد:



دفتر هیئت دولت

### Square milimetric cubic metre.

این استثنا در مورد اشتقاق واحدها از سطح یا حجم نیز به کار می‌رود:

### Watt per square metre

(وات بر متر مربع)

نکته- جهت پرهیز از ابهام در عبارات پیچیده، علایم بر کلمات ترجیح داده می‌شوند.

۵.۳.۲ با علایم واحدها:

حاصلضرب ممکن است به طرُق زیر نشان داده شود:

Nm یا  $N \cdot m$  برای نیوتن متر.

نکته- وقتی برای یک پیشوند از علامتی استفاده می‌شود که با علامت واحد یکسان است، باید توجه داشت که اشتباه صورت نگیرد. مثلاً باید واحد نیوتن متر برای گشتاور، Nm یا  $N \cdot m$  نوشته شود تا با میلی نیوتن (mN) اشتباه نشود.

در مواقع تایپ که نمی توان نقطه را در بالای خط درج کرد، استثنائاً ممکن است روی خط درج شود.

خارج قسمت، از یکی از اشکال زیر استفاده کنید:

M/s یا  $m \cdot s^{-1}$  یا  $\frac{m}{s}$

جهت پرهیز از ابهام، به هیچ عنوان نباید در یک عبارت، از بیش از یک ممیز استفاده کرد، مگر این که پراتز درج شود.

مثلاً بنویسید:

$(J/mol)/K$  یا  $J \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$  یا  $J/(mol \cdot K)$

ولی ننویسید:  $J/mol/K$ .

۵.۳.۳ علایم و اسامی واحدها نباید در یک عبارت با هم تلفیق شوند. بنویسید:

Joules per kilogram یا  $J/kg$  یا  $J \cdot kg^{-1}$

ولی ننویسید:

Joules/kilogram یا  $Joules/kg$  یا  $joules \cdot kg^{-1}$

۵.۴ اعداد

۵.۴.۱ در انگلیسی به جای ممیز از نقطه‌ای روی خط استفاده می‌شود ولی ویرگول هم قابل قبول است. وقتی عددی کوچکتر

از ۱ نوشته می‌شود، باید صفر قبل از ممیز نوشته شود.

۵.۴.۲ برای جداکردن اعداد از ویرگول استفاده نمی‌شود. در عوض اعداد از ممیز به سمت چپ و راست باید به صورت

گروه‌های سه‌تایی جدا شوند و یک فاصله کوچک بین گروه‌ها درج شود. مثلاً:

۰.۱۳۳ ۴۷ ۲.۵۷۶ ۳۲۱ ۷۲۸۱ ۷۳ ۶۵۵

فاصله‌ی بین گروه‌ها باید تقریباً به اندازه‌ی حرف «ا» باشد و حتی اگر در تایپ از فواصل گوناگونی بین کلمات استفاده

می‌شود، این فاصله باید ثابت باقی بماند.

۵.۴.۳ نشانه‌ی ضرب اعداد (x) یا نقطه‌ای بالای خط است ولی نباید از نقطه بالای خط به‌عنوان ضربدر و نقطه روی خط

به‌عنوان ممیز در یک عبارت به‌طور هم‌زمان استفاده شود.

۵.۴.۴ الصاق حروف به یک علامت واحد، برای آرایه‌ی اطلاعات درباره‌ی ماهیت کمیت موردنظر، اشتباه است. بنابراین MWe

برای «مگاوات الکتریکی (توان)»، Vac برای «ولت ac» و kJt برای «کیلوژول حرارتی (انرژی)» قابل قبول نیستند. به همین

دلیل نباید تلاشی صورت گیرد تا معادل‌های SI برای اختصارات «psia» و «psig» که گهگاهی به‌جای فشار مطلق

(absolute) و پیمانهای (gauge) به‌کار می‌روند، ساخته شود. اگر شکلی در مورد این که کدام فشار مد نظر بوده است، وجود

داشته باشد، کیفیت کلمه‌ی فشار باید مشخص شود. مثلاً:

«... در فشار پیمانهای ۱۳ کیلوپاسکال»

یا «... در فشار مطلق ۱۳ کیلوپاسکال».



## الحاقیه ج. ضرایب تبدیل واحدها

### ۱. کلیات

۱.۱ لیست ضرایب تبدیل واحد که در این الصاق آمده است، به منظور بیان تعریفی از واحدهای اندازه‌گیری متفرقه به صورت یک ضریب عددی از واحدهای SI می‌باشد.

۱.۲ ضرایب تبدیل واحد به گونه‌ای ارائه شده‌اند که برای استفاده در رایانه و انتقال الکترونیکی داده‌ها، انطباق پذیر باشند. هر ضریب، به صورت عددی بزرگ‌تر از ۱ و کوچکتر از ۱۰ با شش رقم اعشار یا کمتر، نوشته شده است. بعد از این عدد، حرف E (به نشانه‌ی توان) و در ادامه علامت منفی یا مثبت و دو عدد که توان ۱۰ را بازگو می‌کنند آمده است که واحد اولیه باید در این ضریب ضرب شود تا به مقدار صحیح واحد مورد نظر دست یافت. مثلاً:

$$0.03523907 \text{ Pa} \times 10^{-2} = 3.523907 \times 10^{-4} \text{ Pa}$$

به طور مشابه:

$$3386.389 \text{ Pa} \times 10^{-2} = 33.86389 \text{ Pa}$$

۱.۳ ستاره (\*) بعد از ششمین رقم اعشار، نشان‌گر این است که فاکتور تبدیل واحد، دقیق است و بقیه‌ی اعداد صفر می‌باشد. وقتی کمتر از شش رقم اعشار نشان داده شده است، دقت بیشتر تضمین شده نمی‌باشد.

۱.۴ مثال‌های بیشتر در استفاده از جدول:

تبدیل از	به	ضریب
پوند-نیرو در فوت مربع	Pa	$4.788026 \times 10^{-1}$
اینچ	m	$2.540000 \times 10^{-2}$

بنابراین:

$$1 \text{ lbf/ft}^2 = 47.88026 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ inch} = 0.0254 \text{ m (exactly)}$$

### ۲. ضرایب لیست نشده

۲.۱ ضرایب تبدیل واحد برای واحدهای ترکیبی که در این جا لیست نشده‌اند را به راحتی می‌توان به ترتیب زیر، با جایگزینی واحدهای تبدیل شده از اعداد داده شده در لیست، به دست آورد:

مثال: پیدا کردن ضریب تبدیل واحد از  $\text{lb}\cdot\text{ft}/\text{s}$  به  $\text{kg}\cdot\text{m}/\text{s}$ :

$$(1) \quad 1 \text{ lb} \rightarrow 0.4535924 \text{ kg}$$

$$1 \text{ ft} \rightarrow 0.3048 \text{ m}$$

$$(2) \quad \text{جایگزینی } (0.4535924 \text{ kg}) \times (0.3048 \text{ m})/\text{s}$$

$$= 0.138255 \text{ kg}\cdot\text{m}/\text{s}$$

بنابراین ضریب تبدیل واحد،  $0.138255 \text{ E}-01$  می‌باشد.

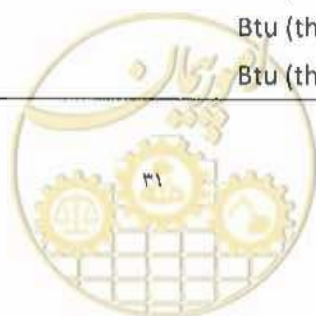


دفتر هیئت دولت

## جدول ج-۱. ضرایب تبدیل واحد به واحدهای SI

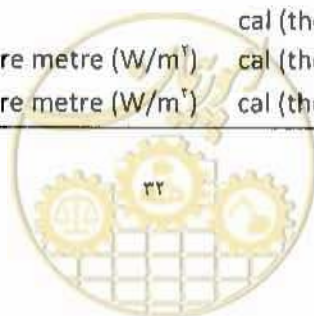
(علایم واحدهای SI در پرانتز آمده‌اند)

تبدیل از	به	ضریب
Abampere	ampere (A)	$10^{+01}$
Abcoulomb	coulomb (C)	$10^{+01}$
Abfarad	farad (F)	$10^{+09}$
Abhenry	henry (H)	$10^{+09}$
Abmho	siemens (S)	$10^{+09}$
Abohm	ohm ( $\Omega$ )	$10^{+09}$
Abvolt	volt (V)	$10^{+08}$
acre (U.S. survey)	square metre (m <sup>2</sup> )	$4.046872$
ampere hour	coulomb (C)	$3600$
Are	square metre (m <sup>2</sup> )	$10^{+02}$
atmosphere (standard)	pascal (Pa)	$1.01325$
<p>که ستاره (*) بعد از ششمین رقم اعشار، نشان‌گر این است که ضریب تبدیل واحد، دقیق است و بقیه‌ی اعداد صفر می‌باشد. وقتی کمتر از شش رقم اعشار نشان داده شده است، دقت بیشتر تضمین شده نمی‌باشد.</p>		
atmosphere (technical = 1 kgf/cm <sup>2</sup> )	pascal (Pa)	$98.0665$
Bar	pascal (Pa)	$10^{+05}$
barrel (for petroleum, 42 U.S. liquid gal)	cubic metre (m <sup>3</sup> )	$1.589872$
British thermal unit (International Table)	joule (J)	$1.055056$
British thermal unit (mean)	joule (J)	$1.05587$
British thermal unit (thermochemical)	joule (J)	$1.054350$
British thermal unit (39°F)	joule (J)	$1.05967$
British thermal unit (59°F)	joule (J)	$1.05480$
British thermal unit (60°F)	joule (J)	$1.05468$
Btu (International Table) · ft <sup>2</sup> · °F	watt per metre kelvin (W/m·K)	$1.730735$
(k, thermal conductivity)		
Btu (thermochemical) · ft <sup>2</sup> · °F	watt per metre kelvin (W/m·K)	$1.729577$
(k, thermal conductivity)		
Btu (International Table) · in/h · ft <sup>2</sup> · °F	watt per metre kelvin (W/m·K)	$1.442279$
(k, thermal conductivity)		
Btu (thermochemical) · in/h · ft <sup>2</sup> · °F	watt per metre kelvin (W/m·K)	$1.441314$
(k, thermal conductivity)		
Btu (International Table) · in/s · ft <sup>2</sup> · °F	watt per metre kelvin (W/m·K)	$5.192204$
(k, thermal conductivity)		
Btu (thermochemical) · in/s · ft <sup>2</sup> · °F	watt per metre kelvin (W/m·K)	$5.188732$
(k, thermal conductivity)		
Btu (International Table)/h	watt (W)	$2.930711$
Btu (thermochemical)/h	watt (W)	$2.928751$
Btu (thermochemical)/min	watt (W)	$1.757250$

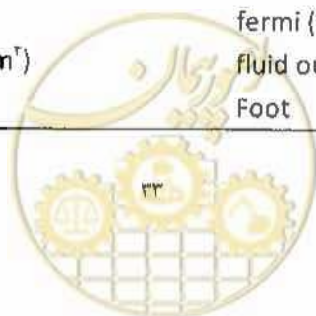




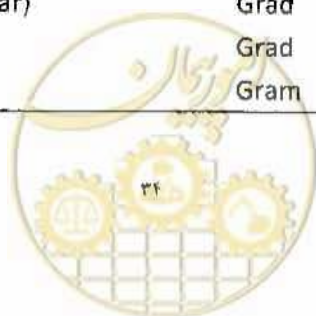
تبدیل از	به	ضریب
E+۰۳	watt (W)	۱.۰۵۴ ۳۵۰
E+۰۴	joule per square metre (J/m <sup>۲</sup> )	۱.۱۳۵ ۶۵۳
E+۰۴	joule per square metre (J/m <sup>۲</sup> )	۱.۱۳۴ ۸۹۳
E+۰۰	watt per square metre (W/m <sup>۲</sup> )	۳.۱۵۲ ۴۸۱
E+۰۲	watt per square metre (W/m <sup>۲</sup> )	۱.۸۹۱ ۴۸۹
E+۰۴	watt per square metre (W/m <sup>۲</sup> )	۱.۱۳۴ ۸۹۳
E+۰۶	watt per square metre (W/m <sup>۲</sup> )	۱.۶۳۴ ۲۴۶
E+۰۰	watt per square metre kelvin (W/m <sup>۲</sup> ·K)	۵.۶۷۸ ۲۶۳
E+۰۰	watt per square metre kelvin (W/m <sup>۲</sup> ·K)	۵.۶۷۴ ۴۶۶
E+۰۴	watt per square metre kelvin (W/m <sup>۲</sup> ·K)	۲.۰۴۴ ۱۷۵
E+۰۴	watt per square metre kelvin (W/m <sup>۲</sup> ·K)	۲.۰۴۲ ۸۰۸
E+۰۳	joule per kilogram (J/kg)	۲.۳۲۶ ...*
E+۰۳	joule per kilogram (J/kg)	۲.۳۲۴ ۴۴۴
E+۰۳	joule per kilogram kelvin (J/kg·K)	۴.۱۸۶ ۸۰۰*
E+۰۳	joule per kilogram kelvin (J/kg·K)	۴.۱۸۴ ...
E+۰۲	metre (m)	۲.۵۴۰ ...*
E+۰۰	joule (J)	۴.۱۸۶ ۸۰۰*
E+۰۰	joule (J)	۴.۱۹۰ ۰۲
E+۰۰	joule (J)	۴.۱۸۴ ...*
E+۰۰	joule (J)	۴.۱۸۵ ۸۰
E+۰۰	joule (J)	۴.۱۸۱ ۹۰
E+۰۳	joule (J)	۴.۱۸۶ ۸۰۰*
E+۰۳	joule (J)	۴.۱۹۰ ۰۲
E+۰۳	joule (J)	۴.۱۸۴ ...*
E+۰۴	joule per square metre (J/m <sup>۲</sup> )	۴.۱۸۴ ...*
E+۰۳	joule per kilogram (J/kg)	۴.۱۸۶ ۸۰۰*
E+۰۳	joule per kilogram (J/kg)	۴.۱۸۴ ...*
E+۰۳	joule per kilogram kelvin (J/kg·K)	۴.۱۸۶ ۸۰۰*
E+۰۳	joule per kilogram kelvin (J/kg·K)	۴.۱۸۴ ...*
E+۰۲	watt (W)	۶.۹۷۳ ۳۳۳
E+۰۰	watt (W)	۴.۱۸۴ ...*
E+۰۲	watt per square metre (W/m <sup>۲</sup> )	۶.۹۷۳ ۳۳۳
E+۰۴	watt per square metre (W/m <sup>۲</sup> )	۴.۱۸۴ ...*



تبدیل از	به	ضریب	
E+02	۴.۱۸۴...*	watt per metre kelvin (W/m.K)	cal (thermochemical)/cm·s·°C
E+03	۱.۳۳۳۲۲	pascal (Pa)	centimetre of mercury (-°C)
E+01	۹.۸۰۶۳۸	pascal (Pa)	centimetre of water (°C)
E-03	۱.۰۰۰...*	pascal second (Pa·s)	Centipoises
E-06	۱.۰۰۰...*	metre squared per second (m <sup>2</sup> /s)	Centistokes
E-10	۵.۰۶۷۰۷۵	square metre (m <sup>2</sup> )	circular mil
E-01	۲.۰۰۳۷۱۲	kelvin metre squared per watt (K, m <sup>2</sup> /W)	Clo
E-04	۲.۳۶۵۸۸۲	cubic metre (m <sup>3</sup> )	Cup
E+10	۳.۷۰۰...*	becquerel (Bq)	Curie
E+04	۸.۶۴۰...*	second (s)	day (mean solar)
E+04	۸.۶۱۶۴۰۹	second (s)	day (sidereal)
E-02	۱.۷۴۵۳۲۹	radian (rad)	degree (angle)
E-01	۱.۷۶۱۱۰۲	kelvin metre squared per watt (K·m <sup>2</sup> /W)	°F·h·ft <sup>2</sup> /Btu (International Table) (R, thermal resistance)
E-01	۱.۷۶۲۲۸۰	kelvin metre squared per watt (K·m <sup>2</sup> /W)	°F·h·ft <sup>2</sup> /Btu (thermochemical) (R, thermal resistance)
E-05	۱.۰۰۰...*	newton (N)	Dyne
E-07	۱.۰۰۰...*	newton metre (N·m)	dyne·cm
E-01	۱.۰۰۰...*	Pascal (Pa)	dyne·cm <sup>-2</sup>
E-19	۱.۶۰۲۱۹	joule (J)	Electronvolt
E+09	۱.۰۰۰...*	farad (F)	EMU of capacitance
E+01	۱.۰۰۰...*	ampere (A)	EMU of current
E-08	۱.۰۰۰...*	volt (V)	EMU of electric potential
E-09	۱.۰۰۰...*	henry (H)	EMU of inductance
E-09	۱.۰۰۰...*	ohm (Ω)	EMU of resistance
E-07	۱.۰۰۰...*	joule (J)	Erg
E-03	۱.۰۰۰...*	watt per square metre (W/m <sup>2</sup> )	erg/cm <sup>2</sup> ·s
E-07	۱.۰۰۰...*	watt (W)	erg/s
E-12	۱.۱۱۲۶۵۰	farad (F)	ESU of capacitance
E-10	۳.۳۳۵۶	ampere (A)	ESU of current
E+02	۲.۹۹۷۹	volt (V)	ESU of electric potential
E+11	۸.۹۸۷۵۵۴	henry (H)	ESU of inductance
E+11	۸.۹۸۷۵۵۴	ohm (Ω)	ESU of resistance
E+04	۹.۶۴۸۷۰	coulomb (C)	faraday (based on carbon-۱۲)
E+04	۹.۶۴۹۵۷	coulomb (C)	faraday (chemical)
E+04	۹.۶۵۲۱۹	coulomb (C)	faraday (physical)
E+00	۱.۸۲۸۸	metre (m)	Fathom
E-15	۱.۰۰۰...*	metre (m)	fermi (femtometre)
E-05	۲.۹۵۷۳۵۳	cubic metre (m <sup>3</sup> )	fluid ounce (U.S.)
E-01	۳.۰۴۸...*	metre (m)	Foot

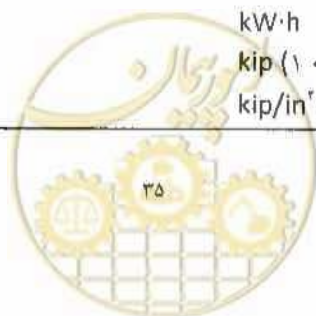


ضریب	به	تبدیل از	
E-01	۳۰۴۸۰۰۶	metre (m)	foot (U.S. survey)
E+03	۲۹۸۸۹۸	pascal (Pa)	foot of water (۳۹.۳°F)
E-02	۹.۲۹۰۳۰۴*	square metre (m <sup>2</sup> )	ft <sup>2</sup>
E-05	۲.۵۸۰۶۴۰*	metre squared per second (m <sup>2</sup> /s)	ft <sup>2</sup> /h (thermal diffusivity)
E-02	۹.۲۹۰۳۰۴*	metre squared per second (m <sup>2</sup> /s)	ft <sup>2</sup> /s
E-02	۲.۸۳۱۶۸۵	cubic metre (m <sup>3</sup> )	ft <sup>3</sup> (volume; section modulus)
E-04	۴.۷۱۹۴۷۴	cubic metre per second (m <sup>3</sup> /s)	ft <sup>3</sup> /min
E-02	۲.۸۳۱۶۸۵	cubic metre per second (m <sup>3</sup> /s)	ft <sup>3</sup> /s
E-03	۸.۶۳۰۹۷۵	metre to the fourth power (m <sup>4</sup> )	ft <sup>4</sup> (moment of section)
E+00	۱.۳۵۵۸۱۸	joule (J)	ft·lbf
E-04	۳.۷۶۶۱۶۱	watt (W)	ft·lbf/h
E-02	۲.۲۵۹۶۹۷	watt (W)	ft·lbf/min
E+00	۱.۳۵۵۸۱۸	watt (W)	ft·lbf/s
E-02	۴.۲۱۴۰۱۱	joule (J)	ft·poundal
E+00	۹.۸۰۶۶۵۰*	metre per second squared (m/s <sup>2</sup> )	free fall, standard (g)
E-05	۸.۴۶۶۶۶۷	metre per second (m/s)	ft/h
E-03	۵۰۸۰۰۰۰	metre per second (m/s)	ft/min
E-01	۳۰۴۸۰۰۰	metre per second (m/s)	ft/s
E-01	۳۰۴۸۰۰۰	metre per second squared (m/s <sup>2</sup> )	ft/s <sup>2</sup>
E+01	۱۰۷۶۳۹۱	lux (lx)	Footcandle
E+00	۳.۴۲۶۲۵۹	candela per square metre (cd/m <sup>2</sup> )	Footlambert
E-02	۱.۰۰۰۰۰۰*	metre per second squared (m/s <sup>2</sup> )	Gal
E-03	۴.۵۴۶۰۹۰	cubic metre (m <sup>3</sup> )	gallon (Canadian liquid)
E-03	۴.۵۴۶۰۹۲	cubic metre (m <sup>3</sup> )	gallon (U.K. liquid)
E-03	۴.۴۰۴۸۸۴	cubic metre (m <sup>3</sup> )	gallon (U.S. dry)
E-03	۳.۷۸۵۴۱۲	cubic metre (m <sup>3</sup> )	gallon (U.S. liquid)
E-08	۴.۳۸۱۲۶۴	cubic metre per second (m <sup>3</sup> /s)	gal (U.S. liquid)/day
E-05	۶.۳۰۹۰۲۰	cubic metre per second (m <sup>3</sup> /s)	gal (U.S. liquid)/min
E-09	۱.۴۱۰۰۸۹	cubic metre per joule (m <sup>3</sup> /J)	gal (U.S. liquid)/hp·h (SFC, specific fuel consumption)
E-09	۱.۰۰۰۰۰۰*	tesla (T)	Gamma
E-04	۱.۰۰۰۰۰۰*	tesla (T)	Gauss
E-01	۷.۹۵۷۷۴۷	ampere (A)	Gilbert
E-01	۹.۰۰۰۰۰۰*	degree (angular)	Grad
E-02	۱.۵۷۰۷۹۶	radian (rad)	Grad
E-03	۱.۰۰۰۰۰۰*	kilogram (kg)	Gram

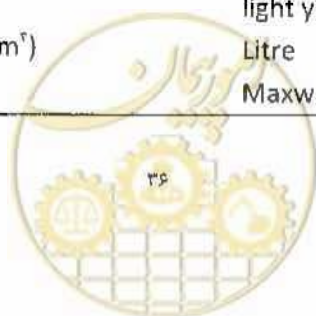


دفتر هیئت دولت

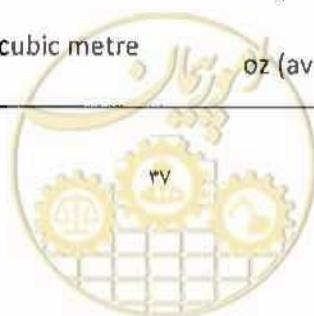
ضریب	به	تبدیل از	
E+۰۳	۱.۰۰۰.۰۰۰*	kilogram per cubic metre (kg/m <sup>۳</sup> )	g/cm <sup>۳</sup>
E+۰۱	۹۸.۰۶۶۵۰*	pascal (Pa)	gram-force/cm <sup>۲</sup>
E+۰۴	۱.۰۰۰.۰۰۰*	square metre (m <sup>۲</sup> )	Hectare
E+۰۲	۷.۴۵۶۹۹۹	watt (W)	horsepower (۵۵۰ ft · lbf/s)
E+۰۲	۷.۴۶۰.۰۰۰*	watt (W)	horsepower (electric)
E+۰۲	۷.۳۵۴۹۹	watt (W)	horsepower (metric)
E+۰۲	۷.۴۶۰۴۳	watt (W)	horsepower (water)
E+۰۲	۷.۴۵۷۰	watt (W)	horsepower (U.K.)
E+۰۳	۳.۶۰۰.۰۰۰	second (s)	hour (mean solar)
E+۰۳	۳.۵۹۰۱۷۰	second (s)	hour (sidereal)
E+۰۱	۵۰.۸۰۲۳۵	kilogram (kg)	hundredweight (long)
E+۰۱	۴.۵۳۵۹۲۴	kilogram (kg)	hundredweight (short)
E-۰۲	۲.۵۴۰.۰۰۰*	metre (m)	Inch
E+۰۳	۲.۳۸۶۳۸	pascal (Pa)	inch of mercury (۳۲۰F)
E+۰۳	۲.۳۷۶۸۵	pascal (Pa)	inch of mercury (۶۰۰F)
E+۰۲	۲.۴۹۰۸۲	pascal (Pa)	inch of water (۳۹.۲۰F)
E+۰۲	۲.۴۸۸۴	pascal (Pa)	inch of water (۶۰۰F)
E-۰۴	۶.۴۵۱۶۰۰	square metre (m <sup>۲</sup> )	in <sup>۲</sup>
E-۰۵	۱.۶۳۸۷۰۶	cubic metre (m <sup>۳</sup> )	in <sup>۳</sup> (volume; section modulus)
E-۰۷	۲.۷۳۱۱۷۷	cubic metre per second (m <sup>۳</sup> /s)	in <sup>۳</sup> /min
E-۰۷	۴.۱۶۲۳۱۴	metre to the fourth power (m <sup>۴</sup> )	in <sup>۴</sup> (moment of section)
E-۰۲	۲.۵۴۰.۰۰۰*	metre per second (m/s)	in/s
E-۰۲	۲.۵۴۰.۰۰۰*	metre per second squared (m/s <sup>۲</sup> )	in/s <sup>۲</sup>
E+۰۳	۴.۱۸۶۸۰۰*	joule (J)	kilocalorie (International Table)
E+۰۳	۴.۱۹۰۰۲	joule (J)	kilocalorie (mean)
E+۰۳	۴.۱۸۴.۰۰۰*	joule (J)	kilocalorie (thermochemical)
E+۰۱	۶.۹۷۳۳۳۳	watt (W)	kilocalorie (thermochemical)/min
E+۰۳	۴.۱۸۴.۰۰۰*	watt (W)	kilocalorie (thermochemical)/s
E+۰۰	۹۸.۰۶۶۵۰*	newton (N)	kilogram-force (kgf)
E+۰۰	۹۸.۰۶۶۵۰*	newton metre (N.m)	kgf · m
E+۰۰	۹۸.۰۶۶۵۰*	kilogram (kg)	kgf · s <sup>۲</sup> /m (mass)
E+۰۴	۹۸.۰۶۶۵۰*	pascal (Pa)	kgf/cm <sup>۲</sup>
E+۰۰	۹۸.۰۶۶۵۰*	pascal (Pa)	kgf/m <sup>۲</sup>
E+۰۶	۹۸.۰۶۶۵۰*	pascal (Pa)	kgf/mm <sup>۲</sup>
E-۰۱	۲.۷۷۷۷۷۸	metre per second (m/s)	km/h
E+۰۰	۹۸.۰۶۶۵۰*	newton (N)	Kilopond
E+۰۶	۳.۶۰۰.۰۰۰*	joule (J)	kWh
E+۰۳	۴.۴۴۸۲۲۲	newton (N)	kip (۱۰۰۰ lbf)
E+۰۶	۶.۸۹۴۷۵۷	pascal (Pa)	kip/in <sup>۲</sup> (ksi)



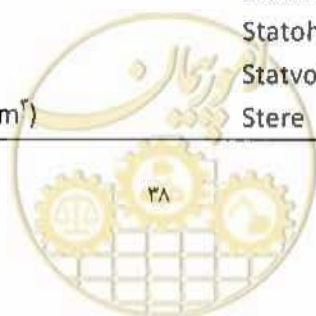
ضریب	به	تبدیل از
E-۰۱	۵.۱۴۴ ۴۴۴	metre per second (m/s) knot (international)
E+۰۴	۱/π *	candela per square metre (cd/m <sup>۲</sup> ) Lambert
E+۰۳	۳.۱۸۳ ۰۹۹	candela per square metre (cd/m <sup>۲</sup> ) Lambert
E+۰۴	۴.۱۸۴ ۰۰۰	joule per square metre (J/m <sup>۲</sup> ) Langley
E-۰۲	۴.۲۱۴ ۰۱۱	kilogram metre squared (kg·m <sup>۲</sup> ) lb·ft <sup>۲</sup> (moment of inertia)
E-۰۴	۲.۹۲۶ ۳۹۷	kilogram metre squared (kg·m <sup>۲</sup> ) lb·in <sup>۲</sup> (moment of inertia)
E-۰۴	۴.۱۳۳ ۷۸۹	pascal second (Pa·s) lb/ft·h
E+۰۰	۱.۴۸۸ ۱۶۴	pascal second (Pa·s) lb/ft s
E+۰۰	۴.۸۸۲ ۴۲۸	kilogram per square metre (kg/m <sup>۲</sup> ) lb/ft <sup>۲</sup>
E+۰۱	۱.۶۰۱ ۸۴۶	kilogram per cubic metre (kg/m <sup>۳</sup> ) lb/ft <sup>۳</sup>
E+۰۱	۹.۹۷۷ ۶۳۳	kilogram per cubic metre (kg/m <sup>۳</sup> ) lb/gal (U.K. liquid)
E+۰۲	۱.۱۹۸ ۲۶۴	kilogram per cubic metre (kg/m <sup>۳</sup> ) lb/gal (U.S. liquid)
E-۰۴	۱.۲۵۹ ۹۷۹	kilogram per second (kg/s) lb/h
E-۰۷	۱.۶۸۹ ۶۵۹	kilogram per joule (kg/J) lb/hp·h (SFC, specific fuel consumption)
E+۰۴	۲.۷۶۷ ۹۹۰	kilogram per cubic metre (kg/m <sup>۳</sup> ) lb/in <sup>۳</sup>
E-۰۳	۷.۵۵۹ ۸۷۳	kilogram per second (kg/s) lb/min
E-۰۱	۴.۵۳۵ ۹۲۴	kilogram per second (kg/s) lb/s
E-۰۱	۵.۹۳۲ ۷۶۴	kilogram per cubic metre (kg/m <sup>۳</sup> ) lb/yd <sup>۳</sup>
E+۰۰	۱.۳۵۵ ۸۱۸	newton metre (N·m) lbf·ft
E+۰۱	۵.۳۳۷ ۸۶۶	newton metre per metre (N·m/m) lbf·ft/in
E-۰۱	۱.۱۲۹ ۸۴۸	newton metre (N·m) lbf·in
E+۰۰	۴.۴۴۸ ۲۲۲	newton metre per metre (N·m/m) lbf·in/in
E+۰۱	۴.۷۸۸ ۰۲۶	pascal second (Pa·s) lbf s/ft <sup>۲</sup>
E+۰۱	۱.۴۵۹ ۳۹۰	newton per metre (N/m) lbf/ft
E+۰۱	۴.۷۸۸ ۰۲۶	pascal (Pa) lbf/ft <sup>۲</sup>
E+۰۲	۱.۷۵۱ ۲۶۸	newton per metre (N/m) lbf/in
E+۰۳	۶.۸۹۴ ۷۵۷	pascal (Pa) lbf/in <sup>۲</sup> (psi)
E+۰۰	۹.۸۰۶ ۶۵۰	newton per kilogram (N/kg) lbf/lb (thrust/weight (mass) ratio)
E+۱۵	۹.۴۶۰ ۵۵	metre (m) light year
E-۰۳	۱.۰۰۰ ۰۰۰*	cubic metre (m <sup>۳</sup> ) Litre
E-۰۸	۱.۰۰۰ ۰۰۰*	weber (Wb) Maxwell



تبدیل از	به	ضریب
Mho	siemens (S)	$1.000 \dots *$
Microinch	metre (m)	$2.540 \dots *$
Micron	metre (m)	$1.000 \dots *$
Mil	metre (m)	$2.540 \dots *$
mile (international)	metre (m)	$1.609 \ 344 *$
mile (statute)	metre (m)	$1.609 \ 3$
mile (U.S. survey)	metre (m)	$1.609 \ 347$
mile (international nautical)	metre (m)	$1.852 \dots *$
mile (U.K. nautical)	metre (m)	$1.853 \ 184 *$
mile (U.S. nautical)	metre (m)	$1.852 \dots *$
mi <sup>r</sup> (international)	square metre (m <sup>2</sup> )	$2.589 \ 988$
mi <sup>r</sup> (U.S. survey)	square metre (m <sup>2</sup> )	$2.589 \ 988$
mi/h (international)	metre per second (m/s)	$2.470 \ 400 *$
mi/h (international)	kilometre per hour (km/h)	$1.609 \ 344 *$
mi/min (international)	metre per second (m/s)	$2.682 \ 240 *$
mi/s (international)	metre per second (m/s)	$1.609 \ 344 *$
Millibar	pascal (Pa)	$1.000 \dots *$
millimetre of mercury (0°C)	pascal (Pa)	$1.333 \ 22$
minute (angle)	radian (rad)	$2.908 \ 882$
minute (mean solar)	second (s)	$6.000 \dots$
minute (sidereal)	second (s)	$5.983 \ 617$
month (mean calendar)	second (s)	$2.628 \dots$
Oersted	ampere per metre (A/m)	$7.957 \ 747$
ohm centimeter	ohm metre ( $\Omega \cdot m$ )	$1.000 \dots *$
ohm circular-mil per ft	ohm millimetre squared per metre ( $\Omega \cdot mm^2/m$ )	$1.662 \ 426$
ounce (avoirdupois)	kilogram (kg)	$2.834 \ 952$
ounce (troy or apothecary)	kilogram (kg)	$3.110 \ 348$
ounce (U.K. fluid)	cubic metre (m <sup>3</sup> )	$2.841 \ 307$
ounce (U.S. fluid)	cubic metre (m <sup>3</sup> )	$2.957 \ 353$
ounce-force	newton (N)	$2.780 \ 139$
ozf-in	newton metre (N·m)	$7.061 \ 552$
oz (avoirdupois)/gal (U.K. liquid)	kilogram per cubic metre (kg/m <sup>3</sup> )	$6.236 \ 021$
oz (avoirdupois)/gal (U.S. liquid)	kilogram per cubic metre (kg/m <sup>3</sup> )	$7.489 \ 152$
oz (avoirdupois)/in <sup>3</sup>	kilogram per cubic metre (kg/m <sup>3</sup> )	$1.729 \ 994$
oz (avoirdupois)/ft <sup>3</sup>	kilogram per cubic metre (kg/m <sup>3</sup> )	$3.051 \ 517$



تبدیل از	به	ضریب
oz (avoirdupois)/yd <sup>3</sup>	kilogram per cubic metre (kg/m <sup>3</sup> )	E-02 ۳.۳۹۰ ۵۷۵
Parsec	metre (m)	E+16 ۳.۰۸۵ ۶۷۸
Pennyweight	kilogram (kg)	E-03 ۱.۵۵۵ ۱۷۴
perm (°C)	kilogram per pascal second metre squared (kg/Pa·s·m <sup>2</sup> )	E-11 ۵.۷۲۱ ۲۵
perm (۲۳°C)	kilogram per pascal second metre squared (kg/Pa·s·m <sup>2</sup> )	E-11 ۵.۷۴۵ ۲۵
perm·in (°C)	kilogram per pascal second metre (kg/Pa·s·m)	E-12 ۱.۴۵۳ ۲۲
perm·in (۲۳°C)	kilogram per pascal second metre (kg/Pa·s·m)	E-12 ۱.۴۵۹ ۲۹
Phot	lumen per square metre (lm/m <sup>2</sup> )	E+04 ۱.۰۰۰ ۰۰۰*
pint (u.s. dry)	cubic metre (m <sup>3</sup> )	E-04 ۵.۵۰۶ ۱۰۵
pint (U.S. liquid)	cubic metre (m <sup>3</sup> )	E-04 ۴.۷۳۱ ۷۶۵
poise (absolute viscosity)	pascal second (Pa·s)	E-01 ۱.۰۰۰ ۰۰۰*
pound (lb avoirdupois)	kilogram (kg)	E-01 ۴.۵۳۵ ۹۲۴
pound (troy or apothecary)	kilogram (kg)	E-01 ۳.۷۳۲ ۴۱۷
Poundal	newton (N)	E-01 ۱.۳۸۲ ۵۵۰
pounda/ft <sup>2</sup>	pascal (Pa)	E+00 ۱.۴۸۸ ۱۶۴
poundal·s/ft <sup>2</sup>	pascal second (Pa·s)	E+00 ۱.۴۸۸ ۱۶۴
pound-force (lbf)	newton (N)	E+00 ۴.۴۴۸ ۲۲۲
quart (U.S. dry)	cubic metre (m <sup>3</sup> )	E-03 ۱.۱۰۱ ۲۲۱
quart (U.S. liquid)	cubic metre (m <sup>3</sup> )	E-04 ۹.۴۶۳ ۵۲۹
rad (radiation dose absorbed)	gray (GY)	E-02 ۱.۰۰۰ ۰۰۰*
Rem	sievert (Sv)	E-02 ۱.۰۰۰ ۰۰۰*
Rhe	۱ per pascal second (۱/Pa·s)	E+01 ۱.۰۰۰ ۰۰۰*
Roentgen	coulomb per kilogram (C/kg)	E-04 ۲.۵۸
second (angle)	radian (rad)	E-06 ۴.۸۴۸ ۱۳۷
second (sidereal)	second (s)	E-01 ۹.۹۷۲ ۶۹۶
Slug	kilogram (kg)	E+01 ۱.۴۵۹ ۳۹۰
slug/ft·s	pascal second (Pa·s)	E+01 ۴.۷۸۸ ۰۲۶
slug/ft <sup>3</sup>	kilogram per cubic metre (kg/m <sup>3</sup> )	E+02 ۵.۱۵۳ ۷۸۸
Statampere	ampere (A)	E-10 ۳.۳۳۵ ۶۴۰
Statcoulomb	coulomb (C)	E-10 ۳.۳۳۵ ۶۴۰
Statfarad	farad (F)	E-12 ۱.۱۱۲ ۶۵۰
Stathenry	henry (H)	E+11 ۸.۹۸۷ ۵۵۴
Statmho	siemens (S)	E-12 ۱.۱۱۲ ۶۵۰
Statohm	ohm (Ω)	E+11 ۸.۹۸۷ ۵۵۴
Statvolt	volt (V)	E+02 ۲.۹۹۷ ۹۲۵
Stere	cubic metre (m <sup>3</sup> )	E+00 ۱.۰۰۰ ۰۰۰*



ضریب	به	تبدیل از
E+04	1.000 000 *	candela per square metre (cd/m <sup>2</sup> ) Stilb
E-04	1.000 000 *	metre squared per second (m <sup>2</sup> /s) stokes (kinematic viscosity)
E+08	1.055 056	joule (J) Therm
E-02	2.916 667	kilogram (kg) ton (assay)
E+03	1.016 047	kilogram (kg) ton (long, ۲ ۲۴۰ lb)
E+03	1.000 000 *	kilogram (kg) ton (metric)
E+09	4.184	joule (J) ton (nuclear equivalent of TNT)
E+03	3.516 800	watt (W) ton (refrigeration)
E+00	2.831 685	cubic metre (m <sup>3</sup> ) ton (register)
E+02	9.071 847	kilogram (kg) ton (short, ۲ ۰۰۰ lb)
E+03	1,328 ۹۳۹	kilogram per cubic metre (kg/m <sup>3</sup> ) ton (long)/yd <sup>3</sup>
E-01	2.519 ۹۵۸	kilogram per second (kg/s) ton (short)/h
E+03	۸.۸۹۶ ۴۴۴	newton (N) ton-force (۲ ۰۰۰ lbf)
E+03	1.000 000 *	kilogram (kg) Tone
E+02	1.333 ۲۲	pascal (Pa) torr (mm Hg, °C)
E-07	1.256 ۶۳۷	weber (Wb) unit pole
E+03	۳.۶۰۰ ۰۰۰ *	joule (J) W·h
E+00	1.000 000 *	joule (J) W·s
E+04	1.000 000 *	watt per square metre (W/m <sup>2</sup> ) W/cm <sup>2</sup>
E+03	1.55۰ ۰۰۳	watt per square metre (W/m <sup>2</sup> ) W/in <sup>2</sup>
E-01	۹.144 ۰۰۰ *	metre (m) Yard
E-01	۸.۳۶۱ ۲۷۴	square metre (m <sup>2</sup> ) yd <sup>2</sup>
E-01	۷.۶۴۵ ۵۴۹	cubic metre (m <sup>3</sup> ) yd <sup>3</sup>
E-02	۱.۲۷۴ ۲۵۸	cubic metre per second (m <sup>3</sup> /s) yd <sup>3</sup> /min
E+07	۳.۱۵۳ ۶۰۰	second (s) year (calendar)
E+07	۳.۱۵۵ ۸۱۵	second (s) year (sidereal)
E+07	۳.۱۵۵ ۶۹۳	second (s) year (tropical)

جدول ج-۲. فرمول‌های تبدیل واحدهای دما

ضریب	به	تبدیل از
$t_K = t^{\circ}C + ۲۷۳.۱۵$	درجه‌ی کلونین ( $t_K$ )	درجه‌ی سلسیوس ( $t^{\circ}C$ )
$t^{\circ}C = (t^{\circ}F - ۳۲)/۱.۸$	درجه‌ی سلسیوس ( $t^{\circ}C$ )	درجه‌ی فارنهایت ( $t^{\circ}F$ )
$t_K = (t^{\circ}F + ۴۵۹.۶۷)/۱.۸$	درجه‌ی کلونین ( $t_K$ )	درجه‌ی فارنهایت ( $t^{\circ}F$ )
$t^{\circ}C = t_K - ۲۷۳.۱۵$	درجه‌ی سلسیوس ( $t^{\circ}C$ )	درجه‌ی کلونین ( $t_K$ )
$t_K = t^{\circ}R / ۱.۸$	درجه‌ی کلونین ( $t_K$ )	درجه‌ی رانکلین ( $t^{\circ}R$ )



دفتر هیئت دولت



## الحاقیه د. زمان هماهنگ جهانی

۱. هم اکنون به عنوان ساعت استاندارد جهانی پذیرفته شده، زمان هماهنگ جهانی (UTC<sup>۱</sup>) جایگزین زمان میانه‌ی گرینویچ (GMT<sup>۲</sup>) شده است. UTC پایه‌ی زمان بسیاری از کشورهاست و همچنین زمانی است که در هواپیمایی جهانی به کار می‌رود. ارگان‌هایی همچون کنفرانس کل اوزان و مقیاس‌ها (CGPM<sup>۳</sup>)، کارگروه مشورتی رادیوی جهانی (CCIR<sup>۴</sup>) و کنفرانس مدیریت جهانی رادیو (WARC<sup>۵</sup>)، استفاده از UTC را پیشنهاد کرده‌اند.

۲. اساس تمامی ساعت‌ها، زمان چرخش ظاهری خورشید است که کمیتی است متغیر و وابسته به عواملی همچون محل اندازه‌گیری روی زمین. مقدار متوسط این زمان که بر اساس اندازه‌گیری در نقاط مشخصی از زمین حاصل می‌شود، به عنوان زمان جهانی شناخته می‌شود. مقیاس زمانی دیگری که بر پایه‌ی تعریف ثانیه می‌باشد، به عنوان زمان اتمی جهانی (TAI<sup>۶</sup>) شناخته می‌شود. تلفیقی از این دو مقیاس، UTC را به دست می‌دهد که شامل TAI اصلاح شده عنداللزوم با استفاده از پرش ثانیه، جهت کسب تخمین تقریبی (همیشه بین ۰/۵ ثانیه) از زمان جهانی می‌باشد.

۱ Co-ordinated Universal Time

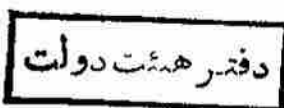
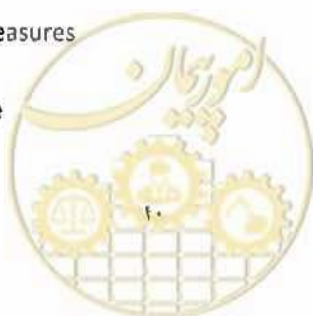
۲ Greenwich Mean Time

۳ General Conference on Weights and Measures

۴ Radio Consultative Committee

۵ World Administration Radio Conference

۶ International Atomic Time



## الحاقیه ه نمایش تاریخ و ساعت به صورت تمام عددی

### ۱. مقدمه

استانداردهای ۲۰۱۴ و ۳۳۰۷ سازمان جهانی استانداردسازی (ISO) دستورالعمل‌های مربوط به نوشتن تاریخ و زمان به صورت تمام عددی را مشخص کرده است که ایکالو در اسنادش از آن‌ها استفاده می‌کند.

### ۲. ارایه‌ی تاریخ

وقتی تاریخ به صورت تمام عددی ارایه می‌شود، ایزو ۲۰۱۴ تصریح می‌کند که باید از ترتیب روز-ماه-سال استفاده شود. المان‌های تاریخ باید شامل موارد زیر باشد:

- چهار رقم برای ارائه سال مگر این‌که در صورت عدم امکان بروز ابهام، ارقام قرن ممکن است حذف شود. در دوره‌ی آشنایی با فرمت جدید، استفاده از اعداد قرن موجب آشکارسازی ترتیب جدید المان‌های مورد استفاده خواهد شد؛
- دو رقم برای ارائه ماه؛
- دو رقم برای ارائه روز.

جایی که خواسته شود جهت تسهیل فهم تصویری، المان‌ها از هم جدا شوند، فقط از یک فاصله یا خط فاصله باید استفاده شود. به عنوان مثال ۲۵ آگوست ۱۹۸۳ (۱۳۶۲/۶/۳) به صورت زیر نوشته می‌شود:

۸۳۰۸۲۵ یا ۱۹۸۳۰۸۲۵

۸۳-۰۸-۲۵ یا ۱۹۸۳-۰۸-۲۵

یا ۸۳۰۸۲۵ یا ۱۹۸۳۰۸۲۵

تأکید می‌شود که ترتیب ایزو تنها در صورتی باید به کار رود که مقصود، استفاده ارایه‌ی تمام عددی می‌باشد. در صورت نیاز ممکن است کماکان از ارایه‌ی تلفیقی اعداد و حروف استفاده شود (مثل ۱۹۸۳ August ۲۵ - ۱۳۶۲/۶/۳).

### ۳. ارایه‌ی زمان

۳.۱ جایی که زمان روز به صورت تمام عددی نوشته می‌شود، ایزو ۳۳۰۷ تصریح می‌کند که ترتیب ثانیه-دقیقه-ساعت باید به کار رود.

۳.۲ ساعت باید توسط دو عدد از ۰۰ تا ۲۳ در سیستم ۲۴ ساعته ارایه شود و ممکن است بعد از آن کسری اعشاری از ساعت و یا به جای آن، دقیقه و ثانیه آورده شود. جایی که از کسر اعشاری ساعت استفاده می‌شود، باید از ممیز معمولی اعشاری استفاده شود و به دنبال آن تعداد ارقام لازم جهت تأمین صحت مورد نیاز می‌آید.

۳.۳ دقیقه نیز باید به همین ترتیب با دو رقم از ۰۰ تا ۵۹ ارایه شود و به دنبال آن یا کسری اعشاری از دقیقه یا به جای آن، ثانیه می‌آید.

۳.۴ ثانیه‌ها نیز باید با دو رقم از ۰۰ تا ۵۹ و در صورت نیاز به دنبال آن کسری اعشاری از ثانیه می‌آید.

۳.۵ جایی که لازم است، جهت تسهیل فهم تصویری، باید برای جداسازی ساعت، دقیقه و ثانیه از دونقطه (:) استفاده شود. مثلاً ساعت ۳ و ۲۰ دقیقه و ۱۸ ثانیه بعد از ظهر به صورت زیر نوشته می‌شود:

۱۵:۲۰:۱۸ یا ۱۵:۲۰:۱۸ در ساعت، دقیقه و ثانیه

یا ۱۵۲۰.۳ یا ۱۵:۲۰.۳ در ساعت، دقیقه و کسر اعشاری

دقیقه

یا ۱۵.۳۳۸ در ساعت و کسر اعشاری ساعت.



#### ۴. ترکیب گروه‌های زمان و تاریخ

در صورت لزوم این طریقه ارایه ی جهت نوشتن تاریخ و زمان به‌طور یکنواخت و درکنار هم تهیه‌شده است. در این موارد، باید المان‌ها به ترتیب ثانیه-دقیقه-ساعت-روز-ماه-سال آورده‌شوند. شاید همیشه تمامی المان‌ها مورد نیاز نباشند؛ مثلاً در یک کاربرد نمونه ممکن است، تنها المان‌های دقیقه-ساعت-روز به کار روند.

دفتر هیئت دولت

