شماره ۶۸۹۲۰/ت۴۹۲۵۷هـ

تاریخ ۱۳۹۲/۳/۲۵

جمهوری اسلامی ایران

رئیس جمهور

تصویب نامه هیأت وزیران

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 امورخارجه 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.

محمدرضا رحیمی

معاون اول رییس جمهور

رونوشت به دفتر مقام معظم رهبری ، دفتر رییس‌جمهور، دفتر رییس قوه قضاییه ، دفتر رییس مجمع تشخیص مصلحت نظام ، دفتر معاون اول رییس‌جمهور، معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهور، معاونت توسعه مدیریت و سرمایه انسانی رییس‌جمهور، معاونت حقوقی رییس جمهور، معاونت امورمجلس رییس جمهور، دیوان عدالت اداری، سازمان بازرسی کل کشور، اداره کل قوانین مجلس شورای اسلامی، اداره کل قوانین و مقررات کشور، اداره کل حقوقی، کلیه وزارتخانه‌ها، دبیرخانه شورای اطلاع رسانی دولت و دفتر هیئت دولت ابلاغ می‌شود.

دارای چاپ و انتشر و مقررات قانون تنظیم و تنسیق قوانین و مقررات

بسمه تعالی

واحدهای اندازه‌گیری مورد استفاده در عملیات هوایی و زمینی

ویرایش چهارمجولای 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

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 بین‌المللی 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 شده‌اند، نشان می‌دهد.

اقدام کشورهای عضو ایکائو

اعلام اختلاف عملکردها. توجه کشورهای عضو ایکائو را به اجرای تعهدات شان طبق ماده ۳۸ پیمان شیکاگو جلب می‌نماید که بر اساس آن هر کشور عضو باید هرگونه مغایرت قوانین ملی خود را با رویه‌ها و استانداردهای بین‌المللی موجود در این ضمیمه و تمامی اصلاحیه‌های آن، درصورت تأثیر مغایرت‌ها با رویه‌های پیشنهادی و اصلاحیه‌های آن بر ایمنی ناوبری هوایی، آن‌ها را به اطلاع ایکائو برسانند. به‌علاوه از کشورهای عضو دعوت بعمل می‌آید 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 متعاهد را به الزامات ضمیمه‌ی ۱۵ ایکائو درخصوص انتشار مغایرت‌های قوانین داخلی با استانداردها و رویه‌های پیشنهادی ایکائو از طریق سرویس اطلاعات هوانوردی و نیز پایبندی به تعهدات خود طبق مفاد مندرج در ماده‌ی ۳۸ پیمان شیکاگو جلب می‌نماید .

انتشار اطلاعات. اطلاعات مربوط به برقراری، برچینش و تغییر در تجهیزات، سرویس‌ها و دستورالعمل‌هایی که عملیات هواگردها را تحت تأثیر قرار می‌دهد در استانداردها و رویه‌های پیشنهادی مندرج در این ضمیمه مقرر شده و می‌بایست بر طبق الزامات ضمیمه‌ی 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 می‌باشد .

۱.- *مطالب تشکیل دهنده‌ی ضمیمه*

الف) *استانداردها و رویه‌های 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 متعاهد برطبق

دفتر هیئت دولت

کنوانسیون از آن‌ها پیروی می‌کنند؛ درصورت عدم امکان اجرا، برطبق ماده‌ی ۳۸، اعلام اختلاف عملکردلازم 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 متعاهدتلاش می کنند تا برطبق کنوانسیون از آن ها پیروی کنند.

ب) *پیوست‌ها* شامل مواردی است که به جهت سهولت گروه بندی شده اند ولی بخشی از استانداردها و رویه‌های توصیه شده شورا ایکائو به حساب می آیند.

ج) *تعاریف* عباراتی که در استانداردها ورویه‌های توصیه شده به‌کار رفته اند و به خودی خود گویا نیستند زیرا معانی آورده شده در فرهنگ‌های لغت را نمی پذیرند. یک تعریف جایگاه مستقلی ندارد ولی بخش مهمی از استانداردها و رویه های توصیه‌ای به‌حساب 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 توصیه ای 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) پیش *گفتار* 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 می آیند.

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

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

د)پیوست ها :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 هریک از کشورهای عضو خواسته شده است که یکی از این متون را برای اجرای بین المللی و سایر امور مقرره موثر در کنوانسیون برگزیده و از طریق استفاده مستقیم یا با ترجمه آن به زبان کشور خود مورد بهره برداری قرار داده و تصمیم خود را در این خصوص به ایکائو 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 ; "توصیه های پیشنهادی" با حروف لاتین خمیده نوشته شده است، وضعیت آنها با پیشوند «توصیه» مشخص شده است.

"نکته ها" 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 می گردد.

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-A1 مجمع		۱۶ آوریل ۱۹۴۸ ۱۵ سپتامبر ۱۹۴۸ ۱ ژانویه ۱۹۴۹	(۱۳۲۷/۱/۲۷) (۱۳۲۷/۶/۲۴) (۱۳۲۷/۱۰/۱۱)
۱ 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 ایکائو 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) (۱۳۴۳/۴/۱۰)
۱۳ (ویرایش چهارم)	اقدام شورا براساس قطعنامه شماره ۱۸-A ۲۲ 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 بین المللی

فصل ۱.تعاریف

عبارات زیر که در استانداردها و رویه های توصیه شده در رابطه با واحدهای اندازه گیری در کلیه زمینه های عملیات بین‌المللی هوائی و زمینی هواپیمایی کشوری استفاده می شوند 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 می تواند موجب تولید نیرویی معادل 2×10^{-7} نیوتن در متر بین این هادی ها بشود.

بکرل (Bq).

عبارت است از پرتوزائی. منبعی می باشد که در هر ثانیه یک اتم از آن واپاشیده می شود.

شمع (cd).

شدت روشنایی ،در راستای قائم بر روی سطح جسم سیاه به اندازه ۱/۶۰۰۰۰۰ متر مربع در درجه حرارت انجماد پلاتین تحت فشار ۱۰۱ ۳۲۵ نیوتن بر متر مربع

درجه حرارت سلسیوس ($t°_c$).

درجه حرارت سلسیوس برابر است با اختلاف $t°c=T-T_0$ بین دو دمای ترمودینامیکی T و T_0 که T_0 برابر است با ۲۷۳/۱۵ کلوین.

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

درجه‌ی سلسیوس (°C). نامی مشخص برای واحد کلوین 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 می گردد.

فوت (Ft). طولی دقیقاً برابر با ۰/۳۰۴۸ متر.

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

هانری (H). مقاومت کد القائی 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 می شود.

دفتر هیئت دولت

هرتز (Hz). تواتر یک پدیده ی متناوب که دوره‌ی 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 نقطه‌ی اِعمال نیروی یک نیوتن به اندازه‌ی یک متر در جهت نیرو جابه‌جا شود.

کلوین (K). واحدی درجه حرارت دما پویا ترو دینامیکی است که برابر ۱/۲۷۳.۱۶ 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 می‌باشد

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 می‌شود، 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 می‌دهد.

اهم (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 الکترویی 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 ۹ ۱۹۲ ۶۳۱ ۷۷۰ 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.

تُن (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 می‌شود.

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 هیئت دولت

فصل ۲. قابلیت اجرا

نکته‌ی مقدماتی- این ضمیمه شامل مشخصاتی جهت استفاده در سیستم‌های استاندارد واحدهای اندازه‌گیری در عملیات بین المللی 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 بین المللی لازم به نظر می رسند پایه ریزی شده است.

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

۲.۱ قابلیت اجرا

استانداردها و رویه‌های توصیه‌ای موجود در این ضمیمه می بایستی در تمامی جنبه‌های عملیات بین المللی هوایی و زمینی هواپیمایی کشوری اِعمال شود.

دفتر هیئت دولت

فصل ۳. به‌کارگیری استاندارد واحدهای اندازه‌گیری

۳.۱ واحدهای SI

۳.۱.۱ سیستم بین المللی واحدها توسط نشست عمومی اوزان و اندازه گیری (CGPM[1]) 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 علایم لیست شده در جدول ۱-۳ می بایستی برای تشکیل اسامی و علایم ضرایب اعشاری و زیرضرایب واحدهای SI استفاده بشود.

نکته ۱.- همان‌طور 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 پیش وندها ملاحظه نمائید.

دفتر هیئت دولت

۳.۲ واحدهای غیر SI

۳.۲.۱ واحدهای غیر SI برای استفاده‌ی دایم با واحد SI

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

۳.۲.۲ واحدهای غیر SI جایگزین مجاز

برای استفاده‌ی موقت با SI

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

نکته.- انتظار می‌رود که استفاده از واحدهای جایگزینِ غیر SI جدول ۳-۳ که مطابق با جدول ۴-۳ اِعمال می‌شوند، درنهایت مطابق با تاریخ‌های انقضای واحدهای اعلامی از سوی شورا، متوقف شوند. تاریخ های انقضا در صورت ایجاد در فصل ۴ ذکر خواهندشد.

جدول ۱-۳. پیش‌وندهای واحد SI

علامت	پیش‌وند		فاکتور ضریب
E	exa	$= ۱۰^{۱۸}$	۱ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰
P	peta	$= ۱۰^{۱۵}$	۱ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰
T	tera	$= ۱۰^{۱۲}$	۱ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰
G	giga	$= ۱۰^{۹}$	۱ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰
M	mega	$= ۱۰^{۶}$	۱ ۰۰۰ ۰۰۰
k	kilo	$= ۱۰^{۳}$	۱ ۰۰۰
h	hecto	$= ۱۰^{۲}$	۱۰۰
da	deca	$= ۱۰^{۱}$	۱۰
d	deci	$= ۱۰^{-۱}$	۰/۱
c	centi	$= ۱۰^{-۲}$	۰/۰۱
m	milli	$= ۱۰^{-۳}$	۰/۰۰۱
μ	micro	$= ۱۰^{-۶}$	۰/۰۰۰ ۰۰۱
n	nano	$= ۱۰^{-۹}$	۰/۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۱
p	pico	$= ۱۰^{-۱۲}$	۰/۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۱
f	femto	$= ۱۰^{-۱۵}$	۰/۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۱
a	atto	$= ۱۰^{-۱۸}$	۰/۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۱

دفتر هیئت دولت

[1] General Conference of Weights and Measures

۳.۳- کاربرد واحدهای خاص

۳.۳.۱ به‌کارگیری واحدهای اندازه‌گیری برای کمیت‌های خاص استفاده‌شده در عملیات بین المللی هوایی و زمینی هواپیمایی کشوری ، میبایستی مطابق با جدول ۴-۳ باشد.

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

۳.۳.۲ **پیشنهاد.**- *باید وسایل وتمهیدات 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 (درقالب واحدهای SI)	علامت	واحد	کمیت‌های ویژه جدول ۴-۳ در رابطه با
$1\ t=10^3\ kg$	t	تُن	جرم
$1^\circ=(\pi/180)\ rad$	°	درجه	زاویه صفحه
$1'=(1/60)^\circ=(\pi/10\,800)\ rad$	'	دقیقه	
$1''=(1/60)'=(\pi/648\,000)\ rad$	"	ثانیه	
1 unit °C= 1 unit K*	°C	درجه‌ی سانتیگراد	درجه حرارت
1 min = 60 s	min	دقیقه	زمان
1 h = 60 min = 3 600 s	h	ساعت	
1 d = 24 h = 86 400 s	d	روز	
deci	---	هفته، ماه، سال	
$1\ L = 1\ dm^3 = 10^{-3}\ m^3$	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 (درقالب واحدهای SI)	علامت	واحد	کمیت‌های ویژه جدول ۴-۳ در رابطه با
1 NM = 1852 m	NM	ناتیکال‌مایل	مسافت (افقی)
1 ft = 0.3048 m	ft	فوت	مسافت (عمودی)[a]
1 kt = 0.514 444 m/s	kt	نات	سرعت

* ارتفاع، بلندی، بلندا، سرعت عمودی

دفتر هیئت دولت

جدول ۴-۳

شماره مرجع	کمیت	واحد اولیه (علامت)	واحد غیر SI جایگزین (علامت)
	۱. جهت/فضا/زمان		
۱.۱	فراز	m	Ft
۱.۲	مساحت	m^2	
۱.۳	فاصله (طولانی)[1]	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)[2]	L	
۱.۱۵	زمان	s	
		min	
		h	
		d	
		week	
		month	
		year	
۱.۱۶	دید[3]	km	
۱.۱۷	حجم	M^3	
۱.۱۸	جهت باد (به‌جز برای مواقع نشست و برخاست، جهت باد الزاماً باید با درجه‌ی درست داده‌شود؛ برای مواقع نشست و برخاست، باد الزاماً باید با درجه‌ی مغناطیسی داده‌شود.)	°	
	۲. وابسته به جرم		
۲.۱	جرم مخصوص هوا	kg/m^3	
۲.۲	جرم مخصوص سطح	kg/m^2	
۲.۳	ظرفیت بار	kg	
۲.۴	جرم حجمی بار	$kg \cdot m^3$	
۲.۵	جرم مخصوص وزنی	$kg \cdot m^3$	
۲.۶	ظرفیت وزنی سوخت	kg	
۲.۷	جرم حجمی گاز	$kg \cdot m^3$	
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^3	
۲.۱۲	جرم	kg	
۲.۱۳	گشتاور اینرسی	kg· m^2	
۲.۱۴	گشتاور اندازه حرکت	kg· m^2/s	
۲.۱۵	اندازه حرکت	kg· m/s	
	۳. وابسته به نیرو		
۳.۱	فشار هوا (کلی)	kPa	
۳.۲	تنظیم فرازسنجی	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	ضریب 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	خلاء	Pa	
	۴. مکانیک		
۴.۱	سرعت هوا[۴]	km/h	Kt
۴.۲	شتاب زاویه‌ای	rad/s^2	
۴.۳	سرعت زاویه‌ای	rad/s	
۴.۴	انرژی یا کار	J	
۴.۵	توان محوری هم سنگ	kW	
۴.۶	بسامد	Hz	
۴.۷	سرعت زمینی	km/h	Kt
۴.۸	ضربه	J/m^2	
۴.۹	انرژی جنبشی جذب شده توسط ترمزها	MJ	
۴.۱۰	شتاب خطی	m/s^2	
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

دفتر هیئت دولت

شماره مرجع	کمیت	واحد اولیه (علامت)	واحد غیر 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 توربوشفت	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^3/min	
۵.۱۴	چسبندگی (دینامیکی)	Pa·s	
۵.۱۵	چسبندگی (جنبشی)	m^2/s	
۶. دما پویا			
۶.۱	ضریب انتقال حرارت	$W/(m^2·K)$	
۶.۲	جریان حرارت بر واحد سطح	J/m^2	
۶.۳	نسبت جریان حرارت	W	
۶.۴	رطوبت (مطلق)	g/kg	
۶.۵	ضریب انبساط خطی	$°C^{-1}$	
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 (تکاثف)	A/m^2	
۷.۵	ضریب الکتریکی	A	
۷.۶	قدرت میدان الکتریکی	C/m^2	
۷.۷	پتانسیل الکتریکی	V	
۷.۸	نیروی الکترو موتوری	V	
۷.۹	قدرت میدان مغناطیسی	A/m	

دفتر هیئت 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 الکتریسیته	C	
۷.۱۴	مقاومت	Ω	
	۸. وابسته به نور و تشعشع الکترومغناطیسی		
۸.۱	شدت روشنایی	lx	
۸.۲	روشنایی	cd/m^2	
۸.۳	موجودیت روشنایی	lm/m^2	
۸.۴	شار روشنایی	lm	
۸.۵	شدت روشنایی	cd	
۸.۶	کمیت نور	lm·s	
۸.۷	انرژی تابشی	J	
۸.۸	طول موج	m	
	۹. آواشنودی		
۹.۱	بسامد	Hz	
۹.۲	تراکم جرمی	kg/m^3	
۹.۳	سطح صدا	dB [5]	
۹.۴	مدت تناوب، زمان تناوبی	s	
۹.۵	شدت صوت	W/m^2	
۹.۶	توان صوت	W	
۹.۷	فشار هوای صوت	Pa	
۹.۸	سطح صوت	dB [6]	
۹.۹	فشار ثابت هوا (لحظه ای)	Pa	
۹.۱۰	سرعت صوت	m/s	
۹.۱۱	سرعت حجمی (لحظه ای)	m^3/s	
۹.۱۲	طول موج	m	
	۱۰. فیزیک هسته ای و تشعشع یونیزه کننده		
۱۰.۱	مقدار مجاز جذب شده	Gy	
۱۰.۲	نسبت مقدارمجاز جذب شده	Gy/s	
۱۰.۳	فعالیت تشعشعی عناصر رادیوهسته‌ای	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 می‌شود.

۵.استفاده از تبدیل یک نات = ۰/۵ متر بر ثانیه برای نمایش سرعت باد می باشد.

دفتر هیئت دولت

شماره مرجع	کمیت	واحد اولیه (علامت)	واحد غیر SI جایگزین (علامت)
۶. دسی‌بل نسبتی است که می توان به‌عنوان واحدی برای بیان میزان فشار صدا و سطح توان صدا به‌کار رود. درصورت استفاده از آن، ضروری است که شاخص مرجع مشخص شده‌باشد.			

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 به‌دلیل 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، به عنوان 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، به صورت 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 بین المللی هواپیمایی کشوری الزاماً باید در تاریخ‌های مندرج در جدول ۱-۴ خاتمه یابد.

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

واحد فرعی غیر SI	تاریخ پایان دهی
نات مایل دریایی	هنوز تعیین نشده[1]
فوت	هنوز تعیین نشده[2]
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» گرفته‌شده 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 کاربستند.

۱.۲ آغاز استانداردسازی بین‌المللی با نشست ۱۵ کشور در سال ۱۸۷۰ در پاریس برمی گردد 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[۱] (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 سیستم موجه و منسجم واحدها،بر اساس متر-کیلوگرم-ثانیه-آمپر (MKSA) را که قبلاً تدوین شده بود، قبول کرد و سپس کلوین 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[۲] (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 کلوین (K) تغییر داد و تعریف شمع را بازبینی کرد. 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 به عنوان 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[۳]) را تشکیل داده اند. 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 اندازه‌گیریِ کمیت‌های 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 بین المللی اوزان و مقیاسها[۴] ، که خود تحت قیمومیت[۵] کنوانسیون عمومی اوزان و مقادیر است، عمل می‌کند. کمیته‌ی بین‌المللی شامل ۱۸ عضو است که هریک به کشوری مجزا تعلق دارد و حداقل ۲

---

[۱] General Conference on Weights and Measures
[۲] International System of Units
[۳] Bureau International des Poids et Mesures
[۴] international committee of weights and measurss
[۵] 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،ارایه می‌کند.

۲.۳ فعالیت‌های BIPM که در آغاز محدود به اندازه‌گیری‌های طول و جرم و مطالعات هواشناسی مربوط به این کمیت‌ها بود،به استانداردهای اندازه‌گیری الکتریسیته (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 کمیت‌های 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 ارایه کند. این کارگروه‌های مشورتی که ممکن است متشکل از کارگروه‌های موقت یا دایم برای مطالعه موضوعات خاص باشد، مسؤول هماهنگی کارهای بین‌المللی انجام شده در زمینه‌های مربوط به خود بوده و پیشنهاداتی درخصوص اصلاح تعاریف و مقادیر واحدها ارایه 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؛ درحال حاضر ۷ عدد از آن‌ها به شرح زیر وجود دارند:

۱. کارگروه مشورتی الکتریسیته (CCE[۱])، تأسیس ۱۹۲۷.

۲. کارگروه مشورتی نورسنجی و رادیومتری (CCPR[۲]) 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[۳])،تأسیس ۱۹۳۷.

۴. کارگروه برای تعریف متر (CCDM[۴]) تأسیس ۱۹۵۲.

۵. کارگروه مشورتی برای تعریف ثانیه (CCDS[۵]) تأسیس ۱۹۵۶.

۶. کارگروه مشورتی برای استانداردهای اندازه‌گیری تشعشعات یونیزه (CCEMRI[۶]) تأسیس ۱۹۵۸. از ۱۹۶۹ این کمیته‌ی مشورتی از ۴ بخش تشکیل شده است:

بخش یک: اندازه‌گیری اشعه‌های X و γ؛

بخش دو: اندازه‌گیری رادیوهسته‌ای‌ها؛

بخش سه: اندازه‌گیری‌های نوترونی؛ و

بخش چهار: استانداردهای انرژی α.

۷. کارگروه مشورتی برای واحدها (CCU[۷])،تأسیس ۱۹۶۴.

پیشرفت‌های کنفرانس کل، کارگروه بین‌المللی، کارگروه مشورتی و دایره‌ی بین‌المللی،تحت حمایت دایره‌ی بین‌المللی در سری‌های زیر منتشر می‌شود:

---

[۱] consulative committee for electricity
[۲] Consultative Committee for photometry and radiometry
[۳] Consultative Committee for Thermometry
[۴] consultative committee for the Definition of the metre
[۵] Consultative committee for the Definition of the second
[۶] Committee for the standards of measurement of Ilonizing radiations
[۷] Consultative Committee for Units

دفتر هیئت دولت

- *Comptes rendus des seances de la Conference Generule 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).

۲.۶ گاه گاه 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 (ISO)[1] 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 جزییات 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

[1] International Organization for Standardization

الحاقیه ب. راهنمای به‌کارگیری 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

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

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

جدول ب-۲. واحدهای SI مکمل

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

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. علایم برای واحدهای اشتقاقی با علایم 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.- به‌کارگیری خاص واحدهای اشتقاقی جدول ب-۳ و دیگر واحدهای معمول در عملیات هواپیمایی کشوری بین‌المللی، در جدول ۴-۳ آمده است.

دفتر هیئت دولت

جدول ب-۳. واحدهای اشتقاقی SI با اسامی ویژه

اشتقاق	علامت	واحد	کمیت
J/kg	Gy	گری	میزان جذب (تشعشع)
l/s	Bq	بکرل	فعالیت رادیوهسته‌ای
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 به‌وسیله‌ی برق
V/A	Ω	اهم	مقاومت الکتریکی
N·m	J	ژول	انرژی، کار، کمیت حرارت
$kg·m/s^2$	N	نیوتن	نیرو
l/s	Hz	هرتز	بسامد (یک پدیده‌ی تناوبی)
lm/m^2	lx	لوکس	نورانیت
Wb/A	H	هانری	ظرفیت القاء مغناطیسی
cd·sr	lm	لومن	شار روشنایی
V·s	Wb	وبر	شار مغناطیسی
Wb/m^2	T	تسلا	چگالی شار مغناطیسی
J/s	W	وات	توان، شار تشعشعی
N/m^2	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 هسته 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 دسته علایم و اختصارهایی منحصر به‌فرد می‌باشد. این علایم و اختصارها مانع از اغتشاشی است که از رویه‌های حاضر در نظام‌های مختلف، مثل استفاده از «b» برای واحد فشارِ «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 (10^{18}) تا آتو (10^{-18}) مقررشده است.

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

دفتر هیئت دولت

عددی می‌شود. به‌هر 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 می‌اید. 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، واحدِ 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 اشتقاقیِ 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 به‌جای نیرو و جرم استفاده می‌شود. در استفاده‌ی عوام، وزن تقریباً همیشه به معنای جرم به‌کار 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 دوکفه‌ای، 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 به‌شرطی 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 نشان‌داده 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 ژول برای گشتاور استفاده‌کرد.

دفتر هیئت دولت

۴. پیشوندهای SI

۴.۱ انتخاب پیشوندها

۴.۱.۱ درکل، پیشوندهای SI باید جهت نشان دادن میزان بزرگی به‌کار 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

$۱۲/۳\times۱۰^{۳}$ متر می‌شود ۱۲/۳ کیلومتر

۰/۰۰۱۲۳Aμ 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 هرحال 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 درکل ارجحیت دارد؛ و

ج) برای مقادیر خاص در کاربردهای ویژه، به‌طور عادی از یک ضریب خاص استفاده می‌شود. برای مثال هکتوپاسکال برای تنظیمات فرازسنجی 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[۱]

پیشنهاد می‌شود که تنها یک پیشوند در ساخت مضربی از یک واحد ترکیبی به‌کار 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 ۱mμm ؛ ۱pF نه ۱μμF

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

۴.۴ توان‌های واحدها

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

$۱\ cm^{۲} = (۱۰^{-۲}\ m)^{۲} = ۱۰^{-۶}\ m^{۲}$

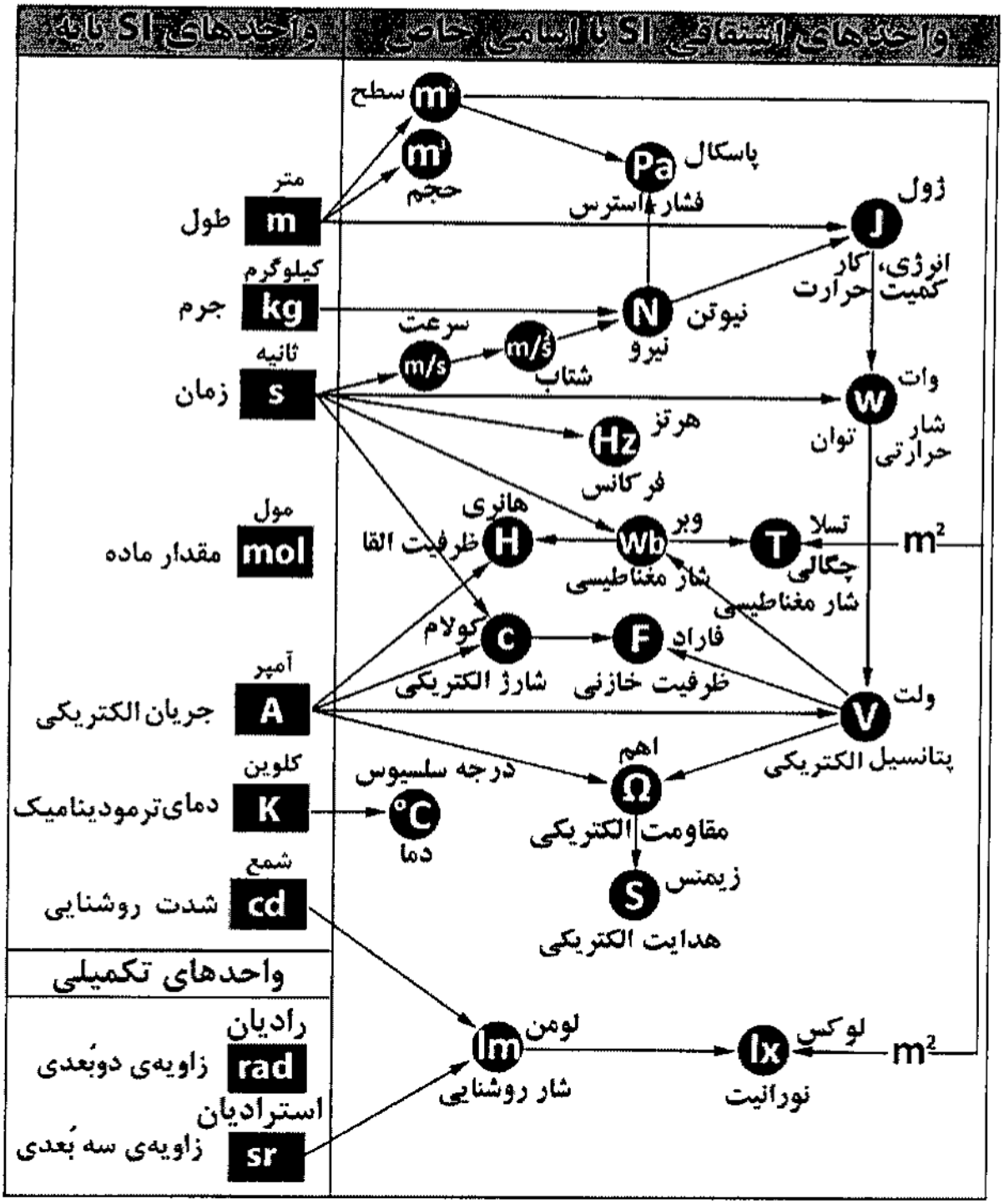
$۱\ ns^{-۱} = (۱۰^{-۹}\ s)^{-۱} = ۱۰^{۹}\ s^{-۱}$

$۱\ mm^{۲}/s = (۱۰^{-۳}\ m)^{۲}/s = ۱۰^{-۶}\ m^{۲}/s$

---

[۱] یک واحد ترکیبی، واحدی است اشتقاقی، بیان شده در قالب دو یا چند واحد که دارای اسم خاصی نیستند.

دفتر هیئت دولت



شکل ب-۱

دفتر هیئت دولت

۵. سبک و کاربرد

۵.۱ قوانین نگارش علایم واحدها

۵.۱.۱ علایم واحدها باید صرفنظر از سبک نوشتارِ مجاور،به‌طور راست تایپ شوند.

۵.۱.۲ علایم واحدها نباید جمع بسته شوند.

۵.۱.۳ در آخرِ علایم واحدها نباید نقطه گذاشته شود مگر این‌که در انتهای جمله واقع شوند.

۵.۱.۴ علایم واحدها باید با حروف کوچک (cd) نوشته شوند مگر این‌که نام واحد از یک اسم خاص گرفته‌شده باشد، که در این صورت فقط حرف اول بزرگ نوشته می‌شود (W ، Pa). 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 پیشوندِ و علامت واحد فاصله‌ای درج نمی‌شود.

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

۵.۲ قوانین نگارش اسامی واحدها

اسامی واحدها در زبان انگلیسی همانند اسامی عام هستند. بنابراین حرف اول اسم یک واحد فقط درصورتی بزرگ نوشته می‌شود که در ابتدای جمله یا در مطالب نوشته شده با حروف بزرگ (مثل تیترها) واقع شده‌باشد، حتی اگر اسم واحد از یک اسم خاص گرفته شده‌باشد 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 بنابر قواعد دستور زبان، از اسامی جمع استفاده می‌شود و معمولاً اسم جمع با قاعده هستند؛ مثلاً برای جمع henry از henries استفاده می‌شود. اسامی جم بی 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 ساخته‌شده با ضرب و تقسیم

۵.۳.۱ با اسامی واحدها:

حاصلضرب، 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) (squered) 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 این‌که پرانتز درج شود.

مثلاً بنویسید:

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

ولی ننویسید: J/mol/K .

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

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

ولی ننویسید:

joules · kg^{-1} یا joules/kg یاJoules/kilogram

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 صفرِ 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 جداشوند و یک فاصله کوچک بین گروه‌ها درج شود. مثلاً:

۷۳ ۶۵۵ ۷ ۲۸۱ ۲.۵۷۶ ۳۲۱ ۰.۱۳۳ ۴۷

فاصله‌ی بین گروه‌ها باید تقریباً به اندازه‌ی حرف «i» 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 (×) 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 ارایه‌ی 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 شکی در مورد این‌که 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».

دفتر هیئت دولت

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 به‌صورت یک ضریب عددی از واحدهای SI می‌باشد.

۱.۲ ضرایب تبدیل واحد به گونه‌ای ارایه شده‌اند که برای استفاده در رایانه و انتقال الکترونیکی داده‌ها، انطباق‌پذیر باشند. هر ضریب، به‌صورت 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:

۳.۵۲۳ ۹۰۷ E-۰۲ یا $۱۰^{-۲}$ × ۹۰۷ ۳.۵۲۳ یا ۰۷ ۲۳۹ ۰.۰۳۵

به طور مشابه :

۳.۳۸۶ ۳۸۹ E+۰۳ یا $۱۰^{۳}$ × ۳۸۹ ۳.۳۸۶ یا ۳۸۹.۳۸۶ ۳

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

۱.۴ مثال‌های بیشتر در استفاده از جدول:

تبدیل از	به	ضربدر
پوند-نیرو در فوت مربع	Pa	۴.۷۸۸ ۰۲۶ E + ۰۱
اینچ	m	۲.۵۴۰ ۰۰۰*E-۰۲

بنابراین:

$۱ lbf/ft^{۲}$ = ۴۷.۸۸۰ ۲۶ Pa

۱ inch = ۰.۰۲۵ ۴ m (exactly)

۲. ضرایب لیست‌نشده

۲.۱ ضرایب تبدیل واحد برای واحدهای ترکیبی که در این‌جا لیست نشده‌اند را به راحتی می‌توان به ترتیب زیر، با جایگزینی واحدهای تبدیل‌شده از اعداد داده‌شده در لیست، به‌دست آورد:

مثال: پیدا کردن ضریب تبدیل واحد از lb·ft/s به kg·m/s:

۱) تبدیل اول ۱ lb **to** ۰.۴۵۳ ۵۹۲ ۴ kg

۱ ft **to** ۰.۳۰۴ ۸ m

۲) جایگزینی (۰.۴۵۳ ۵۹۲ ۴ kg) x (۰.۳۰۴ ۸ m)/s

= ۰.۱۳۸ ۲۵۵ kg·m/s

بنابراین ضریب تبدیل واحد، ۱.۳۸۲ ۵۵ E-۰۱ می‌باشد.

دفتر هیئت دولت

جدول ج-۱. ضرایب تبدیل واحد به واحدهای SI

(علایم واحدهای SI در پرانتز آمده‌اند)

تبدیل از	به	ضریب‌در
Abampere	ampere (A)	۱۰ ۰۰۰ ۰۰۰* E + ۰۱
Abcoulomb	coulomb (C)	۱۰ ۰۰۰ ۰۰۰* E + ۰۱
Abfarad	farad (F)	۱۰ ۰۰۰ ۰۰۰* E + ۰۹
Abhenry	henry (H)	۱۰ ۰۰۰ ۰۰۰* E - ۰۹
Abmho	siemens (S)	۱۰ ۰۰۰ ۰۰۰* E + ۰۹
Abohm	ohm (Ω)	۱۰ ۰۰۰ ۰۰۰* E - ۰۹
Abvolt	volt (V)	۱۰ ۰۰۰ ۰۰۰* E - ۰۸
acre (U.S. survey)	square metre (m^2)	۴۰۴۶ ۸۷۳ E+۰۳
ampere hour	coulomb (C)	۳۶۰۰ ۰۰۰* E + ۰۳
Are	square metre (m^2)	۱۰ ۰۰۰ ۰۰۰* E + ۰۲
atmosphere (standard)	pascal (Pa)	۱۰۱۳ ۲۵۰* E+۰۵

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

atmosphere (technical = ۱ kgf/cm^2)	pascal (Pa)	۹۸۰۶ ۶۵۰* E + ۰۴
Bar	pascal (Pa)	۱۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰* E+۰۵
barrel (for petroleum, ۴۲ U.S. liquid gal)	cubic metre (m۳)	۱۵۸۹ ۸۷۳* E-۰۱
British thermal unit (International Table)	joule (J)	۱۰۵۵ ۰۵۶ E+۰۳
British thermal unit (mean)	joule (J)	۱۰۵۵ ۸۷ E+۰۳
British thermal unit (thermochemical)	joule (J)	۱۰۵۴ ۳۵۰ E+۰۳
British thermal unit (۳۹□F)	joule (J)	۱۰۵۹ ۶۷ E+۰۳
British thermal unit (۵۹□F)	joule (J)	۱۰۵۴ ۸۰ E+۰۳
British thermal unit (۶۰□F)	joule (J)	۱۰۵۴ ۶۸ E۰۰۳
Btu (International Table) · ft/h· ft^2· °F (k, thermal conductivity)	watt per metre kelvin (W/m·K)	۱۷۳۰ ۷۳۵ E+۰۰
Btu (thermochemical) · ft/h· ft^2· °F (k, thermal conductivity)	watt per metre kelvin (W/m·K)	۱۷۲۹ ۵۷۷ E+۰۰
Btu (International Table) · in/h· ft^2· °F (k, thermal conductivity)	watt per metre kelvin (W/m·K)	۱۴۴۲ ۲۷۹ E-۰۱
Btu (thermochemical) · in/h· ft^2· °F (k, thermal conductivity)	watt per metre kelvin (W/m·K)	۱۴۴۱ ۳۱۴ E-۰۱
Btu (International Table) · in/s· ft^2· °F (k, thermal conductivity)	watt per metre kelvin (W/m·K)	۵۱۹۲ ۲۰۴ E+۰۲
Btu (thermochemical) · in/s· ft^2· °F (k, thermal conductivity)	watt per metre kelvin (W/m·K)	۵۱۸۸ ۷۳۲ E+۰۲
Btu (International Table)/h	watt (W)	۲۹۳۰ ۷۱۱ E-۰۱
Btu (thermochemical)/h	watt (W)	۲۹۲۸ ۷۵۱ E-۰۱
Btu (thermochemical)/min	watt (W)	۱۷۵۷ ۲۵۰ E+۰۱

دفتر هیئت دولت

ضربدر		به	تبدیل از
E+۰۳	۱.۰۵۴ ۳۵۰	watt (W)	Btu (thermochemical)/s
E+۰۴	۱.۱۳۵ ۶۵۳	joule per square metre (J/m^2)	Btu (International Table)/ft^2
E+۰۴	۱.۱۳۴ ۸۹۳	joule per square metre (J/m^2)	Btu (thermochemical)/ft^2
E+۰۰	۳.۱۵۲ ۴۸۱	watt per square metre (W/m^2)	Btu (thermochemical)/ft^2· h
E+۰۲	۱.۸۹۱ ۴۸۹	watt per square metre (W/m^2)	Btu (thermochemical)/ft^2· min
E+۰۴	۱.۱۳۴ ۸۹۳	watt per square metre (W/m^2)	Btu (thermochemical)/ft^2· s
E+۰۶	۱.۶۳۴ ۲۴۶	watt per square metre (W/m^2)	Btu (thermochemical)/in^2· s
E+۰۰	۵.۶۷۸ ۲۶۳	watt per square metre kelvin (W/m^2·K)	Btu (International Table)/h· ft^2. °F (C, thermal conductance)
E+۰۰	۵.۶۷۴ ۴۶۶	watt per square metre kelvin (W/m^2·K)	Btu (thermochemical)/h· ft^2. °F (C, thermal conductance)
E+۰۴	۲.۰۴۴ ۱۷۵	watt per square metre kelvin (W/m^2·K)	Btu (International Table)/s.ft^2· °F
E+۰۴	۲.۰۴۲ ۸۰۸	watt per square metre kelvin (W/m^2·K)	Btu (thermochemical)/s.ft^2· °F
E+۰۳	۲.۳۲۶ ۰۰۰*	joule per kilogram (J/kg)	Btu (International Table)/lb
E+۰۳	۲.۳۲۴ ۴۴۴	joule per kilogram (J/kg)	Btu (thermochemical)/lb
E+۰۳	۴.۱۸۶ ۸۰۰*	joule per kilogram kelvin (J/kg·K)	Btu (International Table)/lb· °F (c, heat capacity)
E+۰۳	۴.۱۸۴ ۰۰۰	joule per kilogram kelvin (J/kg·K)	Btu (thermochemical)/lb· °F (c, heat capacity)
E-۰۲	۲.۵۴۰ ۰۰۰*	metre (m)	calibre (inch)
E+۰۰	۴.۱۸۶ ۸۰۰*	joule (J)	calorie (International Table)
E+۰۰	۴.۱۹۰ ۰۲	joule (J)	calorie (mean)
E+۰۰	۴.۱۸۴ ۰۰۰*	joule (J)	calorie (thermochemical)
E+۰۰	۴.۱۸۵ ۸۰	joule (J)	calorie (۱۵□C)
E+۰۰	۴.۱۸۱ ۹۰	joule (J)	calorie (۲۰□C)
E+۰۳	۴.۱۸۶ ۸۰۰*	joule (J)	calorie (kilogram, International Table)
E+۰۳	۴.۱۹۰ ۰۲	joule (J)	calorie (kilogram, mean)
E+۰۳	۴.۱۸۴ ۰۰۰*	joule (J)	calorie (kilogram, thermochemical)
E+۰۴	۴.۱۸۴ ۰۰۰*	joule per square metre (J/m^2)	cal (thermochemical)/cm^2
E+۰۳	۴.۱۸۶ ۸۰۰*	joule per kilogram (J/kg)	cal (international Table)/g
E+۰۳	۴.۱۸۴ ۰۰۰*	joule per kilogram (J/kg)	cal (thermochemical)/g
E+۰۳	۴.۱۸۶ ۸۰۰*	joule per kilogram kelvin (J/kg·K)	cal (International Table)/g·°C
E+۰۳	۴.۱۸۴ ۰۰۰*	joule per kilogram kelvin (J/kg·K)	cal (thermochemical)/g·°C
E-۰۲	۶.۹۷۳ ۳۳۳	watt (W)	cal (thermochemical)/min
E+۰۰	۴.۱۸۴ ۰۰۰*	watt (W)	cal (thermochemical)/s
E+۰۲	۶.۹۷۳ ۳۳۳	watt per square metre (W/m^2)	cal (thermochemical)/cm^2· min
E+۰۴	۴.۱۸۴ ۰۰۰*	watt per square metre (W/m^2)	cal (thermochemical)/cm^2·s

دفتر هیئت دولت

تبدیل از	به	ضریب	
cal (thermochemical)/cm· s·°C	watt per metre kelvin (W/m.K)	۴.۱۸۴ ۰۰۰*	E+۰۲
centimetre of mercury (۰□C)	pascal (Pa)	۱.۳۳۳ ۲۲	E+۰۳
centimetre of water (۴□C)	pascal (Pa)	۹.۸۰۶ ۳۸	E+۰۱
Centipoises	pascal second (Pa·s)	۱.۰۰۰ ۰۰۰*	E-۰۳
Centistokes	metre squared per second (m^2/s)	۱.۰۰۰ ۰۰۰*	E-۰۶
circular mil	square metre (m^2)	۵.۰۶۷ ۰۷۵	E-۱۰
Clo	kelvin metre squared per watt (K , m^2/W)	۲.۰۰۳ ۷۱۲	E-۰۱
Cup	cubic metre (m^3)	۲.۳۶۵ ۸۸۲	E-۰۴
Curie	becquerel (Bq)	۳.۷۰۰ ۰۰۰*	E+۱۰
day (mean solar)	second (s)	۸.۶۴۰ ۰۰۰	E+۰۴
day (sidereal)	second (s)	۸.۶۱۶ ۴۰۹	E+۰۴
degree (angle)	radian (rad)	۱.۷۴۵ ۳۲۹	E-۰۲
°F·h·ft^2/Btu (International Table) (R, thermal resistance)	kelvin metre squared per watt (K·m^2/W)	۱.۷۶۱ ۱۰۲	E-۰۱
°F·h·ft^2/Btu (thermochemical) (R, thermal resistance)	kelvin metre squared per watt (K·m^2/W)	۱.۷۶۲ ۲۸۰	E-۰۱
Dyne	newton (N)	۱.۰۰۰ ۰۰۰*	E-۰۵
dyne· cm	newton metre (N· m)	۱.۰۰۰ ۰۰۰*	E-۰۷
dyne· cm^2	Pascal (Pa)	۱.۰۰۰ ۰۰۰*	E-۰۱
Electronvolt	joule (J)	۱.۶۰۲ ۱۹	E-۱۹
EMU of capacitance	farad (F)	۱.۰۰۰ ۰۰۰*	E+۰۹
EMU of current	ampere (A)	۱.۰۰۰ ۰۰۰*	E+۰۱
EMU of electric potential	volt (V)	۱.۰۰۰ ۰۰۰*	E-۰۸
EMU of inductance	henry (H)	۱.۰۰۰ ۰۰۰*	E-۰۹
EMU of resistance	ohm (Ω)	۱.۰۰۰ ۰۰۰*	E-۰۹
Erg	joule (J)	۱.۰۰۰ ۰۰۰*	E-۰۷
erg/cm^2· s	watt per square metre (W/m^2)	۱.۰۰۰ ۰۰۰*	E-۰۳
erg/s	watt (W)	۱.۰۰۰ ۰۰۰*	E-۰۷
ESU of capacitance	farad (F)	۱.۱۱۲ ۶۵۰	E-۱۲
ESU of current	ampere (A)	۳.۳۳۵ ۶	E-۱۰
ESU of electric potential	volt (V)	۲.۹۹۷ ۹	E+۰۲
ESU of inductance	henry (H)	۸.۹۸۷ ۵۵۴	E+۱۱
ESU of resistance	ohm (Ω)	۸.۹۸۷ ۵۵۴	E+۱۱
faraday (based on carbon-۱۲)	coulomb (C)	۹.۶۴۸ ۷۰	E+۰۴
faraday (chemical)	coulomb (C)	۹.۶۴۹ ۵۷	E+۰۴
faraday (physical)	coulomb (C)	۹.۶۵۲ ۱۹	E+۰۴
Fathom	metre (m)	۱.۸۲۸ ۸	E+۰۰
fermi (femtometre)	metre (m)	۱.۰۰۰ ۰۰۰*	E-۱۵
fluid ounce (U.S.)	cubic metre (m^3)	۲.۹۵۷ ۳۵۳	E-۰۵
Foot	metre (m)	۳.۰۴۸ ۰۰۰*	E-۰۱

دفتر هیئت دولت

ضربدر		به	تبدیل از
E-۰۱	۳.۰۴۸ ۰۰۶	metre (m)	foot (U.S. survey)
E+۰۳	۲.۹۸۸ ۹۸	pascal (Pa)	foot of water (۳۹.۲°F)
E-۰۲	۹.۲۹۰ ۳۰۴*	square metre (m^2)	ft^2
E-۰۵	۲.۵۸۰ ۶۴۰*	metre squared per second (m^2/s)	ft^2/h (thermal diffusivity)
E-۰۲	۹.۲۹۰ ۳۰۴*	metre squared per second (m^2/s)	ft^2/s
E-۰۲	۲.۸۳۱ ۶۸۵	cubic metre (m^3)	ft^3 (volume; section modulus)
E-۰۴	۴.۷۱۹ ۴۷۴	cubic metre per second (m^3/s)	ft^3/min
E-۰۲	۲.۸۳۱ ۶۸۵	cubic metre per second (m^3/s)	ft^3/s
E-۰۳	۸.۶۳۰ ۹۷۵	metre to the fourth power (m^4)	ft^4 (moment of section)
E+۰۰	۱.۳۵۵ ۸۱۸	joule (J)	ft·lbf
E-۰۴	۳.۷۶۶ ۱۶۱	watt (W)	ft·lbf /h
E-۰۲	۲.۲۵۹ ۶۹۷	watt (W)	ft·lbf /min
E+۰۰	۱.۳۵۵ ۸۱۸	watt (W)	ft·lbf /s
E-۰۲	۴.۲۱۴ ۰۱۱	joule (J)	ft·poundal
E+۰۰	۹.۸۰۶ ۶۵۰*	metre per second squared (m/s^2)	free fall, standard (g)
E-۰۵	۸.۴۶۶ ۶۶۷	metre per second (m/s)	ft/h
E-۰۳	۵.۰۸۰ ۰۰۰	metre per second (m/s)	ft/min
E-۰۱	۳.۰۴۸ ۰۰۰	metre per second (m/s)	ft/s
E-۰۱	۳.۰۴۸ ۰۰۰	metre per second squared (m/s^2)	ft/s^2
E+۰۱	۱.۰۷۶ ۳۹۱	lux (lx)	Footcandle
E+۰۰	۳.۴۲۶ ۲۵۹	candela per square metre (cd/m^2)	Footlambert
E-۰۲	۱.۰۰۰ ۰۰۰*	metre per second squared (m/s^2)	Gal
E-۰۳	۴.۵۴۶ ۰۹۰	cubic metre (m^3)	gallon (Canadian liquid)
E-۰۳	۴.۵۴۶ ۰۹۲	cubic metre (m^3)	gallon (U.K. liquid)
E-۰۳	۴.۴۰۴ ۸۸۴	cubic metre (m^3)	gallon (U.S. dry)
E-۰۳	۳.۷۸۵ ۴۱۲	cubic metre (m^3)	gallon (U.S. liquid)
E-۰۸	۴.۳۸۱ ۲۶۴	cubic metre per second (m^3/s)	gal (U.S. liquid)/day
E-۰۵	۶.۳۰۹ ۰۲۰	cubic metre per second (m^3/s)	gal (U.S. liquid)/min
E-۰۹	۱.۴۱۰ ۰۸۹	cubic metre per joule (m^3/J)	gal (U.S. liquid)/hp· h (SFC, specific fuel consumption)
E-۰۹	۱.۰۰۰ ۰۰۰*	tesla (T)	Gamma
E-۰۴	۱.۰۰۰ ۰۰۰*	tesla (T)	Gauss
E-۰۱	۷.۹۵۷ ۷۴۷	ampere (A)	Gilbert
E-۰۱	۹.۰۰۰ ۰۰۰*	degree (angular)	Grad
E-۰۲	۱.۵۷۰ ۷۹۶	radian (rad)	Grad
E-۰۳	۱.۰۰۰ ۰۰۰*	kilogram (kg)	Gram

دفتر هیئت دولت

ضربدر		به	تبدیل از
E+۰۳	۱.۰۰۰ ۰۰۰*	kilogram per cubic metre (kg/m^3)	g/cm^3
E+۰۱	۹.۸۰۶ ۶۵۰*	pascal (Pa)	gram-force/cm^2
E+۰۴	۱.۰۰۰ ۰۰۰*	square metre (m^2)	Hectare
E+۰۲	۷.۴۵۶ ۹۹۹	watt (W)	horsepower (۵۵۰ ft · lbf/s)
E+۰۲	۷.۴۶۰ ۰۰۰*	watt (W)	horsepower (electric)
E+۰۲	۷.۳۵۴ ۹۹	watt (W)	horsepower (metric)
E+۰۲	۷.۴۶۰ ۴۳	watt (W)	horsepower (water)
E+۰۲	۷.۴۵۷ ۰	watt (W)	horsepower (U.K.)
E+۰۳	۳.۶۰۰ ۰۰۰	second (s)	hour (mean solar)
E+۰۳	۳.۵۹۰ ۱۷۰	second (s)	hour (sidereal)
E+۰۱	۵.۰۸۰ ۲۳۵	kilogram (kg)	hundredweight (long)
E+۰۱	۴.۵۳۵ ۹۲۴	kilogram (kg)	hundredweight (short)
E-۰۲	۲.۵۴۰ ۰۰۰*	metre (m)	Inch
E+۰۳	۳.۳۸۶ ۳۸	pascal (Pa)	inch of mercury (۳۲□F)
E+۰۳	۳.۳۷۶ ۸۵	pascal (Pa)	inch of mercury (۶۰□F)
E+۰۲	۲.۴۹۰ ۸۲	pascal (Pa)	inch of water (۳۹.۲□F)
E+۰۲	۲.۴۸۸ ۴	pascal (Pa)	inch of water (۶۰□F)
E-۰۴	۶.۴۵۱ ۶۰۰	square metre (m^2)	in^2
E-۵	۱.۶۳۸ ۷۰۶	cubic metre (m^3)	in^3 (volume; section modulus)
E-۰۷	۲.۷۳۱ ۱۷۷	cubic metre per second (m^3/s)	in^3/min
E-۰۷	۴.۱۶۲ ۳۱۴	metre to the fourth power (m^4)	in^4 (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^2)	in/s^2
E+۰۳	۴.۱۸۶ ۸۰۰*	joule (J)	kilocalorie (International Table)
E+۰۳	۴.۱۹۰ ۰۲	joule (J)	kilocalorie (mean)
E+۰۳	۴.۱۸۴ ۰۰۰*	joule (J)	kilocalorie (thermochemical)
E+۰۱	۶.۹۷۳ ۳۳۳	watt (W)	kilocalorie (thermochemical)/min
E+۰۳	۴.۱۸۴ ۰۰۰*	watt (W)	kilocalorie (thermochemical)/s
E+۰۰	۹.۸۰۶ ۶۵۰*	newton (N)	kilogram-force (kgf)
E+۰۰	۹.۸۰۶ ۶۵۰*	newton metre (N.m)	kgf ·m
E+۰۰	۹.۸۰۶ ۶۵۰*	kilogram (kg)	kgf · s^2/m (mass)
E+۰۴	۹.۸۰۶ ۶۵۰*	pascal (Pa)	kgf/cm^2
E+۰۰	۹.۸۰۶ ۶۵۰*	pascal (Pa)	kgf/m^2
E+۰۶	۹.۸۰۶ ۶۵۰*	pascal (Pa)	kgf/mm^2
E-۰۱	۲.۷۷۷ ۷۷۸	metre per second (m/s)	km/h
E+۰۰	۹.۸۰۶ ۶۵۰*	newton (N)	Kilopond
E+۰۶	۳.۶۰۰ ۰۰۰*	joule (J)	kW·h
E+۰۳	۴.۴۴۸ ۲۲۲	newton (N)	kip (۱ ۰۰۰ lbf)
E+۰۶	۶.۸۹۴ ۷۵۷	pascal (Pa)	kip/in^2 (ksi)

دفتر هیئت دولت

ضربدر		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^2)	Lambert
E+۰۳	۳.۱۸۳ ۰۹۹	candela per square metre (cd/m^2)	Lambert
E+۰۴	۴.۱۸۴ ۰۰۰	joule per square metre (J/m^2)	Langley
E-۰۲	۴.۲۱۴ ۰۱۱	kilogram metre squared ($kg·m^2$)	lb · ft^2 (moment of inertia)
E-۰۴	۲.۹۲۶ ۳۹۷	kilogram metre squared ($kg·m^2$)	lb · in^2 (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^2)	lb/ft^2
E+۰۱	۱.۶۰۱ ۸۴۶	kilogram per cubic metre (kg/m^3)	lb/ft^3
E+۰۱	۹.۹۷۷ ۶۳۳	kilogram per cubic metre (kg/m^3)	lb/gal (U.K. liquid)
E+۰۲	۱.۱۹۸ ۲۶۴	kilogram per cubic metre (kg/m^3)	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^3)	lb/in^3
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^3)	lb/yd^3
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^2
E+۰۱	۱.۴۵۹ ۳۹۰	newton per metre (N/m)	lbf/ft
E+۰۱	۴.۷۸۸ ۰۲۶	pascal (Pa)	lbf/ft^2
E+۰۲	۱.۷۵۱ ۲۶۸	newton per metre (N/m)	lbf/in
E+۰۳	۶.۸۹۴ ۷۵۷	pascal (Pa)	lbf/in^2 (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^3)	Litre
E-۰۸	۱.۰۰۰ ۰۰۰*	weber (Wb)	Maxwell

دفتر هیئت دولت

ضریب در	به	تبدیل از
E+۰۰ ۱.۰۰۰ ۰۰۰*	siemens (S)	Mho
E-۰۸ ۲.۵۴۰ ۰۰۰*	metre (m)	Microinch
E-۰۶ ۱.۰۰۰ ۰۰۰*	metre (m)	Micron
E-۰۵ ۲.۵۴۰ ۰۰۰*	metre (m)	Mil
E+۰۳ ۱.۶۰۹ ۳۴۴*	metre (m)	mile (international)
E+۰۳ ۱.۶۰۹ ۳	metre (m)	mile (statute)
E+۰۳ ۱.۶۰۹ ۳۴۷	metre (m)	mile (U.S. survey)
E+۰۳ ۱.۸۵۲ ۰۰۰*	metre (m)	mile (international nautical)
E+۰۳ ۱.۸۵۳ ۱۸۴*	metre (m)	mile (U.K. nautical)
E+۰۳ ۱.۸۵۲ ۰۰۰*	metre (m)	mile (U.S. nautical)
E+۰۶ ۲.۵۸۹ ۹۸۸	square metre (m^2)	mi^2 (international)
E+۰۶ ۲.۵۸۹ ۹۸۸	square metre (m^2)	mi^2 (U.S. survey)
E-۰۱ ۴.۴۷۰ ۴۰۰*	metre per second (m/s)	mi/h (international)
E+۰۰ ۱.۶۰۹ ۳۴۴*	kilometre per hour (km/h)	mi/h (international)
E+۰۱ ۲.۶۸۲ ۲۴۰*	metre per second (m/s)	mi/min (international)
E+۰۳ ۱.۶۰۹ ۳۴۴*	metre per second (m/s)	mi/s (international)
E+۰۲ ۱.۰۰۰ ۰۰۰*	pascal (Pa)	Millibar
E+۰۲ ۱.۳۳۳ ۲۲	pascal (Pa)	millimetre of mercury (۰□C)
E-۰۴ ۲.۹۰۸ ۸۸۲	radian (rad)	minute (angle)
E+۰۱ ۶.۰۰۰ ۰۰۰	second (s)	minute (mean solar)
E+۰۱ ۵.۹۸۳ ۶۱۷	second (s)	minute (sidereal)
E+۰۶ ۲.۶۲۸ ۰۰۰	second (s)	month (mean calendar)
E+۰۱ ۷.۹۵۷ ۷۴۷	ampere per metre (A/m)	Oersted
E-۰۲ ۱.۰۰۰ ۰۰۰*	ohm metre (Ω·m)	ohm centimeter
E-۰۳ ۱.۶۶۲ ۴۲۶	ohm millimetre squared per metre (Ω . mm^2/m)	ohm circular-mil per ft
E-۰۲ ۲.۸۳۴ ۹۵۲	kilogram (kg)	ounce (avoirdupois)
E-۰۲ ۳.۱۱۰ ۳۴۸	kilogram (kg)	ounce (troy or apothecary)
E-۰۵ ۲.۸۴۱ ۳۰۷	cubic metre (m^3)	ounce (U.K. fluid)
E-۰۵ ۲.۹۵۷ ۳۵۳	cubic metre (m^3)	ounce (U.S. fluid)
E-۰۱ ۲.۷۸۰ ۱۳۹	newton (N)	ounce-force
E-۰۳ ۷.۰۶۱ ۵۵۲	newton metre (N·m)	ozf·in
E+۰۰ ۶.۲۳۶ ۰۲۱	kilogram per cubic metre (kg/m^3)	oz (avoirdupois)/gal (U.K. liquid)
E+۰۰ ۷.۴۸۹ ۱۵۲	kilogram per cubic metre (kg/m^3)	oz (avoirdupois)/gal (U.S. liquid)
E+۰۳ ۱.۷۲۹ ۹۹۴	kilogram per cubic metre (kg/m^3)	oz (avoirdupois)/in^3
E-۰۱ ۳.۰۵۱ ۵۱۷	kilogram per cubic metre (kg/m^3)	oz (avoirdupois)/ft^3

دفتر هیئت دولت

تبدیل از	به	ضریب	
oz (avoirdupois)/yd^3	kilogram per cubic metre (kg/m^3)	۳.۳۹۰ ۵۷۵	E-۰۲
Parsec	metre (m)	۳.۰۸۵ ۶۷۸	E+۱۶
Pennyweight	kilogram (kg)	۱.۵۵۵ ۱۷۴	E-۰۳
perm (۰□C)	kilogram per pascal second metre squared (kg/Pa·s·m^2)	۵.۷۲۱ ۳۵	E-۱۱
perm (۲۳□C)	kilogram per pascal second metre squared (kg/Pa·s·m^2)	۵.۷۴۵ ۲۵	E-۱۱
perm· in (۰□C)	kilogram per pascal second metre (kg/Pa·s·m)	۱.۴۵۳ ۲۲	E-۱۲
perm· in (۲۳□C)	kilogram per pascal second metre (kg/Pa·s·m)	۱.۴۵۹ ۲۹	E-۱۲
Phot	lumen per square metre (lm/m^2)	۱.۰۰۰ ۰۰۰*	E+۰۴
pint (u.s. dry)	cubic metre (m^3)	۵.۵۰۶ ۱۰۵	E-۰۴
pint (U.S. liquid)	cubic metre (m^3)	۴.۷۳۱ ۷۶۵	E-۰۴
poise (absolute viscosity)	pascal second (Pa·s)	۱.۰۰۰ ۰۰۰*	E-۰۱
pound (lb avoirdupois)	kilogram (kg)	۴.۵۳۵ ۹۲۴	E-۰۱
pound (troy or apothecary)	kilogram (kg)	۳.۷۳۲ ۴۱۷	E-۰۱
Poundal	newton (N)	۱.۳۸۲ ۵۵۰	E-۰۱
pounda/ft^2	pascal (Pa)	۱.۴۸۸ ۱۶۴	E+۰۰
poundal · s/ft^2	pascal second (Pa·s)	۱.۴۸۸ ۱۶۴	E+۰۰
pound-force (lbf)	newton (N)	۴.۴۴۸ ۲۲۲	E+۰۰
quart (U.S. dry)	cubic metre (m^3)	۱.۱۰۱ ۲۲۱	E-۰۳
quart (U.S. liquid)	cubic metre (m^3)	۹.۴۶۳ ۵۲۹	E-۰۴
rad (radiation dose absorbed)	gray (GY)	۱.۰۰۰ ۰۰۰*	E-۰۲
Rem	sievert (Sv)	۱.۰۰۰ ۰۰۰*	E-۰۲
Rhe	۱ per pascal second (۱/Pa·s)	۱.۰۰۰ ۰۰۰*	E+۰۱
Roentgen	coulomb per kilogram (C/kg)	۲.۵۸	E-۰۴
second (angle)	radian (rad)	۴.۸۴۸ ۱۳۷	E-۰۶
second (sidereal)	second (s)	۹.۹۷۲ ۶۹۶	E-۰۱
Slug	kilogram (kg)	۱.۴۵۹ ۳۹۰	E+۰۱
slug/ft· s	pascal second (Pa·s)	۴.۷۸۸ ۰۲۶	E+۰۱
slug/ft^3	kilogram per cubic metre (kg/m^3)	۵.۱۵۳ ۷۸۸	E+۰۲
Statampere	ampere (A)	۳.۳۳۵ ۶۴۰	E-۱۰
Statcoulomb	coulomb (C)	۳.۳۳۵ ۶۴۰	E-۱۰
Statfarad	farad (F)	۱.۱۱۲ ۶۵۰	E-۱۲
Stathenry	henry (H)	۸.۹۸۷ ۵۵۴	E+۱۱
Statmho	siemens (S)	۱.۱۱۲ ۶۵۰	E-۱۲
Statohm	ohm (Ω)	۸.۹۸۷ ۵۵۴	E+۱۱
Statvolt	volt (V)	۲.۹۹۷ ۹۲۵	E+۰۲
Stere	cubic metre (m^3)	۱.۰۰۰ ۰۰۰*	E+۰۰

دفتر هیئت دولت

تبدیل از	به	ضربدر	
Stilb	candela per square metre (cd/m^2)	۱.۰۰۰ ۰۰۰*	E+۰۴
stokes (kinematic viscosity)	metre squared per second (m^2/s)	۱.۰۰۰ ۰۰۰*	E-۰۴
Therm	joule (J)	۱.۰۵۵ ۰۵۶	E+۰۸
ton (assay)	kilogram (kg)	۲.۹۱۶ ۶۶۷	E-۰۲
ton (long, ۲ ۲۴۰ lb)	kilogram (kg)	۱.۰۱۶ ۰۴۷	E+۰۳
ton (metric)	kilogram (kg)	۱.۰۰۰ ۰۰۰*	E+۰۳
ton (nuclear equivalent of TNT)	joule (J)	۴.۱۸۴	E+۰۹
ton (refrigeration)	watt (W)	۳.۵۱۶ ۸۰۰	E+۰۳
ton (register)	cubic metre (m^3)	۲.۸۳۱ ۶۸۵	E+۰۰
ton (short, ۲ ۰۰۰ lb)	kilogram (kg)	۹.۰۷۱ ۸۴۷	E+۰۲
ton (long)/yd^3	kilogram per cubic metre (kg/m^3)	۱,۳۲۸ ۹۳۹	E+۰۳
ton (short)/h	kilogram per second (kg/s)	۲.۵۱۹ ۹۵۸	E-۰۱
ton-force (۲ ۰۰۰ lbf)	newton (N)	۸.۸۹۶ ۴۴۴	E+۰۳
Tone	kilogram (kg)	۱.۰۰۰ ۰۰۰*	E+۰۳
torr (mm Hg, ۰□C)	pascal (Pa)	۱.۳۳۳ ۲۲	E+۰۲
unit pole	weber (Wb)	۱.۲۵۶ ۶۳۷	E-۰۷
W·h	joule (J)	۳.۶۰۰ ۰۰۰*	E+۰۳
W·s	joule (J)	۱.۰۰۰ ۰۰۰*	E+۰۰
W/cm^2	watt per square metre (W/m^2)	۱.۰۰۰ ۰۰۰*	E+۰۴
W/in^2	watt per square metre (W/m^2)	۱.۵۵۰ ۰۰۳	E+۰۳
Yard	metre (m)	۹.۱۴۴ ۰۰۰*	E-۰۱
yd^2	square metre (m^2)	۸.۳۶۱ ۲۷۴	E-۰۱
yd^3	cubic metre (m^3)	۷.۶۴۵ ۵۴۹	E-۰۱
yd^3/min	cubic metre per second (m^3/s)	۱.۲۷۴ ۲۵۸	E-۰۲
year (calendar)	second (s)	۳.۱۵۳ ۶۰۰	E+۰۷
year (sidereal)	second (s)	۳.۱۵۵ ۸۱۵	E+۰۷
year (tropical)	second (s)	۳.۱۵۵ ۶۹۳	E+۰۷

جدول ج-۲. فرمول‌های تبدیل واحدهای دما

تبدیل از	به	ضربدر
درجه‌ی سلسیوس ($t°_C$)	درجه‌ی کلوین (t_K)	$t_K = t°_C + ۲۷۳.۱۵$
درجه‌ی فارنهایت ($t°_F$)	درجه‌ی سلسیوس ($t°_C$)	$t°_C = (t°_F - ۳۲)/۱.۸$
درجه‌ی فارنهایت ($t°_F$)	درجه‌ی کلوین (t_K)	$t_K = (t°_F + ۴۵۹.۶۷)/۱.۸$
درجه‌ی کلوین (t_K)	درجه‌ی سلسیوس ($t°_C$)	$t°_C = t_K - ۲۷۳.۱۵$
درجه‌ی رانکلین ($t°_R$)	درجه‌ی کلوین (t_K)	$t_K = t°_R / ۱.۸$

دفتر هیئت دولت

الحاقیه د. زمان هماهنگ جهانی

۱. هم اکنون به‌عنوان ساعت استاندارد جهانی پذیرفته‌شده،زمان هماهنگ جهانی (UTC۱) جایگزین زمان میانه‌ی گرینویچ (GMT۲) شده است. UTC پایه‌ی زمان بسیاری از کشورهاست و همچنین زمانی است که در هواپیمایی جهانی به‌کار می‌رود. ارگان‌هایی همچون کنفرانس کل اوزان و مقیاس‌ها (CGPM۳)، کارگروه مشورتی رادیوی جهانی (CCIR۴) و کنفرانس مدیریت جهانی رادیو (WARC۵)،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،به‌عنوان زمان جهانی شناخته می‌شود. مقیاسِ زمانیِ دیگری که بر پایه‌ی تعریف ثانیه‌می‌باشد، به‌عنوان زمان اتمی جهانی (TAI۶) شناخته می‌شود. تلفیقی از این دو مقیاس،UTC را به‌دست 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

دفتر هیئت دولت

الحاقیه هـ نمایش تاریخ و ساعت به‌صورت تمام‌عددی

۱. مقدمه

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

۲. ارایه‌ی تاریخ

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

- چهار رقم برای ارائه سال مگر این‌که درصورت 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. به‌عنوان مثال ۲۵ آگوست ۱۹۸۳ (۱۳۶۲/۶/۳) به صورت زیر نوشته می‌شود:

۱۹۸۳۰۸۲۵ یا ۸۳۰۸۲۵

۱۹۸۳-۰۸-۲۵یا ۸۳-۰۸-۲۵

یا ۲۵ ۰۸ ۱۹۸۳ یا ۲۵ ۰۸ ۸۳

تأکید می‌شود که ترتیب ایزو تنها درصورتی باید به‌کار رود که مقصود، استفاده ارایه‌ی تمام عددی می‌باشد. درصورت نیاز ممکن است کماکان از ارایه‌ی تلفیقی اعداد و حروف استفاده شود (مثل ۲۵ August ۱۹۸۳ - ۱۳۶۲/۶/۳۳).

۳. ارایه‌ی زمان

۳.۱ جایی که زمانِ روز به‌صورت تمام عددی نوشته می‌شود، ایزو ۳۳۰۷ تصریح می‌کند که ترتیب ثانیه-دقیقه-ساعت باید به‌کار 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 به‌جای آن، دقیقه و ثانیه آورده شود. جایی که از کسر اعشاری ساعت استفاده می‌شود، باید از ممیز معمولی اعشاری استفاده‌شود 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 به‌جای آن، ثانیه می‌آید.

۳.۴ ثانیه‌ها نیز باید با دو رقم از ۰۰ تا ۵۹ و درصورت نیاز به‌دنبال 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 (:) استفاده‌شود. مثلاً ساعت ۳ و ۲۰ دقیقه و ۱۸ ثانیه‌ی بعد ازظهر به‌صورت زیر نوشته می‌شود:

۱۵۲۰۱۸ 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.

دفتر هیئت دولت

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 ترتیبِ 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