



استانداردسازی اکوسیستم

تولید هوشمند و انقلاب چهارم صنعتی؛

ضرورت گذار به دوران جدید صنعتی



معاونت مطالعات اقتصادی و آینده‌پژوهی
اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی تهران





معاونت مطالعات اقتصادی و آینده پژوهی

اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی تهران

بازار سرمایه در خدمت توسعه؛

تجربه بورس‌های جهانی در تأمین مالی پروژه‌ها

از طریق پست الکترونیکی زیر می‌توانید پیشنهادهای و نظرات اصلاحی خود را به واحد

مربوطه منعکس نمایید:

economic_research@tccim.ir

مواضع این گزارش، الزاماً مواضع اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی تهران نیست.

استفاده از مطالب این گزارش با ذکر منبع بلامانع است.

تیر ۱۴۰۳



فهرست مطالب

پیش‌گفتار	۶
۱. خلاصه سند	۷
۲. مقدمه	۱۲
۳. ضرورت تدوین استاندارد برای حوزه انقلاب چهارم صنعتی و تولید هوشمند	۱۳
۳-۱. پیامدهای عدم وجود استانداردهای انقلاب چهارم صنعتی در سازمان‌ها	۱۴
۳-۲. چالش‌های استانداردسازی	۱۵
۴. معماری‌های مرجع مرتبط با انقلاب چهارم صنعتی و تولید هوشمند	۱۶
۴-۱. مدل معماری مرجع صنعت ۴.۰	۱۷
۴-۲. اکوسیستم تولید هوشمند	۱۷
۴-۳. معماری سیستم تولید هوشمند	۱۸
۴-۴. معماری سیستم هوشمند برای تولید	۱۸
۴-۵. معماری مرجع اینترنت صنعتی	۱۹
۴-۶. مقایسه معماری‌های مرجع	۲۰
۵. معرفی مدل معماری مرجع صنعت ۴.۰ (RAMI4.0)	۲۱
۵-۱. نقش RAMI4.0 در تولید هوشمند و انقلاب صنعتی چهارم	۲۱
۵-۲. ساختار مکعبی RAMI ۴.۰	۲۲
۵-۳. تشریح لایه‌های محور معماری و استانداردهای مرتبط	۲۴
۵-۳-۱. لایه کسب و کار	۲۴
۵-۳-۲. لایه عملکردی	۲۵
۵-۳-۳. لایه اطلاعات	۲۵
۵-۳-۴. لایه ارتباطات	۲۶
۵-۳-۵. لایه یکپارچه‌سازی	۲۷



۲۸	..... ۵-۳-۶ لایه دارایی
۲۹	..... ۵-۴. محور چرخه عمر و جریان ارزش
۳۰	..... ۵-۴-۱. نوع
۳۰	..... ۵-۴-۲. نمونه
۳۱	..... ۵-۵. محور سلسله مراتب
۳۳	..... ۵-۶. جنبه‌های امنیتی RAMI4.0
۳۴	..... ۶. اهم استانداردهای انقلاب چهارم صنعتی و تولید هوشمند
۳۸	..... ۷. سازمان‌های بین‌المللی فعال در حوزه استانداردسازی انقلاب چهارم صنعتی
۴۰	..... ۸. اقدامات IEEE در حوزه تولید هوشمند
۴۲	..... ۹. استانداردهای انقلاب چهارم صنعتی و تولید هوشمند، در ایزو
۴۲	..... ۹-۱. استانداردهای مرتبط با کلیات تولید هوشمند
۴۳	..... ۹-۲. استانداردهای تولید افزایشی
۴۳	..... ۹-۲-۱. کمیته فنی تولید افزایشی
۴۵	..... ۹-۲-۲. سایر کمیته‌ها و استانداردهای مرتبط با تولید افزایشی
۴۶	..... ۹-۳. استانداردهای حوزه محاسبات
۴۷	..... ۹-۳-۱. استانداردهای حوزه هوش مصنوعی
۴۸	..... ۹-۳-۲. استانداردهای واقعیت گسترده
۵۰	..... ۹-۳-۳. استانداردهای بلاکچین
۵۲	..... ۹-۳-۴. استانداردهای حوزه محاسبات لبه
۵۴	..... ۹-۳-۵. استانداردهای حوزه فناوری‌های کوانتومی
۵۵	..... ۹-۴. استانداردهای حوزه قابلیت اتصال
۵۵	..... ۹-۴-۱. استانداردهای گسترش اینترنت
۵۶	..... ۹-۴-۲. استانداردهای نسل پنجم موبایل (5G)
۵۸	..... ۹-۴-۳. استانداردهای خدمات آنلاین شده
۵۹	..... ۹-۵. استانداردهای حوزه سیستم‌های فیزیکی-سایبری
۵۹	..... ۹-۵-۱. استانداردهای رباتیک
۶۰	..... ۹-۵-۲. استانداردهای وسایل نقلیه خودران
۶۱	..... ۹-۵-۳. استانداردهای اینترنت اشیا



- ۹-۵-۴. استانداردهای شهرهای هوشمند ۶۲
۱۰. استانداردهای توسعه روابط همکارانه (مشارکتی) ۶۳
- ۱۰-۱. معرفی کارگروه ذیربط در ایزو ۶۳
- ۱۰-۱-۱. دامنه کاربرد کارگروه ۶۳
- ۱۰-۱-۲. اهداف کلیدی کارگروه ۶۴
- ۱۰-۱-۳. لیست استانداردهای کارگروه: ۶۴
- ۱۰-۱-۴. ارتباط استانداردهای کارگروه با انقلاب صنعتی چهارم و اقتصاد دیجیتال ۶۴
۱۱. اتاق بازرگانی و استانداردسازی انقلاب صنعتی چهارم ۶۶
- ۱۱-۱. نقش اتاق بازرگانی در رفع چالش‌ها ۶۶
- ۱۱-۲. حوزه‌های همکاری بین موسسه استاندارد ایران و اتاق بازرگانی ۶۷
۱۲. منابع ۷۱
- پیوست: دسته‌بندی استانداردهای مرتبط با انقلاب صنعتی و تولید هوشمند ۷۵



پیش‌گفتار

آنچه امروزه «**تحول دیجیتال**» نامیده می‌شود، تفکر، روندها و به‌کارگیری فناوری‌های «**انقلاب چهارم صنعتی**» است. تحول دیجیتال یک پارادایم شیفت یا تغییر مدل ذهنی است که بیشتر بر تحول استوار است تا فناوری، زیرا فناوری به‌هرحال همیشه کم‌وبیش در دسترس است، اما تحول در مدل ذهنی است که منجر به متفاوت بودن می‌شود. بنابراین تحول دیجیتال در صنعت، یک تغییر مدل ذهنی شامل سه رکن اساسی است: نخست بازتعریف مدل و فرایندهای کسب‌وکار، دوم تغییر نگاه به ذی‌نفعان و شناسایی دقیق آن‌ها و نیازهایشان و سوم به‌کارگیری مناسب و به‌اندازه فناوری‌های نوپدید (ابطحی، ۱۴۰۲).

مطابق برآورد IDC ارزش اقتصادی بازار تحول دیجیتال در سال ۲۰۲۲ بیش از ۶.۱ تریلیون دلار بوده است که با نرخ رشد مرکب سالانه ۴.۱۶ درصد تا سال ۲۰۲۶ به بیش از ۴.۳ تریلیون دلار افزایش خواهد یافت (Statista، ۲۰۲۳) که این بزرگترین نرخ رشد در حوزه فناوری می‌باشد. این موضوع هم‌نشان می‌دهد که دنیا با چه سرعتی به استقبال انقلاب چهارم صنعتی می‌رود و هم‌زنگ خطر را برای کشورها و اقتصادهایی چون ایران به صدا درمی‌آورد که هنوز تحول دیجیتال اقتصاد خود را آنگونه که باید و شاید شروع نکرده‌اند. غفلت از این موضوع می‌تواند تهدیدکننده اقتصاد کشور در آینده نزدیک باشد. روندهایی وجود دارد که به آینده شکل می‌دهند. روندهای مهم آینده، هوش مصنوعی، فناوری اطلاعات و دیجیتالی شدن اقتصاد هستند. رقابتی که امروز بین کشورها برای سرمایه‌گذاری و جذب متخصص در این زمینه‌ها وجود دارد در واقع رقابت برای داشتن دست برتر در آینده است. در آخرین جلسه مجمع جهانی اقتصاد نزدیک به ۸۰ درصد مباحث میزگردها و کارگاه‌های داووس ۲۰۲۴ حول محور فناوری اطلاعات و هوش مصنوعی بوده است. داوس ۲۰۲۴، را **مثلث هوش مصنوعی، رقابت و فرصت‌های سرمایه‌گذاری** قلمداد نموده‌اند (سریع‌القلم، ۱۴۰۲).

از این رو معاونت مطالعات اقتصادی و آینده پژوهی اتاق تهران تصمیم گرفته است با راه‌اندازی «**میز مجازی اقتصاد دیجیتال**»، اهم روندهای دنیا در حوزه اقتصاد و تحول دیجیتال را رصد نماید و مجموعه‌ای از سیاست‌ها و اقدامات پیشنهادی را در یک سطح برای تحول دیجیتال کل صنعت کشور و در سطح دیگر برای مجموعه‌ای از زنجیره‌های ارزش منتخب^۱ ارائه نماید.

مجموعه گزارشات مورد بررسی موارد زیر را مورد هدف قرار خواهند داد:

- ۱- تحلیل کلیات اقتصاد دیجیتال (ابعاد اقتصادی، حکمرانی، تنظیم‌گری، استانداردها، نوآوری، کار آینده، آینده کار و...)
- ۲- بررسی تحول دیجیتال در صنعت به صورت اعم و در زنجیره‌های ارزش منتخب و در حوزه فناوری‌های پیشرو دیجیتال
- ۳- معرفی و تبیین مدل‌های جدید کسب‌وکار

^۱ در مأموریت‌های اتاق بازرگانی تهران بر توسعه تجارت بین‌المللی و خدمات کسب و کار در ۷ زنجیره ارزش شامل نساجی و پوشاک، انرژی، خدمات فنی - مهندسی، غذایی، شیمیایی و پلاستیکی، صنایع خلاق و ماشین‌آلات و تجهیزات تأکید شده است.



- ۴- ارزیابی روند توسعه انقلاب چهارم در کشورهای پیشرو و کشورهای منطقه
- ۵- پایش روندهای نوظهور در حوزه فناوری‌های انقلاب چهارم صنعتی
- ۶- گزارشات سیاستی در ارتباط با ابعاد مختلف انقلاب چهارم صنعتی و تحول دیجیتال
- ۷- معرفی تجارب موفق بین‌المللی در رسته‌های منتخب
- ۸- معرفی تجارب بین‌المللی در تهیه نقشه راه تحول دیجیتال در رسته‌های منتخب
- ۹- معرفی نهادها و شبکه‌های بین‌المللی تحول دیجیتال در رسته‌های منتخب و الگوسازی از ساختار و فعالیت آن‌ها
- ۱۰- معرفی مدل‌های ارزیابی آمادگی استقرار فناوری‌های انقلاب چهارم صنعتی در رسته‌های منتخب

۱. خلاصه سند

انقلاب چهارم صنعتی با بهره‌گیری از فناوری‌های پیشرفته مانند هوش مصنوعی، اینترنت اشیا و رباتیک، تغییرات اساسی در روش‌های تولید ایجاد کرده و آن را به سمت هوشمندی و پایداری هدایت می‌کند. این تحولات نه تنها کارایی عملیاتی را افزایش می‌دهند، بلکه به شرکت‌ها امکان می‌دهند تا با کاهش هزینه‌ها و بهبود کیفیت، جایگاه رقابتی خود را در بازارهای جهانی تقویت کنند. هدف از این سند، ارائه چارچوبی جامع برای استانداردسازی این حوزه است تا کسب‌وکارها و اتاق بازرگانی بتوانند از فرصت‌های این انقلاب بهره‌مند شوند و در اقتصاد دیجیتال نقش مؤثری ایفا کنند.

استانداردسازی در این زمینه به معنای ایجاد یک زبان مشترک بین سیستم‌ها و فرآیندها است که تعامل‌پذیری و یکپارچگی را تسهیل می‌کند. این امر به ویژه در شرایطی که فناوری‌ها به سرعت در حال تغییر هستند، از اهمیت بالایی برخوردار است. با استفاده از این استانداردها، شرکت‌ها می‌توانند ریسک‌های ناشی از ناسازگاری سیستم‌ها را کاهش داده و به‌طور مؤثرتری به نیازهای مشتریان و بازار پاسخ دهند.

ضرورت تدوین استاندارد برای حوزه انقلاب چهارم صنعتی و تولید هوشمند

استانداردها در انقلاب چهارم صنعتی به‌عنوان پایه‌ای برای یکپارچگی و هماهنگی سیستم‌های پیچیده عمل می‌کنند. بدون وجود این چارچوب‌ها، کسب‌وکارها با چالش‌هایی مانند ناسازگاری فناوری‌ها، افزایش هزینه‌های عملیاتی و حتی تهدیدات امنیتی مواجه می‌شوند. استانداردسازی نه تنها به بهبود بهره‌وری و کاهش اثرات زیست‌محیطی کمک می‌کند، بلکه تضمین‌کننده کیفیت محصولات و خدمات نیز هست، عاملی که در جلب اعتماد مشتریان و رقابت در سطح جهانی نقش کلیدی دارد.

معماری‌های مرجع مرتبط با انقلاب چهارم صنعتی و تولید هوشمند

معماری‌های مرجع چارچوب‌هایی هستند که به‌عنوان نقشه راه برای طراحی و پیاده‌سازی سیستم‌های تولید هوشمند و اینترنت صنعتی عمل می‌کنند. مهمترین معماری‌های مرجع شامل مدل معماری مرجع صنعت چهارم (RAMI 4.0)، معماری مرجع اینترنت صنعتی (IIRA)، اکوسیستم تولید هوشمند (SME) معماری سیستم تولید هوشمند (IMSA) و معماری سیستم هوشمند برای تولید (ISAM) می‌باشند. این مدل‌ها چارچوب‌هایی استاندارد ارائه می‌دهند که به کسب‌وکارها کمک می‌کنند



تا فرآیندهای تولید هوشمند خود را طراحی و پیاده‌سازی کنند. این مدل‌ها با ایجاد یک ساختار مشخص، امکان هماهنگی بین فناوری‌ها و بخش‌های مختلف زنجیره‌ارزش را فراهم می‌کنند.

معرفی مدل معماری مرجع صنعت ۴.۰ (RAMI 4.0)

مدل RAMI 4.0 یک چارچوب سه‌بعدی است که شامل لایه‌های معماری، چرخه عمر دارایی‌ها و سلسله مراتب سازمانی می‌شود و به شرکت‌ها امکان می‌دهد تا دارایی‌های فیزیکی و دیجیتال خود را در یک سیستم یکپارچه مدیریت کنند. لایه‌های این مدل شامل کسب‌وکار، عملکرد، اطلاعات، ارتباطات، یکپارچگی و دارایی است که هر کدام جنبه‌ای خاص از تولید هوشمند را پوشش می‌دهند. این ساختار منظم به مدیران کمک می‌کند تا پیچیدگی‌های تحول دیجیتال را بهتر درک کرده و راه‌حل‌های عملی پیاده‌سازی کنند.

یکی از مزیت‌های کلیدی RAMI 4.0، ارائه استانداردهای مشخص برای هر لایه است که فرآیند اجرا را ساده‌تر می‌کند. برای مثال، لایه ارتباطات به استانداردهای شبکه و تبادل داده‌ها می‌پردازد، در حالی که لایه دارایی بر مدیریت تجهیزات فیزیکی تمرکز دارد. این مدل به‌عنوان ابزاری استراتژیک به شرکت‌ها کمک می‌کند تا با برنامه‌ریزی دقیق، از هماهنگی بین بخش‌های مختلف سازمان مطمئن شوند و در مسیر هوشمندسازی تولید گام بردارند.

اهم استانداردهای انقلاب چهارم صنعتی و تولید هوشمند

بیش از ۲۳۰ استاندارد کلیدی در حوزه‌هایی مانند تولید هوشمند، اینترنت اشیا، هوش مصنوعی، و بلاکچین تدوین شده‌اند که به شرکت‌ها کمک می‌کنند تا سیستم‌های خود را با فناوری‌های نوین هماهنگ کنند. این استانداردها تعامل‌پذیری بین‌المللی را تضمین کرده و از دوباره‌کاری و هزینه‌های اضافی جلوگیری می‌کنند. عدم توجه به این استانداردها می‌تواند فرصت‌های تجاری را به خطر انداخته و کسب‌وکارها را در رقابت عقب نگه دارد.

اهمیت این استانداردها در تضمین کیفیت، ایمنی و پایداری محصولات و خدمات نهفته است. برای مثال، استانداردهای مربوط به اینترنت اشیا می‌توانند از یکپارچگی داده‌ها در زنجیره تأمین اطمینان حاصل کنند، در حالی که استانداردهای هوش مصنوعی به بهبود تصمیم‌گیری‌ها کمک می‌کنند. آگاهی و اجرای به‌موقع این استانداردها به کسب‌وکارها مزیت رقابتی می‌بخشد و آن‌ها را برای حضور موفق در بازارهای جهانی آماده می‌کند.

سازمان‌های بین‌المللی فعال در حوزه استانداردسازی انقلاب چهارم صنعتی

سازمان‌هایی مانند ISO، IEC، IEEE و ITU نقش برجسته‌ای در تدوین استانداردهای جهانی ایفا می‌کنند و با همکاری متخصصان بین‌المللی، چارچوب‌هایی برای تضمین کیفیت و ایمنی ارائه می‌دهند. هر یک از این سازمان‌ها حوزه تخصصی خود را دارند؛ برای مثال، ISO بر استانداردهای مدیریتی و فنی تمرکز دارد، در حالی که IEEE بیشتر به فناوری‌های ارتباطی و محاسباتی می‌پردازد. این تنوع به شرکت‌ها امکان می‌دهد تا بر اساس نیازهای خود از استانداردهای مناسب بهره‌مند شوند. در این سند اقدامات و استانداردهای تدوین شده و در حال تدوین IEEE و ISO به تفصیل بررسی شده است.

استانداردهای انقلاب چهارم صنعتی و تولید هوشمند در ایزو

ایزو استانداردهایی در زمینه‌های متنوعی مانند رباتیک، اینترنت اشیا، و شهرهای هوشمند تدوین کرده که به شرکت‌ها کمک می‌کند تا با مقررات بین‌المللی هم‌راستا شوند. برای مثال، استانداردهای رباتیک تعامل انسان و ربات را بهبود می‌بخشند، در حالی که استانداردهای اینترنت اشیا یکپارچگی و امنیت داده‌ها را تضمین می‌کنند. این استانداردها برای جلب اعتماد مشتریان



و ورود به بازارهای جهانی ضروری هستند. پیاده‌سازی این استانداردها نه تنها کیفیت محصولات را بالا می‌برد، بلکه به کاهش هزینه‌های ناشی از نقص‌ها و خطاها کمک می‌کند. مهمترین حوزه‌های فناوری مرتبط با انقلاب چهارم صنعتی که در ارتباط با آن‌ها در ایزو استاندارد تدوین شده است به شرح زیر می‌باشند:

- ◀ کلیات تولید هوشمند
- ◀ تولید افزایشی
- ◀ محاسبات: شامل هوش مصنوعی، واقعیت گسترده، بلاکچین، محاسبات لبه و فناوری‌های کوانتومی
- ◀ قابلیت اتصال: شامل گسترش اینترنت، نسل پنجم موبایل (5G) و خدمات آنلاین شده
- ◀ سیستم‌های فیزیکی-سایبری: شامل رباتیک، وسایل نقلیه خودران، اینترنت اشیا و شهرهای هوشمند

استانداردهای توسعه روابط همکارانه (مشارکتی)

استانداردهایی مانند ISO 44001 چارچوب‌هایی برای مدیریت روابط تجاری و تقویت همکاری‌های اکوسیستمی ارائه می‌دهند. این استانداردها به شرکت‌ها کمک می‌کنند تا شبکه‌های پایدار همکاری ایجاد کرده و از منابع مشترک به طور مؤثر استفاده کنند. در عصر انقلاب چهارم صنعتی که نوآوری به همکاری بین سازمان‌ها وابسته است، این استانداردها اهمیت ویژه‌ای دارند.

علاوه بر این، استانداردهای مشارکتی به مدیریت ریسک‌های ناشی از همکاری کمک می‌کنند و هماهنگی بیشتری در زنجیره تأمین ایجاد می‌نمایند. برای مثال، شرکتی که از ISO 44001 استفاده می‌کند، می‌تواند قراردادهای شفاف‌تری با شرکای خود تنظیم کند و از اختلافات احتمالی جلوگیری نماید. این ابزارهای مدیریتی به افزایش کارایی و اثربخشی همکاری‌ها کمک کرده و رشد پایدار را تضمین می‌کنند.

مجموعه استانداردهای معرفی شده

پیوست این سند شامل ۱۸ جدول است که استانداردهای مرتبط با انقلاب چهارم صنعتی را در حوزه‌های مختلف فهرست می‌کند. ابتدا ۲۳۰ استاندارد موجود بر حسب مدل‌های مرجع و چارچوب‌های کلان معرفی شده‌اند. در ادامه همین استانداردها همراه با بیش از ۷۰ استاندارد در حال تدوین بر حسب فناوری‌های مختلف دسته‌بندی و تشریح شده‌اند. خلاصه این استانداردها در جدول زیر آمده است:

تعداد استانداردهای معرفی شده	دسته‌بندی استانداردها
۲۳۰	اهم استانداردهای مرتبط با انقلاب چهارم صنعتی و تولید هوشمند، بر حسب مدل‌های مرجع و چارچوب‌های کلان این حوزه
۱۳	استانداردهای منتشر شده توسط کمیته فنی ISO/TC ۱۸۴ در حوزه انقلاب چهارم صنعتی و تولید هوشمند
۵	استانداردهای در حال تدوین توسط کمیته فنی ISO/TC ۱۸۴ در حوزه انقلاب چهارم صنعتی و تولید هوشمند
۴۶	استانداردهای منتشر شده توسط کمیته فنی ISO/TC ۲۶۱ در حوزه تولید افزایشی
۲۰	مجموعه استانداردهای در حال تدوین توسط کمیته فنی ISO/TC ۲۶۱ در حوزه تولید افزایشی
۹	استانداردهای تدوین شده و در حال تدوین مرتبط با تولید افزایشی در کمیته‌های فرعی مرتبط
۵۲	استانداردهای تدوین شده توسط ایزو در حوزه هوش مصنوعی
۱۸	استانداردهای تدوین شده توسط ایزو در حوزه واقعیت گسترده
۱۹	استانداردهای تدوین شده توسط ایزو در حوزه بلاکچین



۷	استانداردهای تدوین شده توسط ایزو در حوزه محاسبات لبه
۴	استانداردهای تدوین شده توسط ایزو در حوزه محاسبات کوانتومی
۱	استانداردهای تدوین شده توسط ایزو در حوزه گسترش اینترنت
۱	استانداردهای تدوین شده توسط ایزو در حوزه 5G
۲۴	استانداردهای تدوین شده توسط ایزو در حوزه خدمات آنلاین شده
۱۰	استانداردهای تدوین شده توسط ایزو در حوزه ربائیک
۱۷	استانداردهای تدوین شده توسط ایزو در حوزه وسایل نقلیه خودران
۳۰	استانداردهای تدوین شده توسط ایزو در حوزه اینترنت اشیا
۲۵	استانداردهای تدوین شده توسط ایزو در حوزه شهرهای هوشمند
۱۱	استانداردهای تدوین شده توسط کارگروه ISO/TC ۲۸۶ با موضوع توسعه روابط مشارکتی
۲۹۹	جمع

اتاق بازرگانی و استانداردسازی انقلاب صنعتی چهارم

اتاق بازرگانی می‌تواند با ترویج استانداردها و افزایش آگاهی کسب‌وکارها، نقش مهمی در همگام‌سازی ایران با انقلاب چهارم صنعتی ایفا کند. اتاق بازرگانی به‌عنوان نهادی میانجی بین دولت، بخش خصوصی و جامعه کسب‌وکار، می‌تواند در رفع چالش‌های استانداردسازی حوزه انقلاب چهارم صنعتی و اکوسیستم تولید هوشمند نقش‌های کلیدی از جمله آموزش و آگاهی‌بخشی، حمایت از سیاست‌گذاری استانداردسازی و لابی‌گری، شبکه‌سازی و همکاری، تسهیل انتقال دانش و فناوری و ارائه منابع و حمایت از نوآوری و استارت‌آپ‌ها ایفا نماید.

با توجه به سابقه همکاری اتاق بازرگانی تهران و سازمان ملی استاندارد و تشکیل یک کمیته فنی مشترک در سال گذشته، برای بهره‌برداری حداکثری از توانمندی‌های هر دو نهاد، پیشنهادهای زیر برای همکاری مشترک ارائه می‌شود:

۱. تشکیل کمیته مشترک استانداردسازی در حوزه انقلاب چهارم صنعتی و تولید هوشمند
۲. توسعه استاندارد
۳. ترجمه و محلی‌سازی استانداردها
۴. انتشار استانداردها و آموزش کسب و کسب و کارها
۵. گواهینامه‌دهی و ترویج استاندارد در میان کسب و کارها
۶. ایجاد جریان بازخورد
۷. تحقیق و توسعه مشترک
۸. اجرای پروژه‌های پایلوت صنعتی

برای اطمینان از کارایی و تقسیم مسئولیت‌ها، تقسیم کار زیر پیشنهاد می‌شود:

تقسیم کار بین مؤسسه استاندارد و اتاق بازرگانی در تدوین و ترجمه استانداردها

❖ وظایف اتاق بازرگانی:

◀ شناسایی اولویت‌های استانداردسازی بر اساس نیازهای کسب‌وکارهای عضو. برای مثال، می‌تواند نیاز به استانداردهایی برای اینترنت اشیا را برجسته کند.



- ◀ کمک به محلی‌سازی با ارائه بازخورد و تفسیرهای خاص صنعت.
- ◀ ایجاد پلتفرم آنلاین برای دسترسی رایگان کسب‌وکارها به نسخه‌های ترجمه‌شده استانداردها
- ◀ تدوین سند جامع هوشمندسازی صنایع و معادن که به‌عنوان راهنمای اجرایی جهت بهبود استانداردسازی در سطح ملی عمل کند.

❖ وظایف مؤسسه استاندارد ایران:

- ◀ ترجمه فنی دقیق استانداردهای بین‌المللی مانند IEC 62264 (اتوماسیون صنعتی) و IEEE 802.4 (ارتباطات بی‌سیم)
- ◀ ارائه پشتیبانی فنی و اطمینان از انطباق با قوانین و مقررات ملی.
- ◀ -هماهنگی با سازمان‌های بین‌المللی مانند ISO و IEC برای تطبیق استانداردهای ایران با جهانی

تقسیم کار بین مؤسسه استاندارد و اتاق بازرگانی در ترویج استانداردها

❖ وظایف اتاق بازرگانی:

- ◀ سازماندهی رویدادها، مانند کارگاه‌ها و کنفرانس‌ها، و توزیع منابع آموزشی
- ◀ برای معرفی استانداردهای جدید به صنایع همکاری با رسانه‌ها و شبکه‌های اجتماعی برای افزایش آگاهی عمومی نسبت به اهمیت استانداردسازی
- ◀ ارتباط مستقیم با کسب‌وکارها برای اطمینان از آگاهی و پذیرش استانداردها
- ◀ جمع‌آوری و انتقال بازخورد از کسب‌وکارها به مؤسسه استاندارد.

❖ وظایف مؤسسه استاندارد ایران:

- ◀ ارائه پشتیبانی فنی، مانند اساتید برای رویدادها یا مواد آموزشی برای توزیع.
- ◀ توسعه راهنمای عملی برای پیاده‌سازی استانداردها در بخش‌های مختلف صنعت.

بر پایه مطالب طرح شده می‌توان گفت که اتاق بازرگانی نقش حیاتی در ترویج و تسهیل استانداردسازی در انقلاب چهارم صنعتی و تولید هوشمند از طریق آموزش، حمایت، و شبکه‌سازی دارد. همکاری با مؤسسه استاندارد ایران می‌تواند این تلاش‌ها را تقویت کند و اطمینان حاصل کند که استانداردها با نیازهای کسب‌وکارهای ایرانی هماهنگ هستند. تقسیم کار پیشنهادی، مسئولیت‌ها را تعریف می‌کند و به هر دو نهاد اجازه می‌دهد تا به‌طور مؤثر عمل کنند.



۲. مقدمه

انقلاب چهارم صنعتی، دوره‌ای تحول‌آفرین است که با ادغام فناوری‌های دیجیتال، فیزیکی و زیستی، شیوه‌های تولید، تجارت و حتی تعاملات اجتماعی را دگرگون کرده است. این انقلاب با تکیه بر نوآوری‌هایی دیجیتال، فرصت‌هایی بی‌نظیر برای افزایش بهره‌وری و رشد اقتصادی فراهم کرده است.

در این بین تولید هوشمند به وضعیت‌های «عادی جدید»^۱ در زمینه تولید اشاره دارد و این بدان معنی است که صنعت چگونگی از کاربرد فناوری‌های تحول‌آفرین جدید^۲ مانند «هوش مصنوعی»، «محاسبات لبه»، «رباتیک»، «تولید افزایشی» (چاپ سه بعدی)، «ویرایش ژن» و «اینترنت اشیا»، برای تغییر چهره تولید سنتی، استفاده می‌کند. تولید هوشمند به عنوان «تلفیقی از دنیای دیجیتال، بیولوژیکی و فیزیکی» توصیف شده است (Coulibaly, 2020). تولید هوشمند می‌تواند فرصت مهمی برای تقویت تولید پایدار باشد و با گسترش اجرای آن، توسعه درک بهتری از چگونگی کمک به توسعه پایدار و بهبود کارایی سیستم ضروری خواهد بود. (Abubakr, et al., 2020)

اما چرا تولید هوشمند ضروری است؟ در پاسخ می‌توان به موارد زیر اشاره کرد (Weiss, 2016):
توانمند نمودن تولیدکنندگان برای...

- ❖ ساختن و تولید آنچه را که می‌خواهند، جایی که می‌خواهند و زمانی که می‌خواهند.
- ❖ پاسخ بلادرنگ به تقاضاها و شرایط در حال تغییر
- ❖ پیکربندی مجدد سریع و راحت شبکه‌های تولید و عرضه کارخانه، برای بهینه‌سازی عملکرد سیستم
- ❖ برخورد موثر با عدم قطعیت و رویدادهای غیرعادی و یادگیری از تجربیات گذشته برای امکان‌پذیر نمودن بهبود مستمر
- ❖ حفظ قابلیت همکاری یکپارچه بین فرآیندهای کارخانه و شبکه‌های تامین و بین شبکه‌های بزرگ تولیدکنندگان و تولیدکنندگان کوچک

اما بهره‌مندی کامل از فرصت‌های انقلاب چهارم صنعتی و تولید هوشمند بدون وجود یک چارچوب استانداردسازی منسجم و کارآمد امکان‌پذیر نیست. استانداردسازی در این دوره، نقشی فراتر از یک ابزار فنی دارد و به‌عنوان پایه‌ای برای تضمین تعامل‌پذیری، کیفیت و ایمنی در سطح جهانی عمل می‌کند.

در انقلاب چهارم صنعتی، استانداردسازی به کسب‌کارها کمک می‌کند تا فناوری‌های نوین را به شکلی هماهنگ و یکپارچه در سیستم‌های خود پیاده‌سازی کنند. این چارچوب‌ها نه تنها از ناسازگاری‌ها و پراکندگی‌های بازار جلوگیری می‌کنند، بلکه با کاهش ریسک‌های عملیاتی، زمینه را برای نوآوری پایدار فراهم می‌سازند. به‌عنوان مثال، در حوزه تولید هوشمند - که یکی از بارزترین جلوه‌های این انقلاب است - استانداردسازی می‌تواند فرآیندها را بهینه‌تر کند، هزینه‌ها را کاهش دهد و پایداری را بهبود بخشد. اما اهمیت استانداردسازی به تولید هوشمند محدود نمی‌شود؛ این موضوع در تمامی بخش‌های اقتصاد دیجیتال، از زنجیره تامین گرفته تا خدمات هوشمند، نقشی حیاتی دارد.

¹ new normals

² new disruptive technologies



هدف این سند، ارائه دیدگاهی جامع درباره نقش استانداردسازی در انقلاب چهارم صنعتی است تا اتاق بازرگانی و کسب و کارها بتوانند با درک بهتر چارچوبها و مدل‌های مرجع، خود را برای موفقیت در اقتصاد دیجیتال آماده کنند. این سند با بررسی ابعاد مختلف استانداردسازی - از معماری‌های مرجع تا نقش سازمان‌های بین‌المللی - و ارائه راهکارهایی برای تقویت جایگاه ایران در این تحول جهانی، درصدد است تا نقشه راهی کاربردی برای ذی‌نفعان ارائه دهد.

۳. ضرورت تدوین استاندارد برای حوزه انقلاب چهارم صنعتی و تولید هوشمند

تولید هوشمند^۱ به عنوان یکی از ارکان اصلی انقلاب صنعتی چهارم، نقش کلیدی در تحول دیجیتال صنایع و اقتصاد جهانی ایفا می‌کند. این روش تولیدی با استفاده از فناوری‌های پیشرفته مانند اینترنت اشیا، داده‌های کلان، هوش مصنوعی، و رایانش ابری، به بهبود عملکرد فرآیندهای تولیدی و کاهش هزینه‌ها کمک می‌کند. با این حال، برای دستیابی به این اهداف، وجود استانداردهای جامع و یکپارچه ضروری است. ضرورت تدوین استاندارد برای تولید هوشمند را می‌توان از جنبه‌های زیر توضیح داد (Wei, Ma, Li, & Hu, 2020) و (Weiss, 2016)

۱. یکپارچگی سیستم‌ها و فرآیندها:

- تولید هوشمند شامل تعامل بین سیستم‌های فیزیکی، سایبری و انسانی است. بدون استانداردهای مشخص، یکپارچگی این سیستم‌ها دشوار خواهد بود.
- استانداردها به ایجاد زبان مشترک بین اجزای مختلف سیستم‌های تولیدی کمک می‌کنند و از ناسازگاری‌های فنی جلوگیری می‌کنند.

۲. بهبود کیفیت و کاهش هزینه‌ها:

- استانداردها تضمین می‌کنند که فرآیندهای تولیدی بهینه‌سازی شده و کیفیت محصولات افزایش یابد.
- با استفاده از استانداردهای مشخص، هزینه‌های ناشی از خطاهای تولید، دوباره کاری، و نگهداری کاهش می‌یابد.

۳. افزایش بهره‌وری و پاسخگویی به بازار:

- استانداردها به تولیدکنندگان کمک می‌کنند تا فرآیندهای خود را سریع‌تر و کارآمدتر کنند و به تغییرات بازار پاسخ دهند.
- با استفاده از استانداردهای مرتبط با فناوری‌های دیجیتال، زمان عرضه محصولات به بازار کاهش می‌یابد.

¹ Smart Manufacturing



۴. پایداری و کاهش اثرات زیست‌محیطی:

◀ استانداردها به کاهش مصرف منابع و انرژی کمک می‌کنند و اثرات زیست‌محیطی تولید را به حداقل می‌رسانند.

◀ تولید هوشمند با استفاده از استانداردهای مشخص می‌تواند به اهداف پایداری جهانی کمک کند.

۵. مدیریت داده‌ها و امنیت:

◀ تولید هوشمند به شدت به داده‌ها وابسته است. استانداردها تضمین می‌کنند که داده‌ها به صورت ایمن و کارآمد مدیریت شوند.

◀ استانداردهای امنیتی از حملات سایبری و سوءاستفاده از داده‌ها جلوگیری می‌کنند.

۶. تسهیل همکاری جهانی و دسترسی به بازار:

◀ استانداردهای بین‌المللی مانند آنچه توسط IEEE¹ تدوین می‌شود، به تولیدکنندگان در سراسر جهان کمک می‌کنند تا با یکدیگر همکاری کرده و از فناوری‌های مشترک استفاده کنند.

◀ این استانداردها رقابت‌پذیری جهانی را افزایش داده و به توسعه زنجیره‌های تأمین جهانی کمک می‌کنند.

۷. قابلیت مقیاس‌پذیری و انعطاف‌پذیری: استانداردهای سازگی به شرکت‌ها اجازه می‌دهد سیستم‌ها خود را به

راحتی گسترش دهند و با فناوری‌های جدید سازگار کنند. این امر برای بقای بلندمدت در بازار رقابتی ضروری است.

بر این اساس استانداردهای تولید هوشمند بر موارد زیر تمرکز می‌نماید (Weiss, 2016):

- ❖ شناسایی داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز برای تصمیم‌گیری آگاهانه با توجه به تنظیم و به روزرسانی نقاط کنترل
- ❖ تعریف الزامات جمع‌آوری داده‌ها، برای به حداقل رساندن مجموعه «کلان داده‌ها»
- ❖ تعیین ساختار مناسب، سازماندهی و تجزیه و تحلیل داده‌ها برای به دست آوردن هوش عملیاتی^۲
- ❖ فعال کردن بازخورد اطلاعات از طریق سیستم برای به روز رسانی کنترل جهت تولید بهینه

۳-۱. پیامدهای عدم وجود استانداردهای انقلاب چهارم صنعتی در سازمان‌ها

اگر استاندارد به ویژه در حوزه انقلاب چهارم صنعتی وجود نداشته باشد، عواقب زیر ممکن است رخ دهد:

- **تجزیه بازار:** سیستم‌های ناسازگار می‌توانند بازار را به بخش‌های جداگانه تقسیم کنند، که همکاری بین شرکت‌ها را دشوار می‌کند.

¹ The Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)

² actionable intelligence



- **هزینه‌های بالا:** نیاز به راه‌حل‌های سفارشی برای یکپارچگی، هزینه‌ها را افزایش می‌دهد و اقتصاد مقیاس را کاهش می‌دهد.
- **کاهش نوآوری:** بدون اطمینان از سازگاری، شرکت‌ها ممکن است از سرمایه‌گذاری در فناوری‌های جدید خودداری کنند.
- **ریسک‌های امنیتی:** سیستم‌های بدون استاندارد امنیتی ممکن است به راحتی مورد حمله قرار گیرند، که می‌تواند منجر به خسارات مالی و عملیاتی شود.
- **چالش‌های نظارتی:** عدم وجود استانداردهای مشترک می‌تواند رعایت مقررات مختلف در مناطق مختلف را پیچیده کند.

۲-۳. چالش‌های استانداردسازی

یکی از چالش‌های اساسی در حوزه انقلاب صنعتی چهارم، عدم وجود استانداردهای فنی یکپارچه برای هماهنگی سیستم‌ها و تجهیزات مختلف است. دولت‌ها و سازمان‌های مدیریتی در بسیاری از موارد به دلیل عدم درک کافی از ابعاد فناوری‌های نوین، در تعیین سیاست‌های حمایتی و نظارتی دچار مشکل می‌شوند. همچنین، مقاومت در برابر تغییر و عدم پذیرش روش‌های نوین توسط برخی مدیران و کارکنان، مانعی جدی در پیاده‌سازی استانداردهای مدرن محسوب می‌شود. تسریع توسعه فناوری‌های نوین، ایجاد خلأ بسیار کوتاه‌مدت بین پیاده‌سازی فناوری و تدوین مقررات لازم را به همراه داشته است. مدیریت داده‌های حاصل از فناوری‌های پیشرفته نیز چالشی کلیدی است که نیازمند استانداردهایی برای یکپارچه‌سازی و تجزیه و تحلیل دقیق اطلاعات می‌باشد. علاوه بر این، هماهنگی و ارتباط میان تجهیزات هوشمند در حوزه‌های مختلف، از جمله خانه‌های هوشمند و سیستم‌های صنعتی، به دلیل تفاوت‌های تکنیکی و کاربردی، چالش‌های جدی به همراه دارد (دنیای اقتصاد، ۱۴۰۲).

استانداردسازی، با وجود مزایای فراوان، با چالش‌ها و موانع متعددی مواجه است که این چالش‌ها در حوزه انقلاب چهارم صنعتی با شدت بیشتری احساس می‌گردند. اصلی‌ترین چالش‌های این حوزه عبارتند از (فروزان‌فرد، ۱۴۰۳) و (ناب اندیشان، ۱۴۰۳):

◀ عدم هماهنگی بین دستگاه‌های اجرایی

عدم هماهنگی بین ارگان‌ها و دستگاه‌های اجرایی موجب ایجاد تناقض در استفاده از استانداردها شده و منجر به اختلال در روند اجرای قوانین می‌شود. اختلاف نظرها در خصوص نحوه اجرای استانداردها باعث کاهش کارآمدی فرایند استانداردسازی و ایجاد سردرگمی میان ذینفعان مختلف می‌شود. این ناسازگاری‌ها در نهایت به کاهش اعتبار و اثربخشی استانداردها منجر می‌شود.

◀ مقاومت در برابر تغییر



مقاومت کارکنان و مدیران در برابر تغییر یکی از مهم‌ترین موانع استانداردسازی است. در بسیاری از سازمان‌ها، افراد به روند کاری قدیمی عادت کرده‌اند و ممکن است با معرفی روش‌های نوین استانداردسازی دچار مقاومت شوند. این مقاومت روانی و فکری موجب کندی در پذیرش تغییرات و به‌روزرسانی استانداردهای موجود می‌شود.

◀ عدم آموزش و آگاهی کافی

فقدان دوره‌های آموزشی و اطلاع‌رسانی مناسب در مورد استانداردها از دیگر چالش‌های قابل توجه در این حوزه است. بدون داشتن دانش کافی درباره فواید و شیوه‌های اجرایی استانداردسازی، کارکنان از پذیرش ابزارهای نوین و بهبود عملکرد خود منصرف می‌شوند. همچنین عدم توانمندی در استفاده از نرم‌افزارها و ابزارهای کنترل کیفیت به‌طور مستقیم بر موفقیت استانداردسازی تأثیر منفی دارد.

◀ ابهامات در مقررات فنی

ابهامات موجود در تدوین مقررات فنی یک عامل مهم در ایجاد چالش‌های اجرایی استانداردسازی است. نبود تعریف دقیق برای نقش‌ها و مسئولیت‌های فنی در تدوین استانداردها باعث می‌شود تا سازمان‌ها در پیاده‌سازی آن دچار سردرگمی شوند. این نارسایی در ارائه توصیه‌های فنی باعث انتقال مبهم وظایف و کاهش اثربخشی استانداردها می‌شود.

◀ ضعف فرهنگ سازمانی

عدم هماهنگی ارزش‌ها و باورهای فرهنگی کارکنان با استانداردهای جدید یکی دیگر از اصلی‌ترین مشکلات در پیاده‌سازی استانداردسازی است. در بسیاری از سازمان‌ها، فرهنگ کاری قدیمی موجب مقاومت در برابر پذیرش روش‌های نوین می‌شود. عدم تلاش برای ترویج فرهنگ بهبود مستمر در سازمان‌ها می‌تواند روند استانداردسازی را با موانع فراوانی روبه‌رو کند.

◀ عدم تنقیح قوانین و به‌روزرسانی استانداردها

تعدادی از استانداردها و قوانین مربوط به آن‌ها پس از تدوین اولیه به مرور زمان نیاز به بازنگری و تنقیح دارند. عدم به‌روزرسانی قوانین ممکن است باعث شود تا استانداردها با شرایط تغییر یافته بازار و فناوری هماهنگ نشوند. این ناهماهنگی می‌تواند به مشکلات اجرایی و کاهش اثربخشی کل روند استانداردسازی منجر شود.

۴. معماری‌های مرجع مرتبط با انقلاب چهارم صنعتی و تولید هوشمند

معماری‌های مرجع^۱ چارچوب‌هایی هستند که به‌عنوان نقشه راه برای طراحی و پیاده‌سازی سیستم‌های تولید هوشمند و اینترنت صنعتی عمل می‌کنند. این معماری‌ها شامل مدل‌های مفهومی، لایه‌های عملکردی، و استانداردهای مرتبط هستند. در ادامه، مهم‌ترین معماری‌های مرجع در این حوزه تشریح شده‌اند (Wang, et al., 2021):

¹ Reference Architectures



۴-۱. مدل معماری مرجع صنعت ۴.۰

مدل معماری مرجع صنعت ۴.۰ یا RAMI 4.0^۱ یک مدل سه بعدی است که برای توصیف و استانداردسازی سیستم‌های تولید هوشمند در چارچوب صنعت ۴.۰ طراحی شده است.

این مدل شامل سه محور اصلی به شرح زیر است:

- محور معماری (Architecture Axis): شامل شش لایه (دارایی، یکپارچه‌سازی، ارتباطات، اطلاعات، عملکرد، و کسب‌وکار).
- محور چرخه عمر و جریان ارزش (Life Cycle & Value Stream Axis): پوشش‌دهنده چرخه عمر کامل دارایی‌ها از طراحی تا دفع.
- محور سلسله مراتب (Hierarchy Levels Axis): توصیف سطوح مختلف سلسله مراتب از دستگاه‌های میدانی تا سازمان و دنیای متصل.

اهم ویژگی‌های این مدل به شرح زیر است:

- تمرکز بر یکپارچگی عمودی و افقی در زنجیره ارزش.
- پشتیبانی از همزاد دیجیتال^۲ و اینترنت اشیا صنعتی (IIoT^۳).
- استانداردهای اصلی مرتبط با این مدل به شرح زیر می‌باشد:
- IEC ۶۲۸۹۰ (مدیریت چرخه عمر)
- IEC ۶۲۲۶۴ (یکپارچه‌سازی سیستم‌های کنترل سازمانی)
- OPC UA (پروتکل ارتباطی)

۴-۲. اکوسیستم تولید هوشمند

اکوسیستم تولید هوشمند یا SME^۴ توسط انستیتوی ملی فناوری و استاندارد ایالات متحده^۵ توسعه یافته و به عنوان یک چارچوب برای استانداردسازی سیستم‌های تولید هوشمند عمل می‌کند.

این مدل شامل سه بعد اصلی به شرح زیر است:

- محصول^۶: چرخه عمر محصول از طراحی تا دفع.
- سیستم‌های تولید^۷: چرخه عمر سیستم‌های تولیدی.
- سیستم‌های سازمانی^۸: چرخه عمر کسب‌وکار و زنجیره تأمین.

^۱ Reference Architecture Model Industrie 4.0 (RAMI 4.0)

^۲ Digital Twin

^۳ Industrial Internet of Things

^۴ Smart Manufacturing Ecosystem

^۵ NIST (National Institute of Standards and Technology)

^۶ Product

^۷ Production Systems

^۸ Enterprise Systems



اهم ویژگی‌های این مدل به شرح زیر است:

- استفاده از مدل کنترل سلسله مراتبی برای پوشش تمام ابعاد تولید هوشمند.
- تمرکز بر استانداردهای مرتبط با چرخه عمر محصول، سیستم‌های تولید، و زنجیره تأمین.
- استانداردهای اصلی مرتبط با این مدل به شرح زیر می‌باشد:
- ISO 14649: داده‌های مدل تولید.
- ISO 10303-239: مدیریت داده‌های چرخه عمر تولید.
- ISA-95: یکپارچگی سیستم‌های تولید و سازمانی.

۴-۳. معماری سیستم تولید هوشمند

معماری سیستم تولید هوشمند یا ¹IMSA توسط وزارت صنعت و فناوری اطلاعات چین² توسعه یافته و به‌عنوان یک مدل مرجع برای سیستم‌های تولید هوشمندانه عمل می‌کند.

این مدل شامل سه بخش اصلی به شرح زیر است:

- اصول پایه: ³ شامل استانداردهای عمومی و تعاریف پایه.
- فناوری‌های کلیدی⁴: شامل استانداردهای مرتبط با فناوری‌های کلیدی مانند هوش مصنوعی و اینترنت اشیا.
- کاربردهای صنعتی⁵: شامل استانداردهای مرتبط با کاربردهای خاص صنعتی.

اهم ویژگی‌های این مدل به شرح زیر است:

- تمرکز بر چرخه عمر، سطوح سیستم، و عملکرد عناصر هوشمند.
- ارائه یک سیستم طبقه‌بندی برای استانداردهای تولید هوشمندانه.
- استانداردهای اصلی مرتبط با این مدل به شرح زیر می‌باشد:
- GZNCPT0114-2016: استانداردهای تولید هوشمندانه در چین.
- IEC 61987: استانداردهای داده‌های تجهیزات صنعتی.

۴-۴. معماری سیستم هوشمند برای تولید

معماری سیستم هوشمند برای تولید یا ⁶ISAM توسط NIST آمریکا به عنوان یک مدل مرجع برای سیستم‌های تولید هوشمندانه طراحی شده است.

¹ Intelligent Manufacturing System Architecture

² Ministry of Industry and Information Technology (MIIT)

³ Basic Generality

⁴ Key Techniques

⁵ Industrial Applications

⁶ Intelligent Systems Architecture for Manufacturing



ویژگی‌های این مدل به شرح زیر است:

- یک مجموعه لایه‌ای از گره‌های پردازشی هوشمند که به صورت حلقه‌های کنترلی تو در تو سازماندهی شده‌اند.
- تمرکز بر استانداردهای مهندسی و دستورالعمل‌های کاربردی برای تولید هوشمندانه.
- پشتیبانی از یکپارچگی سیستم‌ها و مدیریت چرخه عمر.
- استانداردهای اصلی مرتبط با این مدل به شرح زیر می‌باشد:
 - ISO/IEC 42010: توصیف معماری سیستم‌ها.
 - IEC 62832: چارچوب کارخانه دیجیتال.

۴-۵. معماری مرجع اینترنت صنعتی

معماری مرجع اینترنت صنعتی یا IIRA¹ توسط کنسرسیوم اینترنت صنعتی یا IIC² توسعه یافته و به عنوان یک معماری مرجع برای اینترنت صنعتی عمل می‌کند.

ویژگی‌های این مدل به شرح زیر است:

- مبتنی بر چهار دیدگاه اصلی:
 ۱. دیدگاه تجاری^۳: تمرکز بر اهداف تجاری و ارزش آفرینی.
 ۲. دیدگاه استفاده^۴: توصیف موارد استفاده و تعاملات کاربران.
 ۳. دیدگاه عملکرد^۵: تعریف عملکردهای کلیدی سیستم.
 ۴. دیدگاه پیاده‌سازی^۶: توصیف فناوری‌ها و زیرساخت‌های مورد نیاز.
- تمرکز بر قابلیت همکاری، امنیت، و مقیاس پذیری.
- استانداردهای اصلی مرتبط با این مدل به شرح زیر می‌باشد:
 - ISO/IEC 30141: معماری مرجع اینترنت اشیا.
 - NIST Cybersecurity Framework: چارچوب امنیت سایبری.

¹ Industrial Internet Reference Architecture

² Industrial Internet Consortium

³ Business Viewpoint

⁴ Usage Viewpoint

⁵ Functional Viewpoint

⁶ Implementation Viewpoint



۴-۶. مقایسه معماری‌های مرجع

همانطور که اشاره شد، معماری‌های مرجع مختلفی برای تولید هوشمند و انقلاب چهارم صنعتی توسعه یافته‌اند. این معماری‌ها چارچوب‌هایی برای طراحی، پیاده‌سازی، و استانداردسازی سیستم‌های تولیدی ارائه می‌دهند. در ادامه، جدول مقایسه‌ای این معماری‌ها با جزئیات کامل‌تر ارائه می‌شود:

جدول ۱ - مقایسه مدل‌ها/معماری‌های مرجع انقلاب چهارم صنعتی و تولید هوشمند

مدل مرجع	تمرکز اصلی	ویژگی‌های کلیدی	حوزه مناسب	فراگیری
RAMI 4.0	تولید هوشمند و صنعت 4.0	مدل سه‌بعدی، چرخه عمر دارایی‌ها، سلسله مراتب عملکردی، دیجیتال توأم	صنایع تولیدی با تمرکز بر یکپارچگی عمودی و افقی در زنجیره ارزش	بسیار فراگیر در سطح جهانی و به ویژه در اروپا و آلمان
SME	استانداردسازی سیستم‌های تولید هوشمند	سه بعد (محصول، سیستم‌های تولید، سیستم‌های سازمانی)، مدل کنترل سلسله‌مراتبی	صنایع تولیدی با تمرکز بر مدیریت چرخه عمر محصول	بیشتر در ایالات متحده و آمریکای شمالی
IMSA	تولید هوشمندانه	سه بخش (اصول پایه، فناوری‌های کلیدی، کاربردهای صنعتی)، طبقه‌بندی استانداردها	صنایع تولیدی در حال توسعه با تمرکز بر ادغام فناوری‌های پیشرفته	بیشتر در چین و کشورهای آسیایی
ISAM	سیستم‌های تولید هوشمندانه	گره‌های پردازشی هوشمند، حلقه‌های کنترلی تو در تو، پشتیبانی از یکپارچگی سیستم‌ها	صنایع پیشرفته با تمرکز بر حلقه‌های کنترلی هوشمند	بیشتر در ایالات متحده و کشورهای پیشرفته صنعتی
IIRA	اینترنت صنعتی	دیدگاه‌های چندگانه (تجاری، استفاده، عملکردی، پیاده‌سازی)، امنیت، مقیاس‌پذیری	صنایع بزرگ و پیچیده با تمرکز بر اینترنت صنعتی و امنیت سایبری	بسیار فراگیر در سطح جهانی

منبع: (Wang, et al., 2021)



آنچنان که در جدول مشاهده می‌شود RAMI 4.0 و IIRA به دلیل تمرکز بر یکپارچگی و امنیت، در سطح جهانی بسیار فراگیر هستند و موسسه بین‌المللی استاندارد یا ایزو^۱ عملاً RAMI4.0 را به‌عنوان مرجع اصلی انقلاب چهارم صنعتی و تولید هوشمند پذیرفته است و این معماری را مبنای توسعه استانداردهای این حوزه قرار داده است. لذا این مدل می‌تواند توسط کشور ما هم به عنوان مرجع اصلی مورد استفاده قرار گیرد. از این رو در ادامه این مدل به صورت تفصیلی معرفی و استانداردهای مرتبط با ابعاد مختلف آن معرفی می‌شود.

۵. معرفی مدل معماری مرجع صنعت ۴.۰ (RAMI4.0)

مدل معماری مرجع صنعت ۴.۰ (RAMI4.0) یک چارچوب ساختاری است که برای توصیف، ردیابی و سازماندهی اشیاء فنی (دارایی‌ها)^۲ در محیط صنعت ۴.۰ تولید هوشمند طراحی شده است. این مدل در قالب یک ساختار مکعبی سه‌بعدی ارائه شده که امکان نمایش جنبه‌های مختلف دارایی‌ها را در طول چرخه عمر آن‌ها فراهم می‌کند (BSI, 2017).

RAMI4.0 یک زبان مشترک برای همه ذینفعان صنعت ۴.۰ ایجاد می‌کند و روابط پیچیده بین اجزای مختلف اکوسیستم صنعت ۴.۰ را به اجزای کوچکتر و قابل مدیریت‌تر تقسیم می‌کند. RAMI4.0 به‌طور خاص برای تسهیل یکپارچگی عمودی و افقی در زنجیره ارزش و چرخه عمر دارایی‌ها طراحی شده است.

۵-۱. نقش RAMI4.0 در تولید هوشمند و انقلاب صنعتی چهارم

RAMI4.0 نقش مهمی در تولید هوشمند و انقلاب چهارم صنعتی دارد که در ادامه برخی از ابعاد این نقش معرفی می‌شود (BSI, 2017):

۱. تسهیل تحول دیجیتال: RAMI4.0 به‌عنوان یک چارچوب استاندارد، امکان دیجیتالی‌سازی و مجازی‌سازی دارایی‌ها را فراهم می‌کند. این امر به تولیدکنندگان اجازه می‌دهد تا دارایی‌های فیزیکی را به‌صورت دیجیتال در سیستم‌های اطلاعاتی نمایندگی کنند.
۲. یکپارچگی سیستم‌ها: این مدل با ارائه یک ساختار استاندارد، امکان یکپارچگی سیستم‌های مختلف (مانند سیستم‌های IT، تجهیزات تولیدی، و سیستم‌های کنترل) را فراهم می‌کند.
۳. مدیریت چرخه عمر دارایی‌ها: RAMI4.0 چرخه عمر کامل دارایی‌ها را از طراحی و تولید تا استفاده و بازیافت پوشش می‌دهد و به بهینه‌سازی فرآیندها کمک می‌کند.

¹ the International Organization for Standardization (ISO)

² Assets



۴. ایجاد زبان مشترک: این مدل به عنوان یک زبان مشترک بین تولیدکنندگان، تأمین کنندگان، و مشتریان عمل می کند و از سوء تفاهم ها و ناسازگاری ها جلوگیری می کند.
۵. پشتیبانی از استانداردسازی جهانی: RAMI4.0 به عنوان یک استاندارد بین المللی، به هماهنگی و یکپارچگی در سطح جهانی کمک می کند و از رقابت پذیری صنایع در بازارهای جهانی حمایت می کند.
۶. ساختار منظم: امکان شناسایی و ساختار بندی استانداردهای موجود و مورد نیاز
۷. انعطاف پذیری: پشتیبانی از رویکردهای تکاملی و انقلابی

RAMI4.0 به عنوان یک مدل معماری مرجع، چارچوبی جامع برای توسعه و پیاده سازی راه حل های صنعت ۴.۰ فراهم می کند که می تواند در صنایع مختلف به کار گرفته شود.

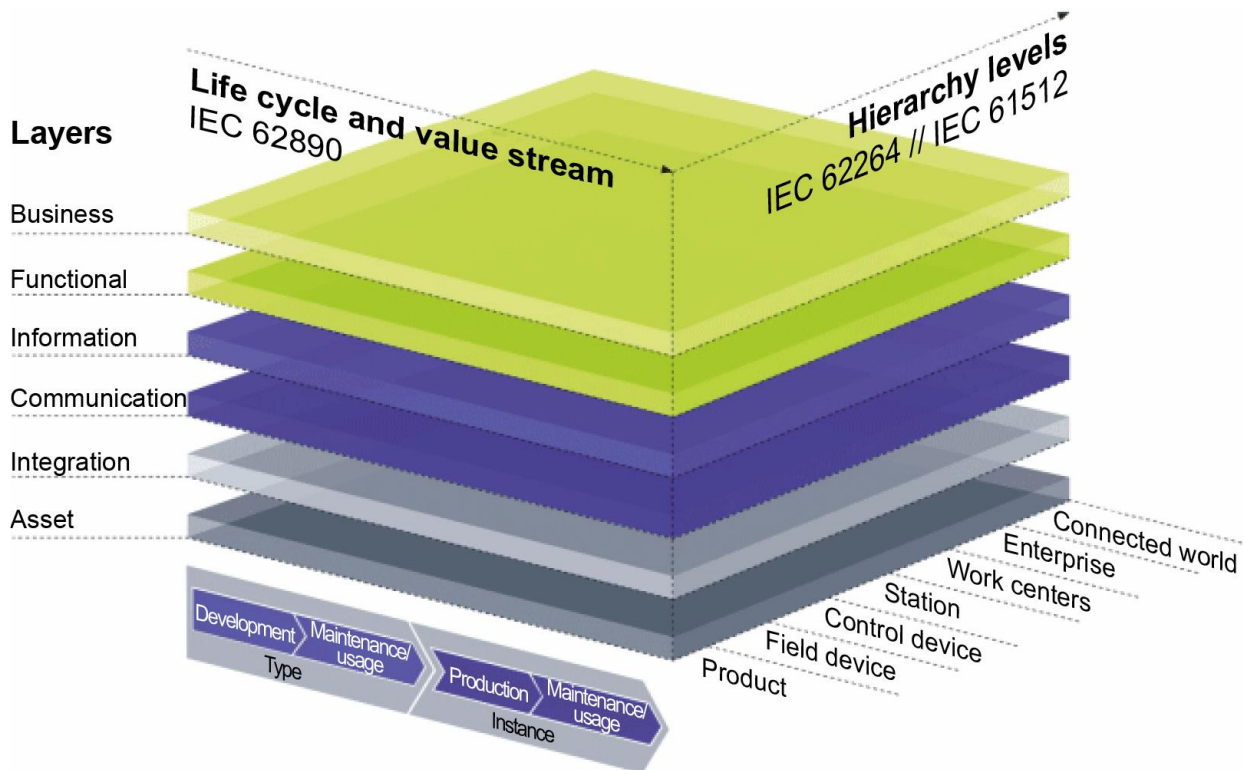
۴-۵. ساختار مکعبی RAMI ۴.۰

مدل RAMI ۴.۰ به صورت یک مکعب سه بعدی ارائه شده است که شامل سه محور اصلی به شرح زیر است (شکل ۱):

- محور معماری (Architecture Axis or Layers): شامل شش لایه است که جنبه های مختلف اطلاعات و عملکرد دارایی ها را توصیف می کند.
- محور چرخه عمر و جریان ارزش (Life Cycle & Value Stream Axis): چرخه عمر دارایی ها و فرآیندهای ارزش افزوده را بر اساس استاندارد IEC 62890 نشان می دهد.



- محور سلسله‌مراتب (Hierarchy Levels Axis): سطوح مختلف سلسله‌مراتب عملکردی را بر اساس استانداردهای IEC 62264-1 و IEC 61512-1 توصیف می‌کند.



شکل ۱- ابعاد جامع مدل معماری مرجع صنعت ۴.۰ (RAMI 4.0) (منبع: (BSI, 2017))

ترکیب محور چرخه عمر و جریان ارزش با محور سطوح سلسله‌مراتب، همراه با محور لایه‌های معماری، یک ساختار سه‌بعدی منسجم ایجاد می‌کند که امکان توصیف دقیق هر جنبه از دارایی‌های صنعتی را در هر نقطه از زمان و در هر سطح سازمانی فراهم می‌کند. این ساختار سه‌بعدی، چارچوبی جامع برای پیاده‌سازی موفق تولید هوشمند و صنعت ۴.۰ ارائه می‌دهد.

با استفاده از این مدل، سازمان‌ها می‌توانند روابط پیچیده بین اجزای مختلف اکوسیستم صنعت ۴.۰ را به اجزای کوچکتر و قابل مدیریت تقسیم کنند و از این طریق، تحول دیجیتال را با ساختار و نظم بیشتری پیش ببرند.



۳-۵. تشریح لایه‌های محور معماری و استانداردهای مرتبط

محور معماری شامل شش لایه است که هر کدام جنبه‌ای خاص از دارایی‌ها را در سیستم‌های تولید هوشمند توصیف می‌کنند. این لایه‌ها به صورت عمودی سازماندهی شده‌اند و از لایه فیزیکی^۱ شروع شده و به لایه کسب و کار^۲ ختم می‌شوند. در ادامه هر کدام از این لایه‌ها معرفی می‌شود:

۳-۵-۱. لایه کسب و کار

لایه کسب و کار دیدگاه تجاری و اقتصادی سازمان را توصیف می‌کند. محتوا و عملکردهای این لایه به شرح زیر است:

- شرایط مرزی سازمانی (مانند سفارش‌گیری، شرایط عمومی سفارش یا مقررات نظارتی)
 - شرایط پولی (قیمت، دسترسی به منابع، تخفیف‌ها و غیره)
 - تضمین یکپارچگی عملکردها در زنجیره ارزش
 - قوانین مدل‌سازی که سیستم I4.0 باید دنبال کند
 - نگاهت مدل‌های کسب و کار و فرآیندهای کسب و کار
 - شرایط قانونی و نظارتی
 - هماهنگ‌سازی خدمات در لایه عملکردی
 - پیوند بین فرآیندهای تجاری مختلف
 - دریافت رویدادها برای هدایت فرآیند کسب و کار به مرحله بعدی
- استانداردهای مرتبط با لایه کسب و کار به شرح زیر است:

- ISO 15704: چارچوب مهندسی سیستم‌های سازمانی
- ISA-95/IEC 62264: یکپارچه‌سازی سیستم‌های کنترل سازمانی
- ISO 9001: سیستم‌های مدیریت کیفیت
- ISO 14001: سیستم‌های مدیریت محیط زیست
- BPMN 2.0: مدل‌سازی و نماد فرآیند کسب و کار
- ISO 19439: چارچوب برای مدل‌سازی سازمانی
- ISO 19440: سازه‌ها برای مدل‌سازی سازمانی

¹ Asset Layer

² Business Layer



۵-۳-۲. لایه عملکردی

این لایه^۱ عملکردهای (منطقی) یک دارایی را با توجه به نقش آن در سیستم صنعت ۴.۰ توصیف می‌کند. محتوا و عملکردهای این لایه به شرح زیر است:

- توصیف رسمی و دیجیتالی توابع
 - پلتفرم برای یکپارچه‌سازی افقی عملکردهای مختلف
 - محیط اجرا و مدل‌سازی برای خدمات و فرآیندهای کسب و کار
 - محیط اجرا برای برنامه‌های کاربردی و عملکردهای فنی
 - مدیریت و اجرای منطق کسب و کار
 - هماهنگی بین خدمات مختلف
 - مدل‌سازی و اجرای قابلیت‌های عملکردی دارایی
- استانداردهای مرتبط با این لایه به شرح زیر است:

- IEC 61131: کنترل‌کننده‌های قابل برنامه‌ریزی
- IEC 61499: بلوک‌های عملکردی برای سیستم‌های کنترل صنعتی
- IEC 62453: مشخصه رابط ابزار ارتباطی فیلد
- IEC 61804: بلوک‌های عملکردی (FB) برای اتوماسیون فرآیند
- IEC 62879: مهندسی و کاربرد سیستم‌های کنترل توزیع‌شده
- ISA-88. 00. 02: استاندارد ماشین حالت‌های گسسته
- IEC 60848: زبان مشخصه‌سازی GRAFCET

۵-۳-۳. لایه اطلاعات

این لایه اطلاعات^۲ داده‌هایی را که توسط عملکردهای فنی دارایی استفاده، تولید یا تغییر داده می‌شوند توصیف می‌کند. محتوا و عملکردهای این لایه به شرح زیر است:

- محیط اجرا برای (پیش) پردازش رویدادها
- اجرای قوانین و الگوریتم‌ها
 - توصیف رسمی مدل‌ها و قوانین

¹ Functional Layer

² Information Layer



- ذخیره‌سازی داده‌های نمایش داده شده توسط مدل‌ها
- تضمین یکپارچگی داده‌ها
- یکپارچه‌سازی سازگار داده‌های مختلف
- اکتساب داده‌های جدید با کیفیت بالاتر (داده، اطلاعات، دانش)
- ارائه داده‌های ساختاریافته از طریق رابط‌های خدماتی
- دریافت رویدادها و تبدیل آنها به شکلی مناسب
- پیش‌پردازش زمینه‌ای داده‌ها
- استانداردهای مرتبط با این لایه به شرح زیر است:
- IEC 61360: قالب‌های داده و دسته‌بندی
- ISO 13584: کتابخانه قطعات
- ISO 15926: یکپارچه‌سازی داده‌های چرخه عمر
- IEC 62714: فرمت AutomationML
- W3C RDF: چارچوب توصیف منابع
- W3C OWL: زبان هستی‌شناسی وب
- ISO 8000: کیفیت داده
- ISO 22745: اطلاعات باز فنی برای محصولات صنعتی
- IEC 62569: مدیریت اطلاعات مهندسی - کلاس‌های اشیاء

۵-۳-۴. لایه ارتباطات

لایه ارتباطات^۱ دسترسی منطبق با صنعت ۴.۰ به اطلاعات و عملکردهای یک دارایی متصل توسط دارایی‌های دیگر را توصیف می‌کند. محتوا و عملکردهای این لایه به شرح زیر است:

- ارتباط استاندارد I4.0 با استفاده از فرمت‌های داده یکنواخت
- ارائه خدمات، به عنوان توابع اطلاعاتی مبتنی بر معماری خدمت (SOA)
- تعریف پروتکل‌های ارتباطی استاندارد
- تعیین زمان و نحوه توزیع داده‌ها
- تعیین الگوهای ارتباطی (نقطه به نقطه، انتشار/اشتراک و غیره)
- کنترل جریان داده‌ها بین دارایی‌های مختلف

¹ Communication Layer



- همگام‌سازی داده‌ها و اطلاعات
- استانداردهای مرتبط با این لایه به شرح زیر است:
- IEC 61850: ارتباطات ایستگاه و سیستم‌های اتوماسیون
- IEC 61968/61970: مدل داده مشترک (CIM) برای ارتباطات
- IEC 62541: استاندارد OPC UA
- IEEE 802: استانداردهای شبکه Ethernet، (Wi-Fi)
- IEEE 1588: پروتکل زمان دقیق
- MQTT: پروتکل انتقال تله‌متری صف پیام
- AMQP: پروتکل پیشرفته صف پیام
- DDS: خدمات توزیع داده
- IEC 61158/61784: پروتکل‌های فیلدباس صنعتی
- OPC UA TSN: OPC UA با زمان‌بندی حساس شبکه
- CoAP: پروتکل کاربرد محدود
- HTTP/HTTPS: پروتکل انتقال ابرمتن (امن)

۵-۳-۵. لایه یکپارچه‌سازی

لایه یکپارچه‌سازی^۱ گذار از دنیای فیزیکی به دنیای اطلاعات را نشان می‌دهد و زیرساخت لازم برای اجرای عملکردها را توصیف می‌کند. محتوا و عملکردهای این لایه به شرح زیر است:

- ارائه نمایشی از منبع واقعی یک دارایی از طریق اطلاعات
- توصیف عناصر فنی، مانند خوانشگرهای RFID، سنسورها، رابط‌های انسان-ماشین (HMI) و مبدل‌های سیگنال
- کنترل کامپیوتری فرآیندهای فنی
- تولید رویدادها از دارایی‌های واقعی
- پیاده‌سازی رابط انسان-ماشین (HMI)
- مدیریت اتصالات دستگاه‌ها و سنسورها
- پردازش سیگنال‌های ورودی و خروجی
- استانداردهای مرتبط با این لایه به شرح زیر است:

¹ Integration Layer



- IEC 62264 یکپارچه سازی سیستم های کنترل سازمانی (ISA-95)
- OPC UA معماری یکپارچه OPC
- IEC 61968 یکپارچه سازی کاربردهای شرکت های برق
- IEC 62769 یکپارچه سازی دستگاه فیلد (FDI)
- ISO 18828 یکپارچه سازی سیستم های تولید
- IEC 62424 نمایش مهندسی فرآیند کنترل در نمودارهای مهندسی
- IEC 61987 اندازه گیری و تجهیزات کنترل - ساختار داده و عناصر
- IEC 61804-3 استاندارد بلوک های عملکردی فرآیند بخش ۳
- ISA-95. 00. 02 اندازه گیری و کنترل فرآیند تجهیزات میدانی

۵-۳-۶. لایه دارایی

این لایه دارایی^۱ که واقعاً در دنیای فیزیکی وجود دارد را نشان می دهد. محتوا و عملکردهای این لایه به شرح زیر است:

- نمایش دنیای فیزیکی شامل همه دارایی های موجود واقعی
 - شامل عناصر فیزیکی، خدمات، اسناد، نمودارها، ایده ها و آرشیوها
 - رابط بین انسان ها و دنیای اطلاعات
 - اتصال دارایی ها به لایه یکپارچه سازی
 - نمایش دارایی های فیزیکی و مجازی
 - مدیریت چرخه عمر دارایی ها
- استانداردهای مرتبط با این لایه به شرح زیر است:
- IEC 62890 مدیریت چرخه عمر برای سیستم ها و اجزای صنعت ۴.۰
 - ISO 55000 مدیریت دارایی
 - IEC 81346 سیستم های ساختار بندی و مرجع گذاری
 - IEC 60417 نمادهای گرافیکی برای استفاده در تجهیزات
 - ISO/TS 16949 مدیریت کیفیت خودروسازی
 - ISO 13373 پایش وضعیت و تشخیص ماشین آلات
 - ISO 17359 پایش وضعیت و تشخیص ماشین آلات - رهنمودهای عمومی

¹ Asset Layer



- IEC 60812 تکنیک‌های تحلیل قابلیت اطمینان سیستم - روش FMEA
- IEC 61025 تحلیل درخت خطا (FTA)

۵-۴. محور چرخه عمر و جریان ارزش

این محور براساس استاندارد IEC 62890 بوده و یک دارایی را در نقطه خاصی از زمان در طول عمر آن توصیف می‌کند. این محور به دو بخش اصلی تقسیم می‌شود:

۱. نوع^۱: مربوط به مراحل توسعه، طراحی و برنامه‌ریزی
 - شامل توسعه محصول، طراحی مهندسی، برنامه‌ریزی تولید
 ۲. نمونه^۲: مربوط به تولید و استفاده واقعی
 - شامل تولید، راه‌اندازی، عملیات، نگهداری، تعمیر و دفع
- اهمیت مدیریتی و فنی محور چرخه عمر و جریان ارزش به شرح زیر است:
- مدیریت یکپارچه اطلاعات: در تمام مراحل عمر دارایی، از ایده اولیه تا دفع
 - ردیابی تغییرات: پیگیری تکامل دارایی در طول زمان
 - بهینه‌سازی هزینه چرخه عمر: محاسبه و مدیریت هزینه‌های کل عمر دارایی
 - تصمیم‌گیری داده‌محور: تحلیل داده‌های واقعی برای بهبود طراحی‌های آینده
 - برنامه‌ریزی استراتژیک: پیش‌بینی نیازهای آینده بر اساس عملکرد دارایی‌های فعلی
 - پشتیبانی از مهندسی همزمان: امکان کار موازی روی جنبه‌های مختلف دارایی
 - قابلیت ردیابی تغییرات فنی: ثبت و مدیریت تغییرات در طراحی و پیکربندی
 - همگام‌سازی داده‌ها بین سیستم‌ها: انتقال یکپارچه اطلاعات بین سیستم‌های مختلف
 - دیجیتال‌سازی فرآیندها: امکان ایجاد توأم دیجیتال (Digital Twin) برای دارایی‌ها
 - بهینه‌سازی فرآیندهای فنی: استفاده از داده‌های تاریخی برای بهبود فرآیندها

استانداردهای مرتبط با این محور به شرح زیر است:

- IEC 62890 مدیریت چرخه عمر برای سیستم‌های اتوماسیون صنعتی
- ISO 15926-2: مدل داده عمومی برای یکپارچه‌سازی داده‌های چرخه عمر

¹ Type

² Instance



- ISO 22400 شاخص‌های کلیدی عملکرد مدیریت تولید
- IEC 60300-3-3 مدیریت قابلیت اطمینان - هزینه چرخه عمر
- ISO 20140 ارزیابی بهره‌وری انرژی و سایر عوامل تولید در سیستم‌های تولید
- IEC 61355: طبقه‌بندی و شناسایی مستندات فنی محصولات صنعتی
- ISO 16792: مستندسازی فنی محصول - مدیریت اطلاعات دیجیتال

۵-۴-۱. نوع

بخش نوع مربوط به مراحل اولیه طراحی، توسعه و برنامه‌ریزی دارایی است:

- **ایده اولیه:** زمانی که مفهوم دارایی شکل می‌گیرد
 - **توسعه محصول:** شامل طراحی مهندسی، مدل‌سازی و شبیه‌سازی
 - **برنامه‌ریزی تولید:** تعیین فرآیندهای تولید، مواد اولیه و منابع مورد نیاز
 - **اعتبارسنجی:** آزمایش‌های اولیه و تأیید نمونه اولیه قبل از تولید انبوه
 - **مستندسازی:** ایجاد مستندات فنی، نقشه‌ها و دستورالعمل‌ها
- در این مرحله، "نوع" دارایی تعریف شده و مجموعه ویژگی‌هایی که برای تمام نمونه‌های آن دارایی مشخصه هستند، تعیین می‌شود. نوع دارایی با ایده اولیه آغاز شده و پس از تکمیل تمام آزمون‌های مورد نیاز برای اعتبارسنجی، برای تولید سری آزاد می‌شود.

۵-۴-۲. نمونه

بخش نمونه مربوط به مراحل عملیاتی دارایی است، از زمان تولید فیزیکی تا پایان عمر آن:

- **تولید:** ساخت فیزیکی دارایی بر اساس نوع تعریف شده
 - **ارائه و راه‌اندازی:** شامل حمل و نقل، انبارداری، پیکربندی و نصب
 - **بهره‌برداری:** استفاده عملیاتی از دارایی برای انجام وظایف مورد نظر
 - **نگهداری و تعمیر:** فعالیت‌های مربوط به حفظ یا بازیابی عملکرد دارایی
 - **دفع/بازیافت:** مدیریت پایان عمر دارایی
- هر نمونه، یک دارایی مشخص و منحصر به فرد است که با ویژگی‌های یک نوع مشخص می‌شود. نمونه‌ها همیشه یک رابطه منحصر به فرد با نوع خود دارند.



۵-۵. محور سلسله مراتب

این محور براساس استانداردهای IEC 62264-1 و IEC 61512-1 بوده و سطوح مختلف سلسله مراتب را در صنعت ۴۰۰ توصیف می‌کند. این محور شامل ۹ سطح اصلی است که از بالا به پایین عبارتند از:

۱) دنیای متصل^۱

- توصیف: روابط و ارتباطات بین شرکت‌ها، کارخانه‌ها و سازمان‌های مختلف
- کاربردها: زنجیره تأمین جهانی، همکاری‌های بین سازمانی، شبکه‌سازی بین کارخانه‌ای
- تکنولوژی‌های مرتبط: پلتفرم‌های ابری، اینترنت اشیا صنعتی، خدمات وب

۲) سازمان^۲

- توصیف: سطح مدیریت کلان و برنامه‌ریزی منابع سازمانی
- کاربردها: تصمیم‌گیری استراتژیک، برنامه‌ریزی منابع سازمان (ERP)، مدیریت زنجیره تأمین
- اجزا: سیستم‌های مدیریت ارشد، بخش‌های مالی، منابع انسانی و بازاریابی

۳) محل^۳

- توصیف: یک مکان فیزیکی خاص، مانند یک کارخانه یا مجتمع تولیدی
- کاربردها: برنامه‌ریزی تولید محلی، مدیریت موجودی، لجستیک داخلی
- اجزا: خطوط تولید، انبارها، مراکز لجستیک، ساختمان‌های اداری

۴) منطقه^۴

- توصیف: بخش مشخصی از یک سایت تولیدی با کارکرد خاص
- کاربردها: مدیریت عملیات منطقه‌ای، کنترل فرآیند بخشی
- اجزا: بخش‌های تولیدی مختلف مانند ریخته‌گری، ماشین‌کاری، مونتاژ، بسته‌بندی

۵) مراکز کاری^۵

- توصیف: ناحیه سلسله مراتبی شامل واحدهای تولیدی، خطوط تولید و سلول‌های کاری
- کاربردها: زمان‌بندی و کنترل فرآیند، مدیریت منابع، مدیریت کیفیت
- اجزا: خطوط تولید، واحدهای پردازش، سلول‌های ربات

۶) ایستگاه^۶

¹ Connected World

² Enterprise

³ Site

⁴ Area

⁵ Work Centres

⁶ Station



- توصیف: ایستگاه‌های کاری و ماشین‌آلات مستقل
- کاربردها: عملیات تولید مشخص، پردازش‌های ویژه
- اجزا: ماشین‌ابزار، ربات‌ها، دستگاه‌های تست، تجهیزات مونتاژ

۷) دستگاه کنترل^۱

- توصیف: کنترلرها و تجهیزات هوشمند مدیریت ماشین‌آلات
- کاربردها: کنترل فرآیند، جمع‌آوری داده‌ها، مانیتورینگ عملیات
- اجزا: PLC ها، کنترلرهای عددی، کنترلرهای حرکت، رایانه‌های صنعتی

۸) دستگاه میدانی^۲

- توصیف: سنسورها، محرک‌ها و سایر تجهیزات میدانی
- کاربردها: جمع‌آوری داده‌ها، کنترل مستقیم فرآیند
- اجزا: سنسورهای دما، فشار، جریان، محرک‌های پنوماتیک، هیدرولیک و الکتریکی

۹) محصول^۳

- توصیف: محصول نهایی یا اجزای آن که در فرآیند تولید شرکت می‌کنند
 - کاربردها: محصولات هوشمند، محصولات قابل پیکربندی، محصولات دارای توأم دیجیتال
 - اجزا: قطعات محصول، مواد، محصولات نیمه‌ساخته و محصول نهایی
- اهمیت مدیریتی و فنی محور سطوح سلسله مراتب به شرح زیر است
- یکپارچه‌سازی عمودی: امکان ارتباط و هماهنگی بین سطوح مختلف مدیریتی و عملیاتی
 - مدیریت جامع سیستم‌ها: دید کلی نسبت به تمام سطوح سازمانی
 - تخصیص منابع بهینه: مدیریت هدفمند منابع در سطوح مختلف
 - تصمیم‌گیری ساختارمند: چارچوبی برای تصمیم‌گیری در سطح مناسب
 - بهینه‌سازی زنجیره ارزش: شناسایی و بهبود نقاط ارزش‌افزا در سطوح مختلف از دیدگاه فنی، این محور:
 - معماری سیستمی یکپارچه: چارچوبی برای طراحی سیستم‌های یکپارچه از سطح محصول تا سازمان
 - استانداردسازی ارتباطات: تعریف پروتکل‌های ارتباطی بین سطوح مختلف
 - مدیریت پیچیدگی: تقسیم‌بندی سیستم‌های پیچیده به سطوح قابل مدیریت
 - تخصیص دقیق عملکردها: تعیین سطح مناسب برای اجرای هر عملکرد

¹ Control Device

² Field Device

³ Product



- قابلیت توسعه: امکان گسترش سیستم با حفظ انسجام کلی معماری

استانداردهای مرتبط با این محور عبارتند از:

- IEC 62264-1 یکپارچه سازی سیستم های کنترل سازمانی - مدل ها و اصطلاحات
- IEC 61512-1 کنترل دسته ای - مدل ها و اصطلاحات
- ISA-95 یکپارچه سازی سیستم های کنترل سازمانی
- ISA-88 کنترل دسته ای
- IEC 81346 ساختار و مرجع گذاری سیستم های صنعتی
- ISO/IEC 20924 اینترنت اشیا - تعاریف و واژگان
- ISO/IEC 30141 معماری مرجع اینترنت اشیا
- IEC 62890 مدیریت چرخه عمر برای سیستم های اتوماسیون صنعتی
- IEC 63195 ارزیابی و معیارهای سیستم های اتوماسیون صنعتی هوشمند

۵-۶. جنبه های امنیتی RAMI4.0

امنیت یک جنبه اساسی RAMI4.0 است و باید در همه لایه ها و محورها در نظر گرفته شود. این شامل امنیت اطلاعات، امنیت عملیاتی و امنیت فیزیکی می باشد. استانداردهای امنیتی مرتبط به شرح زیر است:

- IEC 62443 امنیت برای اتوماسیون صنعتی و سیستم های کنترل
- ISO/IEC 27001 سیستم های مدیریت امنیت اطلاعات
- ISO/IEC 27002 کدهای عملیات برای کنترل های امنیت اطلاعات
- ISO/IEC 15408 معیارهای ارزیابی امنیت فناوری اطلاعات
- IEC 62351 امنیت برای ارتباطات استاندارد IEC
- ISA-99 امنیت اتوماسیون صنعتی و سیستم های کنترل
- NIST SP 800-82 راهنمای امنیت سیستم های کنترل صنعتی
- ISO/IEC 27017 کنترل های امنیتی رایانش ابری
- ISO/IEC 29100 چارچوب حریم خصوصی



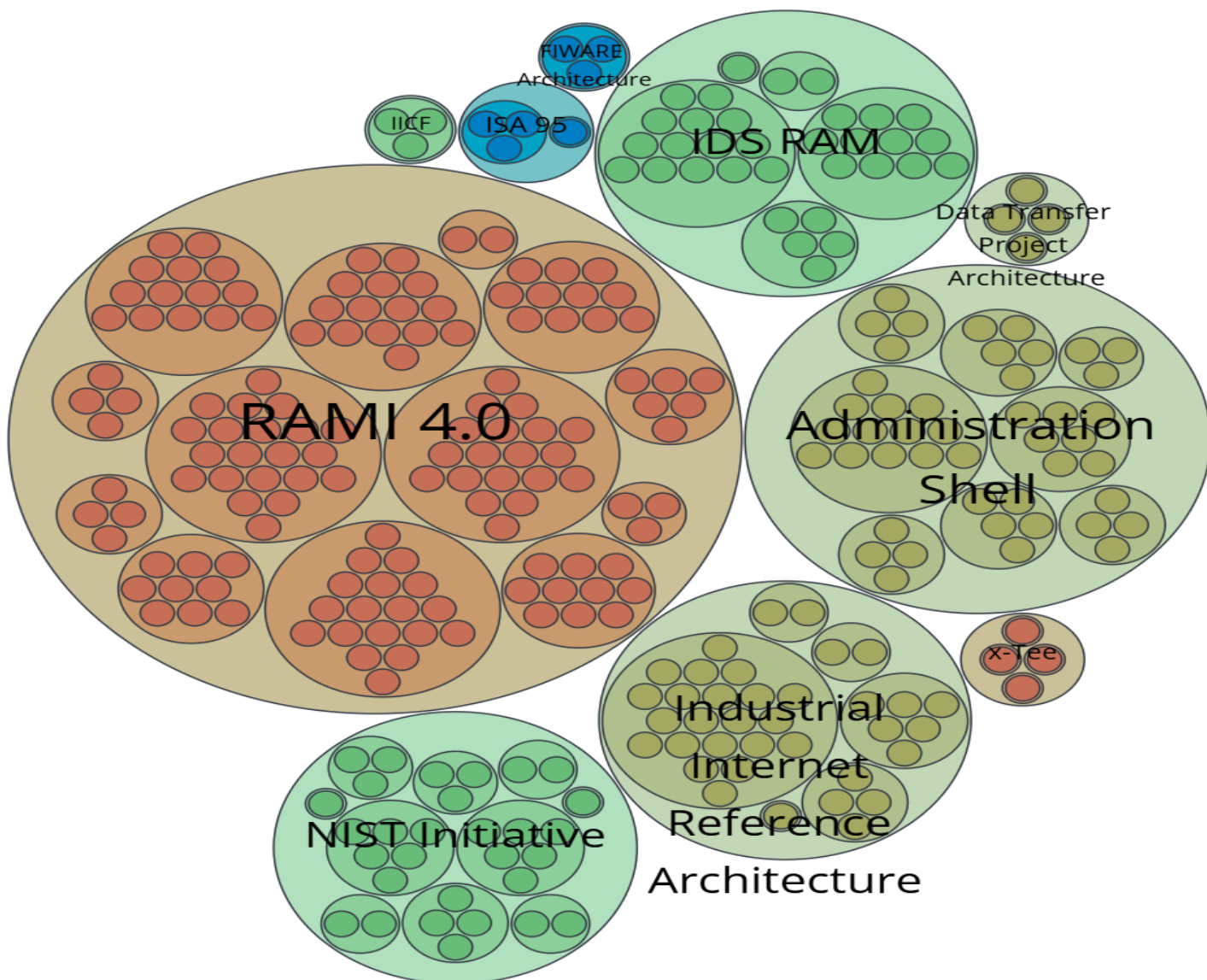
۶. اهم استانداردهای انقلاب چهارم صنعتی و تولید هوشمند

علیرغم آنکه زمان زیادی از ظهور و کاربرد فناوری‌های پیشرو انقلاب چهارم صنعتی نمی‌گذرد، اما از آنجا که سرعت زیاد تحولات، از ویژگی‌های بارز این انقلاب صنعتی محسوب می‌گردد، لذا سازمان‌های بین‌المللی تدوین استاندارد و هم‌تاهای ملی آنها، تلاش وافری داشته‌اند که همپای تحولات، به تدوین استانداردهای مربوطه اقدام کنند. تا زمان تدوین این سند، صدها استاندارد بین‌المللی تدوین و منتشر شده و ده‌ها مورد هم در دست تدوین می‌باشند.

این موضوع برای کشورهای نظیر ایران، که با تأخیر در حال پیوستن به جرگه انقلاب صنعتی چهارم می‌باشند، هم فرصت و هم تهدید محسوب می‌گردد. فرصت از این لحاظ که با استاندارد شدن حوزه‌های مختلف انقلاب چهارم صنعتی و تولید هوشمند، نیاز به آزمون و خطا در کسب و کارها کاهش می‌یابد و بنگاه‌های اقتصادی و شرکت‌های فناوری، با هزینه معقول‌تری می‌توانند نسبت به تولید و استفاده از محصولات فناورانه و استقرار فناوری‌های نوین در محیط کسب و کار اقدام کنند. تهدید این موضوع از آن جهت است که با رشد چشمگیر تعداد استانداردها و عدم همراهی سازمان ملی استاندارد کشور و عدم ترجمه و تدوین سریع استانداردهای این حوزه، و عدم ترویج این استانداردها در سطح جامعه و ذینفعان آن، موجبات آن فراهم می‌گردد که بنگاه‌های کسب و کار، چه در بخش فناوری و چه در بخش صنعت و کشاورزی و خدمات، کشور نتوانند به موقع از این تحولات آگاه شوند و لذا محصولات فناورانه‌ای در حوزه انقلاب چهارم صنعتی و تولید هوشمند در کشور تولید و مورد استفاده قرار گیرد که بعداً نتواند با محصولات و خدمات بین‌المللی تعامل و تبادل داده و اطلاعات نماید. در نتیجه در آینده هزینه‌های هنگفتی بابت بازطراحی این محصولات و خدمات مرتبط به اقتصاد کشور تحمیل خواهد شد. از این رو ضروری است که به طور مداوم استانداردهای این حوزه مورد پایش، ترجمه و ترویج قرار گیرند و حتی سازمان ملی استاندارد و نهادهای مربوطه در کشور در تدوین استانداردهای بین‌المللی مربوطه مشارکت نمایند.

در این بخش تصویری کلی از استانداردهای مرتبط با انقلاب چهارم صنعتی و تولید هوشمند ارائه می‌گردد. مؤسسه فرانهور^۱ در آلمان اقدام به تولید مجموعه‌ای گراف دانشی در خصوص انقلاب چهارم صنعتی و استانداردها، سازمان‌های استانداردسازی و چارچوب‌های استانداردسازی مرتبط نموده است. در شکل ۲ نمای کلی از استانداردهای انقلاب چهارم صنعتی و تولید هوشمند بر حسب مدل‌ها و چارچوب‌های مرجع این حوزه نمایش داده شده است. بیش از ۲۳۰ استاندارد در این گراف طبقه‌بندی شده‌اند (Lohmann, Gonzalez, Baptista, & Bader, 2024).

^۱ Fraunhofer-Gesellschaft



منبع: (Lohmann, Gonzalez, Baptista, & Bader, 2024)

شکل ۲- نمای کلی از استانداردهای تدوین شده در حوزه انقلاب چهارم صنعتی و تولید هوشمند بر حسب چارچوبها و مدل‌های

مرجع این حوزه

تصویر ارائه شده در شکل ۲ یک نمودار حبابی از استانداردهای مرتبط با انقلاب صنعتی چهارم را نمایش می‌دهد. این نمودار به خوبی نشان می‌دهد که استانداردهای انقلاب صنعتی چهارم یک اکوسیستم پیچیده و به هم پیوسته را تشکیل می‌دهند که RAMI 4.0 در مرکز آن قرار دارد و سایر استانداردها به عنوان مکمل یا زیرمجموعه‌های آن عمل می‌کنند مطابق تصویر استانداردها در دسته‌بندی‌های اصلی زیر سازمان‌دهی شده‌اند:



Reference Architecture Model for Industry 4.0 (RAMI 4.0) (۱)

- رنگ: نارنجی/بژ (دایره بزرگ مرکزی)
- اهمیت: مهم‌ترین و گسترده‌ترین چارچوب استاندارد در صنعت ۴.۰
- توسعه‌دهنده: پلتفرم صنعت ۴.۰ آلمان
- کاربرد: ارائه یک معماری سه‌بعدی برای استانداردسازی و یکپارچه‌سازی مفاهیم صنعت ۴.۰
- زیرمجموعه‌ها: شامل چندین دایره متوسط که هر کدام حاوی استانداردهای تخصصی هستند.

IDS RAMI (Industrial Data Space Reference Architecture Model) (۲)

- رنگ: سبز (دایره بزرگ بالا راست)
- تمرکز: امنیت داده، تبادل داده و حاکمیت داده در محیط‌های صنعتی
- توسعه‌دهنده: ابتکار آلمانی برای استانداردسازی تبادل داده‌های صنعتی
- زیرمجموعه‌ها: استانداردهای مرتبط با مدیریت داده‌های صنعتی

Administration Shell (Asset Administration Shell) (۳)

- رنگ: سبز-زرد (دایره بزرگ سمت راست)
- تمرکز: نمایش دیجیتال اشیاء فیزیکی در صنعت ۴.۰
- کاربرد: ایجاد ارتباط استاندارد بین اجزای مختلف سیستم
- اهمیت: یکی از اجزای کلیدی RAMI 4.0

Industrial Internet Reference Architecture (۴)

- رنگ: سبز-زرد (دایره بزرگ پایین راست)
- توسعه‌دهنده: Industrial Internet Consortium (IIC)
- کاربرد: هدایت توسعه سیستم‌های اینترنت اشیاء صنعتی
- زیرمجموعه‌ها: استانداردهای مرتبط با IoT صنعتی

NIST Initiative (۵)

- رنگ: سبز (دایره بزرگ پایین چپ)
- توسعه‌دهنده: موسسه ملی استاندارد و فناوری ایالات متحده
- تمرکز: چارچوب‌های امنیت سایبری، اینترنت اشیاء و تولید هوشمند
- زیرمجموعه‌ها: استانداردهای مرتبط با امنیت و مدیریت فناوری

ISA-95 (۶)

- رنگ: آبی (دایره متوسط چپ بالا)
- کاربرد: استاندارد بین‌المللی برای یکپارچه‌سازی سیستم‌های مدیریت تولید با سیستم‌های کسب و

کار



◀ اهمیت: استاندارد کلیدی برای رابط بین سیستم‌های تجاری و سیستم‌های کنترل

FIWARE Architecture (۷)

◀ رنگ: آبی (دایره متوسط بالا)

◀ ماهیت: چارچوب متن‌باز برای توسعه برنامه‌های هوشمند

◀ کاربرد: ارائه اجزای استاندارد برای توسعه برنامه‌های کاربردی اینترنت اشیاء

Data Transfer Project Architecture (۸)

◀ رنگ: سبز-زرد (دایره کوچک‌تر سمت راست)

◀ تمرکز: استانداردهای انتقال داده بین پلتفرم‌های مختلف

◀ هدف: ایجاد چارچوب استاندارد برای انتقال داده‌های کاربران بین سرویس‌ها

IICF (۹)

◀ رنگ: سبز (دایره کوچک‌تر سمت چپ)

◀ تمرکز: IICF اتصال را به عنوان یک نگرانی کلیدی بین بخشی IIoT مورد توجه قرار می‌دهد.

◀ کاربرد: برقراری ارتباط امن بین دو طرف در یک شبکه

x-Tee (۱۰)

◀ رنگ: قرمز (دایره کوچک پایین راست)

◀ یک استاندارد خاص در خصوص معماری توزیع‌شده برای ارتباط پایگاه‌های داده بزرگ که حتی در

موقعیت‌های بحرانی (مانند جنگ سایبری) به خوبی کار می‌کند. و زیرمجموعه‌های محدودی دارد

در پیوست این گزارش و در جدول ۷ لیست استانداردهای مرتبط با هر مدل ارائه شده است.



۷. سازمان‌های بین‌المللی فعال در حوزه استانداردسازی انقلاب چهارم صنعتی

مهم‌ترین سازمان‌های بین‌المللی فعال در حوزه انقلاب چهارم صنعتی و تولید هوشمند به شرح زیر می‌باشند:

ISO/IEC (سازمان بین‌المللی استاندارد/کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک)

رویکرد راهبردی این سازمان ایجاد چارچوب‌های جامع استانداردسازی برای فناوری‌های نوظهور با تمرکز بر همگرایی سیستم‌های سایبر-فیزیکی است. این سازمان با ترکیب دانش فنی و مدیریتی، استانداردهای کاربردی برای صنایع مختلف تدوین می‌کند.

IEEE (انستیتو مهندسان برق و الکترونیک)

رویکرد راهبردی این سازمان پیشران نوآوری‌های فناورانه با تمرکز بر توسعه معماری‌های نوین ارتباطی و محاسباتی است. تمرکز اصلی بر خلق استانداردهای پیش‌برنده در حوزه‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات است.

IEC (کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک)

رویکرد راهبردی، تمرکز بر استانداردسازی سیستم‌های انرژی و زیرساخت‌های الکتریکی با نگاه جامع به چالش‌های انتقال انرژی و اتوماسیون صنعتی است.

OPC Foundation

رویکرد راهبردی، استانداردسازی پروتکل‌های ارتباطی در اکوسیستم اتوماسیون صنعتی با هدف ایجاد (قابلیت همکاری) بین سیستم‌های مختلف است.

Industrial Internet Consortium (IIC)

رویکرد راهبردی، ایجاد هم‌افزایی بین صنایع مختلف برای توسعه اینترنت صنعتی و راهکارهای یکپارچه سایبر-فیزیکی است.

ITU (اتحادیه بین‌المللی مخابرات)

رویکرد راهبردی، استانداردسازی زیرساخت‌های ارتباطی و مخابراتی با تمرکز بر توسعه شبکه‌های 5G و 6G، استانداردسازی اینترنت اشیا و امنیت ارتباطات در زیرساخت‌های حیاتی است.

در جدول ۲ این سازمان‌ها بر اساس اطلاعات وبسایت‌های آن‌ها با هم مقایسه شده‌اند.



جدول ۲- معرفی و مقایسه سازمان‌های بین‌المللی فعال در استانداردسازی انقلاب چهارم صنعتی و تولید هوشمند

سازمان	تأسیس	حوزه اصلی	تمرکز استراتژیک	تعداد اعضا	استانداردهای کلیدی	امتیازات	محدودیت‌ها
ISO/IEC	۱۹۴۷	بین‌المللی	استانداردسازی جامع	۱۶۷ کشور	ISO/IEC 62443, 27001	پوشش جهانی، اعتبار بالا	هزینه‌بر، سرعت پایین
IEEE	۱۹۶۳	فنی	نوآوری فناوری	۴۰۰,۰۰۰+	IEEE 802, 1609	پیشرو در فناوری‌های نوپهور	تمرکز آمریکایی
IEC	۱۹۰۶	برق و الکترونیک	استانداردسازی انرژی	۸۶ کشور	IEC 61850, 62443	تخصص در سیستم‌های انرژی	محدود به حوزه برق
OPC Foundation	۱۹۹۵	اتوماسیون صنعتی	یکپارچگی صنعتی	۵۰۰+ شرکت	OPC UA, DA	استاندارد مرجع اتوماسیون	محدود به اتوماسیون
Industrial Internet Consortium (IIC)	۲۰۱۴	اینترنت صنعتی	هم‌افزایی صنعتی	۲۵۰+ عضو	Industrial IoT Reference Architecture	رویکرد کاربردی	وابسته به صنایع بزرگ
ITU (اتحادیه بین‌المللی مخابرات)	۱۸۶۵	ارتباطات و مخابرات	استانداردسازی شبکه و ارتباطات	۱۹۳ کشور	ITU-T Y. 2060, ITU-R M. 2083	پوشش جهانی شبکه‌های ارتباطی	تمرکز بر زیرساخت‌های ارتباطی

در ادامه مجموعه استانداردها و اقدامات دو مرجع اصلی بین‌المللی این حوزه، یعنی IEEE و ایزو تشریح می‌گردد.



۸. اقدامات IEEE در حوزه تولید هوشمند

IEEE به‌عنوان یکی از سازمان‌های پیشرو در تدوین استانداردهای فناوری، نقش مهمی در توسعه استانداردهای مرتبط با تولید هوشمند ایفا می‌کند. این سازمان از طریق کمیته‌ها و پروژه‌های مختلف، در حال تدوین استانداردهایی است که به بهبود فرآیندهای تولید هوشمند کمک می‌کنند. برخی از اقدامات کلیدی IEEE در این حوزه عبارتند از (Wei, Ma, Li, & Hu, 2020): و (IEEE SA, 2024)

۱. توسعه استانداردهای همزاد دیجیتال

- ❖ IEEE پروژه P2806 را برای تدوین استاندارد معماری سیستم‌های همزاد دیجیتال در محیط‌های کارخانه‌ای آغاز کرده است. این استاندارد به تعریف و توصیف نحوه ایجاد و استفاده از همزاد دیجیتال برای بهینه‌سازی فرآیندهای تولید کمک می‌کند.
- ❖ همزاد دیجیتال با شبیه‌سازی دارایی‌های فیزیکی در فضای مجازی و ایجاد یک حلقه بسته داده‌ای، امکان بهینه‌سازی در زمان واقعی را فراهم می‌کند.

۲. استانداردهای بینایی ماشین^۱

- ❖ IEEE پروژه P2671 را برای تدوین استانداردهای مرتبط با تشخیص آنلاین مبتنی بر بینایی ماشین در تولید هوشمند آغاز کرده است. این استاندارد شامل الزامات داده، فرآیندهای انتقال داده، و معیارهای عملکرد برای ارزیابی تأثیر تشخیص آنلاین است.
- ❖ بینایی ماشین به بهبود کیفیت محصولات، کاهش هزینه‌ها و افزایش انعطاف‌پذیری خطوط تولید کمک می‌کند.

۳. استانداردهای گراف دانش^۲

- ❖ IEEE پروژه P2807 را برای تدوین چارچوب گراف دانش آغاز کرده است. این استاندارد به تعریف و توصیف نحوه ساخت، ارزیابی، و استفاده از گراف‌های دانش در تولید هوشمند می‌پردازد.
- ❖ گراف دانش به سازماندهی و مدیریت اطلاعات پیچیده کمک می‌کند و در زمینه‌هایی مانند طراحی کمکی، مدیریت زنجیره تأمین، و نگهداری تجهیزات کاربرد دارد.

۴. P2879 اصول کلی برای ارزیابی یک کارخانه هوشمند

- ❖ این استاندارد اصطلاحات اساسی، الزامات فرآیند ارزیابی، معیارهای شاخص، روش‌های ارزیابی و معیارهای ارزیابی کارخانه‌های هوشمند را تعریف می‌کند.

¹ Machine Vision

² Knowledge Graph



۵. استانداردهای سفارشی‌سازی انبوه^۱

- ❖ IEEE پروژه P2672 را برای تدوین راهنمای الزامات عمومی سفارشی‌سازی انبوه آغاز کرده است. این استاندارد به تعریف فرآیندها، معماری سیستم‌ها و الزامات فناوری برای تولید محصولات سفارشی در مقیاس انبوه می‌پردازد.
- ❖ سفارشی‌سازی انبوه به تولیدکنندگان کمک می‌کند تا نیازهای متنوع مشتریان را با حفظ کارایی و کاهش هزینه‌ها برآورده کنند.

۶. 1- P2806 استاندارد برای الزامات اتصال نمایش دیجیتال برای اشیاء فیزیکی در محیط‌های کارخانه

- ❖ این استاندارد الزامات اتصال نمایش‌های دیجیتال را برای اشیاء فیزیکی در محیط‌های کارخانه تعریف می‌کند. بر اساس داده‌های ناهمگن، الزامات اتصال شامل تبدیل پروتکل با سرعت بالا، مدل‌سازی یکپارچه داده و رابط‌های دسترسی به داده برای برآورده کردن الزامات قابلیت همکاری و تعامل بین اشیاء فیزیکی و نمایش‌های دیجیتال مربوطه است.

۷. P2934 استاندارد برای فرآیند عملیات لجستیک در یک کارخانه هوشمند

- ❖ این استاندارد فرآیندهای عملیات لجستیک را در یک کارخانه هوشمند، شامل ترکیب فرآیند مانند انبارداری، بسته بندی، حمل و نقل یا حمل و نقل، شرایط اجرا، ارزیابی کیفیت فرآیند و بهبود فرآیند تعریف می‌کند. این استاندارد روش‌هایی را برای سازماندهی مدیریت، چیدمان تأسیسات، تجهیزات مورد نیاز، سیستم‌های اطلاعاتی، نیازمندی‌های کارکنان و مدیریت و ارزیابی اضطراری در یک کارخانه هوشمند تعریف می‌کند.

۸. P2959 استاندارد برای الزامات فنی نمودارهای دانش استاندارد گرا

- ❖ این سند داده‌ها و الزامات طرح‌واره را برای نمودارهای دانش ساخته شده از استانداردهای منتشر شده مشخص می‌کند که می‌توانند به طور خودکار قابل خواندن با ماشین باشند. فرآیند ساخت نمودار دانش و معیارهای عملکرد مشخص شده است. سناریوهای کاربردی نیز شرح داده شده است.

۹. ایجاد کمیته استانداردهای تولید هوشمند (IEEE C/SM):

- ❖ IEEE در سال ۲۰۱۹ کمیته استانداردهای تولید هوشمند^۲ را تأسیس کرد. این کمیته مسئولیت هدایت، مدیریت و نظارت بر توسعه استانداردهای مرتبط با تولید هوشمند را بر عهده دارد.

¹ Mass Customization

² Smart Manufacturing Standards Committee (C/SM)



❖ این کمیته بر تدوین استانداردهای پایه، تجهیزات هوشمند، کارخانه‌های هوشمند، خدمات هوشمند، فناوری‌های توانمندساز، و اینترنت صنعتی متمرکز است.

۹. استانداردهای انقلاب چهارم صنعتی و تولید هوشمند، در ایزو

مهم‌ترین حوزه‌های فناوری مرتبط با انقلاب چهارم صنعتی که در ارتباط با آنها در ایزو استاندارد تدوین شده است به شرح زیر می‌باشند (ISO-4, 2024):

- ◀ کلیات تولید هوشمند
- ◀ تولید افزایشی^۱
- ◀ محاسبات^۲: شامل هوش مصنوعی^۳، واقعیت گسترده^۴، بلاکچین^۵، محاسبات لبه^۶ و فناوری‌های کوانتومی^۷
- ◀ قابلیت اتصال^۸: شامل گسترش اینترنت^۹، نسل پنجم موبایل (5G) و خدمات آنلاین شده^{۱۰}
- ◀ سیستم‌های فیزیکی-سایبری^{۱۱}: شامل رباتیک^{۱۲}، وسایل نقلیه خودران^{۱۳}، اینترنت اشیا^{۱۴} و شهرهای هوشمند^{۱۵}

در ادامه استانداردهای تدوین شده مرتبط با هر حوزه در ایزو معرفی می‌گردد:

۹-۱. استانداردهای مرتبط با کلیات تولید هوشمند

کمیته فنی ISO/TC 184 در سال ۱۹۸۳ تأسیس شده و به سیستم‌های اتوماسیون و یکپارچه‌سازی در تولید می‌پردازد. حوزه‌های استانداردسازی شامل سیستم‌های اطلاعاتی، سیستم‌های اتوماسیون و کنترل و فناوری‌های یکپارچه‌سازی است. شامل چندین زیرکمیته و گروه کاری می‌باشد. زیرکمیته‌ها شامل SC 1 (کنترل دستگاه‌های سایبری و فیزیکی صنعتی)، SC 4 (داده‌های صنعتی) و SC 5 (هم‌افزایی، یکپارچه‌سازی و معماری‌ها برای

¹ Additive manufacturing

² Computing

³ Artificial intelligence

⁴ Extended reality

⁵ Blockchain

⁶ Edge computing

⁷ Quantum technologies

⁸ Connectivity

⁹ Spread of the internet

¹⁰ Services moving online

¹¹ Cyber-physical systems

¹² Robotics

¹³ Autonomous vehicles

¹⁴ Internet of things

¹⁵ Smart cities



سیستم‌های سازمانی و برنامه‌های اتوماسیون) هستند. تاکنون، کمیته ISO/TC 184 تعداد ۹۱۵ استاندارد منتشر کرده و ۷۱ پروژه در حال تدوین دارد. این کمیته به‌ویژه بر روی الزامات عمومی برای سیستم‌های کنترل سایبری- فیزیکی و تولید هوشمند تمرکز دارد و استانداردهایی را برای بهبود یکپارچگی و کارایی در فرآیندهای تولیدی ارائه می‌دهد. دبیر این کمیته کشور فرانسه می‌باشد و ۲۴ عضو مشارکت‌کننده و ۲۳ عضو ناظر دارد. در جدول ۸ و جدول ۹ پیوست این گزارش استانداردهای مرتبط با انقلاب چهارم صنعتی و تولید هوشمند این کمیته معرفی شده است (ISO-5, 2024).

۹-۲. استانداردهای تولید افزایشی

یکی از بخش‌های کلیدی تولید هوشمند که در حال توسعه و گسترش سریع است، تولید افزایشی می‌باشد. تولید افزایشی، اشیاء را از طریق فرآیند لایه‌بندی مواد خام به یکدیگر تولید می‌کند. این کار با ساخت سنتی (کاهش) متفاوت است که قطعاتی را از مواد خام ایجاد می‌کند. تولید افزایشی به‌طور گسترده به‌عنوان «چاپ سه بعدی» شناخته می‌شود، اما این سبک از تولید همچنین شامل «چاپ چهار بعدی» است، رویکردی نوظهور که امکان تولید محصولاتی را فراهم می‌کند که به چیزهایی مانند گرما، نور و گذر زمان پاسخ می‌دهند (ISO-4, 2024). انتظار می‌رود که با بسیاری از کاربردهای جدید برای استفاده تجاری و شخصی، استفاده از تولید افزایشی افزایش یابد. به طور کلی، انتظار می‌رود که این امر باعث کاهش حجم حمل و نقل جهانی شود. البته تولید مواد افزودنی چالش‌هایی مانند تضمین امنیت سایبری و مدیریت مالکیت معنوی دارد. شرکت‌ها و دولت‌ها باید به مسائل نوظهور توجه داشته باشند تا اطمینان حاصل شود که همه از مزایای تولید افزایشی بهره‌مند می‌شوند. اهم کمیته‌های فنی و استانداردهای مرتبط با تولید افزایشی به شرح زیر می‌باشند:

۹-۲-۱. کمیته فنی تولید افزایشی

کمیته ISO/TC 261 با نام "تولید افزایشی"^۱ در سال ۲۰۱۱ توسط سازمان بین‌المللی استانداردسازی (ISO) تأسیس شد. هدف این کمیته توسعه استانداردهای بین‌المللی برای فناوری تولید افزایشی است. این کمیته مسئول تدوین استانداردهای مربوط به فناوری تولید افزایشی، با تمرکز بر همه جنبه‌های این فناوری و تضمین کیفیت محصولات در صنایع گوناگون است. هدف اصلی این کمیته، توسعه و تدوین استانداردهای مرتبط با فرآیندها، اصطلاحات و تعاریف، زنجیره‌های فرآیند (شامل نرم‌افزارها، مواد و تجهیزات)، روش‌های آزمون، پارامترهای کیفیت، قراردادهای خرید، و پروتکل‌های ایمنی در حوزه تولید افزایشی است. این کمیته با همکاری نزدیک با ASTM

¹ Additive manufacturing



International و از طریق گروه AMSC (Additive Manufacturing Standards Collaborative) فعالیت می‌کند تا از همسویی استانداردها و جلوگیری از دوباره‌کاری اطمینان حاصل کند. دامنه کاربرد استانداردهای این کمیته شامل صنایع هوافضا، پزشکی، خودروسازی، تجهیزات صنعتی و کاربردهای مصرفی است. مخاطبین اصلی این استانداردها شامل طراحان صنعتی، تولیدکنندگان، مهندسان کیفیت، متخصصان مواد و سازمان‌های تحقیقاتی فعال در این حوزه هستند. دبیر این کمیته کشور آلمان می‌باشد. کمیته ۲۹ عضو مشارکت‌کننده و ۱۰ عضو ناظر دارد و تا پایان سال ۲۰۲۴ استانداردهای تدوین شده توسط این کمیته ۴۶ استاندارد و استانداردهای در حال تدوین ۲۰ استاندارد را شامل می‌شده که در جدول ۳ و جدول ۴ دسته‌بندی این استانداردها ارائه شده و در جدول ۱۰ و جدول ۱۱ پیوست، مجموعه استانداردها معرفی شده‌اند:

جدول ۳- دسته‌بندی استانداردهای منتشر شده توسط کمیته فنی ISO/TC 261 در حوزه تولید افزایشی

موضوع اصلی	تعداد استانداردها ^۱	مثال‌ها
اصول کلی (General Principles)	۸	ISO 17295: 2023 .ISO/ASTM 52900: 2021 , ISO/ASTM 52950: 2021
مواد اولیه (Feedstock Materials)	۸	ISO/ASTM 52903-1: 2020 .ISO/ASTM 52907: 2019 .ISO/ASTM 52928: 2024
طراحی (Design)	۷	ISO/ASTM 52910: 2018 .ISO/ASTM 52911-1: 2019 .ISO/ASTM TR 52912: 2020
صلاحیت‌سنجی (Qualification)	۱۲	ISO/ASTM 52920: 2023 .ISO/ASTM 52926-1: 2023 .ISO/ASTM 52935: 2023
عملکرد و آزمون & (Performance & Testing)	۶	ISO/ASTM 52902: 2023 .ISO/ASTM TR 52905: 2023 .ISO/ASTM 52941: 2020
ایمنی و محیط‌زیست & (Safety & Environment)	۵	ISO 27548: 2024 .ISO/ASTM 52931: 2023 , ISO/ASTM 52933: 2024
هوافضا (Aerospace)	۳	ISO/ASTM 52941: 2020 .ISO/ASTM 52943-2: 2024 .ISO/ASTM 52967: 2024
پزشکی (Medical)	۲	ISO/ASTM TR 52916: 2022 .ISO/ASTM 52908: 2023
ساخت‌وساز (Construction)	۱	ISO/ASTM 52939: 2023
خودروسازی (Automotive)	۱	ISO/ASTM 52945: 2023

منبع: (ISO-4, 2024)

^۱ دلیل اینکه در جدول مربوط به استانداردهای منتشر شده تعداد استانداردها در موضوعات مختلف بیش از ۴۶ مورد است، این است که برخی از استانداردها (نظیر ۵۲۹۱۰، ۵۲۹۴۱ و ...) چندموضوعی هستند و در بیش از یک دسته‌بندی قرار می‌گیرند. این استانداردها به دلیل ماهیت جامع یا کاربرد چندگانه خود، در دسته‌بندی‌های مختلف مرتبط با موضوعات گوناگون جای می‌گیرند



جدول 4- دسته‌بندی استانداردهای در دست تدوین توسط کمیته فنی ISO/TC ۲۶۱ در حوزه تولید افزایشی

موضوع اصلی	تعداد استانداردها	مثال‌ها
اصول کلی (General Principles)	۳	ISO/ASTM CD .ISO/ASTM CD TR 52918 ISO/ASTM DIS 52953, 52966
مواد اولیه (Feedstock Materials)	۵	ISO/ASTM .ISO/ASTM CD TR 52913-1, 2 ISO/ASTM DIS 52940, DIS 52919
طراحی (Design)	۴	ISO/ASTM DIS .ISO/ASTM CD 52922 ISO/ASTM CD TR 52971, 52957
صلاحیت‌سنجی (Qualification)	۴	ISO/ASTM CD .ISO/ASTM DIS 52937 ISO/ASTM CD 52965, 52954-1
عملکرد و آزمون و (Performance & Testing)	۳	ISO/ASTM CD TR .ISO/ASTM DIS 52959 ISO/ASTM CD 52969, 52958
ایمنی و محیط‌زیست (Safety & Environment)	۱	ISO/ASTM FDIS 52938-1

منبع: (ISO-4, 2024)

استانداردهای منتشر شده بیشتر بر روی اصول کلی، مواد اولیه، طراحی و صلاحیت‌سنجی تمرکز دارند. این استانداردها شامل دستورالعمل‌های پایه‌ای برای فرآیندهای تولید افزایشی، مواد مورد استفاده، و الزامات طراحی و کیفیت هستند. استانداردهای در حال تدوین بیشتر به موضوعات پیشرفته‌تر مانند مدیریت داده‌ها، بهینه‌سازی طراحی، و روش‌های آزمون جدید برای مواد و فرآیندها می‌پردازند. ایمنی و محیط‌زیست در هر دو دسته از اهمیت بالایی برخوردار است، به‌ویژه در استانداردهای مرتبط با ماشین‌آلات و مواد خطرناک.

۹-۲-۲. سایر کمیته‌ها و استانداردهای مرتبط با تولید افزایشی

علاوه بر ISO/TC 261، ۴ کمیته دیگر هم در حوزه تولید افزایشی استانداردهایی تدوین کرده‌اند که در ادامه این ۴ کمیته و ۹ استاندارد تدوین شده توسط آنها معرفی می‌گردد:

ISO/IEC JTC 1 <

کمیته مشترک ISO و IEC در حوزه فناوری اطلاعات (ISO/IEC JTC 1) در سال ۱۹۸۷ تأسیس شد و مسئول توسعه استانداردهای بین‌المللی در زمینه فناوری اطلاعات و ارتباطات است. این کمیته به‌ویژه بر روی موضوعات مرتبط با چاپ سه‌بعدی و مدل‌سازی مبتنی بر تصاویر پزشکی تمرکز دارد. تاکنون ۳۵۶۲ استاندارد منتشر کرده و ۵۴۷ پروژه در حال تدوین دارد. از جمله استانداردهای مهم این کمیته



می‌توان به ISO/IEC 3532-1: 2023 و ISO/IEC 3532-2: 2024 اشاره کرد که به مدل‌سازی مبتنی بر تصاویر پزشکی برای چاپ سه‌بعدی مربوط می‌شوند.

ISO/TC 17 <

کمیته فنی ISO/TC 17 در سال ۱۹۴۷ تأسیس شده و به توسعه استانداردهای مرتبط با فولاد می‌پردازد. این کمیته به‌ویژه در زمینه تولید هوشمند در صنعت فولاد و استفاده از فناوری‌های نوین در این حوزه فعالیت می‌کند. تاکنون ۳۲۱ استاندارد منتشر کرده و ۵۶ پروژه در حال تدوین دارد. یکی از پروژه‌های در حال تدوین این کمیته، ISO/CD 21763 است که به راهنمایی برای تولید هوشمند در صنعت آهن و فولاد می‌پردازد.

ISO/TC 61/SC 14 <

زیرکمیته ISO/TC 61/SC 14 به جنبه‌های زیست‌محیطی مواد پلیمری اختصاص دارد و در سال ۱۹۸۸ تأسیس شده است. این کمیته به توسعه استانداردهایی برای استفاده پایدار از پلیمرها و کاهش اثرات زیست‌محیطی آنها می‌پردازد. تاکنون ۴۲ استاندارد منتشر کرده و ۱۶ پروژه در حال تدوین دارد. یکی از استانداردهای منتشر شده این کمیته، ISO 5425: 2023 است که به مشخصات استفاده از فیلامنت‌های مبتنی بر پلی‌لاکتیک‌اسید در کاربردهای تولید افزایشی مربوط می‌شود.

ISO/TC 150 <

کمیته فنی ISO/TC 150 در سال ۱۹۷۱ تأسیس شده و مسئول توسعه استانداردهای مرتبط با ایمپلنت‌های جراحی است. هدف این کمیته تضمین ایمنی و کیفیت ایمپلنت‌های پزشکی است. این کمیته تاکنون ۱۷۳ استاندارد منتشر کرده و ۴۶ پروژه در حال تدوین دارد. یکی از استانداردهای در حال تدوین این کمیته، ISO/DIS 5092 است که به تولید افزایشی ایمپلنت‌های غیر فعال می‌پردازد.

در پیوست گزارش و در جدول ۱۲ مجموعه استانداردهای تدوین شده و در دست انتشار این کمیته‌ها در حوزه تولید افزایشی معرفی شده‌اند.

۹-۳. استانداردهای حوزه محاسبات

جهان به سرعت به سمت دوران پسا دیجیتالی در حال حرکت است، جایی که رهبران باید چشم اندازه‌های خود را فراتر از تحولات دیجیتالی مداوم خود قرار دهند. با توجه به اینکه قابلیت‌های دیجیتالی به تنهایی دیگر به عنوان عامل تمایز عمل نمی‌کنند، رهبران کسب‌وکار آینده‌نگر برای موفقیت به زرادخانه‌های فناوری بیشتری نیاز دارند (ISO-6, 2024).



فناوری‌های نوآورانه کاتالیزورهای تغییر هستند و قابلیت‌های جدید فوق‌العاده‌ای را به کسب‌وکارها ارائه می‌کنند. «فناوری دفتر کل توزیع‌شده»^۱، «هوش مصنوعی»، «واقعیت گسترده» و «محاسبات کوانتومی» (که در مجموع به عنوان فناوری‌های DARQ شناخته می‌شوند) مجموعه بعدی فناوری‌های نوظهور خواهند بود که جرقه‌ای ایجاد تغییرات عمیق می‌کنند و به کسب‌وکارها اجازه می‌دهند کل صنایع را دوباره تصور کنند. در واقع، تک‌تک فناوری‌های DARQ در حال حاضر تغییراتی را در بین صنایع ایجاد کرده‌اند. اما در مجموع، فناوری‌های DARQ به نوآوری و فرصت‌های منحصربه‌فرد مرتبط با عصر بعد از دیجیتال آینده نیز قدرت خواهند داد. همانطور که چشم انداز کسب و کار به طور فزاینده‌ای تحت تسلط بومیان دیجیتال و شرکت‌هایی است که دستخوش تحولات دیجیتالی موفقیت آمیزی شده اند، DARQ کلیدی است که مسیرهای جدید غیرقابل تصویری را در آینده باز می‌کند (Accenture, 2019).

۹-۳-۱. استانداردهای حوزه هوش مصنوعی

هوش مصنوعی (AI) امروزه شامل مجموعه‌ای از فناوری‌ها از علم داده گرفته تا علوم کامپیوتر، الکترونیک و رشته‌های اجتماعی است. این یک زمینه بسیار گسترده در فناوری اطلاعات است که با ایجاد رایانه‌هایی که توانایی یادگیری را دارند، برنامه ریزی شده‌اند، تحول دیجیتالی صنعت و جامعه را ممکن می‌سازد. این شامل استدلال، حل مسئله، درک زبان، پیش‌بینی یا استنتاج و درک موقعیت‌ها یا محیط‌ها می‌شود. اساساً، این امر مستلزم آن است که رایانه‌ها بتوانند بینش‌های بهتر، عمیق‌تر و در غیر این صورت عملاً غیرقابل دستیابی را به روشی کارآمد با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری رایانه ارائه دهند.

این روند در مورد پذیرش سریع فناوری‌های هوش مصنوعی است که قابلیت‌ها و کاربردهای فزاینده آن پتانسیل تغییر شکل تقریباً هر صنعت و حرفه‌ای را دارد، زیرا آنها اساساً روش‌های تعامل انسان با ماشین‌ها را تغییر می‌دهند. به دلیل مقیاس و گستره جغرافیایی تأثیرات اقتصادی و اجتماعی بالقوه آن، این باید یک روند بزرگ در نظر گرفته شود.

تأثیرات پیش‌بینی شده هوش مصنوعی قابل توجه است. پیش‌بینی‌ها و تخمین‌های مختلفی وجود دارد، اما برای ارائه نمونه‌ای از بزرگی این پیش‌بینی‌ها، گزارش اقتصاد دیجیتال کنفرانس تجارت و توسعه سازمان ملل متحد (UNCTAD²) تخمین می‌زند که هوش مصنوعی پتانسیل تولید ۱۳ تریلیون دلار خروجی اقتصادی جهانی را تا سال ۲۰۳۰ دارد که ۲.۱ درصد اضافی به رشد تولید ناخالص داخلی سالانه کمک می‌کند (آنکتاد، ۲۰۱۹).

¹ Distributed ledger technology

² UN Conference on Trade and Development



موسسه Future Today پیش‌بینی می‌کند که بازار جهانی هوش مصنوعی از سال ۲۰۲۱ تا ۲۰۲۷ با متوسط نرخ ۴۲٪ درصد رشد خواهد کرد (Future Today Institute, 2021).

موارد زیر نمونه‌هایی از کاربردهای هوش مصنوعی است که محیط‌های مختلف و از جمله بخش تولید را در آینده دگرگون خواهد کرد (ISO-6, 2024):

محاسبات لبه: این سیستمی است که محاسبات را به منابع داده یا «Edge» نزدیک‌تر می‌کند. انتقال بارهای کاری هوش مصنوعی به لبه (پردازش و تصمیم‌گیری هوش مصنوعی به جای اینکه در فضای ابری، در نزدیکی منبع تولید داده انجام شود) تا سریع‌تر و ایمن‌تر شود.

سیستم روی تراشه: توسعه تراشه‌های پیشرفته با مجموعه‌ای از اجزای پیچیده که برای کار روی پروژه‌های هوش مصنوعی و ارائه پردازش سریع‌تر و ایمن‌تر طراحی شده‌اند.

همزاد دیجیتال: استفاده از هوش مصنوعی برای بهبود چشمگیر فناوری «همزادهای دیجیتال» (نمایش‌های مجازی محیط‌ها یا محصولات دنیای واقعی).

هوش مصنوعی برای شناسایی هوش مصنوعی: اقدامات جدید برای تنظیم ایجاد و شناسایی دیپ‌فیک‌ها با سیستم‌های هوش مصنوعی که برای شناسایی دیپ‌فیک‌ها طراحی شده‌اند، تکمیل خواهد شد، خواه این تقلبی‌ها متن باشند یا تصویر.

Emotion AI: نرم‌افزاری که می‌تواند حالات صوتی و چهره انسان را بخواند، احساسات انسان و حالات شناختی زیربنایی آنها را درک کند. موارد استفاده شامل سلامت از راه دور، یادگیری آنلاین، و جلسات/رویدادهای مجازی خواهد بود.

بر این اساس موسسه ایزو اقدام به تدوین استانداردهای متعددی مرتبط با حوزه هوش مصنوعی نموده که مهمترین آنها در جدول ۱۳ پیوست ارائه شده است.

۹-۳-۲. استانداردهای واقعیت گسترده

واقعیت گسترده (XR) به محیط‌هایی اطلاق می‌شود که واقعیت و مجازی را از طریق استفاده از فناوری رایانه و دستگاه‌های پوشیدنی ترکیب می‌کنند. فناوری‌های XR از واقعیت مجازی، افزوده و ترکیبی (به ترتیب AR، VR و MR^۱) تشکیل شده‌اند (Doolani, et al., 2020). هر یک از AR، VR و MR یک فناوری خاص را برای رسیدن به XR تعریف می‌کنند، از جمله متاورس. VR کاملاً دیجیتال و همه‌جانبه است، AR می‌تواند به صورت دیجیتالی دید ما را از دنیای واقعی افزایش دهد و اخیراً، MR می‌تواند یک واقعیت ترکیبی ایجاد کند که در آن دنیای مجازی و واقعی در کنار هم وجود داشته باشند.

^۱ virtual, augmented and mixed reality



فناوری‌های XR با ارائه دسترسی به حالت جدیدی از تعاملات اجتماعی در فضای دیجیتال، نحوه تعامل، زندگی و کار افراد را تغییر می‌دهند. بازی پایانی توسعه کامل Metaverse است، دنیای دیجیتال آنلاین که در آن افراد می‌توانند با یکدیگر و با محیط کامپیوتری تعامل داشته باشند تا فعالیت‌های مختلفی را به‌عنوان بسط واقعیت انجام دهند.

XR بخشی از فناوری‌های نوظهور DARQ است و به‌عنوان یک بلوک ساختمانی در استراتژی‌های نوآوری بسیاری از شرکت‌ها، قدرت تغییر قابل توجهی در صنایع مختلف دارد.

فناوری‌های همه‌جانبه AR و VR برای مدتی مورد استفاده قرار گرفته‌اند (مخصوصاً در بازی‌های آنلاین)، اما کاربرد آن‌ها به‌طور فزاینده بر کسب‌وکار متمرکز است و به‌گسترش سریع این حوزه کمک می‌کند. به‌عنوان مثال، موتور Unreal Epic Games که در بازی محبوب Fortnite استفاده می‌شود، فضای دیجیتال و آنلاینی را برای تبادل و مشارکت کاربران در تجربیات متعدد ایجاد کرد. این موتور بازی همچنین می‌تواند برای مقاصد تجاری مورد استفاده قرار گیرد، شرکت‌های معماری از آن برای نمایش طرح‌های خود به مشتریان استفاده می‌کنند، یا Finnair از آن برای ساختن یک دوقلو دیجیتال فرودگاه هلسینکی برای اهداف آموزش کارکنان استفاده می‌کند. (ISO-6, 2024)

جذب فناوری XR در تجارت را می‌توان به سایر روندهای اجتماعی مانند توسعه "اقتصاد تجربه" مرتبط کرد. اقتصاد تجربه به آرامی جایگزین مصرف‌گرایی می‌شود، جایی که کسب و کارها به جای یک محصول، تجربیات را می‌فروشند. مشتری به‌طور کامل درگیر فرآیند سفارشی‌سازی است و نقش خود را از مالکیت به کاربری تغییر می‌دهد. ارزان‌تر و پیچیده‌تر شدن فناوری‌های XR، فرصت‌های سفارشی‌سازی بی‌پایان است و به کاربران این امکان را می‌دهد تا در مکان‌ها یا موقعیت‌ها غوطه‌ور شوند، خواه خرید، تعامل، کار یا سفر باشد.

این گسترش در استفاده از XR عمدتاً ناشی از نوآوری‌ها در فناوری‌های ارتباطی و بصری است که تجربه کاربر را بهبود می‌بخشد و این فناوری‌ها را محبوب‌تر و قابل‌دسترس‌تر برای عموم می‌کند. توسعه‌های کلیدی فعال شامل قابلیت حمل، دسترسی به اینترنت با سرعت بالا، کیفیت گرافیک و صدا و همچنین داده‌های GPS است که دسترسی بالقوه آن فناوری‌ها را افزایش می‌دهد. با تکامل فناوری‌های XR پوشیدنی مانند عینک‌های هوشمند یا لنزهای تماسی که شامل حسگرهای با کیفیت هستند، کاربران می‌توانند محیط اطراف خود را با ورودی‌های رایانه‌ای اضافی که واقعی به نظر می‌رسند، تجربه کنند (Deloitte, 2017).

به‌عنوان مثال، در بخش تولید، توسعه چنین حسگرها و عینک‌های AR می‌تواند با دادن دسترسی بدون هندزفری به کتابچه‌های راهنمای کاربر و دستورالعمل‌های صوتی، کمک به آنها در یافتن اقلام، ردیابی موجودی در زمان واقعی یا هشدار به پوشنده تجهیزات که نیاز به تعمیر و نگهداری دارند یا نشان دادن نقص، به کارگران در کارایی و ایمنی کمک کند. جدیدترین دستگاه‌ها، مانند HoloLens ۲ (یک جفت عینک هوشمند MR که توسط



مایکروسافت توسعه یافته و تولید شده است)، اکنون می‌توانند به جای اینکه صرفاً به وجود اشیا اشاره کنند، خطرات را شناسایی کرده و هشدار دهند (Accenture, 2019).

کاربردهای گسترده چنین فناوری‌هایی باعث می‌شود تا کارشناسان افزایش گسترده‌ای در استفاده از VR و AR با نرخ رشد سالانه بیش از ۸۰ درصد در چند سال آینده را پیش بینی کنند. در واقع، در چند دهه آینده، ارتباطات الکترونیکی و به اشتراک گذاری اطلاعات با استفاده از AR و VR، مانند پخش زنده یا ویدیوها، انتظار می‌رود که جای متن و تصاویر سنتی را بگیرد. (ISO-6, 2024).

فناوری‌های واقعیت‌های توسعه‌یافته مانند AR، VR و تکامل دائمی فضای دیجیتال به سمت متاورس زمینه امیدوارکننده‌ای است که می‌تواند تجربه کاربر را در تجارت و اوقات فراغت به طور یکسان بیشتر کند. فناوری‌های پرتعداد دیگر مانند عرضه «5G» بیشتر از توسعه تجربیات XR پشتیبانی می‌کنند و به افراد بیشتری امکان می‌دهند همزمان با هم متصل شوند تا از تجربه‌ای با کیفیت با حداقل تأخیر لذت ببرند. XR با سایر فناوری‌های DARQ، این قدرت را دارد که به‌طور اساسی نحوه رفتار و تعامل ما را تغییر دهد (Accenture, 2019). موسسه ایزو استانداردهای مندرج در جدول ۱۴ پیوست را در حوزه واقعیت گسترده تدوین نموده است.

۳-۳-۹. استانداردهای بلاکچین

فناوری بلاک چین شکلی از فناوری دفتر کل توزیع شده (DLT^۱) است که پتانسیل بی‌سابقه‌ای را برای حذف واسطه‌ها فراهم می‌کند و به طرف‌های شرکت‌کننده اجازه می‌دهد تا نه تنها اطلاعات، بلکه ارزش (پول، قراردادها، حقوق مالکیت) را بدون نیاز به اعتماد به واسطه‌های خاص و از پیش تعیین‌شده مانند بانک‌ها یا سرورها مبادله کنند، زیرا داده‌ها در تراکنش‌ها قابل کنترل هستند. بین شرکت‌کنندگان مستقل و متعدد توزیع شده و به‌گونه‌ای ذخیره می‌شود که از نظر طراحی قابل دستکاری و تغییر ناپذیر باشد. با اطمینان از توافق کل سیستم در مورد وضعیت دفتر کل، DLT می‌تواند برای ارتقای حریم خصوصی، ایمنی، شفافیت و یکپارچگی فرآیند تراکنش استفاده شود (World Bank, 2019).

دفاتر توزیع شده فرصت‌های جدیدی را به وجود می‌آورند. به عنوان مثال، برای نظارت بر زنجیره تامین یا مدیریت حقوق دیجیتال. بنابراین DLT به عنوان یک عامل مرکزی برای قراردادهای دیجیتال، خود اجرا کننده، به اصطلاح قراردادهای هوشمند در نظر گرفته می‌شود. بسیاری از رهبران صنعت قبلاً به مزایای تجاری قابل توجهی دست یافته‌اند، از جمله شفافیت بیشتر، امنیت افزایش یافته، قابلیت ردیابی بهبود یافته، افزایش کارایی، تراکنش‌های سریع‌تر و کاهش هزینه‌ها توسط DLTs (IBM, 2018). خدمات مالی و بانکداری اغلب بخش‌هایی هستند که برای ارائه‌دهندگان خدمات DLT هدف قرار می‌گیرند. تحقیقات گارتنر می‌گوید که ۳۰۰ میلیون تراکنش

^۱ distributed ledger technology (DLT)



بلاک چین تا پایان سال ۲۰۱۷ پردازش شده و دارایی‌هایی به ارزش بیش از ۲۷۰ میلیارد دلار با استفاده از DLT مدیریت می‌شوند (World Bank, ۲۰۱۹) و (Morris, 2017)

بلاک چین بیشتر به عنوان فناوری پشت ارزشهای رمزنگاری شده شناخته می‌شود، اما به طور فزاینده‌ای به دلیل نقش آن در تسهیل تجارت توکن‌های غیرقابل تعویض (NFT¹) شناخته می‌شود. در حالی که ارزشهای رمزنگاری شده (مانند پول فیزیکی) «قابل تعویض» هستند، به این معنی که از نظر ارزش برابر هستند و می‌توانند با یکدیگر مبادله شوند، NFT ها هر کدام امضای دیجیتالی خود را دارند که امکان مبادله آن‌ها را غیرممکن می‌کند (Robyn Conti, 2024).

اما بلاک چین می‌تواند برای کاربردهای بسیار گسترده‌تری فراتر از ارزشهای دیجیتال و خدمات مالی و بخش‌های بانکی استفاده شود. اگرچه هنوز تمرکز زیادی روی استفاده‌های پولی است، علاقه فزاینده‌ای به استفاده‌ها و کاربردهای غیر پولی وجود دارد. به عنوان مثال استارت‌آپ رزونانس مستقر در لندن از بلاک چین برای خودکارسازی انتقال اطلاعات محصول بین برندها، تولیدکنندگان و خرده فروشان استفاده می‌کند. بر اساس گزارش رزونانس، بیش از ۳۰ درصد از داده‌های محصول در کاتالوگ محصولات اشتباه است و رفع هر خطا به طور متوسط ۶۰ دلار هزینه دارد. فناوری نوآورانه تضمین می‌کند که فقط اطلاعات قابل اعتماد ارسال شده و به صورت ناشناس انجام می‌شود. دریافت‌کنندگان ابتدا برگه‌های داده‌ای را که دریافت می‌کنند، قبل از ادغام اطلاعات در سیستم‌های داخلی خود - مانند برنامه‌ریزی نیازمندی‌های مواد، بررسی می‌کنند (World Bank, ۲۰۱۹).

Streamr در سوئیس یک برچسب ضد سرقت ساخته است که از کالاهای با ارزش بدون فاش کردن مکان آنها محافظت می‌کند. این برچسب دارای مجموعه‌ای از سنسورها است که مسائلی مانند مکان، شتاب و دما را شناسایی می‌کند. داده‌های جمع‌آوری شده از این طریق توسط شبکه بلاک‌چین Streamr و بر اساس قراردادهای هوشمند مدیریت می‌شود. به عنوان مثال می‌توان از برچسب‌ها در حمل و نقل کالا استفاده کرد. مشتریان تنها در صورتی متوجه می‌شوند که در حال حاضر در کجا قرار دارند (ISO-6, ۲۰۲۴).

در استرالیا Power Ledger یک پلتفرم مبتنی بر بلاک چین ایجاد کرده است که کاربران را قادر می‌سازد در پروژه‌های بزرگ و انرژی تجدیدپذیر سرمایه‌گذاری کنند. این به کاربرانی که می‌خواهند در گسترش انرژی‌های تجدیدپذیر سرمایه‌گذاری کنند، اجازه می‌دهد تا سهام کوچکی در پروژه‌ها بخرند و رشد خود را تسریع کنند. اولین پیشنهادات بخش‌هایی از یک پارک خورشیدی تجاری و یک پروژه ذخیره‌سازی باتری متصل به شبکه در استرالیا است که از طریق ارزشهای دیجیتال در بلاک‌چین ارائه خواهد شد (ISO-6, 2024).

با توجه به پیش‌بینی ارزش گارتنر برای تجارت بلاک‌چین، پس از اولین مرحله از چند موفقیت برجسته در سال‌های ۲۰۱۸-۲۰۲۱، سرمایه‌گذاری‌های متمرکز و بزرگ‌تر و مدل‌های موفق‌تری در سال‌های ۲۰۲۲-۲۰۲۶

¹ non-fungible tokens (NFTs)



وجود خواهد داشت و انتظار می‌رود این میزان در سال‌های ۲۰۲۷-۲۰۳۰ افزایشی شده و به بیش از ۳ تریلیون دلار در سطح جهان برسد (Lovelock, Reynolds, Granetto, & Kandaswamy, 2017).
موسسه ایزو استانداردهای مندرج در جدول ۱۵ پیوست را در حوزه بلاکچین تدوین نموده است.

۹-۳-۴. استانداردهای حوزه محاسبات لبه

فناوری ابری به کاربران اجازه می‌دهد تا به خدمات فناوری مقیاس‌پذیر بلافاصله از طریق شبکه موجود اینترنت دسترسی داشته و هزینه‌های کمتری را برای زیرساخت و موجودی، کاهش هزینه‌های سربار و ایجاد جهش در قدرت و سرعت محاسبات، ذخیره‌سازی داده‌ها و پهنای باند افزایش می‌دهد (Deloitte, 2017). با این حال، یک مشکل عمده دارد - تأخیر (تأخیر زمانی یا تأخیر ارتباط از طریق شبکه) که ناشی از فاصله فیزیکی بین کاربران و مراکز داده میزبان خدمات مبتنی بر ابر است. با استفاده از محاسبات لبه می‌توان بر این مشکل غلبه کرد. این یک فناوری متفاوت از رایانش ابری است و ارتباط آن با فراگیر شدن «اینترنت اشیاء» افزایش می‌یابد و حجم انبوهی از داده‌هایی که باید جابه‌جا شوند و پردازش شوند به صورت تصاعدی افزایش می‌یابد (World Bank, 2019).

این به آن دلیل است که محاسبات لبه به کاربران اجازه می‌دهد تا با انجام محاسبات نزدیک یا در منبع داده بر مشکل تأخیر غلبه کنند. بنابراین، محاسبات لبه، در هنگام پردازش داده‌های حساس به زمان، یا زمانی که پردازش داده‌ها در یک مکان راه دور که در آن اتصال محدود وجود دارد، مورد نیاز است، یک مزیت مهم ایجاد می‌کند. در آینده، محاسبات لبه برای برنامه‌های کاربردی مراقبت‌های بهداشتی، خودرو و تولید، به دلیل افزایش سرعت و امنیت پردازش داده‌ها به طور مستقیم بر روی دستگاه‌ها (در مقابل ارسال آن به فضای ابری) مهم خواهد بود. (Future Today Institute, 2021).

جدای از کاهش تأخیر، محاسبات لبه چندین مزیت دیگر نیز دارد، مانند صرفه‌جویی در پهنای باند و هزینه‌های شبکه، و افزایش امنیت و حریم خصوصی. برای مثال، مایکروسافت ادعا می‌کند که محاسبات لبه‌ای، صنایع بیشتری را قادر می‌سازد تا با خیال راحت از ابر استفاده کنند و همچنان الزامات انطباق خود را برآورده کنند (ISO, 2024). مک کینزی دریافته است که صنایعی که بیشترین کاربرد محاسباتی را دارند سفر، حمل و نقل و تدارکات هستند. در اینجا فقط چند نمونه از کاربردهای محاسبات لبه آورده شده است:

- «خودروهای خودکار» می‌توانند داده‌های تولید شده توسط حسگرها و دوربین‌های خودرو را جمع‌آوری کنند، آن‌ها را پردازش، تجزیه و تحلیل کنند و تنها در چند میلی‌ثانیه برای ایمن نگه‌داشتن وسایل نقلیه و عابران پیاده تصمیم‌گیری کنند.



- سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند، سیستم‌های اطلاعات مسافران، سیستم‌های نظارت و ردیابی خودرو، نظارت هوشمند بر وسایل نقلیه و ایستگاه‌های حمل‌ونقل، سیستم‌های مدیریت ترافیک هوشمند و غیره را فعال می‌کنند. مدیریت ناوگان به سازمان‌ها این امکان را می‌دهد که به‌طور هوشمند ناوگان وسایل نقلیه خود را با انواع اطلاعات غنی مدیریت کنند.
 - نظارت از راه دور دارایی‌های نفت و گاز را می‌توان در میادین نفت و گاز که در آن شرایط (مانند تغییرات شدید دمایی) می‌توان به‌طور مؤثر و ایمن نظارت و مدیریت خارج از محل انجام داد، مستقر شد.
 - شرایط بیمار را می‌توان در زمان واقعی ردیابی کرد و درمان را می‌توان از طریق انطباق بهتر با درمان بیمار و شناسایی زودهنگام عوارض سلامتی بهبود بخشید.
- بر اساس گزارش گراند ویو ریسرچ، پیش‌بینی می‌شود که اندازه بازار محاسبات لبه جهانی تا سال ۲۰۲۸ به ۱۴۰۶۱ میلیارد دلار برسد، که در دوره پیش‌بینی متوسط رشد سالانه ۴۰۳۸ درصد را نشان می‌دهد (Grand View Research, 2021).
- موسسه ایزو استانداردهای مندرج در جدول ۱۶ پیوست را در حوزه محاسبات لبه تدوین نموده است.



۹-۳-۵. استانداردهای حوزه فناوری‌های کوانتومی

فناوری‌های کوانتومی بر اصول فیزیک کوانتومی تکیه دارند و طیف وسیعی از حوزه‌های کاربردی مانند ارتباطات کوانتومی، محاسبات کوانتومی، رمزنگاری کوانتومی، تصویربرداری کوانتومی، اندازه‌شناسی کوانتومی، حسگرهای کوانتومی و شبیه‌سازی کوانتومی را پوشش می‌دهند.

محاسبات کوانتومی، به‌ویژه، می‌تواند یک تغییر بازی باشد و روش انجام محاسبات را متحول کند (Müller & Potters, 2019). کامپیوترهای کوانتومی نسل بعدی کامپیوترها هستند که بر اساس قوانین مکانیک کوانتومی کار می‌کنند و از مدارهای کوانتومی تشکیل شده‌اند. بلوک اصلی کامپیوتر کوانتومی بیت کوانتومی یا «کیوبیت» است، آنالوگ کوانتومی رقم دودویی یا بیت محاسباتی کلاسیک. کیوبیت می‌تواند در دو حالت (مشابه با "۱" و "۰" بیت کلاسیک) و همچنین یک حالت برهم نهی (که در آن همزمان "۱" و "۰") است وجود داشته باشد. از آنجایی که کیوبیت‌ها می‌توانند در چندین حالت به‌طور همزمان وجود داشته باشند، کامپیوتر کوانتومی این پتانسیل را دارد که صد میلیون بار سریعتر از یک کامپیوتر سنتی باشد. با کمک آن می‌توان پایگاه‌های اطلاعاتی را سریع‌تر جستجو کرد، سیستم‌های پیچیده مانند رفتار در سطح مولکولی را می‌توان برای ساخت داروهای بهتر مدل‌سازی و شبیه‌سازی کرد و فناوری‌های رمزگذاری امروزی را می‌توان تقویت یا کرک کرد (UK Ministry of Defence, 2018).

در آینده، رزرو و به دست آوردن قدرت محاسبات کوانتومی از طریق ابر از ارائه دهندگانی مانند آمازون و IBM امکان پذیر خواهد بود، که باعث آغاز عصر ابر محاسبات خواهد شد. (ISO-6, 2024). کوانتوم را می‌توان نوپاترین فناوری DARQ در نظر گرفت، سرمایه‌گذاری به سرعت در حال رشد بوده است و این سرمایه‌گذاری در سطوح مختلف از شرکت‌ها گرفته تا موسسات و کشورها فراملی، اتفاق می‌افتد. به عنوان مثال، چین اولین شبکه رمزنگاری کوانتومی جهان را در سال ۲۰۱۷ راه اندازی کرد. در همین حال، اتحادیه اروپا یک ابتکار شاخص کوانتومی را در سال ۲۰۱۸ راه اندازی کرد که ارتباطات کوانتومی، شبیه‌سازی کوانتومی، محاسبات کوانتومی، متروولوژی کوانتومی، و سنجش و همچنین علوم پایه پشت فناوری‌های کوانتومی را پوشش می‌دهد. با بودجه‌ای حداقل ۱ میلیارد یورو در طول ده سال، چشم انداز بلندمدت ابتکار شاخص توسعه یک وب کوانتومی در اروپا است که در آن رایانه‌های کوانتومی، شبیه‌سازها و حسگرها از طریق شبکه‌های ارتباطی کوانتومی به هم متصل می‌شوند (Müller & Potters, 2019).

از نظر پیشرفت‌های بخش خصوصی، بازیگران اصلی مانند گوگل، علی‌بابا، آی‌بی‌ام، بایدو و هیولت پاکارد همگی مشغول انجام تحقیقات خود هستند (Accenture, ۲۰۱۹). در سال ۲۰۲۱، IBM Quantum از تراشه Eagle رونمایی کرد که برای اولین بار با فناوری بسته‌بندی پیشرفته، ۱۲۷ کیوبیت را بر روی یک پردازنده کوانتومی IBM ارائه کرد. Eagle سد پردازنده ۱۰۰ کیوبیتی را شکست و کامپیوترهای کوانتومی را وارد عصر جدیدی



می‌کند. IBM پیش‌بینی می‌کند که با Eagle، کاربران می‌توانند قلمرو محاسباتی ناشناخته را کاوش کنند و یک نقطه عطف کلیدی در مسیر محاسبات کوانتومی عملی را تجربه کنند (IBM, 2021). با وجود هیجان و سرمایه‌گذاری، فناوری‌های کوانتومی در مراحل اولیه خود هستند و زمان زیادی طول می‌کشد تا بازار را تسخیر کنند. موسسه ایزو استانداردهای مندرج در جدول ۱۷ پیوست را در حوزه فناوری‌های کوانتومی تدوین نموده است.

۹-۴. استانداردهای حوزه قابلیت اتصال

قابلیت اتصال به‌عنوان یکی از محرک‌ها به سوی دنیایی متکثرتر عمل می‌کند و ارتباطات بین مشاغل، خدمات و جوامع در سراسر جهان را عمیق‌تر می‌کند. فناوری‌های موبایل یا بی‌سیم (تلفن‌های همراه، تبلت‌ها و سایر دستگاه‌های بی‌سیم) به ابزارهای ارتباطی اساسی زندگی روزمره تبدیل شده‌اند. اینان میلیاردها نفر را در سراسر جهان قادر می‌سازد تا در ارتباط باقی بمانند. برای بسیاری در سراسر جهان، تلفن همراه اصلی‌ترین و گاهی تنها کانال برای دسترسی به اینترنت و مزایای آن است (ITU, 2020). پیش‌بینی می‌شود که تعداد دستگاه‌های متصل در اینترنت از سال ۲۰۲۵ به بعد در هر زمان به ۵۰ میلیارد برسد. (ITU-2, 2024) تقاضای مصرف‌کنندگان در حال شکل دادن به توسعه خدمات پهن‌بند تلفن همراه است. افزایش پیش‌بینی‌شده ترافیک (تخمین زده می‌شود بین ۱۰ تا ۱۰۰ برابر در دوره ۲۰۲۰ تا ۲۰۳۰ رشد کند)، رشد تعداد دستگاه‌ها و خدمات و همچنین تقاضا برای مقرون‌به‌صرفه بودن و تجربه کاربر، به راه‌حل‌های نوآورانه نیاز دارد. استانداردهای حوزه قابلیت اتصال در ایزو در سه گروه «استانداردهای گسترش اینترنت»، «استانداردهای نسل پنجم موبایل» و «استانداردهای خدمات آنلاین شده» تقسیم می‌شود که در ادامه معرفی می‌گردند.

۹-۴-۱. استانداردهای گسترش اینترنت

گسترش اینترنت تقریباً بر همه روندهای فعلی و آینده تأثیر می‌گذارد، با پیامدهایی در تمام بخش‌ها، سیستم‌ها و افراد را با سرعتی تصاعدی به هم متصل می‌کند و دیجیتالی شدن مشاغل و خدمات روزمره را تسهیل می‌کند (به «خدمات در حال حرکت آنلاین» مراجعه کنید). در واقع، «برخی از برآوردها نشان می‌دهند که نفوذ اینترنت در ۱۵ سال آینده از تأثیرات انقلاب صنعتی در طول ۵۰ سال فراتر خواهد رفت». اگرچه اتصال به اینترنت در همه جا در حوزه عمومی و خصوصی وجود دارد، بیشترین رشد در استفاده از اتصالات «اینترنت اشیا» در بخش صنعت است، به طوری که انتظار می‌رود تا سال ۲۰۲۵، صنایع متصل بیش از ۵۰ درصد از ارتباطات جهانی اینترنت اشیا را تشکیل دهند (آنکتاد، ۲۰۱۹).



گسترش اینترنت و سیستم‌های آنلاین به‌طور فزاینده یکپارچه، بهبود امنیت سایبری و بهبود زیرساخت‌های دیجیتال را به اولویت‌های اصلی مقررات تبدیل می‌کند. (Atherton & Cameron, 2020)

با افزایش اتصال به اینترنت، «آسیب پذیری سایبری» افزایش می‌یابد. بنابراین، اگر جامعه بخواهد از تمام امکانات اینترنت بهره‌مند شود، امنیت سایبری مؤثر حیاتی خواهد بود، بدون اینکه در معرض تهدیدهای بازیگران مخرب (دولتی و غیر دولتی) قرار بگیرند که می‌توانند از فضای سایبری به‌عنوان یک میدان جنگ استفاده کنند، با تأثیراتی از قطع شدن زیرساخت‌های حیاتی، نقض داده‌های صنعتی یا شخصی، و دستکاری انتخابات.

در همین حال، بهبود زیرساخت‌های دیجیتال برای مقابله با چالش اصلی دسترسی نابرابر به اینترنت کلید خواهد بود. دسترسی در داخل و بین کشورها بسیار متفاوت است و در کشورهای کمتر توسعه یافته، تنها ۲۰ درصد از مردم عمدتاً به دلیل زیرساخت‌های ناکافی از اینترنت استفاده می‌کنند که آن را کند و گران می‌کند (آنکتاد، ۲۰۱۹). به‌طور کلی در سراسر جهان، شکاف‌های دیجیتالی بین مناطق روستایی و شهری، بین جنسیت‌ها و "گروه‌های سنی" وجود دارد. از آنجایی که تنوع دسترسی به اینترنت می‌تواند نابرابری‌های از پیش موجود را تقویت کند، تفاوت‌های اتصال یکی از عواملی است که به تعریف نابرابری‌های فردا کمک می‌کند (به «تنوع نابرابری‌ها» مراجعه کنید). اقدام برای رسیدگی به چنین تفاوت‌های ارتباطی، تضمین می‌کند که کشورهای بیشتری می‌توانند به بازارهای جهانی دسترسی داشته باشند و افراد بیشتری می‌توانند به نوآوری‌های فناوری متصل شوند و از آن بهره ببرند. با در نظر گرفتن تلاش‌های کنونی، سناریوهای خوش‌بینانه نشان می‌دهند که نفوذ جهانی اینترنت می‌تواند تا سال ۲۰۳۰ به ۹۰ درصد برسد، به طوری که ۷۵ درصد از جمعیت جهان دارای اتصال تلفن همراه و ۶۰ درصد دسترسی به پهنای باند دارند (European Strategy and Policy Analysis System, 2019).

موسسه ایزو استانداردهای مندرج در جدول ۱۸ پیوست را در حوزه گسترش اینترنت تدوین نموده است.

۹-۴-۲. استانداردهای نسل پنجم موبایل (5G)

در ارتباطات از راه دور، 5G پنجمین نسل از فناوری‌های تلفن همراه و تکامل یافته از نسل‌های قبلی فناوری‌های تلفن همراه است: 2G، 3G و 4G. در همین حال، انتظار می‌رود 5G سریع‌تر باشد و افراد، اشیاء، داده‌ها، برنامه‌های کاربردی، سیستم‌های حمل‌ونقل و شهرها را در محیط‌های هوشمند، شبکه‌ای و ارتباطی به هم متصل کند. باید حجم عظیمی از داده‌ها را بسیار سریع‌تر انتقال دهد، تعداد بسیار زیادی از دستگاه‌ها را به‌طور قابل اعتمادی متصل کرده و حجم بسیار بالایی از داده‌ها را با حداقل تاخیر پردازش کند (ITU, 2020) و (ITU, 2024).

به‌عنوان مثال، در حالی که سیستم‌های 4G عصر جدیدی را برای اینترنت تلفن همراه گشوده است و بسیاری از مشاغل مبتنی بر برنامه را قادر می‌سازد که برای خدماتی مانند m-Learning، m-Health و پول تلفن همراه



استفاده می‌شوند، 5G به‌عنوان آغاز عصر جدید دیگری دیده می‌شود که از برنامه‌هایی مانند: خانه‌ها و ساختمان‌های هوشمند پشتیبانی می‌کند. شهرهای هوشمندتر و تمیزتر؛ اتومبیل‌های خودران و سایر سیستم‌های حمل و نقل هوشمند؛ ویدئوی سه بعدی؛ کار و بازی در ابر؛ خدمات پزشکی از راه دور؛ واقعیت مجازی و افزوده و ارتباطات عظیم ماشین به ماشین برای اتوماسیون صنعتی و تولید. شبکه‌های 3G و 4G در حال حاضر در پشتیبانی از این خدمات با چالش‌هایی مواجه هستند. (ITU, 2020) و (ITU, 2024).

اگرچه موارد تجاری و دامنه استفاده چالش‌هایی را ایجاد می‌کند، این قابلیت‌های جدید و خدمات جدید نیاز به روش جدیدی برای استقرار خدمات پیشرفته تلفن همراه و همچنین رویکردهای جدید برای کارکرد فناوری‌های 5G در تنظیمات صنعتی توسط ارتباطات ماشین به ماشین، «اینترنت اشیا» یا با وسایل نقلیه متصل دارد-ISO (2024, 6).

ظهور 5G فرا رسیده است و همراه با آن دنیایی می‌آید که بهتر از همیشه متصل و قدرتمندتر است: عرضه 5G در سرتاسر جهان اتفاق می‌افتد. در سال ۲۰۱۹، اپراتورهای AT&T و Verizon هر دو شبکه‌های 5G خود را در بیش از ۱۲ استادیوم ورزشی ایالات متحده راه‌اندازی کردند. تمرکز افراد، همراه با استفاده از تجربه واقعیت افزوده، این مکان‌ها را به مکانی ایده‌آل برای آزمایش عرضه اولیه تبدیل کرده است. در استادیوم، طرفداران می‌توانند به شبکه متصل شوند و از طریق تلفن‌های هوشمند خود در تجربیات AR شرکت کنند.

سرعت شکستن رکورد، ظرفیت برای تعداد بیشتر اتصالات و حداقل تأخیر 5G، مرز جدیدی را در اینترنت اشیا ایجاد می‌کند. در صنعت مراقبت‌های بهداشتی، فن‌آوران در حال توسعه دستگاه‌های 5G برای فعال کردن جراحی از راه دور هستند که امکان آموزش بسیار تخصصی برای نسل بعدی پزشکان را فراهم می‌کند و مراقبت‌های بهداشتی غیرقابل دسترس را برای جمعیت در سراسر جهان به ارمغان می‌آورد (Reardon, 2018).

انتظار می‌رود فناوری بی‌سیم 5G به دلیل توانایی بیشتر آن در مدیریت حجم عظیم داده، برای اینترنت اشیا حیاتی باشد: شبکه‌های 5G می‌توانند تا ۱۰۰۰ برابر بیشتر از سیستم‌های امروزی داده‌ها را پردازش کنند. 5G به ویژه، امکان اتصال بسیاری از دستگاه‌های دیگر (مانند سنسورها و دستگاه‌های هوشمند) را ارائه می‌دهد. برآوردها حاکی از آن است که 5G تا ۳.۱۲ تریلیون دلار در تولید اقتصاد جهانی در دهه آینده سهم خواهد داشت. (UAE Government, 2020) فناوری‌هایی که به سرعت در حال رشد هستند، قابلیت‌های سفارشی‌سازی تجربه کسب‌وکار را گسترش می‌دهند و تعادل بین سفارشی‌سازی و انتخاب مصرف‌کننده را به‌طور فزاینده‌ای حیاتی می‌سازند: از آنجایی که انتظار می‌رود شبکه‌های 5G شبکه‌های سریع‌تر و بهم پیوسته‌تری از افراد و دستگاه‌ها را فعال کنند، فرصت‌ها به سرعت در حال رشد هستند. طبق آمار Fortune Business Insights، انتظار می‌رود بازار زیرساخت‌های 5G با نرخ رشد مرکب سالانه ۴۳ درصد بین سال‌های ۲۰۲۴-۲۰۳۲ افزایش و ارزش آن از ۳۴ میلیارد دلار به بیش از ۵۹۰ میلیارد دلار افزایش یابد (Accenture, 2019) و Fortune Business Insights (2024).



موسسه ایزو استانداردهای مندرج در جدول ۱۹ پیوست را در حوزه ۵G تدوین نموده است.

۹-۴-۳. استانداردهای خدمات آنلاین شده

توسعه فناوری‌های دیجیتالی مانند «۵G»، «اینترنت اشیا»، «هوش مصنوعی»، یادگیری ماشین و داده‌های بزرگ منجر به افزایش تعداد خدمات به صورت آنلاین می‌شود (ما در اینجا خدمات را به عنوان نتیجه تعاملات/فعالیت‌های انجام شده بین تأمین‌کننده و مشتری/کاربر تعریف می‌کنیم). چنین خدماتی شامل فعالیت‌های تجاری (از جمله تجارت به تجارت (B2B¹))، امور مالی، تجارت الکترونیک، آموزش، مراقبت‌های بهداشتی، و صنعت سرگرمی با ورزش‌های الکترونیکی، بازی‌های "واقعیت گسترده" و گردشگری الکترونیکی است. در حالی که چنین تغییری به سمت پلتفرم‌های آنلاین می‌تواند به طور مثبت دسترسی و اتصال را افزایش دهد، همچنین می‌تواند نابرابری‌های دیجیتالی و مسائل امنیت سایبری را در صورت عدم نظارت بر آن افزایش دهد (ISO-6, 2024).

دیجیتالی شدن خدمات پیامدهای قوی برای آینده تجارت و تعاملات تجاری دارد: به‌طوریکه می‌تواند زنجیره‌های تامین کوتاه‌تر را از نظر اقتصادی مقرون به‌صرفه کند، علاوه بر این، دسترسی به بازار شرکت‌هایی با حضور آنلاین را افزایش می‌دهد (Cameron, & Atherton, 2020). برخی از تحلیلگران پیشنهاد می‌کنند که دیجیتالی شدن اقتصاد در ۲۰ سال آینده به طور قابل توجهی افزایش خواهد یافت، جایی که بسیاری از فعالیت‌های جهانی به صورت دیجیتالی "واسطه‌ای، سفارشی، بر اساس تقاضا و توزیع جهانی" خواهند بود. (Wu & Lallensack, 2020).

این تحول به سمت خدمات آنلاین همچنین می‌تواند فرصت‌های شغلی و کسب‌وکار جدیدی را به‌ویژه برای کشورهای در حال توسعه و شرکت‌های کوچک و متوسط فراهم کند (Cameron, & Atherton, 2020). و تاثیر دیجیتالی شدن برخی بخش‌ها، البته بازار کار را نیز مختل خواهد کرد و نیاز به مشاغل خاص را کاهش می‌دهد. با این حال، مطالعات نشان می‌دهد که "اکثریت قریب به اتفاق مشاغل آینده هنوز وجود ندارند"، که فضایی را برای انطباق با نیازهای بازار کار جدید ایجاد شده توسط بخش خدمات آنلاین باقی می‌گذارد (European Strategy and Policy Analysis System, 2019).

در عین حال، گسترش اخیر تعاملات انسانی دیجیتالی شده و خدمات آنلاین نیز می‌تواند نابرابری‌های جدید را تشدید کند. هنگامی که مکان‌های کار و مدارس عملیات خود را به صورت آنلاین در طول همه‌گیری COVID-۱۹ منتقل کردند، آن‌هایی که فاقد دانش و مهارت‌های دیجیتالی، ابزارهای عملی یا زیرساخت‌های موجود (مانند رایانه‌های لپ‌تاپ و اتصال به اینترنت) بودند، برای انتقال موفقیت‌آمیز، در معرض خطر حذف قرار گرفتند (Franco, Kuritzky, Lukacs, & Zahidi, 2021). این نابرابری‌های دیجیتالی نه تنها بین کشورها، بلکه در داخل

¹ business to business



کشورها نیز متناسب با سن و وضعیت اجتماعی-اقتصادی بازیگران در حال رشد هستند. علاوه بر این، توسعه خدمات آنلاین را می‌توان با تمرکز قدرت و انحصارات مرتبط دانست. تعداد کمی از پلتفرم‌های دیجیتال مزایای خدمات آنلاین بیشتری را دریافت می‌کنند و به لطف همه‌گیری موقعیت خود را تقویت کرده‌اند و ورود ارائه‌دهندگان جدید به بازار را دشوار می‌کنند (آنکتاد، ۲۰۱۹).

مؤسسه ایزو استانداردهای مندرج در جدول ۲۰ پیوست را در حوزه خدمات آنلاین شده تدوین نموده است.

۹-۵. استانداردهای حوزه سیستم‌های فیزیکی-سایبری

سیستم‌های سایبری-فیزیکی اجزای محاسباتی (پردازش اطلاعات) را با فرآیندهای فیزیکی که از طریق یک شبکه در تعامل هستند، یکپارچه می‌کنند. پیشرفت‌های فناوری در «اینترنت اشیاء»، «رباتیک» و «وسایل نقلیه خودکار» پایه‌ای برای امکان‌پذیر کردن سیستم‌های فیزیکی سایبری هستند و امروزه نمونه‌هایی از سیستم‌های فیزیکی-سایبری موفق در همه جا وجود دارد. از قطارهای بدون راننده، ساختمان‌های هوشمند، تا لوازم خانگی و وسایل روزمره مانند روبات‌های تمیزکننده یا دوچرخه‌های پوشیدنی.

سیستم‌های فیزیکی-سایبری فرصتی را برای بهبود مثبت کیفیت زندگی ما در بسیاری از حوزه‌ها از حمل‌ونقل، تا مراقبت‌های بهداشتی، کشاورزی، تولید، شبکه‌های هوشمند و زندگی روزمره فراهم می‌کنند. توسعه زبان‌های مشترک و سایر اشتراکات در این زمینه چند رشته‌ای توسعه آینده این سیستم‌ها را تسهیل می‌کند. علاوه بر این، مانند بسیاری از پیشرفت‌های فناوری، پیامدهای ناخواسته یکپارچه‌سازی سیستم‌های فیزیکی-سایبری احتمالاً در آینده ظاهر می‌شود و بنابراین مهم است که از قبل درباره اخلاقیات پیرامون این سیستم‌ها فکر کنیم و اینکه چگونه مقررات آینده می‌تواند خطرات مربوط به ایمنی، مسئولیت، مسئولیت، حریم خصوصی و موارد دیگر را محدود کند (ISO-7, 2024). مؤسسه ایزو در این حوزه در چهار بخش اقدام به تدوین استانداردهای بین‌المللی نموده است که در ادامه معرفی می‌شوند.

۹-۵-۱. استانداردهای رباتیک

فناوری رباتیک به سرعت در حال توسعه است و در حال حاضر قادر به جایگزینی نیروی انسانی برای طیف وسیعی از وظایف است. انتظار می‌رود پیشرفت‌های گسترده در قابلیت‌های روبات‌ها ادامه یابد و این منجر به تغییرات در بسیاری از صنایع می‌شود (US National Intelligence Council, 2017) و (Accenture-2, 2020).

مراقبت‌های بهداشتی از افزایش استفاده از ربات‌ها در پزشکی اساسی و تشخیص، کاهش هزینه‌ها برای افراد و بار اقتصادی خدمات بهداشتی با بودجه عمومی سود خواهد برد. ربات‌ها همچنان نیروی انسانی را در تولید تصاحب



می‌کنند و در نتیجه کارگران را جابه‌جا می‌کنند - سرعت توسعه فناوری ممکن است فشار شدیدی را بر سیستم‌های آموزشی ایجاد کند تا از سازگاری نیروی کار پشتیبانی کند. داده‌های تولید و جمع‌آوری شده توسط روبات‌ها بسیار زیاد خواهد بود که منجر به افزایش تقاضا برای دانشمندان داده برای استفاده از آن می‌شود. بخش کشاورزی به‌طور فزاینده‌ای از ربات‌ها برای کارهای دستی مانند وجین استفاده می‌کند، با حسگرهایی که توانایی آنها را در شناسایی محصولات رسیده، برداشت گیاهان و تشخیص بیماری بهبود می‌بخشد (Accenture-2, 2020).

بخش خودرو و حمل و نقل به سمت افزایش تولید و استفاده از "وسایل نقلیه خودکار" حرکت خواهد کرد که با پیشرفت در رباتیک و سایر فناوری‌های نوظهور امکان پذیر شده است. به عنوان مثال، شرکت اشتراک خودرو اوبر، در حال حاضر برنامه خودروهای بدون راننده خود را گسترش می‌دهد. این ممکن است منجر به کاهش مالکیت و استفاده از خودروی شخصی شود. با افزایش قدرت روبات‌ها، برنامه‌های کاربردی آنها احتمالاً افزایش می‌یابد. محاسبات برای روبات‌ها اکنون در ابر امکان‌پذیر است و قدرت پردازش و سرعت آنها را افزایش می‌دهد (Banino, 2020).

. موسسه ایزو استانداردهای مندرج در جدول ۲۱ پیوست را در حوزه رباتیک تدوین نموده است.

۹-۵-۲. استانداردهای وسایل نقلیه خودران

فناوری وسایل نقلیه خودران مفهومی یکسان و ثابت نیست، زیرا ملاحظات و پیامدهای متفاوتی برای حمل‌ونقل جاده‌ای، کشتی یا ریلی وجود دارد. درجه اتوماسیون نیز می‌تواند متفاوت باشد و در محدوده سطح ۰ (کاملاً دستی) تا سطح ۵ (بدون راننده) طبقه‌بندی می‌شود. بحث زیر فقط وسایل نقلیه خودران را به عنوان یک روند سطح بالا بررسی می‌کند، جایی که وسایل نقلیه خودران به‌عنوان همه اشکال سیستم‌های حمل و نقل بدون راننده شناخته می‌شوند (ISO-7, 2024).

وسایل نقلیه خودران در حال حاضر در تنظیمات صنعتی، در برخی از سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی (مانند قطارهای بدون راننده) استفاده می‌شوند، و فناوری اتوماسیون به‌طور فزاینده‌ای در خودروهای ما ادغام می‌شود (مانند کروزر کنترل، فناوری پارک خودکار یا پایلوت ترافیک). برای حضور خودروهای (بدون راننده) در جاده‌های عمومی هنوز سال‌ها باقی مانده است. آنها ممکن است نیاز به رانندگان وسایل نقلیه از همه نوع را از بین ببرند: کامیون، تاکسی، و وسایل حمل و نقل عمومی، که نشان دهنده تأثیر قابل توجه نیروی کار در دهه‌های آینده است (US National Intelligence Council, 2017). در عین حال، آنها ممکن است فرصت‌هایی را برای حمل و نقل کارآمدتر کالا و مردم به مناطق منطقه‌ای ایجاد کنند. در واقع، یک مزیت قابل توجه و مورد انتظار برای



جامعه، افزایش تحرک جمعیت به دلیل استفاده از وسایل نقلیه خودران برای حمل و نقل عمومی، به ویژه در مناطق روستایی است (World Bank, 2019).

داده‌های موجود در مورد استفاده از وسایل نقلیه خودران نشان می‌دهد که آنها می‌توانند هم حوادث ایمنی و هم هزینه سوخت را کاهش دهند. انتظار می‌رود که وسایل نقلیه خودران، کریدورهای تجاری را به‌طور قابل توجهی کارآمدتر کنند و هنگامی که با بهره‌وری انرژی وسایل نقلیه الکتریکی ترکیب شوند، رقابت حمل و نقل جاده‌ای را در برابر حمل و نقل ریلی برای تحویل کالا افزایش دهند (World Bank, 2019).

فناوری همچنین برای وسایل نقلیه خودران فراتر از جاده، در حال توسعه است. نوآوری‌های آینده می‌تواند شامل کشتی‌ها و هواپیماهای باری مستقل باشد که منجر به زنجیره‌های تامین کارآمدتر در تجارت بین‌المللی می‌شود. (ISO-7, 2024)

موسسه ایزو استانداردهای مندرج در جدول ۲۲ پیوست را در حوزه وسایل نقلیه خودران تدوین نموده است.

۹-۵-۳. استانداردهای اینترنت اشیا

اینترنت اشیا به سیستمی از دستگاه‌های به هم پیوسته تعبیه‌شده با نرم‌افزار، حسگرها و سایر فناوری‌ها (مانند دوقلو دیجیتال، محاسبات ابری، داده‌های بزرگ و «هوش مصنوعی») اشاره دارد که به آنها اجازه می‌دهد تا داده‌ها را از طریق اینترنت به منظور بهبود عملکرد و نظارت، مبادله کنند. سیستم‌های اینترنت اشیا نرم‌افزار و داده فشرده و همچنین شبکه محور هستند. آنها می‌توانند بسیار پیچیده باشند، از معماری ساده گرفته تا سیستم‌های چند لایه، توزیع شده و "سیستم‌های فیزیکی سایبری". سیستم‌های اینترنت اشیا توانمندسازهای کلیدی «همه چیز هوشمند»^۱ هستند، از جمله خانه‌ها و ساختمان‌های هوشمند، «تولید هوشمند»، «شهرهای هوشمند» و کشاورزی هوشمند و همچنین فناوری‌های پوشیدنی، دستگاه‌های پزشکی و وسایل نقلیه (UAE Government, 2020). در حال حاضر، دو برابر بیشتر از مردم، دستگاه‌های متصل به اینترنت وجود دارد، و انتظار می‌رود که اتصالات اینترنت اشیا با نرخ ۱۷ درصد در سال رشد کند.

این افزایش اتصال دستگاه منجر به حجم عظیمی از داده‌ها می‌شود و نیازهای فزاینده‌ای برای ذخیره‌سازی داده‌ها، ظرفیت تحلیلی و حفاظت از داده‌ها ایجاد می‌کند. داده‌های جمع‌آوری شده توسط این دستگاه‌ها می‌تواند به بهبود استراتژی‌های کاهش فقر در برخی زمینه‌ها و همچنین افزایش پایداری و حفاظت از محیط زیست کمک کند. با این حال، اگر داده‌ها به اندازه کافی محافظت نشده باشند، یا اگر برای مقاصد غیراخلاقی استفاده شوند، اینترنت اشیا می‌تواند خطراتی را نیز به همراه داشته باشد (ISO-7, 2024).

¹ smart everything



گسترش فناوری‌های ارتباطی و شبکه‌ای نوظهور مانند «5G» و اینترنت اشیا ماهواره‌ای، دسترسی، کارایی و ظرفیت دستگاه‌های اینترنت اشیا را افزایش می‌دهد و تقاضا برای این محصولات را بیشتر می‌کند. (Accenture-2, 2020) و (UAE Government, 2020) به عنوان مثال، فناوری بهبودیافته اینترنت اشیا و افزایش اتصال در حال حاضر توسعه فناوری‌های جراحی از راه دور را تقویت می‌کند. موسسه ایزو استانداردهای مندرج در جدول ۲۳ پیوست را در حوزه اینترنت اشیا تدوین نموده است.

۹-۵-۴. استانداردهای شهرهای هوشمند

شهرها آینده سازمان‌های انسانی هستند و انتظار می‌رود بیش از دو سوم جمعیت جهان تا سال ۲۰۳۰ در مناطق شهری زندگی کنند. شهرهای هوشمند با ادغام فناوری‌های هوشمند برای رفع نیازهای شهروندان به صورت ایمن‌تر، پایدارتر و کارآمدتر، از کالاها و خدمات گرفته تا مدیریت حمل‌ونقل و لجستیک، در حال افزایش هستند تا به این چالش‌ها رسیدگی کنند. مجمع جهانی اقتصاد پیش‌بینی می‌کند که نقطه عطف فناوری برای شهرهای هوشمند - یعنی زمانی که آنها از یک موجودیت جدید به نماینده هنجار حرکت می‌کنند - می‌تواند در اوایل سال ۲۰۲۶ رخ دهد (European Strategy and Policy Analysis System, 2019).

«هوشمند» برای افراد مختلف می‌تواند معانی مختلفی داشته باشد. در ایزو، «شهر هوشمند» با «ادغام مؤثر سیستم‌های فیزیکی، دیجیتال و انسانی در محیط ساخته شده برای ارائه آینده‌ای پایدار، مرفه و فراگیر برای شهروندان» در نظر گرفته می‌شود (ISO/IEC 30182: 2017, 2. 14). یکی دیگر از راه‌های مفید برای درک این مفهوم، آن است که به هوشمندی به عنوان سه ستون نگاه کنیم: دیجیتال، فیزیکی و اقتصادی. هوشمند دیجیتالی به استقرار مؤثر فناوری‌های دیجیتال و ارتباطی برای مدیریت شهر اشاره دارد. هوش فیزیکی به تعدیل و ساخت زیرساخت‌ها و فرآیندهای پایدار اشاره دارد که تاب‌آوری شهر و کیفیت زندگی ساکنان را افزایش می‌دهد. در نهایت، از نظر اقتصادی هوشمند به همکاری مؤثر بین شهروندان و مشاغل محلی برای به اشتراک گذاشتن دارایی‌ها و منابع برای ایجاد یک جامعه انعطاف‌پذیر اشاره دارد (ISO-7, 2024). تکامل شهرهای هوشمند ارتباط تنگاتنگی با نوآوری در فناوری‌های «اینترنت اشیا»، «5G» و DARQ، «دفتر کل توزیع‌شده»، «هوش مصنوعی»، «واقعیت توسعه‌یافته»، «محاسبات کوانتومی» دارد که در پشتیبانی از استقرار شهرهای هوشمند در سراسر جهان ضروری هستند (Accenture-2, 2020).

شهرهای هوشمند هم می‌توانند شرایط زندگی ساکنان را بهبود بخشند و هم از ترتیبات زندگی پایدارتر حمایت کنند. آنها این کار را با یکپارچه‌سازی شبکه‌های هوشمند (به «انرژی»)، مصالح ساختمانی و ساختمان‌های کم‌مصرف (انرژی)، سیستم‌های مدیریت دیجیتال کارآمد برای زباله‌ها و سایر نیازها و خدمات لجستیکی به شهروندان انجام می‌دهند (ISO-7, 2024). این منجر به استفاده کارآمدتر از منابع و سیستم‌های انعطاف‌پذیر با اتصال بهتر



می شود. با این حال، با افزایش اتصال، خطرات مربوط به حریم خصوصی و اشتراک گذاری کلان داده را نیز به همراه دارد. از آنجایی که یک شهر هوشمند نیازمند یک شبکه متصل بسیار وابسته به هم است، این خطر را افزایش می دهد که یک نقض امنیتی، هک یا مشکل فنی مانند قطع برق می تواند کل سیستم را تحت تأثیر قرار دهد و پیامدهایی در همه بخش ها داشته باشد. (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation, 2019)

برای حفظ اعتماد شهروندان به مفهوم شهر هوشمند، سیاست ها و مقررات مؤثری برای محافظت از حریم خصوصی و اطلاعات شخصی ساکنان مورد نیاز است. استانداردهای سازی به لطف شفافیت و فرآیندهای باز نقش مهمی در ایجاد اعتماد در میان شهروندان دارد که برای پذیرش و اعتماد شهروندان کلیدی است. موسسه ایزو استانداردهای مندرج در جدول ۲۴ پیوست را در حوزه شهرهای هوشمند تدوین نموده است.

۱۰. استانداردهای توسعه روابط همکارانه (مشارکتی)

۱۰-۱. معرفی کارگروه زیربند در ایزو

کارگروه ISO/TC 286 (یا به طور خاص استانداردهای مدیریت روابط کسب و کار همکارانه (مشارکتی)^۱) با هدف ارتقای مدل های همکاری سازمانی بین ذینفعان مختلف، شامل سازمان های بزرگ، کوچک و متوسط، دانشگاه ها، تأمین کنندگان و سایر بازیگران زنجیره تأمین شکل گرفته است. این استانداردها اصول و چارچوبی برای مدیریت بهینه همکاری ها ارائه می دهند و به سازمان ها در انطباق با شرایط متغیر جهانی، مانند فناوری های نوین انقلاب صنعتی چهارم و اقتصاد دیجیتال، کمک می کنند. این کارگروه تا پایان سال ۲۰۲۴ تعداد ۸ استاندارد تدوین و منتشر نموده است و ۳ استاندارد در حال تدوین دارد. دبیر این کارگروه موسسه استاندارد بریتانیا (BSI) می باشد و ۱۷ عضو دارد (ISO-1, 2024).

۱۰-۱-۱. دامنه کاربرد کارگروه

استانداردسازی در زمینه مدیریت روابط کسب و کار همکارانه (مشارکتی) که تحقق ارزش بین سازمان ها را با استفاده از مزایای کار مشترک افزایش می دهد (ISO-1, 2024).

¹ Collaborative business relationship management



۱۰-۱-۲. اهداف کلیدی کارگروه

- ◀ ایجاد چارچوب‌هایی استاندارد برای تقویت همکاری و مشارکت پایدار بین شرکت‌ها و سازمان‌های مختلف.
- ◀ ارتقای بهره‌وری، نوآوری و اثربخشی از طریق تعریف اصول شفاف برای مدیریت روابط تجاری.
- ◀ تدوین استانداردهای تخصصی برای پاسخگویی به نیازهای خاص، از جمله همکاری با کسب‌وکارهای خرد، کوچک و متوسط (MSMEs^۱)، دانشگاه‌ها و زیست‌بوم‌های مراکز دیجیتال.
- ◀ هماهنگ‌سازی با اهداف توسعه پایدار (مانند موارد مرتبط با همکاری‌های زیست‌محیطی و تغییرات اقلیمی).
- ◀ تقویت توانمندی سازمان‌ها برای دستیابی به عملکرد هم‌افزایانه^۲.

۱۰-۱-۳. لیست استانداردهای کارگروه:

۱۱ استاندارد توسط این کارگروه تدوین شده است که در **جدول ۲۵** پیوست معرفی شده‌اند (ISO-1, 2024).

۱۰-۱-۴. ارتباط استانداردهای کارگروه با انقلاب صنعتی چهارم و اقتصاد دیجیتال

تحولات انقلاب صنعتی چهارم مانند اینترنت اشیا، بلاکچین، و اتوماسیون هوشمند شرکت‌ها را به سمت ایجاد روابط پیچیده‌تر با شرکا سوق می‌دهد. در این فضا استانداردهای مدیریت روابط مشارکتی ضروری‌اند. استانداردهای مدیریت روابط مشارکتی که توسط سازمان ایزو توسعه یافته‌اند، ابزارهایی حیاتی برای کسب‌وکارها، نهادها و سازمان‌ها در سراسر جهان برای مدیریت کارآمدتر همکاری‌های بین‌سازمانی هستند. این استانداردها، در واکنش به پیچیدگی‌های فزاینده محیط‌های تجاری مدرن، نیاز به هماهنگی بهتر در زنجیره‌های تأمین، زیست‌بوم‌های تجاری و نقش فناوری در دنیای دیجیتال تدوین شده‌اند. به‌طور خاص، این استانداردها به نیازهای یکپارچه‌سازی اهداف اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی در روابط کاری می‌پردازند.

استاندارد ISO 44001 یکی از کلیدی‌ترین استانداردهای این حوزه است که چارچوبی جامع برای مدیریت روابط مشارکتی فراهم می‌کند. این استاندارد بر مبنای اصولی همچون اعتمادسازی، شفافیت، و دستیابی به اهداف مشترک بنا شده است. هدف اصلی آن کمک به سازمان‌ها در ایجاد روابط پایدار و متقابل سودمند از طریق توسعه و پیاده‌سازی سیستم‌های مدیریت همکاری است. این استاندارد به‌ویژه برای محیط‌هایی که نیاز به انسجام بالا در تعاملات میان‌سازمانی دارند، مانند پروژه‌های بلندمدت صنعتی، زنجیره‌های تأمین جهانی و مشارکت‌های دولتی و خصوصی، مناسب است (ISO-2, 2019).

¹ Micro-, Small and Medium-sized Enterprises

² Synergistic performance



علاوه بر این، استانداردهای مکملی مانند ISO 44003 و ISO 44004 راهنمایی‌های ویژه‌ای برای کسب‌وکارهای کوچک و متوسط ارائه می‌کنند. این استانداردها با هدف کاهش موانع مشارکت این شرکت‌ها با سازمان‌های بزرگ طراحی شده‌اند و به آنها کمک می‌کنند تا از منابع محدود خود به‌طور اثربخش‌تر استفاده کنند و در تعاملات تجاری شفافیت و اطمینان بیشتری داشته باشند. از دیگر استانداردهای پیشرفته، ISO/CD TS 24908 است که بر مدیریت زیست‌بوم‌های تجاری چندجانبه¹ تمرکز دارد. این استاندارد برای سازگار شدن با انقلاب صنعتی چهارم و اقتصاد دیجیتال طراحی شده است و به سازمان‌ها کمک می‌کند تا در محیط‌های چند ذینفعی و پیچیده که شامل پلتفرم‌های دیجیتال، بلاکچین و اینترنت اشیا هستند، نقش مؤثری ایفا کنند (Gasiorowski-Denis, 2021).

یکی دیگر از محورهای مهم این استانداردها، توجه به مسائل زیست‌محیطی و تغییرات اقلیمی است. نسخه جدید ISO 44001: 2017/Amd 1: 2024 تلاش می‌کند تا اهداف پایداری و کاهش ردپای کربن را در مدیریت روابط مشارکتی ادغام کند. این رویکرد با تأکید بر مسئولیت زیست‌محیطی، سازمان‌ها را تشویق می‌کند که از مدل‌های همکاری برای حل چالش‌های زیست‌محیطی استفاده کنند و در دستیابی به اهداف توسعه پایدار پیشرو باشند.

تحول دیجیتال و اقتصاد هوشمند نیز یکی از موضوعات مهم در توسعه این استانداردهاست. مقاله‌های مرتبط تأکید می‌کنند که زیست‌بوم‌های دیجیتال و زنجیره‌های تأمین آن، به مدیریت تعاملی استاندارد و دقیق نیاز دارند. استانداردهایی مانند ISO/CD TS 24908 با ارائه چارچوبی برای تنظیم تعاملات پیچیده چند ذینفعی، نقش بسیار مهمی در تسهیل روابط بین سازمان‌های موجود در محیط‌های تحول یافته دیجیتال ایفا می‌کنند. این استانداردها نه تنها برای هماهنگ‌سازی و ساده‌سازی روابط بین شرکا بلکه برای غلبه بر چالش‌های تکنولوژیک از جمله یکپارچگی داده‌ها، امنیت سایبری، و اعتماد در محیط‌های دیجیتال کاربرد دارند.

در نهایت، استانداردهای مدیریت روابط مشارکتی به‌عنوان ابزاری ضروری برای سازمان‌ها در مواجهه با چالش‌های مدرن شناخته می‌شوند. این استانداردها نه تنها عملکرد و بهره‌وری زنجیره‌های تأمین، مشارکت‌های صنعتی و زیست‌بوم‌های دیجیتال را بهبود می‌بخشند بلکه به همکاری‌های مؤثر برای حل مشکلات جهانی مانند تغییرات اقلیمی و توسعه پایدار کمک می‌کنند. با استفاده از این چارچوب‌ها، سازمان‌ها می‌توانند در محیط‌های پیچیده امروزی، همکاری‌هایی مؤثر، مطمئن و آینده‌نگرانه برقرار کنند (ISO-3, 2021).

این استانداردها به تصویر روشنی از یک رویکرد مشترک، سیستماتیک و مبتنی بر اعتماد برای مدیریت روابط بین‌سازمانی دست می‌یابند و به سازمان‌ها کمک می‌کنند تا تغییرات محیط تجاری را به فرصتی برای رشد و پایداری تبدیل کنند.

¹ Collaboration Ecosystem



۱۱. اتاق بازرگانی و استانداردسازی انقلاب صنعتی چهارم

۱۱-۱. نقش اتاق بازرگانی در رفع چالش‌ها

همانطور که در بخش اول گزارش اشاره شد چالش‌های اصلی عدم اشاعه استاندارد در حوزه انقلاب چهارم صنعتی و تولید هوشمند شامل ناسازگاری سیستم‌ها، هزینه‌های بالا برای راه‌حل‌های سفارشی و ریسک‌های امنیتی است. اتاق بازرگانی به‌عنوان نهادی میانجی بین دولت، بخش خصوصی و جامعه کسب‌وکار، می‌تواند در رفع این چالش‌ها نقش‌های کلیدی زیر را ایفا کند:

۱. آموزش و آگاهی‌بخشی:

- ◀ اتاق بازرگانی می‌تواند کارگاه‌ها، وبینارها، و کنفرانس‌هایی برگزار کند تا کسب‌وکارها را درباره اهمیت استانداردسازی آگاه کند. برای مثال، می‌تواند توضیح دهد که چگونه استانداردهایی مانند IEC 62264-1: 2013 می‌توانند یکپارچگی سیستم‌های کنترل و مدیریت را بهبود بخشند.
- ◀ این آموزش‌ها می‌توانند به کسب‌وکارها کمک کنند تا از مزایای استانداردسازی، مانند افزایش بهره‌وری و کاهش هزینه‌ها، بهره‌مند شوند.

۲. حمایت از سیاست‌گذاری استانداردسازی و لابی‌گری:

- ◀ اتاق بازرگانی می‌تواند از سیاست‌های دولتی حمایت کند که استانداردسازی را تشویق می‌کنند، مانند ارائه مشوق‌های مالیاتی برای کسب‌وکارهایی که استانداردهای صنعت ۴.۰ را اجرا می‌کنند.
- ◀ می‌تواند با دولت همکاری کند تا استانداردهای بین‌المللی در قوانین ملی ادغام شوند، که این امر به رقابت‌پذیری جهانی کسب‌وکارهای ایرانی کمک می‌کند.
- ◀ اتاق می‌تواند با دولت برای تدوین قوانین حمایتی از جذب فناوری‌های هوشمند و تولید پیشرفته، به‌ویژه در حوزه‌هایی مانند مدیریت داده‌ها و امنیت سایبری همکاری کند.

۳. شبکه‌سازی و همکاری:

- ◀ اتاق بازرگانی می‌تواند پلتفرم‌هایی ایجاد کند که کسب‌وکارها، نهادهای استاندارد و ارائه‌دهندگان فناوری بتوانند تجربیات خود را به اشتراک بگذارند.
- ◀ می‌تواند گروه‌های صنعتی خاص تشکیل دهد تا نیازهای استانداردسازی بخش‌های مختلف، مانند تولید، معدن، و کشاورزی، را بررسی کند.
- ◀ ایجاد فضایی برای گفت‌وگوی بین ذینفعان (دولت، دانشگاه‌ها، صنایع) برای شناسایی نیازهای استانداردسازی، می‌تواند توسط اتاق راهبری شود.



۴. تسهیل انتقال دانش و فناوری و ارائه منابع:

- ◀ اتاق بازرگانی می‌تواند منابع و ابزارهایی، مانند راهنما یا چک‌لیست‌ها، ارائه دهد که به کسب‌وکارها کمک می‌کند استانداردهای مربوطه را درک و اجرا کنند.
- ◀ می‌تواند برنامه‌های گواهینامه‌دهی را ترویج کند که کسب‌وکارها را تشویق به رعایت استانداردهای خاص می‌کند.
- ◀ می‌تواند با برگزاری کارگاه‌ها و دوره‌های آموزشی برای آشنایی کسب‌وکارها با استانداردهای جهانی مانند ISO/IEC 27001 (امنیت اطلاعات) یا (OPC UA ارتباطات صنعتی)، اقدام کند.
- ◀ ترجمه و انتشار مستندات فنی استانداردهای بین‌المللی به زبان فارسی برای افزایش دسترسی شرکت‌های ایرانی، از دیگر اقدامات قابل انجام توسط اتاق می‌تواند باشد.

۵. حمایت از نوآوری و استارت‌آپ‌ها

- ◀ اتاق می‌تواند با محوریت مرکز نوآوری اتاق تهران، به ایجاد شبکه‌های همکاری بین استارت‌آپ‌های فناوری و صنایع سنتی برای پیاده‌سازی استانداردهای تولید هوشمند کمک نماید.
- ◀ می‌تواند مشاوره به شرکت‌های کوچک و متوسط برای انطباق با استانداردهای جهانی مانند RAMI 4.0 یا IIRA ارائه نماید و به طور کلی مشاوره‌های حوزه انقلاب چهارم صنعتی و تولید هوشمند را به مجموعه مشاوره‌های قابل ارائه توسط اتاق اضافه نماید.

۱۱-۲. حوزه‌های همکاری بین موسسه استاندارد ایران و اتاق بازرگانی

اتاق بازرگانی تهران و اداره کل استاندارد استان تهران، در سال ۱۳۹۷ تفاهم‌نامه همکاری امضا نموده‌اند (پایگاه اطلاع رسانی دولت، ۱۳۹۷). علاوه بر این سازمان ملی استاندارد و اتاق بازرگانی تهران در سال ۱۴۰۳ برای نخستین بار یک کمیته فنی استاندارد شکل داده‌اند (اتاق بازرگانی تهران، ۱۴۰۳) که نه به شکل درون-دولتی و حاکمیتی، بلکه با هدایت بخش خصوصی و اتاق بازرگانی تهران هدایت می‌شود. کمیته ۳۰۹ که ریاست آن را رئیس کمیسیون حکمرانی اتاق تهران برعهده گرفته است، در قالب این همکاری مشترک فعالیت می‌نماید. با توجه به چالش‌های عدیده کسب و کارهای ایرانی برای ورود به عصر انقلاب چهارم صنعتی و نقش مهمی که استانداردها می‌توانند در کاهش این چالش‌ها ایفا نمایند، می‌توان این تجارب فعلی را به حوزه انقلاب چهارم صنعتی و تولید هوشمند گسترش داد.

برای بهره‌برداری حداکثری از توانمندی‌های هر دو نهاد، پیشنهادهای زیر برای همکاری مشترک ارائه می‌شود:



۹. تشکیل کمیته مشترک استانداردسازی در حوزه انقلاب چهارم صنعتی و تولید هوشمند
- ◀ ایجاد گروهی متشکل از نمایندگان اتاق بازرگانی، مؤسسه استاندارد، دانشگاه‌ها و صنایع برای نظارت بر تدوین و اجرای استانداردها
۱۰. توسعه استانداردها
- ◀ اتاق بازرگانی می‌تواند با جمع‌آوری نیازهای کسب‌وکارهای عضو، به مؤسسه استاندارد کمک کند تا استانداردهای بین‌المللی اولویت‌دار را شناسایی کند. برای مثال، می‌تواند نیاز به استانداردهایی مانند ISO 23247-1: 2021 برای همزاد دیجیتال در تولید را برجسته کند.
 - ◀ این همکاری می‌تواند اطمینان حاصل کند که استانداردهای توسعه‌یافته یا ترجمه‌شده، با نیازهای واقعی کسب‌وکارها هماهنگ هستند.
۱۱. ترجمه و محلی‌سازی استانداردها
- ◀ مؤسسه استاندارد مسئول ترجمه استانداردهای بین‌المللی به فارسی است. برای مثال، می‌تواند استانداردهایی مانند IEC 62541-1: 2018 برای ارتباطات صنعتی را ترجمه کند.
 - ◀ اتاق بازرگانی می‌تواند در محلی‌سازی این استانداردها کمک کند، با ارائه تفسیرهای خاص متناسب با شرایط محلی یا صنعت و اطمینان از اینکه کسب‌وکارها می‌توانند آن‌ها را به راحتی اجرا کنند.
۱۲. انتشار استانداردها و آموزش کسب و کارها
- ◀ اتاق بازرگانی می‌تواند از شبکه خود برای انتشار اطلاعات درباره استانداردها استفاده کند، مانند ارسال ایمیل، انتشار در رسانه‌های اجتماعی، یا توزیع مستقیم به اعضای خود.
 - ◀ مؤسسه استاندارد می‌تواند پشتیبانی فنی ارائه دهد، مانند ارائه اساتید برای رویدادها یا بررسی مواد آموزشی برای دقت و صحت.
۱۳. ایجاد جریان بازخورد
- ◀ اتاق بازرگانی می‌تواند بازخورد کسب‌وکارها را درباره اثربخشی استانداردها جمع‌آوری کند، مانند مشکلات اجرایی یا نیاز به تغییرات.
 - ◀ این بازخورد به مؤسسه استاندارد ارسال می‌شود تا در توسعه یا بازنگری استانداردهای آینده استفاده شود.



۱۴. گواهینامه‌دهی و ترویج استاندارد در میان کسب و کارها

- ◀ مؤسسه استاندارد می‌تواند برنامه‌های گواهینامه‌دهی برای کسب‌وکارهایی که معیارهای استانداردسازی را رعایت می‌کنند، توسعه دهد.
- ◀ اتاق بازرگانی می‌تواند این برنامه‌ها را ترویج کند و اعضای خود را تشویق به شرکت در آنها کند، که می‌تواند به افزایش اعتبار و رقابت‌پذیری کسب‌وکارها کمک کند.

۱۵. تحقیق و توسعه مشترک

- ◀ هر دو نهاد می‌توانند روی پروژه‌های تحقیقاتی مشترک کار کنند تا نیازهای خاص استانداردسازی در بخش صنعت ۴۰۰ ایران را درک کنند.
- ◀ این تحقیقات می‌توانند شکاف‌های موجود را شناسایی کنند و به توسعه استانداردهای جدید یا تطبیق استانداردهای موجود کمک کنند.

۱۶. اجرای پروژه‌های پایلوت صنعتی

- ◀ اتاق بازرگانی می‌تواند از اجرای پروژه‌های آزمایشی در صنایع منتخب (مانند خودروسازی یا پتروشیمی) برای ارزیابی کارایی استانداردهای بین‌المللی و تطبیق آنها با شرایط ایران پشتیبانی نماید.
- ◀ مؤسسه استاندارد می‌تواند به‌واسطه تعامل با همتهای بین‌المللی خود، در تربیت ارزیاب برای حسن اطمینان از پیاده‌سازی استانداردها در صنایع منتخب، همکاری نماید.

برای اطمینان از کارایی و تقسیم مسئولیت‌ها، تقسیم کار مندرج در جدول ۵ و جدول ۶ پیشنهاد می‌شود:

جدول ۵- تقسیم کار بین مؤسسه استاندارد و اتاق بازرگانی در تدوین و ترجمه استانداردها

اتاق بازرگانی	مؤسسه استاندارد ایران
شناسایی اولویت‌های استانداردسازی بر اساس نیازهای کسب‌وکارهای عضو. برای مثال، می‌تواند نیاز به استانداردهایی برای اینترنت اشیا صنعتی را برجسته کند.	ترجمه فنی دقیق استانداردهای بین‌المللی مانند IEC 62264 (اتوماسیون صنعتی) و IEEE 802. 15. 4 (ارتباطات بی‌سیم)
کمک به محلی‌سازی با ارائه بازخورد و تفسیرهای خاص صنعت.	ارائه پشتیبانی فنی و اطمینان از انطباق با قوانین و مقررات ملی.
ایجاد پلتفرم آنلاین برای دسترسی رایگان کسب‌وکارها به نسخه‌های ترجمه‌شده استانداردها	همه‌نگی با سازمان‌های بین‌المللی مانند ISO و IEC برای تطبیق استانداردهای ایران با جهانی



<p>تدوین سند جامع هوشمندسازی صنایع و معادن که به عنوان راهنمای اجرایی جهت بهبود استانداردسازی در سطح ملی عمل کند.</p>	
---	--

جدول ۶- تقسیم کار بین مؤسسه استاندارد و اتاق بازرگانی در ترویج استانداردها

اتاق بازرگانی	مؤسسه استاندارد ایران
<ul style="list-style-type: none"> • سازماندهی رویدادها، مانند کارگاهها و کنفرانسها، و توزیع منابع آموزشی • برای معرفی استانداردهای جدید به صنایع همکاری با رسانهها و شبکههای اجتماعی برای افزایش آگاهی عمومی نسبت به اهمیت استانداردسازی 	<p>ارائه پشتیبانی فنی، مانند اساتید برای رویدادها یا مواد آموزشی برای توزیع.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • پارتباط مستقیم با کسب و کارها برای اطمینان از آگاهی و پذیرش استانداردها • جمع آوری و انتقال بازخورد از کسب و کارها به مؤسسه استاندارد. 	<p>توسعه راهنمای عملی برای پیاده سازی استانداردها در بخش های مختلف صنعت</p>

بر پایه مطالب طرح شده می توان گفت که اتاق بازرگانی نقش حیاتی در ترویج و تسهیل استانداردسازی در انقلاب چهارم صنعتی و تولید هوشمند از طریق آموزش، حمایت، و شبکه سازی دارد. همکاری با مؤسسه استاندارد ایران می تواند این تلاش ها را تقویت کند و اطمینان حاصل کند که استانداردها با نیازهای کسب و کارهای ایرانی هماهنگ هستند. تقسیم کار پیشنهادی، مسئولیتها را تعریف می کند و به هر دو نهاد اجازه می دهد تا به طور مؤثر عمل کنند.



۱۲. منابع

ابطحی، م. (۱۴۰۲). سند رسته تولید نرم‌افزارها، پلتفرم‌های فناوری‌های پیشرو و ماشین‌های هوشمند، طرح تدوین نقشه راهبردی صنعتی و ارتقای تولید داخل. تهران: موسسه عالی آموزش و پژوهش مدیریت و برنامه‌ریزی.

اتاق بازرگانی تهران. ۱۴۰۳، ۵، ۸. در هجدهمین نشست کمیسیون حکمرانی سازمانی اتاق بازرگانی تهران مطرح شد: دست همکاری سازمان ملی استاندارد و اتاق تهران در دست یکدیگر. Retrieved from <https://news.tccim.ir/?78109>

آنکتاد. (2019). *اقتصاد دیجیتال - خلق و تصاحب ارزش: مضامینی برای کشورهای در حال توسعه* (م. محمدی، ا. شریفیان، ی. کاکاوندی & ب. محمدی (Trans.))، تهران: معاونت علمی و فناوری ریاست‌جمهوری، مرکز ارتباطات و اطلاع‌رسانی، نشر دانش‌بنیان فناوری.

Abubakr, M., Abbas, A., Tomaz, I., Soliman, M., Luqman, M., & Hegab, H. (2020). Sustainable and Smart Manufacturing: An Integrated Approach. *Sustainability*. doi:10.3390/su12062280

Accenture. (2019). *Technology vision 2019. The post-digital era is upon us*. Retrieved from <https://www.accenture.com/us-en/services/technology-transformation/technology-strategy>

Accenture-2. (2020). *Technology vision 2020. We, the post-digital people*. Retrieved from Accenture Labs: <https://www.accenture.com/gb-en/insights/technology/technology-trends-2020>

Atherton, J., & Cameron, A. (2020). *Asia Pacific Megatrends 2040: Outputs From The First Dialogue of The Asia Pacific Foresight Group*. Brisbane: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO).

Banino, R. (2020, May 20). *20 new technology trends we will see in the 2020s*. Retrieved from science focus: <https://www.sciencefocus.com/future-technology/new-technology-trends-2020s>

BSI. (2017). *IEC/PAS 63088:2017: Smart manufacturing — Reference architecture model industry 4.0 (RAMI4.0)*. London: The British Standards Institution.

Chabas, J., Gnanasambandam, C., Gupte, S., & Mahdavian, M. (2018, November 8). *New demand, new markets: What edge computing means for hardware companies*. Retrieved from McKinsey & Company: <https://www.mckinsey.com/industries/technology-media-and-telecommunications/our-insights/new-demand-new-markets-what-edge-computing-means-for-hardware-companies#/>

Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation. (2019). *Digital megatrends. A perspective on the coming decade of digital disruption*. Retrieved from https://data61.csiro.au/~media/D61/Files/19-00251_DATA61_REPORT_DigitalMegatrends2019_WEB_190603.pdf?la=en&hash=FEB8553EC34C5EE9B748B3531BFE78DECF461298



- Coulibaly, B. (2020). *Foresight Africa: Top priorities for the continent 2020-2030*.
<https://www.brookings.edu/articles/foresight-africa-top-priorities-for-the-continent-in-2020/>:
The Brookings Institution.
- Deloitte. (2017). *Beyond the noise. The megatrends of tomorrow's world* .
<https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/nl/Documents/public-sector/deloitte-nl-ps-megatrends-2ndedition.pdf>.
- Doolani, S., Wessels, C., Kanal, V., Sevastopoulos, C., Jaiswal, A., Nambiappan, H., & Makedon , F. (2020).
A review of extended reality (XR) technologies for manufacturing training. *Technologies*, 8(4).
doi:<https://doi.org/10.3390/technologies8040077>
- European Strategy and Policy Analysis System. (2019). *Global trends to 2030. Challenges and choices for Europe*. <https://espas.secure.europarl.europa.eu/orbis/node/1362>: European Union.
- Fortune Business Insights. (2024). *5G Infrastructure market size, share & COVID-19 impact analysis, by communication infrastructure*. Retrieved from
<https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/5g-infrastructure-market-100869>
- Franco, E., Kuritzky, M., Lukacs, R., & Zahidi, S. (2021). *The global risks report 2021, 16th Edition*.
Retrieved from World Economic Forum: <https://www.weforum.org/publications/the-global-risks-report-2021/>
- Future Today Institute. (2021). *2021 Tech trends report. Strategic trends that will influence business, government, education, media and society in the coming year*.
<https://futuretodayinstitute.com/trends/>.
- Gasiorowski-Denis, E. (2021, August 12). *How a new standard is helping small firms think big*. Retrieved
from <https://www.iso.org/news/ref2706.html>
- Grand View Research. (2021). *Edge computing market growth & trends* . Retrieved from
<https://www.grandviewresearch.com/press-release/global-edge-computing-market>
- IBM. (2018). *What are the benefits of blockchain?* Retrieved from
<https://www.ibm.com/think/topics/benefits-of-blockchain>
- IBM. (2021, Nov 16). *IBM unveils breakthrough 127-qubit quantum processor* . Retrieved from
<https://newsroom.ibm.com/2021-11-16-IBM-Unveils-Breakthrough-127-Qubit-Quantum-Processor>
- IEEE SA. (2024, 12 11). *Active Standards Projects*. Retrieved from Smart Manufacturing Standards
Committee: <https://sagroups.ieee.org/smsc/active-standards-projects/>
- ISO-1. (2024, 12 1). *ISO/TC 286: Collaborative business relationship management*. Retrieved from
<https://www.iso.org/committee/4935033.html>
- ISO-2. (2019, October 9). *ISO standard takes business collaboration to another level*. Retrieved from
<https://www.iso.org/news/ref2443.html#:~:text=ISO's%20International%20Standard%20for%20business,mot%20out%20of%20working%20together.>



- ISO-3. (2021, November 9). *Improving collaboration with smaller businesses, New international guidance for large organizations just published*. Retrieved from <https://www.iso.org/news/ref2747.html>
- ISO-4. (2024, 12 1). *Smart manufacturing*. Retrieved from <https://www.iso.org/foresight/smart-manufacturing.html#additive-manufacturing>
- ISO-5. (2024, 12 1). *ISO/TC 184: Automation systems and integration*. Retrieved from <https://www.iso.org/committee/54110.html>
- ISO-6. (2024, 12 1). *Computing*. Retrieved from <https://www.iso.org/foresight/computing.html>
- ISO-7. (2024, 12 1). *Cyber-physical systems*. Retrieved from <https://www.iso.org/foresight/cyber-physical-systems.html>
- ITU. (2020, June). *5G. Human exposure to electromagnetic fields (EMF) and health*. Retrieved from International Telecommunication Union: <https://www.itu.int/en/mediacentre/backgrounders/Pages/5G-EMF-health.aspx>
- ITU-2. (2024, Aug). *5G - Fifth generation of mobile technologies*. Retrieved from International Telecommunication Union (ITU): <https://www.itu.int/en/mediacentre/backgrounders/Pages/5G-fifth-generation-of-mobile-technologies.aspx>
- Johnsson, C. (2021). *White Paper on Smart Manufacturing*. ISO Smart Manufacturing Coordinating Committee.
- Lohmann, S., Gonzalez, I., Baptista, P., & Bader, S. (2024, 11 08). *Standards Knowledge Graph*. (Fraunhofer-Gesellschaft) Retrieved from Standards Ontology Visualization: <https://i40-tools.github.io/StandardOntologyVisualization/views/chart.html>
- Lovelock, J.-D., Reynolds, M., Granetto, B., & Kandaswamy, R. (2017, March 2). *Forecast. Blockchain business value, Worldwide, 2017-2030*. Retrieved from Gartner: <https://www.gartner.com/en/documents/3627117>
- McBride, S. (2019, Oct 07). *Now is the time to load up on 5G stocks*. Retrieved from Forbes: <https://www.forbes.com/sites/stephenmcbride1/2019/10/07/now-is-the-time-to-load-up-on-5g-stocks/?sh=79b81ed103ec>
- Morris, S. (2017). *Will blockchain disrupt financial services*. Retrieved from Gartner: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/will-blockchain-disrupt-financial-services>
- Müller, J., & Potters, L. (2019). *Future technology for prosperity. Horizon scanning by Europe's technology leaders*. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/ae785b63-dba9-11e9-9c4e-01aa75ed71a1>: European Commission.
- Reardon, M. (2018, Oct 22). *5G will unlock whole new applications. Here are the most promising*. Retrieved from CNET: <https://www.cnet.com/tech/services-and-software/a-look-at-5gs-most-promising-applications-for-now/>
- Robyn Conti. (2024, May 10). *What is an NFT? Non-fungible tokens explained*. Retrieved from Forbes: <https://www.forbes.com/advisor/investing/cryptocurrency/nft-non-fungible-token/>



- UAE Government,. (2020). *Future possibilities report 2020*. Retrieved from Centennial Lab, Ministry of Cabinet Affairs and the Future, UAE: <https://digitallibrary.un.org/record/3898825?ln=en&v=pdf>
- UK Ministry of Defence. (2018). *Global strategic trends. The future starts today* .
<https://www.gov.uk/government/publications/global-strategic-trends>.
- US National Intelligence Council. (2017). *Global trends. Paradox of progress: A publication of the National Intelligence Council*. Retrieved from www.dni.gov/nic/globaltrends
- Wang, B., Tao, F., Fang, X., Liu, C., Liu , Y., & Freiheit, T. (2021). Smart Manufacturing and Intelligent Manufacturing: A Comparative Review. *Engineering*, 738–757.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.eng.2020.07.017>
- Wei, S., Ma, Y., Li, R., & Hu, L. (2020, April WWW.COMPUTER.ORG /COMPUTER). Toward Smart Manufacturing: Key Technologies and Trends Driving Standardization. *COMPUTER PUBLISHED BY THE IEEE COMPUTER SOCIETY*, pp. 46-50.
- Weiss, B. (2016). *Standards Development for Smart Manufacturing (PHM Standards Experience for Manufacturing PHM 2016 – 8th Annual Conference of the Prognostics and Health Management Society)*. Denver: National Institute of Standards and Technology, U.S. Department of Commerce.
- World Bank,. (2019). *Global connectivity outlook to 2030* . Washington DC: International Bank for Reconstruction and Development.
- Wu , K., & Lallensack, R. (2020, February 25). *Ten trends that will shape science in the 2020s. Medicine gets trippy, solar takes over, and humanity—finally, maybe—goes back to the moon*. Retrieved from Smithsonian Magazine: <https://www.smithsonianmag.com/science-nature/ten-trends-will-shape-science-2020s-180974226/>



پیوست: دسته‌بندی استانداردهای مرتبط با انقلاب چهارم صنعتی و تولید هوشمند

جدول ۷- اهم استانداردهای مرتبط با انقلاب چهارم صنعتی و تولید هوشمند، بر حسب مدل‌های مرجع و چارچوب‌های کلان این حوزه

استانداردهای مرتبط	زیرمجموعه‌های تخصصی	معماری مرجع
<p>یکپارچه‌سازی کنترل سازمانی - تعریف فعالیت‌های مدیریت عملیات. IEC 62264-3:</p> <p>کنترل دسته‌ای. IEC 61512:</p> <p>یکپارچه‌سازی سیستم‌های کنترل سازمانی. ISA-95:</p> <p>فناوری اطلاعات - معاملات تجاری. ISO/IEC 15944:</p> <p>انواع عناصر داده با طرح‌های طبقه‌بندی وابسته. IEC 61360:</p> <p>مدیریت چرخه عمر برای سیستم‌ها و اجزای صنعت فرآیند IEC 62890:</p>	RAMI Business Layer	<p>RAMI 4. 0 (Reference Architecture Model for Industry 4. 0)</p>
<p>مدیریت چرخه عمر برای سیستم‌ها و اجزای صنعت فرآیند. IEC 62890:</p> <p>کنترل‌های قابل برنامه‌ریزی. IEC 61131:</p> <p>OPC معماری یکپارچه. IEC 62541:</p> <p>بلوک‌های تابع برای سیستم‌های کنترل صنعتی. IEC 61499:</p> <p>زبان توصیف دستگاه الکترونیکی. IEC 61804:</p> <p>باس‌های ارتباطی میدانی برای سیستم‌های کنترل صنعتی IEC 61158:</p>	RAMI Functional Layer	
<p>انواع عناصر داده با طرح‌های طبقه‌بندی وابسته. IEC 61360:</p> <p>سیستم‌های اتوماسیون صنعتی و یکپارچه‌سازی - کتابخانه قطعات. ISO 13584:</p> <p>OPC UA مدل اطلاعاتی IEC 62541-3/4/5:</p> <p>اندازه‌گیری و کنترل فرآیند - ساختار و عناصر داده در کاتالوگ‌های تجهیزات فرآیند. IEC 61987:</p> <p>یکپارچه‌سازی داده‌های چرخه عمر برای کارخانه‌های فرآیندی ISO 15926:</p>	RAMI Information Layer	
<p>OPC معماری یکپارچه IEC 62541:</p>	RAMI Communication Layer	



استانداردهای مرتبط	زیرمجموعه‌های تخصصی	معماری مرجع
<p>IEC 61850: شبکه‌های ارتباطی و سیستم‌ها در ایستگاه‌های برق.</p> <p>IEEE TSN: شبکه حساس به زمان.</p> <p>IEC 61158: باس‌های ارتباطی میدانی برای سیستم‌های کنترل صنعتی.</p> <p>IEC 61784: پروفایل‌های ارتباطی میدانی صنعتی.</p> <p>IEC 62591: WirelessHART - شبکه‌های ارتباطی بی‌سیم صنعتی</p>		
<p>IEC 62769: (FDI) یکپارچه‌سازی دستگاه میدانی.</p> <p>IEC 62453: (FDT) مشخصات فناوری ابزار دستگاه میدانی.</p> <p>IEC 62541-100: OPC UA یکپارچه‌سازی دستگاه.</p> <p>IEC 62714: (AutomationML) فرمت مبادله داده برای استفاده در مهندسی اتوماسیون صنعتی.</p> <p>IEC 61804: زبان توصیف دستگاه الکترونیکی.</p> <p>ISO 15745: چارچوب یکپارچه‌سازی برنامه‌های کاربردی سیستم‌های اتوماسیون صنعتی</p>	RAMI Integration Layer	
<p>IEC 62264: مدل‌های تجهیزات.</p> <p>IEC 61512: دارایی‌های فیزیکی.</p> <p>ISO/IEC 81346: نامگذاری مرجع و طراحی کدگذاری سیستم‌های صنعتی.</p> <p>IEC 62890: مدیریت چرخه عمر سیستم‌ها و اجزا.</p> <p>ISO 13584: کتابخانه قطعات.</p> <p>ISO 16739: (BIM) مدل اطلاعات ساختمان</p>	RAMI Asset Layer	
<p>IEC 62264-1/2/3: استاندارد یکپارچه‌سازی سیستم‌های کنترل سازمانی.</p> <p>ISO 9001: سیستم‌های مدیریت کیفیت.</p> <p>ISO 14001: سیستم‌های مدیریت محیط زیست.</p> <p>ISO 50001: سیستم‌های مدیریت انرژی.</p> <p>ISO 15704: چارچوب‌های معماری سازمانی</p>	RAMI Enterprise	
<p>IEC 62264: یکپارچه‌سازی سیستم‌های کنترل سازمانی.</p>	RAMI Work Center	



استانداردهای مرتبط	زیرمجموعه‌های تخصصی	معماری مرجع
<p>ISO 22400: شاخص‌های کلیدی عملکرد برای مدیریت عملیات تولید.</p> <p>IEC 62794: سیستم‌های اطلاعات کارگاهی صنعتی.</p> <p>ISO 9506: مشخصات پیام‌های تولید.</p> <p>ISO 10303-238: CAD برای انتقال اطلاعات مدل‌های STEP استاندارد.</p> <p>ISO 6983: CNC کدهای عددی و دستورات برای ماشین‌های.</p> <p>ISO 14649: مدل داده برای کنترلرهای کامپیوتری.</p>		
<p>IEC 61131: سیستم‌های کنترل قابل برنامه‌ریزی.</p> <p>IEC 61499: سیستم‌های کنترل توزیع شده.</p> <p>ISA-88/95: استانداردهای کنترل تولید.</p> <p>IEC 60848: GRAFCET زبان مشخصه‌سازی.</p> <p>IEC 61804: زبان توصیف دستگاه الکترونیکی.</p> <p>IEC 62264-5: تبادل مدل‌های اجرایی تولید.</p>	RAMI Station	
<p>IEC 61131: کنترلرهای قابل برنامه‌ریزی.</p> <p>IEC 61499: بلوک‌های تابع برای سیستم‌های کنترل صنعتی.</p> <p>IEC 60848: GRAFCET زبان مشخصه‌سازی.</p> <p>IEC 61508: ایمنی عملکردی سیستم‌های الکتریکی/الکترونیکی.</p> <p>IEC 61804-3: زبان توصیف دستگاه الکترونیکی.</p> <p>IEC 62439: پروتکل‌های قابلیت اطمینان بالا.</p>	RAMI Control Device	
<p>IEC 61804: زبان توصیف دستگاه الکترونیکی.</p> <p>IEC 61131: دستگاه‌های میدانی.</p> <p>ISO 15745: یکپارچه‌سازی کاربردهای سیستم‌های اتوماسیون صنعتی.</p> <p>IEC 62591: WirelessHART ارتباطات بی‌سیم.</p> <p>IEC 62601: WIA-PA ارتباطات بی‌سیم.</p> <p>IEC 62734: ISA100. 11a ارتباطات بی‌سیم.</p>	RAMI Field Device	



استانداردهای مرتبط	زیرمجموعه‌های تخصصی	معماری مرجع
پروفایل‌های ارتباطی برای ایمنی عملکردی: IEC 61784-3		
مدل‌های شی: IEC 62264-2 برای تبادل داده محصول. STEP استاندارد: ISO 10303 طبقه‌بندی و شناسایی: IEC 61360/ISO 13584 مدل داده برای کنترل‌های کامپیوتری: ISO 14649 کدهای عددی برای ماشین‌های کنترل شده: ISO 6983 مدل اطلاعات ساختمان (BIM): ISO 16739	RAMI Product	
امنیت صنعتی: IEC 62443 امنیت اطلاعات: ISO/IEC 27001 ارزیابی امنیتی: ISO/IEC 15408 امنیت در سیستم‌های مدیریت انرژی: IEC 62351 چارچوب حریم خصوصی: ISO/IEC 29100 چارچوب مدیریت هویت: ISO/IEC 24760	RAMI Security	
ایمنی عملکردی سیستم‌های الکتریکی/الکترونیکی: IEC 61508 ایمنی عملکردی در صنعت فرآیند: IEC 61511 ایمنی ماشین‌آلات: ISO 12100 ایمنی سیستم‌های کنترل: ISO 13849 ایمنی ماشین‌آلات - سیستم‌های کنترل ایمنی: IEC 62061 پروفایل‌های ارتباطی برای ایمنی عملکردی: IEC 61784-3	RAMI Safety	
مرجع اینترنت اشیا: ISO/IEC 29161 شناسایی اشیاء: ISO/IEC 15459 (RFID) شناسایی فرکانس رادیویی: ISO/IEC 15962/15963 RFID پارامترهای ارتباط: ISO/IEC 18000 خدمات تأیید هویت دیجیتال: ISO/IEC 20248	RAMI Identification	



استانداردهای مرتبط	زیرمجموعه‌های تخصصی	معماری مرجع
IEC 62541-100: شناسایی دستگاه در OPC UA		
<p>ISO 8000: کیفیت داده.</p> <p>ISO/IEC 19773: ثبت متادیتا.</p> <p>W3C RDF: چارچوب توصیف منابع.</p> <p>W3C OWL: زبان هستی‌شناسی وب.</p> <p>ISO/IEC 11179: ثبت متاداده.</p> <p>ISO/IEC 21778: مدل داده JSON</p>	IDS RAM Information Layer	<p>IDS RAM (Industrial Data Space Reference Architecture Model)</p>
<p>ISO/IEC 20547: مرجع داده بزرگ.</p> <p>ISO/IEC 19086: توافق‌نامه سطح خدمات.</p> <p>ISO/IEC 18384: معماری سرویس‌گرا.</p> <p>ISO/IEC 17826: رابط ابر داده.</p> <p>ISO/IEC 19941: قابلیت همکاری و حمل‌پذیری رایانش ابری.</p> <p>ISO/IEC 17789: معماری رایانش ابری</p>	IDS RAM System Layer	
<p>ISO/IEC 27002: کدهای عملیات برای کنترل‌های امنیت اطلاعات</p> <p>IEC 62443: امنیت سیستم‌های اتوماسیون و کنترل صنعتی</p> <p>ISO/IEC 27017: کنترل‌های امنیتی رایانش ابری</p> <p>ISO/IEC 27018: حفاظت از اطلاعات قابل شناسایی شخصی</p> <p>ISO/IEC 29100: چارچوب حریم خصوصی</p> <p>eIDAS: شناسایی الکترونیکی و خدمات اعتماد</p> <p>GDPR: مقررات حفاظت از داده‌های عمومی اروپا</p> <p>NIST SP 800-53: کنترل‌های امنیتی سیستم‌های اطلاعاتی فدرال</p>	IDS RAM Security Perspective	
<p>ISO/IEC 17065: ارزیابی انطباق برای نهادهای گواهی‌دهنده محصولات.</p> <p>ISO/IEC 27006: نهادهای گواهی‌دهنده سیستم‌های مدیریت امنیت اطلاعات.</p> <p>ISO/IEC 15408: معیارهای ارزیابی امنیت فناوری اطلاعات.</p>	IDS RAM Certification Perspective	



استانداردهای مرتبط	زیرمجموعه‌های تخصصی	معماری مرجع
<p>ISO/IEC 29169: رویه‌های گواهی‌نامه‌های توسعه‌دهنده برنامه‌های کاربردی.</p> <p>ISO/IEC 21827: مدل بلوغ امنیت نرم‌افزار.</p>		
<p>ISO/IEC 19941: قابلیت همکاری و حمل‌پذیری رایانش ابری.</p> <p>ISO/IEC 21823: قابلیت همکاری سیستم‌های اینترنت اشیا.</p> <p>W3C SOAP: پروتکل دسترسی شیء ساده.</p> <p>W3C WSDL: زبان توصیف وب سرویس.</p> <p>W3C REST: انتقال حالت نمایشی.</p> <p>ISO/IEC 18348: ارتباط بین المانتهای خدمت</p>	IDS Interoperability	
<p>IEC 62832: کارخانه دیجیتالی.</p> <p>IEC PAS 63088: پوسته مدیریتی دارایی.</p> <p>IEC 61360: انواع عناصر داده.</p> <p>IEC 62264: یکپارچه‌سازی سیستم کنترل سازمانی.</p> <p>ISO 16739: مدل اطلاعات ساختمان.</p> <p>ISO 13584: کتابخانه قطعات</p>	Admin Shell General	
<p>IEC 62714: فرمت مبادله داده برای مهندسی اتوماسیون صنعتی (AutomationML).</p> <p>IEC 61499: بلوک‌های تابع.</p> <p>IEC 61131: کنترلرهای قابل برنامه‌ریزی.</p> <p>ISO 15926: یکپارچه‌سازی داده‌های چرخه عمر.</p> <p>IEC 61850: مدل‌های داده برای خودکارسازی ایستگاه‌ها.</p> <p>IEC 62569: داده‌های فنی ژنریک برای سیستم‌های تأسیسات</p>	AS Engineering	Administration Shell (AAS)
<p>IEC 62264: یکپارچه‌سازی سیستم کنترل سازمانی.</p> <p>OPC UA Companion Specs: مشخصات همراه OPC UA.</p> <p>ISO 15926: یکپارچه‌سازی داده‌های چرخه عمر.</p> <p>IEC 62683: CAE و PCS مبادله داده‌های کانفیگوراسیون بین</p>	AS Configuration	



استانداردهای مرتبط	زیرمجموعه‌های تخصصی	معماری مرجع
IEC 61499: توابع بلوکی. IEC 62424: نمایش مهندسی فرآیند و ابزار دقیق		
ISO 13374: نظارت بر وضعیت و تشخیص ماشین‌آلات. ISO 17359: نظارت بر وضعیت و تشخیص ماشین‌آلات. ISO 13381: پیش‌بینی عمر مفید. ISO 18436: شرایط نظارتی و تشخیصی ماشین‌آلات. IEC 62890: مدیریت چرخه عمر سیستم‌ها و اجزاء. ISO 13579: روش‌های کمی نظارت بر وضعیت تجهیزات صنعتی	AS Condition Monitoring	
IEC 62890: مدیریت چرخه عمر سیستم‌ها و اجزاء. IEC 61850: مدل‌های داده چرخه عمر. ISO 15926: یکپارچه‌سازی داده‌های چرخه عمر. IEC 62402: مدیریت عمر. ISO 10303-239: STEP استاندارد برای محصولات. ISO 12006: ساختار اطلاعات برای اطلاعات ساختمان	Lifecycle Status	
IEC 62443: امنیت برای سیستم‌های اتوماسیون صنعتی NIST SP 800-82: راهنمای امنیت سیستم‌های کنترل صنعتی ISO/IEC 27001: سیستم‌های مدیریت امنیت اطلاعات ISO/IEC 27002: کد عملیات برای کنترل‌های امنیت اطلاعات ISO/IEC 27017: کنترل‌های امنیتی رایانش ابری ISO/IEC 27018: در محیط‌های ابری PII حفاظت از NIST CSF: چارچوب امنیت سایبری NIST SP 800-53: کنترل‌های امنیتی برای سیستم‌های اطلاعاتی فدرال NIST SP 800-171: حفاظت از اطلاعات غیرطبقه‌بندی شده ISO/IEC 15408: معیارهای ارزیابی امنیت فناوری اطلاعات	IIRA Security	IIRA (Industrial Internet Reference Architecture)



استانداردهای مرتبط	زیرمجموعه‌های تخصصی	معماری مرجع
<p>الزامات امنیتی برای ماژول‌های رمزنگاری: ISO/IEC 19790</p> <p>چارچوب امنیتی کنسرسیوم اینترنت صنعتی: IIC Security Framework</p> <p>الزامات سیستم امنیت و سطوح ایمنی: ISA/IEC 62443-3-3</p> <p>IACS الزامات امنیت فنی برای اجزای: ISA/IEC 62443-4-2</p> <p>استاندارد امنیتی ماژول‌های رمزنگاری: FIPS 140-2/3</p> <p>پروژه امنیت برنامه‌های کاربردی وب: OWASP</p>		
<p>چارچوب حریم خصوصی: ISO/IEC 29100</p> <p>حفاظت از اطلاعات شخصی قابل شناسایی در ابر: ISO/IEC 27018</p> <p>ارزیابی تأثیر حریم خصوصی: ISO/IEC 29134</p> <p>الزامات حفاظت از اطلاعات شناسایی شخصی: ISO/IEC 29151</p> <p>مدیریت اطلاعات حریم خصوصی: ISO/IEC 27701</p> <p>چارچوب مدیریت هویت: ISO/IEC 24760</p>	IIRA Privacy	
<p>شبکه‌های محلی و شهری - پل‌ها و تونل‌ها: IEEE 802. 1Q</p> <p>شبکه با زمان‌بندی حساس: IEEE 802. 1TSN</p> <p>LAN شبکه‌های بی‌سیم: IEEE 802. 11</p> <p>شبکه‌های کم‌مصرف و نرخ داده پایین: IEEE 802. 15. 4</p> <p>رادیو نسل پنجم: 5G NR</p> <p>پروتکل شبکه برد بلند کم‌مصرف: LoRaWAN</p> <p>انتقال تله‌متری صف پیام: MQTT</p> <p>خدمات توزیع داده: DDS</p> <p>OPC معماری یکپارچه: OPC UA</p> <p>پروتکل انتقال ابرمتن (امن): HTTP/HTTPS</p> <p>پروتکل کاربرد محدود: CoAP</p>	IIRA Connectivity	
یکپارچه‌سازی سیستم کنترل سازمانی: IEC 62264	IIRA Operation Domain	



استانداردهای مرتبط	زیرمجموعه‌های تخصصی	معماری مرجع
<p>IEC 61512: کنترل دسته‌ای.</p> <p>ISA-95: استاندارد اتوماسیون و کنترل.</p> <p>ISA-88: کنترل دسته‌ای.</p> <p>ISO 22400: شاخص‌های کلیدی عملکرد برای مدیریت عملیات تولید.</p> <p>ISO 15704: چارچوب‌های معماری سازمانی</p> <p>ISO 13374: پایش وضعیت ماشین‌آلات و تشخیص</p> <p>IEC 62682: مدیریت سیستم‌های هشدار</p>		
<p>ISO/IEC 25010: کیفیت سیستم و نرم‌افزار.</p> <p>ISO/IEC 25012: کیفیت داده.</p> <p>ISO/IEC 19770: IT مدیریت دارایی‌های</p> <p>ISO/IEC 12207: فرآیندهای چرخه عمر نرم‌افزار.</p> <p>ISO/IEC 15288: فرآیندهای چرخه عمر سیستم.</p> <p>ISO/IEC 9126: مدل کیفیت نرم‌افزار</p>	IIRA Application Domain	
<p>ISO/IEC 42010: توصیف معماری.</p> <p>ISO/IEC 10746: مدل مرجع پردازش توزیع‌شده باز.</p> <p>ISO/IEC 18384: SOA معماری مرجع.</p> <p>ISO/IEC 19501: (UML) زبان مدل‌سازی یکپارچه</p> <p>ISO/IEC 19505: (UML) زبان مدل‌سازی یکپارچه</p> <p>ISO/IEC 19510: (BPMN) نماد مدل‌سازی فرآیند کسب‌وکار</p>	IIRA Functional Viewpoint	
<p>IEC 62264: یکپارچه‌سازی سیستم کنترل سازمانی</p> <p>IEC 61499: بلوک‌های تابع برای سیستم‌های کنترل صنعتی</p> <p>IEC 61131: کنترل‌رهای قابل برنامه‌ریزی</p> <p>ISO 15926: سیستم‌های اتوماسیون صنعتی و یکپارچه‌سازی</p> <p>IEC 62890: مدیریت چرخه عمر برای سیستم‌ها و محصولات</p>	<p>مهندسی سیستم تولید (Production System Engineering)</p>	<p>NIST Initiative</p>



استانداردهای مرتبط	زیرمجموعه‌های تخصصی	معماری مرجع
IEC 62714: فرمت مبادله داده مهندسی (AutomationML) ایمنی عملکردی سیستم‌های الکتریکی/الکترونیکی: IEC 61508		
IEC 62890: مدیریت چرخه عمر برای سیستم‌ها و محصولات یکپارچه‌سازی داده‌های چرخه عمر: ISO 15926 انواع عناصر داده استاندارد: IEC 61360 کیفیت داده: ISO 8000 فرهنگ‌های فنی باز: ISO 22745 ویژگی‌های مدل شیء: IEC 62264-2 سیستم‌های کنترل و اتوماسیون ساختمان: ISO 16484	مدیریت داده چرخه عمر تولید (Production Life Cycle) (Data Management)	
استاندارد تبادل داده‌های مدل محصول: ISO 10303 فرمت فایل JT: ISO 14306 پی‌دی‌اف سه‌بعدی: ISO 14739 انواع عناصر داده استاندارد: IEC 61360 کتابخانه قطعات: ISO 13584 روش‌های کار با داده‌های تعریف محصول دیجیتال: ISO 16792 ویژگی‌های مدل شیء: IEC 62264-2	تبادل داده مدل محصول (Product Model Data) (Exchange)	
سیستم‌های مدیریت امنیت زنجیره تأمین: ISO 28000 شناسایی منحصر به فرد: ISO 15459 تبادل الکترونیکی داده‌ها برای مدیریت، تجارت و حمل و نقل: ISO 9735 پیام‌رسانی خدمات مالی: ISO 20022 پیام‌های کارت تراکنش مالی: ISO 8583 تبادل داده زنجیره تأمین: ISO 22384 ارتباطات مورد اعتماد در زنجیره تأمین: ISO 19626	مدیریت زنجیره تأمین (Supply Chain) (Management)	



استانداردهای مرتبط	زیرمجموعه‌های تخصصی	معماری مرجع
ISO 10303-238: CNC استاندارد برای کنترل ISO 14649: مدل داده برای کنترلرهای عددی کامپیوتری ISO 6983: برنامه‌نویسی کنترل عددی IEC 61512: کنترل دسته‌ای IEC 62264-1: یکپارچه‌سازی سیستم کنترل سازمانی ISO 15531: داده‌های مدیریت تولید ISO 16100: پروفایل سازی قابلیت نرم‌افزار تولید	داده مدل تولید Manufacturing Model) (Data	
ISO 19439: چارچوب مدل سازی سازمانی ISO 19440: ساختارهای مدل سازی سازمانی ISO/IEC 19501: زبان مدل سازی یکپارچه ISO/IEC 19505: UML گروه مدیریت شیء ISO/IEC 19510: مدل فرآیند کسب‌وکار و نشانه‌گذاری ISO 42010: توصیف معماری ISO 15704: الزامات معماری‌های مرجع سازمانی	روش‌های مدل سازی (Modeling Practice)	
IEC 62714: زبان علامت‌گذاری اتوماسیون IEC 61158: گذرگاه میدانی IEC 61131-3: PLC زبان‌های برنامه‌نویسی IEC 61499: بلوک‌های تابع برای سیستم‌های کنترل صنعتی IEC 62264-2: مدل‌های شیء IEC 61804: زبان توصیف دستگاه الکترونیکی ISO 22400: شاخص‌های کلیدی عملکرد	داده مدل سیستم تولید (Production System Model Data)	



استانداردهای مرتبط	زیرمجموعه‌های تخصصی	معماری مرجع
<p>مدل فرآیند کسب‌وکار و نشانه‌گذاری: ISO/IEC 19510</p> <p>معاملات تجاری: ISO/IEC 15944</p> <p>تبادل الکترونیکی داده‌ها برای مدیریت، تجارت و حمل و نقل: ISO 9735</p> <p>پیام‌رسانی خدمات مالی: ISO 20022</p> <p>مدل‌های فعالیت عملیات تولید: IEC 62264-3</p> <p>الزامات معماری‌های مرجع سازمانی: ISO 15704</p> <p>ساختارهای مدل‌سازی سازمانی: ISO 19440</p>	<p>اجرای فرآیند کسب‌وکار (Business Process) (Execution)</p>	
<p>مدیریت چرخه عمر برای سیستم‌ها و محصولات: IEC 62890</p> <p>یکپارچه‌سازی داده‌های چرخه عمر: ISO 15926</p> <p>سیستم‌های مدیریت کیفیت: ISO 9001</p> <p>سیستم‌های مدیریت محیط زیست: ISO 14001</p> <p>مدیریت دارایی: ISO 55000</p> <p>مدیریت قابلیت اطمینان: IEC 60300</p> <p>پشتیبانی چرخه عمر محصول: ISO 10303-239</p>	<p>مدیریت چرخه عمر تولید (Production Life Cycle) (Management)</p>	
<p>انواع عناصر داده استاندارد: IEC 61360</p> <p>کتابخانه قطعات: ISO 13584</p> <p>ساختارهای داده و عناصر: IEC 61987</p> <p>فرهنگ‌های فنی باز: ISO 22745</p> <p>CAE و PCS تبادل داده بین: IEC 62683</p> <p>کیفیت داده: ISO 8000</p> <p>سیستم‌های شناسایی: IEC 62507</p>	<p>. داده کاتالوگ محصول (Product Catalog Data)</p>	
<p>سطوح یکپارچه‌سازی: ISA-95/IEC 62264</p>	<p>Cross Level</p>	<p>ISA-95</p>



استانداردهای مرتبط	زیرمجموعه‌های تخصصی	معماری مرجع
<p>یکپارچه‌سازی سیستم کنترل سازمانی. IEC 62264-1:</p> <p>کنترل دسته‌ای. ISA-88/IEC 61512:</p> <p>(CIM). مدل اطلاعات مشترک: IEC 61970/61968:</p> <p>OPC معماری یکپارچه: IEC 62541:</p> <p>پوسته مدیریت دارایی: IEC 63088:</p> <p>سیستم مدیریت انرژی: ISO 5001:</p> <p>امنیت برای اتوماسیون صنعتی و سیستم‌های کنترل: ISA/IEC 62443:</p>		
<p>مدیریت عملیات تولید. IEC 62264-3:</p> <p>ویژگی‌های مدل شیء. IEC 62264-2:</p> <p>شاخص‌های کلیدی عملکرد. ISO 22400:</p> <p>داده‌های صنعتی تولید. ISO 15531:</p> <p>سیستم‌های اطلاعات کارگاهی صنعتی. IEC 62794:</p> <p>فرمت مبادله داده برای استفاده در مهندسی اتوماسیون صنعتی: IEC 62714:</p>	Operations Level	
<p>سیستم‌های کنترل و جمع‌آوری داده. IEC 60870:</p> <p>خودکارسازی ایستگاه‌های برق. IEC 61850:</p> <p>(DNP3). پروتکل شبکه توزیع: IEEE 1815:</p> <p>معماری یکپارچه OPC: IEC 62541:</p> <p>امنیت ارتباطات. IEC 62351:</p> <p>مدیریت ریسک. ISO 31000:</p> <p>ماشین‌های الکتریکی دوار: IEC 60034:</p>	SCADA Level	
<p>مدیریت اطلاعات زمینه‌ای. NGSI-LD/ETSI GS CIM 009:</p> <p>مرجع معماری اینترنت اشیا. ISO/IEC 30141:</p> <p>داده پیوندی. W3C Linked Data:</p> <p>برای داده‌های پیوندی. W3C JSON-LD: JSON</p>	FIWARE Context Broker	FIWARE Architecture



استانداردهای مرتبط	زیرمجموعه‌های تخصصی	معماری مرجع
<p>و داده در زمینه اطلاعات. API، کاربرد API: ETSI GS CIM 004</p> <p>فرداده زمینه اطلاعات: ETSI GS CIM 006</p> <p>سیستم مدیریت هویت بین دامنه ای: IETF RFC 7644</p>		
<p>توانمندسازهای ژنریک. ETSI TS 103 264:</p> <p>پروتکل انتقال صف پیام تلمتری. 0: 1/v5. 1. 1/v3. MQTT v3</p> <p>پروتکل کاربردی محدود. CoAP (RFC 7252):</p> <p>مدیریت دستگاه‌های سبک. LwM2M:</p> <p>مشخصات ماژول سیمکارت ماشین به ماشین. ETSI TS 103 093:</p> <p>پروتکل کاربردی محدود: IETF RFC 7252</p> <p>سیستم مدیریت هویت بین دامنه ای: IETF RFC 7642</p>	<p>FIWARE IoT Agents</p>	
<p>چارچوب مجوزدهی. OAuth 2. 0 (RFC 6749):</p> <p>OpenID Connect: OAuth 2. 0 لایه هویت روی</p> <p>زبان علامت‌گذاری کنترل دسترسی توسعه‌پذیر. XACML:</p> <p>زبان علامت‌گذاری تأیید امنیتی. SAML:</p> <p>دسترسی مدیریت‌شده توسط کاربر. UMA:</p> <p>JSON توکن وب: JWT</p> <p>سیستم مدیریت هویت بین دامنه ای: IETF RFC 7643</p>	<p>FIWARE Security Framework</p>	
<p>فرمت برای فعالیت‌های اجتماعی. 0: Activity Streams 2.</p> <p>طرح‌های ساختار داده. Schema. org:</p> <p>چارچوب مجوزدهی. OAuth 2. 0 (RFC 6749):</p> <p>اعتبارنامه‌های قابل تأیید. W3C Verifiable Credentials:</p> <p>وب اشیاء. W3C Web of Things:</p> <p>واژگان کاتالوگ داده (DCAT): W3C Data Catalog Vocabulary</p>	<p>DTP Ecosystem</p>	<p>Data Transfer Project (DTP)</p>
<p>REST رابط‌های برنامه‌نویسی: REST APIs:</p>	<p>DTP System</p>	



استانداردهای مرتبط	زیرمجموعه‌های تخصصی	معماری مرجع
<p>JSON-LD: JSON. برای داده‌های پیوندی.</p> <p>DCAT: واژگان کاتالوگ داده.</p> <p>RDF: چارچوب توصیف منابع.</p> <p>OAuth 2.0 (RFC 6749): چارچوب مجوزدهی.</p> <p>OpenID Connect: OAuth 2.0 لایه هویت روی</p>		
<p>Docker/Kubernetes: پلتفرم‌های مجازی‌سازی مبتنی بر کانتینر.</p> <p>Cloud-Native (CNCF): فناوری‌های بومی ابر.</p> <p>OpenAPI: مشخصات رابط برنامه‌نویسی.</p> <p>W3C PROV: مدل داده برای منشأ داده.</p> <p>IETF HTTP/2: پروتکل انتقال ابرمتن.</p> <p>IETF WebRTC: ارتباطات وب زمان-واقعی</p>	DTP Deployment	
<p>ISO/IEC 27001: سیستم مدیریت امنیت اطلاعات.</p> <p>ISO/IEC 27018: حفاظت از اطلاعات شخصی در ابر.</p> <p>GDPR: مقررات حفاظت از داده عمومی.</p> <p>ISO/IEC 29100: چارچوب حریم خصوصی.</p> <p>ISO/IEC 27017: کنترل‌های امنیت اطلاعات برای خدمات ابری.</p> <p>ISO/IEC 29151: الزامات حفاظت از اطلاعات شناسایی شخصی</p>	DTP Security & Privacy	
<p>OPC UA Core: هسته معماری یکپارچه OPC.</p> <p>OPC UA Companion Specs: مشخصات همراه OPC UA.</p> <p>OPC UA PubSub: OPC UA انتشار/اشتراک در</p> <p>IEC 62541-3: مدل داده OPC UA.</p> <p>IEC 62541-4: OPC UA سرویس‌های</p> <p>IEC 62541-7: OPC UA پروفایل‌های</p>	IEC 62541	IICF (Industrial Internet Connectivity Framework)
<p>DDS Security Specification: مشخصات امنیت DDS.</p>	OMG DDS	



استانداردهای مرتبط	زیرمجموعه‌های تخصصی	معماری مرجع
DDS-XRCE: DDS برای دستگاه‌های بسیار محدود. DDS-RPC: DDS فراخوانی روال از راه دور. OMG IDL: زبان تعریف رابط. DDS-TSN: DDS تلفیق با شبکه حساس به زمان. DDS Quality of Service: DDS کیفیت سرویس در		
oneM2M Service Layer: oneM2M لایه سرویس. oneM2M Protocol Binding: oneM2M اتصال پروتکل. oneM2M Security Solutions: oneM2M راهکارهای امنیتی. oneM2M TS-0012: oneM2M پیکربندی. oneM2M TS-0001: معماری عملکردی. oneM2M TS-0004: مشخصات سرویس	TS-0009	
MQTT v3. 1. 1/v5. 0: پروتکل انتقال صف پیام تلمتری. MQTT-SN: MQTT شبکه حسگر. ISO/IEC 20922: MQTT - اطلاعات فناوری. MQTT over TLS: MQTT امنیت انتقال در. MQTT-ST: MQTT الگوی موضوع داده ساختاری. MQTT Sparkplug: مشخصات انتشار/اشتراک صنعتی	MQTT	
IETF RFC 7252: پروتکل کاربردی محدود. IETF RFC 7641: CoAP مشاهده منابع در. IETF RFC 7959: CoAP بلوک‌بندی در. IETF RFC 8323: CoAP روی TCP/TLS. OSCORE: CoAP امنیت شیء‌گرایی. CoAP Management Interface: CoAP رابط مدیریت	CoAP	
PKI (X. 509): زیرساخت کلید عمومی.	x-road Technology Matrix	x-Tee/x-road



استانداردهای مرتبط	زیرمجموعه‌های تخصصی	معماری مرجع
<p>TLS 1. 2/1. 3: امنیت لایه انتقال.</p> <p>SOAP/REST: پروتکل‌های وب سرویس.</p> <p>XAdES/ASiC-E: امضای الکترونیکی پیشرفته.</p> <p>XML/JSON: فرمت‌های داده.</p> <p>SHA-2/SHA-3: الگوریتم‌های هش</p>		
<p>SOAP 1. 1/1. 2: پروتکل دسترسی شیء ساده.</p> <p>HTTPS/REST: امن. HTTP انتقال حالت نمایشی روی</p> <p>JSON/XML: فرمت‌های داده.</p> <p>WS-Security: امنیت وب سرویس.</p> <p>WSDL: زبان توصیف وب سرویس.</p> <p>OCSP: پروتکل وضعیت گواهی‌نامه آنلاین</p>	x-road Protocols and Interfaces	
<p>Microservices Architecture: معماری میکروسرویس.</p> <p>Docker/Kubernetes: پلتفرم‌های مجازی‌سازی مبتنی بر کانتینر.</p> <p>Cloud-Native (CNCF): فناوری‌های بومی ابر.</p> <p>HA Clustering: خوشه‌بندی با قابلیت اطمینان بالا.</p> <p>Load Balancing: متعادل‌سازی بار.</p> <p>Service Mesh: مش سرویس</p>	x-road Deployment View	
<p>Security Server: سرور امنیت.</p> <p>Central Server: سرور مرکزی.</p> <p>Certification Authority: مرجع صدور گواهی‌نامه.</p> <p>Timestamping Authority: مرجع مهر زمانی.</p> <p>OCSP Responder: پاسخ‌دهنده وضعیت گواهی‌نامه آنلاین.</p> <p>Configuration Proxy: پراکسی پیکربندی</p>	x-road System Components	



استانداردهای مرتبط	زیرمجموعه‌های تخصصی	معماری مرجع
طرح هسته مدیریت هویت بین‌دامنه‌ای. (RFC 7643) SCIM Core Schema پروتکل مدیریت هویت بین‌دامنه‌ای. (RFC 7644) SCIM Protocol تعاریف و مفاهیم مدیریت هویت بین‌دامنه‌ای. (RFC 7642) SCIM Definitions چارچوب مجوزدهی. (RFC 6749) OAuth 2.0 OpenID Connect: OAuth 2.0 لایه هویت روی زبان علامت‌گذاری تأیید امنیتی. SAML JSON توکن وب (RFC 7519): JWT	RFC 7642/7643/7644	استانداردهای مدیریت هویت و دسترسی

منبع: (Lohmann, Gonzalez, Baptista, & Bader, 2024) و (ISO-4, 2024) و (IEEE SA, 2024)

جدول 8 - استانداردهای منتشر شده توسط کمیته فنی ISO/TC 184 در حوزه انقلاب چهارم صنعتی و تولید هوشمند

شماره	عنوان فارسی	عنوان انگلیسی	اهداف	دامنه کاربرد	مخاطب
1	الزامات عمومی برای سیستم‌های سایبری-فیزیکی کنترل شده هوشمند - بخش ۱: مرور و اصول بنیادی (ISO 23704-1: 2022)	General requirements for cyber-physically controlled smart machine tool systems (CPSMT) — Part 1: Overview and fundamental principles	ارائه اصول کلی و الزامات برای سیستم‌های کنترل سایبری-فیزیکی هوشمند	تولید هوشمند و سیستم‌های سایبری-فیزیکی	مهندسان تولید، طراحان سیستم‌های هوشمند
2	الزامات عمومی برای سیستم‌های سایبری-فیزیکی کنترل شده هوشمند - بخش ۲: معماری مرجع برای تولید کاهشی (ISO 23704-2: 2022)	General requirements for cyber-physically controlled smart machine tool systems (CPSMT) — Part 2: Reference architecture of CPSMT for subtractive manufacturing	ارائه معماری مرجع برای سیستم‌های کنترل سایبری-فیزیکی در تولید کاهشی	تولید هوشمند و سیستم‌های سایبری-فیزیکی	مهندسان تولید، طراحان سیستم‌های هوشمند



شماره	عنوان فارسی	عنوان انگلیسی	اهداف	دامنه کاربرد	مخاطب
3	الزامات عمومی برای سیستم‌های سایبری-فیزیکی کنترل شده هوشمند - بخش ۳: معماری مرجع برای تولید افزایشی (ISO 23704-3: 2023)	General requirements for cyber-physically controlled smart machine tool systems (CPSMT) — Part 3: Reference architecture of CPSMT for additive manufacturing	ارائه معماری مرجع برای سیستم‌های کنترل سایبری-فیزیکی در تولید افزایشی	تولید هوشمند و سیستم‌های سایبری-فیزیکی	مهندسان تولید، طراحان سیستم‌های هوشمند
4	نقشه استانداردهای تولید هوشمند - بخش ۱: چارچوب (ISO/IEC TR 63306-1: 2020)	Smart manufacturing standards map (SM2) — Part 1: Framework	ارائه چارچوبی برای استانداردهای تولید هوشمند	تولید هوشمند و سیستم‌های یکپارچه	مهندسان و مدیران تولید
5	نقشه استانداردهای تولید هوشمند - بخش ۲: کاتالوگ (ISO/IEC TR 63306-2: 2021)	Smart manufacturing standards map (SM2) — Part 2: Catalogue	ارائه کاتالوگی از استانداردهای مرتبط با تولید هوشمند	تولید هوشمند و سیستم‌های یکپارچه	مهندسان و مدیران تولید
۶	چارچوب مرجع همزاد دیجیتال در ساخت (ISO 23247-1: 2021)	Digital Twin Manufacturing Framework - Part 1: Reference Architecture	تعریف معماری مرجع همزاد دیجیتال	استانداردسازی معماری همزاد دیجیتال در تولید	مهندسان صنعتی، معماران سیستم
۷	مدل اطلاعاتی همزاد دیجیتال در ساخت (ISO 23247-2: 2021)	Digital Twin Manufacturing Framework - Part 2: Information Model	طراحی ساختار داده و مدل اطلاعاتی	مدل‌سازی داده‌های همزاد دیجیتال	متخصصان داده، تحلیلگران
۸	پروتکل‌های تبادل اطلاعات همزاد دیجیتال در ساخت (ISO 23247-3: 2022)	Digital Twin Manufacturing Framework - Part 3: Information Exchange	استانداردسازی تبادل اطلاعات	پروتکل‌های ارتباطی همزاد دیجیتال	مهندسان IT، متخصصان شبکه



شماره	عنوان فارسی	عنوان انگلیسی	اهداف	دامنه کاربرد	مخاطب
۹	الزامات امنیتی همزاد دیجیتال در ساخت (ISO 23247-4: 2022)	Digital Twin Manufacturing Framework - Part 4: Security Requirements	تأمین امنیت داده و حریم خصوصی	حفاظت از داده‌های همزاد دیجیتال	متخصصان امنیت اطلاعات
۱۰	راهنمای پیاده‌سازی همزاد دیجیتال در ساخت (ISO/AWI 23247-5)	Digital Twin Manufacturing Framework - Part 5: Implementation Guidelines	ارائه رهنمودهای اجرایی و عملیاتی	استقرار عملی همزاد دیجیتال	مدیران اجرایی، مشاوران فنی
۱۱	ارزیابی عملکرد همزاد دیجیتال در ساخت (ISO/CD 23247-6)	Digital Twin Manufacturing Framework - Part 6: Performance Assessment	تعیین معیارها و شاخص‌های کارایی	سنجش عملکرد همزاد دیجیتال	تحلیلگران صنعتی، ممیزان فنی
۱۲	گزارش فنی جامع همزاد دیجیتال در ساخت (ISO/DTR 23247-100)	Digital Twin Manufacturing Framework - Part 100: Technical Report on Digital Twin Comprehensive Overview	ارائه گزارش جامع و تحلیلی	مطالعات راهبردی و آینده‌نگری	پژوهشگران، استراتژیست‌های صنعتی
۱۳	مدل مرجع یکپارچه برای تولید هوشمند (IEC 63339: 2024)	Unified reference model for smart manufacturing	ارائه مدل مرجع یکپارچه برای تولید هوشمند	تولید هوشمند و سیستم‌های یکپارچه	مهندسان و مدیران تولید

جدول ۹- استانداردهای در حال تدوین توسط کمیته فنی ISO/TC ۱۸۴ در حوزه انقلاب چهارم صنعتی و تولید هوشمند

شماره	عنوان فارسی	عنوان انگلیسی	اهداف	دامنه کاربرد	مخاطب
1	سیستم‌های اتوماسیون و یکپارچه‌سازی - هم‌افزایی و	Automation systems and integration — Oil and gas interoperability — Part 2: Vocabulary	ارائه واژگان و تعاریف مرتبط با هم‌افزایی و	صنعت نفت و گاز	مهندسان و مدیران تولید



شماره	عنوان فارسی	عنوان انگلیسی	اهداف	دامنه کاربرد	مخاطب
	یکپارچه‌سازی - بخش ۲: واژگان (ISO/AWI TS 18101-2)		یکپارچه‌سازی در صنعت نفت و گاز		
2	رویکرد تحلیل متا- مدل‌سازی برای مدل‌های مرجع تولید هوشمند (IEC/CD TR 63319)	A meta-modelling analysis approach to smart manufacturing reference models	ارائه رویکردی برای تحلیل متا-مدل‌سازی در تولید هوشمند	تولید هوشمند و سیستم‌های یکپارچه	مهندسان و مدیران تولید
3	کاربرد IEC 63339 برای مدل‌های مرجع تولید هوشمند (IEC/CD TR 63597)	Application of IEC 63339 to smart manufacturing reference models	بررسی کاربرد استاندارد IEC 63339 در مدل‌های مرجع تولید هوشمند	تولید هوشمند و سیستم‌های یکپارچه	مهندسان و مدیران تولید
4	الزامات عمومی برای سیستم‌های سایبری- فیزیکی کنترل شده هوشمند - بخش ۴ (ISO/CD 23704-4)	General requirements for cyber- physically controlled smart machine tool systems (CPSMT) — Part 4: Requirements and guidelines for implementing reference architecture of CPSMT for subtractive manufacturing	ارائه الزامات و راهنماها برای پیاده‌سازی معماری مرجع سیستم‌های سایبری-فیزیکی	تولید هوشمند و سیستم‌های سایبری- فیزیکی	مهندسان تولید، طراحان سیستم‌های هوشمند
5	الزامات عمومی برای سیستم‌های سایبری- فیزیکی کنترل شده هوشمند - بخش ۵ (ISO/AWI 23704-5)	General requirements for cyber- physically controlled smart machine tool systems (CPSMT) — Part 5: Requirements and guidelines for implementing reference architecture of CPSMT for additive manufacturing	ارائه الزامات و راهنماها برای پیاده‌سازی معماری مرجع سیستم‌های سایبری-فیزیکی	تولید هوشمند و سیستم‌های سایبری- فیزیکی	مهندسان تولید، طراحان سیستم‌های هوشمند



جدول ۱۰- مجموعه استانداردهای منتشر شده توسط کمیته فنی ISO/TC ۲۶۱ در حوزه تولید افزایشی

شماره	شماره استاندارد	عنوان فارسی	عنوان انگلیسی	اهداف	دامنه کاربرد	مخاطب
1	ISO 17295: 2023	تولید افزایشی - اصول کلی - بخش ۱: موقعیت‌دهی قطعه، مختصات و جهت‌گیری	Additive manufacturing — General principles — Part 1 positioning, coordinates and orientation	استانداردسازی مفاهیم هندسی پایه برای موقعیت‌دهی قطعات در سیستم‌های AM	کلیه فرآیندهای تولید افزایشی	اپراتورهای دستگاه‌ها و مهندسان کنترل کیفیت
2	ISO 17296-2: 2015	تولید افزایشی - اصول کلی - بخش ۲: مروری بر دسته‌بندی فرآیندها و مواد اولیه	Additive manufacturing — General principles — Part 2: Overview of process categories and feedstock	دسته‌بندی فرآیندهای AM و مواد اولیه مورد استفاده	کلیه فناوری‌های تولید افزایشی	مهندسان فرآیند، طراحان و پژوهشگران
3	ISO 27548: 2024	تولید افزایشی پلاستیک‌ها - محیط‌زیست، سلامت و ایمنی - روش آزمون انتشار ذرات	Additive manufacturing of plastics — Environment, health, and safety — Test method for determination of particle and chemical emission rates from desktop material extrusion 3D printer	ارزیابی خطرات زیست‌محیطی چاپگرهای FDM رومیزی	چاپگرهای اکستروژن مواد در محیط‌های غیرصنعتی	کاربران خانگی و شرکت‌های تولید چاپگر
4	ISO/ASTM 52900: 2021	تولید افزایشی - اصول کلی - مبانی و واژگان	Additive manufacturing — General principles — Fundamentals and vocabulary	تعریف اصطلاحات فنی پایه و مفاهیم کلیدی AM	تمامی زیرشاخه‌های تولید افزایشی	پژوهشگران، استانداردها سازان و دانشجویان
5	ISO/ASTM 52901: 2017	تولید افزایشی - اصول کلی - الزامات برای قطعات خریداری‌شده AM	Additive manufacturing — General principles — Requirements for purchased AM parts	تعیین الزامات کیفیت و مستندات برای قطعات AM خریداری‌شده	صنایع مصرف‌کننده قطعات AM مانند هواضا و پزشکی	خریداران قطعات AM ، تأمین‌کنندگان و بازرسان کیفیت



شماره	شماره استاندارد	عنوان فارسی	عنوان انگلیسی	اهداف	دامنه کاربرد	مخاطب
6	ISO/ASTM 52902: 2023	تولید افزایشی - قطعات آزمون - ارزیابی قابلیت‌های هندسی سیستم‌های AM	Additive manufacturing — Test artefacts — Geometric capability assessment of additive manufacturing systems	سنجش دقت ابعادی و هندسی دستگاه‌های AM	صنایع هوافضا، پزشکی و خودروسازی	تولیدکنندگان تجهیزات AM و آزمایشگاه‌های کالیبراسیون
7	ISO/ASTM 52903-1: 2020	تولید افزایشی - تولید مبتنی بر اکستروژن مواد پلاستیکی - بخش ۱: مواد اولیه	Additive manufacturing — Material extrusion-based additive manufacturing of plastic materials — Part 1: Feedstock materials	استانداردسازی خواص فیلامنت‌های پلیمری (مانند PLA و ABS)	چاپگرهای FDM/FFF	تولیدکنندگان فیلامنت و اپراتورهای چاپ
8	ISO/ASTM 52903-2: 2020	تولید افزایشی - تولید مبتنی بر اکستروژن مواد پلاستیکی - بخش ۲: تجهیزات فرآیند	Additive manufacturing — Material extrusion-based additive manufacturing of plastic materials — Part 2: Process equipment	تعیین الزامات فنی نازل‌ها، پلتفرم‌ها و سیستم‌های کنترل دما	طراحی و ساخت چاپگرهای FDM	مهندسان مکانیک و طراحان دستگاه‌ها
9	ISO/ASTM 52904: 2024	تولید افزایشی فلزات - ویژگی‌های فرآیند و عملکرد - فرآیند PBF فلزی برای کاربردهای حیاتی	Additive manufacturing of metals — Process characteristics and performance — Metal powder bed fusion process to meet critical applications	تضمین کیفیت فرآیند PBF در صنایع حساس	هوافضا، انرژی و پزشکی	اپراتورهای سیستم‌های PBF-LB/M
10	ISO/ASTM TR 52905: 2023	تولید افزایشی فلزات - آزمون‌های غیرمخرب - تشخیص نواقص در قطعات	Additive manufacturing of metals — Non-destructive testing and evaluation — Defect detection in parts	ارائه روش‌های CT و Scan و اولتراسونیک برای شناسایی تخلخل و ترک	قطعات فلزی با بارگذاری بحرانی	بازرسان کیفیت و مهندسان مواد
11	ISO/ASTM TR 52906: 2022	تولید افزایشی - آزمون‌های غیرمخرب - ایجاد عیوب عمدی در قطعات فلزی	Additive manufacturing — Non-destructive testing — Intentionally seeding flaws in metallic parts	توسعه روش‌های کالیبراسیون برای دستگاه‌های NDT	آزمایشگاه‌های تحقیقاتی و مراکز صدور گواهی	محققان و مهندسان اعتبارسنجی



شماره	شماره استاندارد	عنوان فارسی	عنوان انگلیسی	اهداف	دامنه کاربرد	مخاطب
12	ISO/ASTM 52907: 2019	تولید افزایشی - مواد اولیه - روش‌های مشخصه‌یابی پودرهای فلزی	Additive manufacturing — Feedstock materials — Methods to characterize metal powders	استانداردسازی روش‌های آزمون پودرهای فلزی برای فرآیندهای AM	تولیدکنندگان مواد اولیه فلزی	مهندسان مواد و اپراتورهای AM
13	ISO/ASTM 52908: 2023	تولید افزایشی فلزات - خواص قطعه نهایی - پس‌پردازش، بازرسی و آزمون قطعات تولیدشده با PBF	Additive manufacturing of metals — Finished part properties — Post-processing, inspection and testing of parts produced by powder bed fusion	استانداردسازی فرآیندهای حرارت‌دهی و ماشین‌کاری نهایی	صنایع با نیاز به پرداخت سطح بالا	اپراتورهای پس‌پردازش و کنترل کیفیت
14	ISO/ASTM 52909: 2024	تولید افزایشی فلزات - خواص قطعه نهایی - وابستگی خواص مکانیکی به جهت و موقعیت در قطعات فلزی	Additive manufacturing of metals — Finished part properties — Orientation and location dependence of mechanical properties for metal parts	تحلیل آنیزوتروپی خواص مکانیکی در قطعات AM	طراحی قطعات با بارگذاری چندمحوره	مهندسان طراحی و تحلیل سازه
15	ISO/ASTM 52910: 2018	تولید افزایشی - طراحی - الزامات، دستورالعمل‌ها و توصیه‌ها	Additive manufacturing — Design — Requirements, guidelines and recommendations	ارائه دستورالعمل‌های طراحی برای تولید افزایشی	تمامی فرآیندهای AM	طراحان و مهندسان تولید
16	ISO/ASTM 52911-1: 2019	تولید افزایشی - طراحی - بخش ۱: پودر بستر شده با لیزر برای فلزات	Additive manufacturing — Design — Part 1: Laser-based powder bed fusion of metals	بهینه‌سازی پارامترهای طراحی برای سیستم‌های PBF-LB/M	قطعات فلزی با هندسه پیچیده	طراحان و مهندسان تولید
17	ISO/ASTM 52911-2: 2019	تولید افزایشی - طراحی - بخش ۲: پودر بستر شده با لیزر برای پلیمرها	Additive manufacturing — Design — Part 2: Laser-based powder bed fusion of polymers	ارائه دستورالعمل‌های طراحی برای مواد	صنایع مصرف‌کننده و پروتوتایپ‌سازی	طراحان محصول و مهندسان مواد



شماره	شماره استاندارد	عنوان فارسی	عنوان انگلیسی	اهداف	دامنه کاربرد	مخاطب
				پلیمری) مانند (PA12)		
18	ISO/ASTM 52911-3: 2023	تولید افزایشی - طراحی - بخش ۳: PBF-EB برای مواد فلزی	Additive manufacturing — Design — Part 3: PBF-EB of metallic materials	ارائه دستورالعمل‌های طراحی برای فرآیندهای پرتو الکترونی	صنایع هوافضا و پزشکی	طراحان و مهندسان تولید
19	ISO/ASTM TR 52912: 2020	تولید افزایشی - طراحی - تولید افزایشی با درجه‌بندی عملکردی	Additive manufacturing — Design — Functionally graded additive manufacturing	طراحی قطعات با خواص متغیر در طول ساخت	صنایع پزشکی و هوافضا	طراحان و مهندسان مواد
20	ISO/ASTM 52915: 2020	مشخصات فرمت فایل تولید افزایشی (AMF) نسخه ۱.۲	Specification for additive manufacturing file format (AMF) Version 1. 2	استانداردسازی فرمت فایل برای انتقال داده‌های طراحی به چاپگرهای AM	تمامی فناوری‌های AM	طراحان نرم‌افزار و اپراتورهای چاپگر
21	ISO/ASTM TR 52916: 2022	تولید افزایشی برای پزشکی - داده‌ها - بهینه‌سازی داده‌های تصویری پزشکی	Additive manufacturing for medical — Data — Optimized medical image data	بهینه‌سازی داده‌های تصویری برای تولید قطعات پزشکی	صنایع پزشکی و دندان پزشکی	مهندسان پزشکی و طراحان قطعات
22	ISO/ASTM TR 52917: 2022	تولید افزایشی - آزمون‌های مقایسه‌ای دستورالعمل‌های کلی	Additive manufacturing — Round robin testing — General guidelines	ارائه دستورالعمل‌های آزمون مقایسه‌ای برای ارزیابی عملکرد فرآیندهای AM	تمامی فناوری‌های AM	آزمایشگاه‌های تحقیقاتی و مراکز استانداردسازی



شماره	شماره استاندارد	عنوان فارسی	عنوان انگلیسی	اهداف	دامنه کاربرد	مخاطب
23	ISO/ASTM 52920: 2023	تولید افزایشی - اصول صلاحیت‌سنجی - الزامات برای فرآیندها و سایت‌های تولید صنعتی	Additive manufacturing — Qualification principles — Requirements for industrial AM processes and production sites	تضمین کیفیت فرآیندهای AM در محیط‌های صنعتی.	کارخانه‌های تولید انبوه با فناوری AM.	مدیران کیفیت، اپراتورهای تولیدی.
24	ISO/ASTM 52924: 2023	تولید افزایشی پلیمرها - اصول صلاحیت‌سنجی - طبقه‌بندی خواص قطعات	Additive manufacturing of polymers — Qualification principles — Classification of part properties	دسته‌بندی قطعات پلیمری بر اساس استحکام و دقت ابعادی	صنایع بسته‌بندی و کالا‌های مصرفی	تولیدکنندگان قطعات پلیمری
25	ISO/ASTM 52925: 2022	تولید افزایشی پلیمرها - مواد اولیه - صلاحیت‌سنجی مواد برای PBF لیزری	Additive manufacturing of polymers — Feedstock materials — Qualification of materials for laser-based powder bed fusion of parts	ارزیابی پودرهای پلیمری برای سیستم‌های SLS	مواد PA ، TPU و کامپوزیت‌ها	تأمین‌کنندگان مواد و اپراتورهای SLS
26	ISO/ASTM 52926-1: 2023	تولید افزایشی فلزات - اصول صلاحیت‌سنجی - بخش ۱: صلاحیت‌سنجی عمومی اپراتورها	Additive manufacturing of metals — Qualification principles — Part 1: General qualification of operators	تعیین شایستگی‌های پایه برای اپراتورهای AM	کلیه فرآیندهای تولید فلزی	مراکز آموزشی و اپراتورهای صنعتی
27	ISO/ASTM 52926-2: 2023	تولید افزایشی فلزات - اصول صلاحیت‌سنجی - بخش ۲: صلاحیت‌سنجی اپراتورهای PBF-LB	Additive manufacturing of metals — Qualification principles — Part 2: Qualification of operators for PBF-LB	آموزش تخصصی برای اپراتورهای سیستم‌های پودر بستر لیزر فلزی	صنایع هوافضا و پزشکی	اپراتورهای سیستم‌های PBF- LB
28	ISO/ASTM 52926-3: 2023	تولید افزایشی فلزات - اصول صلاحیت‌سنجی - بخش ۳: صلاحیت‌سنجی اپراتورهای PBF-EB	Additive manufacturing of metals — Qualification principles — Part 3: Qualification of operators for PBF-EB	آموزش عملیاتی برای سیستم‌های پودر بستر پرتو الکترونی	تولید قطعات تیتانیوم و سوپرآلیاژها	اپراتورهای صنعتی



شماره	شماره استاندارد	عنوان فارسی	عنوان انگلیسی	اهداف	دامنه کاربرد	مخاطب
29	ISO/ASTM 52926-4: 2023	تولید افزایشی فلزات - اصول صلاحیت‌سنجی - بخش ۴: صلاحیت‌سنجی اپراتورهای DED-LB	Additive manufacturing of metals — Qualification principles — Part 4: Qualification of operators for DED-LB	آموزش فرآیندهای تعمیر و تولید قطعات بزرگ با لیزر	صنایع نفت، گاز و انرژی	اپراتورهای صنعتی
30	ISO/ASTM 52926-5: 2023	تولید افزایشی فلزات - اصول صلاحیت‌سنجی - بخش ۵: صلاحیت‌سنجی اپراتورهای DED-Arc	Additive manufacturing of metals — Qualification principles — Part 5: Qualification of operators for DED-Arc	استانداردسازی عملیات جوش قوسی در تولید افزایشی	ساخت سازه‌های فلزی عظیم	اپراتورهای صنعتی
31	ISO/ASTM 52927: 2024	تولید افزایشی - اصول کلی - ویژگی‌های اصلی و روش‌های آزمون مرتبط	Additive manufacturing — General principles — Main characteristics and corresponding test methods	ارائه ماتریس ارتباطی بین پارامترهای فرآیند و آزمون‌ها	کلیه فناوری‌های AM	مهندسان فرآیند و کنترل کیفیت
32	ISO/ASTM 52928: 2024	تولید افزایشی فلزات - مواد اولیه - مدیریت چرخه عمر پودرها	Additive manufacturing of metals — Feedstock materials — Powder life cycle management	بهینه‌سازی ذخیره‌سازی، بازیافت و استفاده مجدد از پودرها	سیستم‌های PBF و DED	تأمین‌کنندگان مواد و اپراتورهای صنعتی
33	ISO/ASTM TS 52930: 2021	تولید افزایشی - اصول صلاحیت‌سنجی - نصب، راه‌اندازی و عملکرد تجهیزات PBF-LB	Additive manufacturing — Qualification principles — Installation, operation and performance (IQ/OQ/PQ) of PBF-LB equipment	اعتبارسنجی تجهیزات پیش از بهره‌برداری صنعتی	کارخانه‌های تولید انبوه	مهندسان فرآیند و کنترل کیفیت
34	ISO/ASTM 52931: 2023	تولید افزایشی فلزات - محیط‌زیست، سلامت و ایمنی - اصول کلی استفاده از مواد فلزی	Additive manufacturing of metals — Environment, health and safety — General principles for use of metallic materials	کاهش ریسک‌های شیمیایی و فیزیکی در فرآیند AM	محیط‌های صنعتی و آزمایشگاهی	مهندسان ایمنی و محیط‌زیست



شماره	شماره استاندارد	عنوان فارسی	عنوان انگلیسی	اهداف	دامنه کاربرد	مخاطب
35	ISO/ASTM 52933: 2024	تولید افزایشی - محیط‌زیست، سلامت و ایمنی - روش آزمون مواد خطرناک منتشرشده از چاپگرهای اکستروژنی	Additive manufacturing — Environment, health and safety — Test method for the hazardous substances emitted from material extrusion type 3D printers in the non-industrial places	سنجش VOC ها و ذرات نانو در چاپگرهای رومیزی	خانه‌ها، مدارس و دفاتر	کاربران خانگی و تولیدکنندگان چاپگر
36	ISO/ASTM 52935: 2023	تولید افزایشی فلزات - اصول صلاحیت‌سنجی - صلاحیت پرسنل هماهنگ‌کننده	Additive manufacturing of metals — Qualification principles — Qualification of coordination personnel	تعیین الزامات مهارت‌های پرسنل هماهنگ‌کننده در فرآیندهای AM	صنایع حساس مانند هوافضا و پزشکی	مدیران پروژه و پرسنل هماهنگ‌کننده
37	ISO/ASTM 52936-1: 2023	تولید افزایشی پلیمرها - اصول صلاحیت‌سنجی - بخش ۱: اصول کلی و آماده‌سازی نمونه‌های آزمون برای PBF-LB	Additive manufacturing of polymers — Qualification principles — Part 1: General principles and preparation of test specimens for PBF-LB	استانداردسازی آماده‌سازی نمونه‌های آزمون برای فرآیندهای PBF-LB	صنایع پلیمری و تولید قطعات دقیق	مهندسان فرآیند و کنترل کیفیت
38	ISO/ASTM 52939: 2023	تولید افزایشی برای ساخت‌وساز - صلاحیت‌سنجی - عناصر سازه‌ای و زیرساختی	Additive manufacturing for construction — Qualification principles — Structural and infrastructure elements	استانداردسازی تولید قطعات سازه‌ای و زیرساختی با فناوری AM	ساخت‌وساز و زیرساخت	مهندسان عمران و معماران
39	ISO/ASTM 52941: 2020	تولید افزایشی - عملکرد سیستم و قابلیت اطمینان - آزمون‌های پذیرش برای ماشین‌های PBF-LB فلزی	Additive manufacturing — System performance and reliability — Acceptance tests for laser metal powder-bed fusion machines for metallic materials for aerospace application	تضمین عملکرد ماشین‌های PBF-LB برای کاربردهای هوافضا	صنایع هوافضا	اپراتورهای ماشین و مهندسان کیفیت



شماره	شماره استاندارد	عنوان فارسی	عنوان انگلیسی	اهداف	دامنه کاربرد	مخاطب
40	ISO/ASTM 52942: 2020	تولید افزایشی - اصول صلاحیت‌سنجی - صلاحیت اپراتورهای ماشین‌های PBF-LB فلزی برای کاربردهای هوافضا	Additive manufacturing — Qualification principles — Qualifying machine operators of laser metal powder bed fusion machines and equipment used in aerospace applications	تعیین الزامات مهارت‌های اپراتورهای ماشین‌های PBF- LB برای هوافضا	صنایع هوافضا	اپراتورهای ماشین و مهندسان کیفیت
41	ISO/ASTM 52943-2: 2024	تولید افزایشی برای هوافضا - ویژگی‌های فرآیند و عملکرد - بخش ۲: رسوب انرژی هدایت‌شده با استفاده از سیم و قوس	Additive manufacturing for aerospace — Process characteristics and performance — Part 2: Directed energy deposition using wire and arc	استانداردسازی فرآیندهای DED برای تولید قطعات هوافضا	صنایع هوافضا	مهندسان فرآیند و تولید
42	ISO/ASTM 52945: 2023	تولید افزایشی برای خودروسازی - اصول صلاحیت‌سنجی - ارزیابی عمومی ماشین و مشخصات شاخص‌های کلیدی عملکرد برای فرآیندهای PBF- LB/M	Additive manufacturing for automotive — Qualification principles — Generic machine evaluation and specification of key performance indicators for PBF-LB/M processes	تضمین عملکرد ماشین‌های AM در صنایع خودروسازی	صنایع خودروسازی	مهندسان فرآیند و کیفیت
43	ISO/ASTM TS 52949: 2025	تولید افزایشی فلزات - اصول صلاحیت‌سنجی - نصب، راه‌اندازی و عملکرد تجهیزات PBF-EB	Additive manufacturing of metals — Qualification principles — Installation, operation and performance (IQ/OQ/PQ) of PBF-EB equipment	اعتبارسنجی تجهیزات PBF-EB برای تولید قطعات فلزی	صنایع حساس مانند هوافضا و پزشکی	مهندسان فرآیند و کیفیت
44	ISO/ASTM 52950: 2021	تولید افزایشی - اصول کلی - مروری بر پردازش داده‌ها	Additive manufacturing — General principles — Overview of data processing	استانداردسازی پردازش داده‌ها در فرآیندهای AM	کلیه فرآیندهای AM	مهندسان داده و فرآیند



شماره	شماره استاندارد	عنوان فارسی	عنوان انگلیسی	اهداف	دامنه کاربرد	مخاطب
45	ISO/ASTM TR 52952: 2023	تولید افزایشی فلزات - مواد اولیه - ارتباط اندازه‌گیری درام چرخشی با قابلیت پخش پودر در ماشین‌های PBF-LB	Additive manufacturing of metals — Feedstock materials — Correlating of rotating drum measurement with powder spreadability in PBF-LB machines	بهبود قابلیت پخش پودر در فرآیندهای PBF-LB	صنایع فلزی	مهندسان مواد و فرآیند
46	ISO/ASTM 52967: 2024	تولید افزایشی برای هوافضا - اصول کلی - طبقه‌بندی قطعات تولیدشده با AM برای استفاده در هواپیما	Additive manufacturing for aerospace — General principles — Part classifications for additive manufactured parts used in aviation	استانداردسازی طبقه‌بندی قطعات AM برای هوافضا	صنایع هوافضا	مهندسان طراحی و کیفیت

جدول ۱۱- مجموعه استانداردهای در حال تدوین توسط کمیته فنی ISO/TC ۲۶۱ در حوزه تولید افزایشی

شماره	شماره استاندارد	عنوان فارسی	عنوان انگلیسی	اهداف	دامنه کاربرد	مخاطب
1	ISO/ASTM CD TR 52913-1.2	تولید افزایشی - مواد اولیه - بخش ۱: پارامترهای مشخصه‌یابی جریان‌پذیری پودر	Additive manufacturing — Feedstock materials — Part 1: Parameters for characterization of powder flow properties	استانداردسازی روش‌های اندازه‌گیری جریان‌پذیری پودر در سیستم‌های PBF	تولید پودرهای فلزی و پلیمری	تولیدکنندگان مواد و مهندسان فرآیند
2	ISO/ASTM CD TR 52918	تولید افزایشی - فرمت‌های داده - پشتیبانی از فرمت فایل، اکوسیستم و تکامل	Additive manufacturing — Data formats — File format support, ecosystem and evolutions	ارائه راهنمایی برای پشتیبانی از فرمت‌های داده و تکامل آن‌ها در اکوسیستم تولید افزایشی	مدیریت داده‌ها در فرآیندهای تولید افزایشی	مهندسان داده، طراحان سیستم‌های AM



شماره	شماره استاندارد	عنوان فارسی	عنوان انگلیسی	اهداف	دامنه کاربرد	مخاطب
3	ISO/ASTM DIS 52919	تولید افزایشی - اصول - صلاحیت‌سنجی روش‌های آزمون برای قالب‌های ماسه‌ای ریخته‌گری فلزات	Additive manufacturing — Qualification principles — Test methods for metal casting sand moulds	استانداردسازی روش‌های آزمون برای قالب‌های ماسه‌ای تولیدشده با فناوری AM	صنایع ریخته‌گری و تولید قالب	مهندسان فرآیند و کنترل کیفیت
4	ISO/ASTM CD 52922	تولید افزایشی - طراحی - رسوب انرژی هدایت‌شده فلزات	Additive manufacturing — Design — Directed energy deposition of metals	ارائه راهنمای طراحی برای فناوری DED	تعمیر و تولید قطعات فلزی بزرگ در صنایع نفت و گاز	مهندسان تعمیرات و تولید
5	ISO/ASTM DIS 52929	تولید افزایشی فلزات - پودر بستر شده - ارائه خواص مواد در برگه‌های داده	Additive manufacturing of metals — Powder bed fusion — Presentation of material properties in material data sheets	استانداردسازی فرمت ارائه داده‌های مواد (مانند پارامترهای چاپ و خواص مکانیکی)	تولیدکنندگان مواد و کاربران صنعتی	تأمین‌کنندگان مواد و مهندسان فرآیند
6	ISO/ASTM DIS 52937	تولید افزایشی فلزات - اصول صلاحیت‌سنجی - وظایف و مهارت‌های مرتبط با AM	Additive manufacturing of metals — Qualification principles — Tasks and related skills for AM	تعریف وظایف و مهارت‌های موردنیاز برای فرآیندهای تولید افزایشی فلزات	آموزش و توسعه مهارت‌های اپراتورهای AM	اپراتورها، مدیران آموزش و مهندسان فرآیند
7	ISO/ASTM FDIS 52938-1	تولید افزایشی فلزات - محیط‌زیست، سلامت و ایمنی - بخش ۱: الزامات ایمنی برای ماشین‌های PBF-LB	Additive manufacturing of metals — Environment, health and safety — Part 1: Safety requirements for PBF-LB machines	ارائه الزامات ایمنی برای ماشین‌های تولید افزایشی با فناوری پودر بستر لیزری (PBF-LB)	صنایع حساس مانند هوافضا و پزشکی	مهندسان ایمنی، اپراتورها و تولیدکنندگان ماشین



شماره	شماره استاندارد	عنوان فارسی	عنوان انگلیسی	اهداف	دامنه کاربرد	مخاطب
8	ISO/ASTM DIS 52941	تولید افزایشی - عملکرد سیستم و قابلیت اطمینان - آزمون‌های پذیرش برای ماشین‌های PBF-فلزی	Additive manufacturing — System performance and reliability — Acceptance tests for laser metal powder-bed fusion machines for metallic materials for aerospace application	تضمین عملکرد و قابلیت اطمینان ماشین‌های-PBF LB برای کاربردهای هوافضا	صنایع هوافضا و تولید قطعات فلزی	اپراتورها، مهندسان کیفیت و تولیدکنندگان ماشین
9	ISO/ASTM DIS 52948	تولید افزایشی فلزات - آزمون‌های غیرمخرب - طبقه‌بندی نواقص در قطعات PBF	Additive manufacturing for metals — Non-destructive testing and evaluation — Imperfections classification in PBF parts	ارائه دسته‌بندی نواقص رایج در قطعات تولیدشده با فناوری PBF	صنایع حساس مانند هوافضا و پزشکی	بازرسان کیفیت و مهندسان مواد
10	ISO/ASTM DIS 52940	تولید افزایشی سرامیک - مواد اولیه - مشخصه‌یابی دوغاب سرامیکی در پلیمریزاسیون حوضچه‌ای	Additive manufacturing of ceramics — Feedstock materials — Characterization of ceramic slurry in vat photopolymerization	استانداردسازی روش‌های آزمون دوغاب‌های سرامیکی در فناوری VPP	تولید قطعات سرامیکی با دقت بالا (مثلاً در دندانپزشکی)	تولیدکنندگان سرامیک و مهندسان مواد
11	ISO/ASTM CD 52946	تولید افزایشی فلزات - خواص قطعه نهایی - آلیاژهای فولاد ضدزنگ تولیدشده با PBF	Additive manufacturing of metals — Finished part properties — Stainless Steel Alloys made by powder bed fusion	استانداردسازی خواص مکانیکی و متالورژیکی آلیاژهای فولاد ضدزنگ تولیدشده با PBF	صنایع فلزی	مهندسان مواد و فرآیند
12	ISO/ASTM CD 52951	تولید افزایشی - داده‌ها - بسته‌های داده برای قطعات AM	Additive Manufacturing — Data — Data packages for AM parts	تعریف ساختار یکپارچه برای ذخیره‌سازی داده‌های طراحی، تولید و بازرسی قطعات	زنجیره تأمین دیجیتال در صنایع هوشمند	مدیران زنجیره تأمین و مهندسان داده



شماره	شماره استاندارد	عنوان فارسی	عنوان انگلیسی	اهداف	دامنه کاربرد	مخاطب
13	ISO/ASTM DIS 52953	تولید افزایشی فلزات - اصول کلی - ثبت داده‌های هندسی به‌دست‌آمده از پایش فرآیند و کنترل کیفیت	Additive manufacturing for metals — General principles — Registration of geometric data acquired from process-monitoring and for quality control	استانداردسازی ثبت داده‌های هندسی برای کنترل کیفیت و پایش فرآیند	صنایع حساس مانند هوافضا و پزشکی	مهندسان کیفیت و داده
14	ISO/ASTM CD 52954-1	تولید افزایشی - اصول صلاحیت‌سنجی - بخش ۱: حالات شکست مشترک برای نقشه‌برداری ریسک	Additive manufacturing — Qualification principles — Part 1: Common failure modes used for risk mapping	شناسایی نقاط ضعف بالقوه در زنجیره تولید	صنایع با الزامات ایمنی بالا	مهندسان ایمنی و مدیران تولید
15	ISO/ASTM DIS 52957	تولید افزایشی سرامیک - طراحی دستورالعمل‌های طراحی	Additive manufacturing of ceramics — Design — Design guidelines	بهینه‌سازی هندسه قطعات سرامیکی برای جلوگیری از ترک‌خوردگی	دندانپزشکی و ایمپلنت‌های پزشکی	طراحان و مهندسان مواد
16	ISO/ASTM CD TR 52958	تولید افزایشی فلزات - پودر بستر شده - پایش فوتودیود هم‌محور برای شناسایی عیوب عدم ذوب	Additive manufacturing of metals — Powder bed fusion — In-situ coaxial photodiode monitoring for lack of fusion flaw detection in PBF-LB	توسعه روش‌های پایش درجا برای شناسایی عیوب عدم ذوب در فرآیند PBF	صنایع حساس مانند هوافضا و پزشکی	مهندسان کیفیت و فرآیند
17	ISO/ASTM DIS 52959	تولید افزایشی فلزات - قطعات آزمون - کوپن‌های اعتبارسنجی	Additive Manufacturing of metals — Test artefacts — Compression validation coupons for lattice designs	استانداردسازی آزمون‌های فشاری برای قطعات شبکه‌ای	طراحی و تولید قطعات سبک‌وزن	مهندسان طراحی و تولید



شماره	شماره استاندارد	عنوان فارسی	عنوان انگلیسی	اهداف	دامنه کاربرد	مخاطب
		فشاری برای طراحی شبکه‌های				
18	ISO/ASTM CD 52965	تولید افزایشی فلزات - اصول صلاحیت‌سنجی - روش آزمون پلاستومتری فرورفتگی	Additive manufacturing for metals — Qualification principles — Test method for indentation plastometry	ارائه روش‌های آزمون پلاستومتری برای تحلیل خواص مکانیکی مواد	صنایع فلزی و تولید قطعات حساس	مهندسان مواد و آزمایشگاه‌های تحقیقاتی
19	ISO/ASTM CD 52966	تولید افزایشی - اصول کلی - چارچوب پیاده‌سازی سیستم‌های خودمختار موقت	Additive manufacturing — General Principles — Framework for the Implementation of a Level System for temporarily self-sufficient systems	استانداردسازی سیستم‌های تولید هوشمند با قابلیت خودترمیمی	کارخانه‌های نسل ۴.۰	مدیران تولید و مهندسان سیستم‌های هوشمند
20	ISO/ASTM CD 52969	تولید افزایشی فلزات - آزمون‌های غیرمخرب - طبقه‌بندی نواقص در قطعات DED	Additive manufacturing for metals — Non-destructive testing and evaluation — Imperfections classification in DED parts	ارائه دستورالعمل‌های شناسایی		

جدول ۱۲- استانداردهای تدوین شده و در حال تدوین مرتبط با تولید افزایشی در کمیته‌های فرعی مرتبط

شماره	عنوان فارسی	عنوان انگلیسی	اهداف	دامنه کاربرد	مخاطب	کمیته فنی مرتبط
۱.	مدل‌سازی مبتنی بر تصاویر پزشکی برای چاپ سه‌بعدی - بخش ۱: الزامات عمومی (ISO/IEC 3532-1: 2023)	Information technology — Medical image-based modelling for 3D printing — Part 1: General requirements	ارائه الزامات عمومی برای مدل‌سازی تصاویر پزشکی جهت چاپ سه‌بعدی	پزشکی، طراحی ایمپلنت‌ها	پزشکان، مهندسان پزشکی	ISO/IEC JTC 1



شماره	عنوان فارسی	عنوان انگلیسی	اهداف	دامنه کاربرد	مخاطب	کمیته فنی مرتبط
۲.	مدل سازی مبتنی بر تصاویر پزشکی برای چاپ سه بعدی - بخش ۲: قطعه بندی (ISO/IEC 3532-2: 2024)	Information technology — Medical image-based modelling for 3D printing — Part 2: Segmentation	استانداردسازی فرآیند قطعه بندی تصاویر پزشکی برای چاپ سه بعدی	پزشکی، طراحی ایمپلنت ها	پزشکان، مهندسان پزشکی	ISO/IEC JTC 1
۳.	ارزیابی روش های داده های اسکن شده برای مدل های چاپ سه بعدی (ISO/IEC DIS 16466)	Information Technology — 3D Printing and scanning — Assessment methods of 3D scanned data for 3D printing model	ارائه روش های ارزیابی برای داده های اسکن شده جهت تولید مدل های چاپ سه بعدی	تولید افزایشی و مدل سازی	مهندسان و پژوهشگران	ISO/IEC JTC 1
۴.	روش های ارزیابی دقت و صحت برای مدل سازی از داده های اسکن شده (ISO/IEC DIS 8803)	Information technology — 3D Printing and scanning — Accuracy and precision evaluation process for modelling from 3D scanned data	استانداردسازی روش های ارزیابی دقت و صحت در مدل سازی از داده های اسکن شده	تولید افزایشی و مدل سازی	مهندسان و پژوهشگران	ISO/IEC JTC 1
۵.	رویه های استاندارد عملیاتی برای چاپ سه بعدی و اسکن (ISO/IEC DIS 8801)	Information Technology — 3D Printing and Scanning — Data Standard Operating Procedure (SOP)	ارائه رویه های استاندارد عملیاتی برای چاپ سه بعدی و اسکن	تولید افزایشی و مدل سازی	مهندسان و پژوهشگران	ISO/IEC JTC 1
۶.	تولید افزایشی برای پزشکی - اصول عمومی - تولید افزایشی ایمپلنت های غیر فعال (ISO/DIS 5092)	Additive manufacturing for medical — General principles — Additive manufacturing of non-active implants	ارائه اصول عمومی برای تولید افزایشی ایمپلنت های غیر فعال	پزشکی، تولید ایمپلنت ها	پزشکان، مهندسان پزشکی	ISO/TC 150



شماره	عنوان فارسی	عنوان انگلیسی	اهداف	دامنه کاربرد	مخاطب	کمیته فنی مرتبط
۷.	راهنمایی برای تولید هوشمند در صنعت آهن و فولاد (ISO/CD 21763)	Guideline for Smart Manufacturing in Iron and Steel Industry	ارائه راهنمایی برای بهبود فرآیندهای تولید در صنعت آهن و فولاد	صنعت فولاد و آهن	مهندسان و مدیران تولید	ISO/TC 17
۸.	مشخصات استفاده از فیلامنت‌های مبتنی بر پلی‌لاکتیک‌اسید در کاربردهای تولید افزایشی (ISO 5425: 2023)	Specifications for use of poly(lactic acid) based filament in additive manufacturing applications	استانداردسازی استفاده از فیلامنت‌های زیست‌پایه در تولید افزایشی	تولید افزایشی با مواد زیست‌پایه	تولیدکنندگان مواد، مهندسان محیط‌زیست	ISO/TC 61/SC 14
۹.	تولید افزایشی برای پزشکی - اصول عمومی - تولید افزایشی ایمپلنت‌های غیر فعال (ISO/DIS 5092)	Additive manufacturing for medical — General principles — Additive manufacturing of non-active implants	ارائه اصول عمومی برای تولید افزایشی ایمپلنت‌های غیر فعال	پزشکی، تولید ایمپلنت‌ها	پزشکان، مهندسان پزشکی	ISO/TC 150



جدول ۱۳- مهمترین استانداردهای تدوین شده توسط ایزو در حوزه هوش مصنوعی

ردیف	عنوان استاندارد	عنوان استاندارد به انگلیسی	اهداف	دامنه	کاربرد	مخاطب	کمیته فنی مرتبط	وضعیت انتشار
1	امنیت سایبری — هوش مصنوعی — راهنمای مقابله با تهدیدات امنیتی و شکست‌ها در سیستم‌های هوش مصنوعی (ISO/IEC DIS 27090)	Cybersecurity — Artificial Intelligence — Guidance for addressing security threats and failures in artificial intelligence systems	ارائه راهنمایی برای شناسایی و مقابله با تهدیدات امنیتی در سیستم‌های هوش مصنوعی	امنیت سایبری سیستم‌های هوش مصنوعی	پیشگیری و کاهش خطرات امنیتی در سیستم‌های هوش مصنوعی	متخصصان امنیت سایبری، توسعه‌دهندگان سیستم‌های هوش مصنوعی	ISO/IEC JTC 1/SC 27	در دست تدوین
2	امنیت سایبری و حریم خصوصی — هوش مصنوعی — حفاظت از حریم خصوصی (ISO/IEC WD 27091. 3)	Cybersecurity and Privacy — Artificial Intelligence — Privacy protection	ارائه راهکارهایی برای حفاظت از حریم خصوصی کاربران در سیستم‌های هوش مصنوعی	امنیت سایبری و حریم خصوصی	حفاظت از داده‌های شخصی در استفاده از سیستم‌های هوش مصنوعی	متخصصان امنیت، توسعه‌دهندگان سیستم‌های هوش مصنوعی، مدیران حریم خصوصی	ISO/IEC JTC 1/SC 27	در دست تدوین
3	فناوری اطلاعات — هوش مصنوعی برای چندرسانه‌ای — بخش ۱: چشم‌اندازها و سناریوها (ISO/IEC CD TR 23888-1)	Information technology — Artificial intelligence for multimedia Part 1: Vision and scenarios	ارائه چشم‌اندازها و سناریوهای کاربرد هوش مصنوعی در فناوری‌های چندرسانه‌ای	هوش مصنوعی در فناوری‌های چندرسانه‌ای	توسعه محصولات و خدمات چندرسانه‌ای مبتنی بر هوش مصنوعی	توسعه‌دهندگان محتوای چندرسانه‌ای، متخصصان هوش مصنوعی	ISO/IEC JTC 1/SC 29	در دست تدوین
4	فناوری اطلاعات — هوش مصنوعی برای چندرسانه‌ای — بخش ۳: بهینه‌سازی رمزگذارها و سیستم‌های دریافت برای	Information technology — Artificial intelligence for multimedia Part 3: Optimization of	بهبود کارایی رمزگذارها و سیستم‌های دریافت برای تحلیل محتوای	پردازش تصویر و ویدئو با هوش مصنوعی	بهینه‌سازی سیستم‌های پردازش تصویر و ویدئو	متخصصان پردازش تصویر، توسعه‌دهندگان	ISO/IEC JTC 1/SC 29	در دست تدوین



ردیف	عنوان استاندارد	عنوان استاندارد به انگلیسی	اهداف	دامنه	کاربرد	مخاطب	کمیته فنی مرتبط	وضعیت انتشار
	تحلیل ماشینی محتوای ویدئویی (کدگذاری شده ISO/IEC CD TR 23888-3)	encoders and receiving systems for machine analysis of coded video content	ویدئویی با هوش مصنوعی			سیستم‌های هوش مصنوعی		
5	فناوری اطلاعات — هوش مصنوعی — ارزیابی عملکرد طبقه‌بندی یادگیری ماشینی (ISO/IEC TS 4213: 2022)	Information technology — Artificial intelligence — Assessment of machine learning classification performance	ارائه روش‌هایی برای ارزیابی دقیق عملکرد مدل‌های طبقه‌بندی یادگیری ماشینی	یادگیری ماشینی	ارزیابی کارایی و دقت الگوریتم‌های طبقه‌بندی	متخصصان یادگیری ماشینی، پژوهشگران هوش مصنوعی	ISO/IEC JTC 1/SC 42	انتشار یافته
6	هوش مصنوعی — کیفیت داده برای تحلیل و یادگیری ماشینی — (ML) بخش ۱: مرور کلی، اصطلاحات و مثال‌ها (ISO/IEC 5259-1: 2024)	Artificial intelligence — Data quality for analytics and machine learning (ML) Part 1: Overview, terminology, and examples	ارائه مفاهیم پایه، اصطلاحات و مثال‌ها در زمینه کیفیت داده برای یادگیری ماشینی	کیفیت داده در یادگیری ماشینی	استانداردسازی مفاهیم و اصطلاحات کیفیت داده	متخصصان داده، تحلیلگران، توسعه‌دهندگان هوش مصنوعی	ISO/IEC JTC 1/SC 42	انتشار یافته
7	هوش مصنوعی — کیفیت داده برای تحلیل و یادگیری ماشینی — (ML) بخش ۲: معیارهای کیفیت داده (ISO/IEC 5259-2: 2024)	Artificial intelligence — Data quality for analytics and machine learning (ML) Part 2: Data quality measures	تعریف معیارهای استاندارد برای سنجش کیفیت داده در یادگیری ماشینی	کیفیت داده در یادگیری ماشینی	ارزیابی و بهبود کیفیت داده‌ها	متخصصان داده، مهندسان یادگیری ماشینی	ISO/IEC JTC 1/SC 42	انتشار یافته
8	هوش مصنوعی — کیفیت داده برای تحلیل و یادگیری ماشینی — (ML) بخش ۳: الزامات و راهنماهای مدیریت کیفیت	Artificial intelligence — Data quality for analytics and machine learning (ML) Part 3: Data quality management	ارائه الزامات و راهنماهای مدیریت کیفیت داده برای	مدیریت کیفیت داده	استقرار سیستم مدیریت کیفیت داده در	مدیران داده، متخصصان کیفیت داده	ISO/IEC JTC 1/SC 42	انتشار یافته



ردیف	عنوان استاندارد	عنوان استاندارد به انگلیسی	اهداف	دامنه	کاربرد	مخاطب	کمیته فنی مرتبط	وضعیت انتشار
	داده (ISO/IEC 5259-3: 2024)	requirements and guidelines	سیستم‌های یادگیری ماشینی		پروژه‌های هوش مصنوعی			
9	هوش مصنوعی — کیفیت داده برای تحلیل و یادگیری ماشینی (ML) بخش ۴: فرآیند کیفیت داده (ISO/IEC 5259-4: 2024)	Artificial intelligence — Data quality for analytics and machine learning (ML) Part 4: Data quality process framework	تعریف چارچوب فرآیندی برای مدیریت کیفیت داده در یادگیری ماشینی	فرآیندهای کیفیت داده	پیاپی سازی فرآیندهای استاندارد برای تضمین کیفیت داده	مدیران پروژه، متخصصان فرآیند، متخصصان داده	ISO/IEC JTC 1/SC 42	انتشار یافته
10	هوش مصنوعی — کیفیت داده برای تحلیل و یادگیری ماشینی (ML) بخش ۵: چارچوب حاکمیت کیفیت داده (ISO/IEC 5259-5: 2025)	Artificial intelligence — Data quality for analytics and machine learning (ML) Part 5: Data quality governance framework	ایجاد چارچوب حاکمیتی برای مدیریت کیفیت داده در سازمان‌ها	حاکمیت داده	استقرار سیستم حاکمیت داده در سازمان‌ها	مدیران ارشد، مدیران داده، متخصصان حاکمیت داده	ISO/IEC JTC 1/SC 42	در دست تدوین
11	هوش مصنوعی — کیفیت داده برای تحلیل و یادگیری ماشینی (ML) بخش ۶: چارچوب مصورسازی برای کیفیت داده (ISO/IEC CD TR 5259-6)	Artificial intelligence — Data quality for analytics and machine learning (ML) Part 6: Visualization framework for data quality	ارائه چارچوبی برای مصورسازی شاخص‌های کیفیت داده	مصورسازی داده	نمایش تصویری وضعیت کیفیت داده‌ها	متخصصان مصورسازی، تحلیلگران داده	ISO/IEC JTC 1/SC 42	در دست تدوین
12	فناوری اطلاعات — هوش مصنوعی — فرآیندهای چرخه حیات سیستم هوش مصنوعی (ISO/IEC 5338: 2023)	Information technology — Artificial intelligence — AI system life cycle processes	تعریف فرآیندهای استاندارد چرخه حیات سیستم‌های هوش مصنوعی	مدیریت چرخه حیات سیستم‌های هوش مصنوعی	توسعه و نگهداری سیستم‌های هوش مصنوعی	مدیران پروژه، توسعه‌دهندگان هوش مصنوعی	ISO/IEC JTC 1/SC 42	انتشار یافته



ردیف	عنوان استاندارد	عنوان استاندارد به انگلیسی	اهداف	دامنه	کاربرد	مخاطب	کمیته فنی مرتبط	وضعیت انتشار
13	فناوری اطلاعات — هوش مصنوعی — راهنمای کاربردهای هوش مصنوعی (ISO/IEC 5339: 2024)	Information technology — Artificial intelligence — Guidance for AI applications	ارائه راهنمایی برای توسعه و استفاده از کاربردهای هوش مصنوعی	کاربردهای هوش مصنوعی	پایاده سازی سیستم های کاربردی هوش مصنوعی	توسعه دهندگان و کاربران نهایی سیستم های هوش مصنوعی	ISO/IEC JTC 1/SC 42	انتشار یافته
14	فناوری اطلاعات — هوش مصنوعی — معماری مرجع مهندسی دانش (ISO/IEC 5392: 2024)	Information technology — Artificial intelligence — Reference architecture of knowledge engineering	تعریف معماری مرجع برای سیستم های مهندسی دانش	مهندسی دانش	طراحی و پایاده سازی سیستم های مبتنی بر دانش	مهندسان دانش، معماران سیستم	ISO/IEC JTC 1/SC 42	انتشار یافته
15	فناوری اطلاعات — هوش مصنوعی — اهداف و رویکردهای تفسیرپذیری و توضیح پذیری مدل های یادگیری ماشینی و سیستم های هوش مصنوعی (ISO/IEC DTS 6254)	Information technology — Artificial intelligence — Objectives and approaches for explainability and interpretability of ML models and AI systems	ارائه رویکردهایی برای افزایش تفسیرپذیری و توضیح پذیری سیستم های هوش مصنوعی	تفسیرپذیری هوش مصنوعی	ایجاد سیستم های هوش مصنوعی قابل توضیح	متخصصان هوش مصنوعی، تنظیم کنندگان مقررات	ISO/IEC JTC 1/SC 42	در دست تدوین
16	فناوری اطلاعات — هوش مصنوعی — چارچوب چرخه حیات داده (ISO/IEC 8183: 2023)	Information technology — Artificial intelligence — Data life cycle framework	تعریف چارچوب استاندارد برای مدیریت چرخه حیات داده ها	مدیریت داده	مدیریت داده در طول چرخه حیات آن	متخصصان داده، مدیران پروژه های هوش مصنوعی	ISO/IEC JTC 1/SC 42	انتشار یافته
17	فناوری اطلاعات — هوش مصنوعی — کنترل پذیری سیستم های هوش مصنوعی	Information technology — Artificial intelligence — Controllability of	ارائه روش هایی برای افزایش کنترل پذیری	کنترل سیستم های هوش مصنوعی	افزایش قابلیت کنترل	طراحان سیستم، مهندسان کنترل	ISO/IEC JTC 1/SC 42	انتشار یافته



ردیف	عنوان استاندارد	عنوان استاندارد به انگلیسی	اهداف	دامنه	کاربرد	مخاطب	کمیته فنی مرتبط	وضعیت انتشار
	خودکار (ISO/IEC TS 8200: 2024)	automated artificial intelligence systems	سیستم‌های هوش مصنوعی خودکار		سیستم‌های خودکار			
18	فناوری اطلاعات — هوش مصنوعی — طبقه‌بندی شفافیت سیستم‌های هوش مصنوعی (ISO/IEC FDIS 12792)	Information technology — Artificial intelligence — Transparency taxonomy of AI systems	ارائه طبقه‌بندی استاندارد برای سطوح شفافیت در سیستم‌های هوش مصنوعی	شفافیت هوش مصنوعی	ارزیابی و بهبود شفافیت سیستم‌های هوش مصنوعی	متخصصان اخلاق هوش مصنوعی، توسعه‌دهندگان	ISO/IEC JTC 1/SC 42	در دست تدوین
19	هوش مصنوعی — آزمون هوش مصنوعی — بخش ۳: تحلیل اعتبارسنجی و تأیید سیستم‌های هوش مصنوعی (ISO/IEC CD TS 42119-3)	Artificial intelligence — Testing of AI Part 3: Verification and validation analysis of AI systems	تعریف روش‌های استاندارد برای اعتبارسنجی و تأیید سیستم‌های هوش مصنوعی	آزمون هوش مصنوعی	تضمین کیفیت سیستم‌های هوش مصنوعی	متخصصان آزمون نرم‌افزار، مهندسان کیفیت	ISO/IEC JTC 1/SC 42	در دست تدوین
20	فناوری اطلاعات — هوش مصنوعی — مرور کلی دستگاه‌های محاسباتی یادگیری ماشینی (ISO/IEC TR 17903: 2024)	Information technology — Artificial intelligence — Overview of machine learning computing devices	ارائه مرور جامعی از دستگاه‌های محاسباتی مختلف برای یادگیری ماشینی	سخت‌افزار هوش مصنوعی	انتخاب سخت‌افزار مناسب برای پیاده‌سازی سیستم‌های یادگیری ماشینی	مهندسان سخت‌افزار، معماران سیستم	ISO/IEC JTC 1/SC 42	انتشار یافته
21	هوش مصنوعی — کاربرد فناوری‌های هوش مصنوعی در انفورماتیک سلامت (ISO/IEC AWI TR 18988)	Artificial intelligence — Application of AI technologies in health informatics	بررسی کاربردهای هوش مصنوعی در حوزه انفورماتیک سلامت	هوش مصنوعی در سلامت	توسعه سیستم‌های سلامت مبتنی	متخصصان انفورماتیک سلامت، توسعه‌دهندگان هوش مصنوعی	ISO/IEC JTC 1/SC 42	در دست تدوین



ردیف	عنوان استاندارد	عنوان استاندارد به انگلیسی	اهداف	دامنه	کاربرد	مخاطب	کمیته فنی مرتبط	وضعیت انتشار
					بر هوش مصنوعی			
22	فناوری اطلاعات — هوش مصنوعی — جنبه‌های پایداری زیست‌محیطی سیستم‌های هوش مصنوعی (ISO/IEC DTR 20226)	Information technology — Artificial intelligence — Environmental sustainability aspects of AI systems	بررسی تأثیرات زیست‌محیطی سیستم‌های هوش مصنوعی و ارائه راهکارهایی برای کاهش آنها	پایداری زیست‌محیطی هوش مصنوعی	توسعه سیستم‌های هوش مصنوعی پایدار	متخصصان محیط زیست، توسعه‌دهندگان هوش مصنوعی	ISO/IEC JTC 1/SC 42	در دست تدوین
23	فناوری اطلاعات — هوش مصنوعی — سیستم‌های هوش مصنوعی سودمند (ISO/IEC CD TR 21221)	Information technology – Artificial intelligence – Beneficial AI systems	تعریف معیارها و روش‌هایی برای ایجاد سیستم‌های هوش مصنوعی سودمند	تأثیرات مثبت هوش مصنوعی	طراحی سیستم‌های هوش مصنوعی با تأثیرات مثبت بر جامعه	طراحان سیستم، متخصصان اخلاق هوش مصنوعی	ISO/IEC JTC 1/SC 42	در دست تدوین
24	فناوری اطلاعات — هوش مصنوعی — راهنمای رسیدگی به نگرانی‌های اجتماعی و ملاحظات اخلاقی (ISO/IEC CD TS 22443)	Information technology — Artificial intelligence — Guidance on addressing societal concerns and ethical considerations	ارائه راهنمایی برای در نظر گرفتن ملاحظات اخلاقی و اجتماعی در توسعه هوش مصنوعی	اخلاق هوش مصنوعی	توسعه سیستم‌های هوش مصنوعی اخلاقی	متخصصان اخلاق، سیاست‌گذاران، توسعه‌دهندگان	ISO/IEC JTC 1/SC 42	در دست تدوین
25	فناوری اطلاعات — هوش مصنوعی — مفاهیم و اصطلاحات هوش مصنوعی (ISO/IEC 22989: 2022)	Information technology — Artificial intelligence — Artificial intelligence concepts and terminology	استانداردسازی مفاهیم و اصطلاحات حوزه هوش مصنوعی	مفاهیم پایه هوش مصنوعی	ایجاد زبان مشترک در حوزه هوش مصنوعی	متخصصان هوش مصنوعی، محققان، توسعه‌دهندگان	ISO/IEC JTC 1/SC 42	انتشار یافته



ردیف	عنوان استاندارد	عنوان استاندارد به انگلیسی	اهداف	دامنه	کاربرد	مخاطب	کمیته فنی مرتبط	وضعیت انتشار
26	چارچوب سیستم‌های هوش مصنوعی (AI) با استفاده از یادگیری ماشینی (ML) (ISO/IEC 23053: 2022)	Framework for Artificial Intelligence (AI) Systems Using Machine Learning (ML)	ارائه چارچوبی برای توسعه سیستم‌های هوش مصنوعی مبتنی بر یادگیری ماشینی	سیستم‌های یادگیری ماشینی	طراحی و پیاده‌سازی سیستم‌های یادگیری ماشینی	طراحان سیستم، توسعه‌دهندگان یادگیری ماشینی	ISO/IEC JTC 1/SC 42	انتشار یافته
27	هوش مصنوعی — روش‌های ارزیابی سیستم‌های پردازش زبان طبیعی دقیق (ISO/IEC AWI 23282)	Artificial Intelligence — Evaluation methods for accurate natural language processing systems	تعریف روش‌های استاندارد برای ارزیابی دقت سیستم‌های پردازش زبان طبیعی	پردازش زبان طبیعی	ارزیابی و بهبود عملکرد سیستم‌های پردازش زبان طبیعی	متخصصان پردازش زبان طبیعی، ارزیابان کیفیت	ISO/IEC JTC 1/SC 42	در دست تدوین
28	فناوری اطلاعات — هوش مصنوعی — راهنمای مدیریت ریسک (ISO/IEC 23894: 2023)	Information technology — Artificial intelligence — Guidance on risk management	ارائه چارچوبی برای شناسایی و مدیریت ریسک‌های مرتبط با سیستم‌های هوش مصنوعی	مدیریت ریسک هوش مصنوعی	کاهش ریسک‌های ناشی از استفاده از هوش مصنوعی	مدیران ریسک، متخصصان هوش مصنوعی	ISO/IEC JTC 1/SC 42	انتشار یافته
29	فناوری اطلاعات — هوش مصنوعی — سوگیری در سیستم‌های هوش مصنوعی و تصمیم‌گیری به کمک هوش مصنوعی (ISO/IEC TR 24027: 2021)	Information technology — Artificial intelligence (AI) — Bias in AI systems and AI aided decision making	شناسایی و کاهش سوگیری در سیستم‌های هوش مصنوعی	سوگیری در هوش مصنوعی	ایجاد سیستم‌های هوش مصنوعی عادلانه و بدون تبعیض	متخصصان اخلاق، توسعه‌دهندگان الگوریتم	ISO/IEC JTC 1/SC 42	انتشار یافته
30	فناوری اطلاعات — هوش مصنوعی — مرور کلی قابلیت	Information technology — Artificial intelligence	ارائه مروری کلی بر مفاهیم و روش‌های	قابلیت اعتماد هوش مصنوعی	توسعه سیستم‌های	مدیران، متخصصان هوش مصنوعی	ISO/IEC JTC 1/SC 42	انتشار یافته



ردیف	عنوان استاندارد	عنوان استاندارد به انگلیسی	اهداف	دامنه	کاربرد	مخاطب	کمیته فنی مرتبط	وضعیت انتشار
	اعتماد در هوش مصنوعی (ISO/IEC TR 24028: 2020)	— Overview of trustworthiness in artificial intelligence	افزایش قابلیت اعتماد در سیستم‌های هوش مصنوعی		هوش مصنوعی قابل اعتماد	تنظیم‌کنندگان مقررات		
31	هوش مصنوعی — (AI) ارزیابی استحکام شبکه‌های عصبی — بخش ۱: مرور کلی (ISO/IEC TR 24029-1: 2021)	Artificial Intelligence (AI) — Assessment of the robustness of neural networks Part 1: Overview	ارائه مروری کلی بر روش‌های ارزیابی استحکام شبکه‌های عصبی	استحکام شبکه‌های عصبی	بهبود استحکام و پایداری شبکه‌های عصبی	متخصصان یادگیری عمیق، پژوهشگران هوش مصنوعی	ISO/IEC JTC 1/SC 42	انتشار یافته
32	هوش مصنوعی — (AI) ارزیابی استحکام شبکه‌های عصبی — بخش ۲: روش‌شناسی استفاده از روش‌های رسمی (ISO/IEC 24029-2: 2023)	Artificial intelligence (AI) — Assessment of the robustness of neural networks Part 2: Methodology for the use of formal methods	ارائه روش‌شناسی برای استفاده از روش‌های رسمی در ارزیابی استحکام شبکه‌های عصبی	روش‌های رسمی در هوش مصنوعی	تضمین استحکام شبکه‌های عصبی با روش‌های رسمی	متخصصان روش‌های رسمی، پژوهشگران هوش مصنوعی	ISO/IEC JTC 1/SC 42	انتشار یافته
33	هوش مصنوعی — (AI) ارزیابی استحکام شبکه‌های عصبی — بخش ۳: روش‌شناسی استفاده از روش‌های آماری (ISO/IEC AWI 24029-3)	Artificial intelligence (AI) — Assessment of the robustness of neural networks Part 3: Methodology for the use of statistical methods	ارائه روش‌شناسی برای استفاده از روش‌های آماری در ارزیابی استحکام شبکه‌های عصبی	روش‌های آماری در هوش مصنوعی	تضمین استحکام شبکه‌های عصبی با روش‌های آماری	متخصصان آمار، پژوهشگران هوش مصنوعی	ISO/IEC JTC 1/SC 42	در دست تدوین
34	فناوری اطلاعات — هوش مصنوعی — (AI) موارد کاربرد (ISO/IEC TR 24030: 2024)	Information technology — Artificial intelligence (AI) — Use cases	ارائه مجموعه‌ای از موارد کاربرد استاندارد برای هوش مصنوعی	کاربردهای هوش مصنوعی	شناسایی و استفاده از الگوهای موفق	طراحان سیستم، مدیران کسب‌وکار	ISO/IEC JTC 1/SC 42	انتشار یافته



ردیف	عنوان استاندارد	عنوان استاندارد به انگلیسی	اهداف	دامنه	کاربرد	مخاطب	کمیته فنی مرتبط	وضعیت انتشار
					کاربرد هوش مصنوعی			
35	فناوری اطلاعات — هوش مصنوعی — مرور کلی نگرانی‌های اخلاقی و اجتماعی (ISO/IEC TR 24368: 2022)	Information technology — Artificial intelligence — Overview of ethical and societal concerns	ارائه مروری کلی بر نگرانی‌های اخلاقی و اجتماعی در زمینه هوش مصنوعی	اخلاق هوش مصنوعی	آگاهی از ملاحظات اخلاقی در توسعه هوش مصنوعی	متخصصان اخلاق، سیاست‌گذاران، توسعه‌دهندگان	ISO/IEC JTC 1/SC 42	انتشار یافته
36	فناوری اطلاعات — هوش مصنوعی — چارچوب مدیریت فرآیند برای تحلیل داده‌های بزرگ (ISO/IEC 24668: 2022)	Information technology — Artificial intelligence — Process management framework for big data analytics	ارائه چارچوبی برای مدیریت فرآیندهای تحلیل داده‌های بزرگ	تحلیل داده‌های بزرگ	مدیریت پروژه‌های تحلیل داده‌های بزرگ	مدیران پروژه، متخصصان داده‌های بزرگ	ISO/IEC JTC 1/SC 42	انتشار یافته
37	مهندسی نرم‌افزار — الزامات و ارزیابی کیفیت سیستم‌ها و نرم‌افزار — مدل (SQuaRE) — کیفیت برای سیستم‌های هوش مصنوعی (ISO/IEC 25059: 2023)	Software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — Quality model for AI systems	ارائه مدل کیفیت استاندارد برای سیستم‌های هوش مصنوعی	کیفیت سیستم‌های هوش مصنوعی	ارزیابی و بهبود کیفیت سیستم‌های هوش مصنوعی	مهندسان کیفیت، توسعه‌دهندگان هوش مصنوعی	ISO/IEC JTC 1/SC 42	انتشار یافته
38	هوش مصنوعی — آزمون هوش مصنوعی — بخش ۲: مرور کلی آزمون سیستم‌های هوش مصنوعی (ISO/IEC CD TS 42119-2)	Artificial intelligence — Testing of AI Part 2: Overview of testing AI systems	ارائه مروری کلی بر روش‌های آزمون سیستم‌های هوش مصنوعی	آزمون هوش مصنوعی	استانداردسازی روش‌های آزمون هوش مصنوعی	متخصصان آزمون نرم‌افزار، توسعه‌دهندگان هوش مصنوعی	ISO/IEC JTC 1/SC 42	در دست تدوین



ردیف	عنوان استاندارد	عنوان استاندارد به انگلیسی	اهداف	دامنه	کاربرد	مخاطب	کمیته فنی مرتبط	وضعیت انتشار
39	فناوری اطلاعات — حاکمیت IT — پیامدهای حاکمیتی استفاده از هوش مصنوعی توسط سازمان‌ها (ISO/IEC 38507: 2022)	Information technology — Governance of IT — Governance implications of the use of artificial intelligence by organizations	راهنمایی برای حاکمیت سازمانی در استفاده از هوش مصنوعی	حاکمیت هوش مصنوعی	استقرار سیستم حاکمیت برای فناوری‌های هوش مصنوعی	مدیران ارشد، مدیران IT، متخصصان حاکمیت	ISO/IEC JTC 1/SC 42	انتشار یافته
40	فناوری اطلاعات — هوش مصنوعی — سیستم مدیریت (ISO/IEC 42001: 2023)	Information technology — Artificial intelligence — Management system	تعریف الزامات سیستم مدیریت هوش مصنوعی	مدیریت هوش مصنوعی	پیاپیاده‌سازی سیستم مدیریت برای هوش مصنوعی	مدیران سازمان، متخصصان مدیریت هوش مصنوعی	ISO/IEC JTC 1/SC 42	انتشار یافته
41	فناوری اطلاعات — هوش مصنوعی — ارزیابی تأثیر سیستم هوش مصنوعی (ISO/IEC FDIS 42005)	Information technology — Artificial intelligence — AI system impact assessment	ارائه چارچوبی برای ارزیابی تأثیر سیستم‌های هوش مصنوعی بر سازمان و جامعه	ارزیابی تأثیر هوش مصنوعی	تحلیل و مدیریت تأثیرات سیستم‌های هوش مصنوعی	مدیران ریسک، متخصصان تأثیرات اجتماعی	ISO/IEC JTC 1/SC 42	در دست تدوین
42	فناوری اطلاعات — هوش مصنوعی — الزامات برای نهادهای ارائه‌دهنده ممیزی و گواهی سیستم‌های مدیریت هوش مصنوعی (ISO/IEC FDIS 42006)	Information technology — Artificial intelligence — Requirements for bodies providing audit and certification of artificial intelligence management systems	تعیین الزامات برای نهادهای ممیزی و گواهی سیستم‌های مدیریت هوش مصنوعی	ممیزی و گواهی هوش مصنوعی	استانداردسازی فرآیند ممیزی و گواهی	نهادهای گواهی‌دهنده، ممیزان	ISO/IEC JTC 1/SC 42	در دست تدوین



ردیف	عنوان استاندارد	عنوان استاندارد به انگلیسی	اهداف	دامنه	کاربرد	مخاطب	کمیته فنی مرتبط	وضعیت انتشار
43	فناوری اطلاعات — هوش مصنوعی — طبقه‌بندی روش‌ها و قابلیت‌های سیستم هوش مصنوعی (ISO/IEC AWI 42102)	Information technology — Artificial intelligence — Taxonomy of AI system methods and capabilities	ایجاد طبقه‌بندی استاندارد برای روش‌ها و قابلیت‌های سیستم‌های هوش مصنوعی	طبقه‌بندی سیستم‌های هوش مصنوعی	استانداردسازی اصطلاحات و مفاهیم	محققان، توسعه‌دهندگان هوش مصنوعی	ISO/IEC JTC 1/SC 42	در دست تدوین
44	فناوری اطلاعات — هوش مصنوعی — مرور کلی داده‌های مصنوعی در زمینه سیستم‌های هوش مصنوعی (ISO/IEC AWI TR 42103)	Information technology — Artificial intelligence — Overview of synthetic data in the context of AI systems	ارائه مروری بر کاربرد داده‌های مصنوعی در سیستم‌های هوش مصنوعی	داده‌های مصنوعی	تولید و استفاده از داده‌های مصنوعی	متخصصان داده، توسعه‌دهندگان هوش مصنوعی	ISO/IEC JTC 1/SC 42	در دست تدوین
45	فناوری اطلاعات — هوش مصنوعی — راهنمای نظارت انسانی بر سیستم‌های هوش مصنوعی (ISO/IEC CD 42105)	Information technology — Artificial intelligence — Guidance for human oversight of AI systems	ارائه راهنمایی برای استقرار نظارت انسانی بر سیستم‌های هوش مصنوعی	نظارت انسانی	تضمین کنترل انسان بر سیستم‌های خودکار	متخصصان تعامل انسان-ماشین، طراحان سیستم	ISO/IEC JTC 1/SC 42	در دست تدوین
46	فناوری اطلاعات — هوش مصنوعی — مرور کلی ارزیابی تفکیکی ویژگی‌های کیفیت سیستم‌های هوش مصنوعی (ISO/IEC CD TR 42106)	Information technology — Artificial intelligence — Overview of differentiated benchmarking of AI system quality characteristics	ارائه روش‌هایی برای ارزیابی تفکیکی ویژگی‌های کیفیت سیستم‌های هوش مصنوعی	ارزیابی کیفیت هوش مصنوعی	مقایسه و بهبود ویژگی‌های کیفیت	متخصصان ارزیابی کیفیت، توسعه‌دهندگان هوش مصنوعی	ISO/IEC JTC 1/SC 42	در دست تدوین
47	خودروهای جاده‌ای — ایمنی و هوش مصنوعی (ISO/PAS 8800: 2024)	Road vehicles — Safety and artificial intelligence	تعیین الزامات ایمنی برای سیستم‌های	ایمنی خودرو	افزایش ایمنی سیستم‌های	تولیدکنندگان خودرو، متخصصان ایمنی	ISO/TC 22/SC 32	انتشار یافته



ردیف	عنوان استاندارد	عنوان استاندارد به انگلیسی	اهداف	دامنه	کاربرد	مخاطب	کمیته فنی مرتبط	وضعیت انتشار
			هوش مصنوعی در خودروها		خودرویی مبتنی بر هوش مصنوعی			
48	دندانپزشکی — هوش مصنوعی (AI) و هوش تقویت شده (AuI) مبتنی بر تحلیل رادیوگرافی ۲ — D تولد داده، حاشیه نویسی داده و پردازش داده (ISO/FDIS 18374)	Dentistry — Artificial intelligence (AI) and augmented intelligence (AuI) based 2D radiograph analysis — Data generation, data annotation and data processing	استانداردسازی فرآیندهای مرتبط با داده در تحلیل رادیوگرافی دندانپزشکی با هوش مصنوعی	هوش مصنوعی در دندانپزشکی	بهبود تشخیص با استفاده از هوش مصنوعی	دندانپزشکان، متخصصان تصویربرداری پزشکی	ISO/TC 106	در دست تدوین
49	سیستم های حمل و نقل هوشمند — داده های بزرگ و هوش مصنوعی پشتیبان سیستم های حمل و نقل هوشمند — موارد کاربرد (ISO/CD TR 12786. 2)	Intelligent transport systems — Big data and artificial intelligence supporting intelligent transport systems — Use cases	معرفی موارد کاربرد داده های بزرگ و هوش مصنوعی در سیستم های حمل و نقل هوشمند	هوش مصنوعی در حمل و نقل	بهبود سیستم های حمل و نقل با هوش مصنوعی	متخصصان حمل و نقل، تحلیلگران داده	ISO/TC 204	در دست تدوین
50	انفورماتیک سلامت — کاربردهای فناوری های یادگیری ماشینی در تصویربرداری و سایر کاربردهای پزشکی (ISO/TR 24291: 2021)	Health informatics — Applications of machine learning technologies in imaging and other medical applications	معرفی کاربردهای یادگیری ماشینی در تصویربرداری و سایر کاربردهای پزشکی	یادگیری ماشینی در پزشکی	بهبود تشخیص و درمان با یادگیری ماشینی	متخصصان تصویربرداری پزشکی، محققان سلامت	ISO/TC 215	انتشار یافته
51	حفاظت از مصرف کننده — حریم خصوصی از طریق طراحی برای کالاها و خدمات مصرفی	Consumer protection — Privacy by design for consumer goods	تعیین الزامات سطح بالا برای رعایت حریم خصوصی در طراحی	حریم خصوصی در طراحی	توسعه محصولات و	طراحان محصول، متخصصان حریم خصوصی	ISO/PC 317	انتشار یافته



ردیف	عنوان استاندارد	عنوان استاندارد به انگلیسی	اهداف	دامنه	کاربرد	مخاطب	کمیته فنی مرتبط	وضعیت انتشار
	بخش ۱: الزامات سطح بالا (ISO 31700-1: 2023)	and services Part 1: High-level requirements	کالاها و خدمات مصرفی		خدمات با حفظ حریم خصوصی			
52	حفاظت از مصرف کننده — حریم خصوصی از طریق طراحی برای کالاها و خدمات مصرفی — بخش ۲: موارد کاربرد (ISO/TR 31700-2: 2023)	Consumer protection — Privacy by design for consumer goods and services Part 2: Use cases	معرفی موارد کاربرد رعایت حریم خصوصی در طراحی کالاها و خدمات مصرفی	حریم خصوصی در طراحی	نمونه‌های موفق حفظ حریم خصوصی در طراحی	طراحان محصول، متخصصان حریم خصوصی	ISO/PC 317	انتشار یافته

منبع: (ISO-6, 2024)

جدول ۱۴- مهمترین استانداردهای تدوین شده توسط ایزو در حوزه واقعیت گسترده

ردیف	عنوان استاندارد	عنوان استاندارد به انگلیسی	اهداف	دامنه	کاربرد	مخاطب	کمیته فنی مرتبط	وضعیت انتشار
1	فناوری اطلاعات — گرافیک رایانه‌ای، پردازش تصویر و نمایش داده‌های محیطی — مدل اطلاعاتی برای محتوای واقعیت ترکیبی و افزوده — اشیاء و ویژگی‌های اصلی (ISO/IEC 3721: 2023)	Information technology — Computer graphics, image processing and environmental data representation — Information model for mixed and augmented reality content — Core objects and attributes	تعریف مدل اطلاعاتی استاندارد برای محتوای واقعیت ترکیبی و افزوده	مدل سازی اطلاعات در واقعیت افزوده و ترکیبی	طراحی و تولید محتوای استاندارد برای سیستم‌های واقعیت افزوده و ترکیبی	توسعه‌دهندگان نرم‌افزار، طراحان محتوا	ISO/IEC JTC 1/SC 24	انتشار یافته



ردیف	عنوان استاندارد	عنوان استاندارد به انگلیسی	اهداف	دامنه	کاربرد	مخاطب	کمیته فنی مرتبط	وضعیت انتشار
2	گرافیک رایانه‌ای، پردازش تصویر و نمایش داده‌های محیطی — ایمنی واقعیت افزوده و مجازی — راهنمای غوطه‌وری ایمن، راه‌اندازی و استفاده (ISO/IEC 5927: 2024)	Computer graphics, image processing and environmental data representation — Augmented and virtual reality safety — Guidance on safe immersion, set up and usage	ارائه راهنمایی برای استفاده ایمن از سیستم‌های واقعیت افزوده و مجازی	ایمنی در واقعیت افزوده و مجازی	کاهش خطرات استفاده از فناوری‌های واقعیت افزوده و مجازی	کاربران، توسعه‌دهندگان، تولیدکنندگان تجهیزات	ISO/IEC JTC 1/SC 24	انتشار یافته
3	فناوری اطلاعات — مدل‌سازی اطلاعات برای سیستم‌های یادگیری، آموزش و تربیت مبتنی بر واقعیت مجازی/افزوده/ترکیبی (ISO/IEC DIS 9234)	Information technology — Information modelling for VR/AR/MR based learning, education and training systems	استانداردسازی مدل‌های اطلاعاتی برای سیستم‌های آموزشی مبتنی بر واقعیت گسترده	آموزش و یادگیری مبتنی بر واقعیت گسترده	توسعه سیستم‌های آموزشی استاندارد با استفاده از واقعیت گسترده	متخصصان آموزشی، توسعه‌دهندگان محتوای آموزشی	ISO/IEC JTC 1/SC 24	در دست تدوین
4	فناوری اطلاعات — گرافیک رایانه‌ای و پردازش تصویر — زبان مدل‌سازی واقعیت مجازی - بخش ۱: مشخصات کارکردی و کدگذاری UTF-8 (ISO/IEC 14772-1: 1997)	Information technology — Computer graphics and image processing — The Virtual Reality Modeling Language - Part 1: Functional specification and UTF-8 encoding	تعریف مشخصات کارکردی و کدگذاری UTF-8 برای زبان مدل‌سازی واقعیت مجازی	زبان‌های برنامه‌نویسی واقعیت مجازی	توسعه محتوای واقعیت مجازی با استفاده از VRML	برنامه‌نویسان، توسعه‌دهندگان محتوای واقعیت مجازی	ISO/IEC JTC 1/SC 24	انتشار یافته
5	فناوری اطلاعات — گرافیک رایانه‌ای و پردازش تصویر — زبان مدل‌سازی واقعیت مجازی	Information technology — Computer graphics and image processing — The Virtual Reality	تعریف رابط نوپسندگی خارجی	رابط‌های برنامه‌نویسی واقعیت مجازی	ایجاد رابط بین VRML و برنامه‌های کاربردی خارجی	برنامه‌نویسان، توسعه‌دهندگان نرم‌افزار	ISO/IEC JTC 1/SC 24	انتشار یافته



ردیف	عنوان استاندارد	عنوان استاندارد به انگلیسی	اهداف	دامنه	کاربرد	مخاطب	کمیته فنی مرتبط	وضعیت انتشار
	VRML) - بخش ۲: رابط نویسنده خارجی (EAI) (ISO/IEC 14772-2: 2004)	Modeling Language (VRML) - Part 2: External authoring interface (EAI)	برای زبان مدل سازی واقعیت مجازی					
6	فناوری اطلاعات — گرافیک رایانه ای، پردازش تصویر و نمایش محیطی — ساختارهای سیستم های موقعیت یابی بصری در واقعیت ترکیبی و افزوده (MAR) (ISO/IEC DTR 16088)	Information technology — Computer graphics, image processing and environmental representation — Constructs for visual positioning systems in mixed and augmented reality (MAR)	تعریف ساختارهای استاندارد برای سیستم های موقعیت یابی بصری در واقعیت ترکیبی و افزوده	موقعیت یابی بصری در واقعیت افزوده و ترکیبی	بهبود دقت موقعیت یابی در سیستم های واقعیت افزوده و ترکیبی	متخصصان بینایی ماشین، توسعه دهندگان واقعیت افزوده	ISO/IEC JTC 1/SC 24	در دست تدوین
7	فناوری اطلاعات — گرافیک رایانه ای، پردازش تصویر و نمایش محیطی — نمایش حسگر در واقعیت ترکیبی و افزوده (ISO/IEC 18038: 2020)	Information technology — Computer graphics, image processing and environmental representation — Sensor representation in mixed and augmented reality	استانداردسازی نمایش حسگرها در سیستم های واقعیت ترکیبی و افزوده	حسگرها در واقعیت افزوده و ترکیبی	یکپارچه سازی حسگرها با سیستم های واقعیت افزوده و ترکیبی	طراحان سیستم، مهندسان ساخت افزار	ISO/IEC JTC 1/SC 24	انتشار یافته
8	گرافیک رایانه ای، پردازش تصویر و نمایش محیطی — نمایش حسگر در واقعیت ترکیبی و افزوده - بخش ۲: مدل	Computer graphics, image processing and environmental representation — Sensor representation in mixed and	تعریف مدل اطلاعاتی استاندارد برای نمایش حسگرها در واقعیت ترکیبی و افزوده	مدل سازی اطلاعات حسگر	استانداردسازی مدل های داده برای حسگرها در سیستم های واقعیت افزوده و ترکیبی	معماران نرم افزار، طراحان سیستم	ISO/IEC JTC 1/SC 24	در دست تدوین



ردیف	عنوان استاندارد	عنوان استاندارد به انگلیسی	اهداف	دامنه	کاربرد	مخاطب	کمیته فنی مرتبط	وضعیت انتشار
	اطلاعاتی (ISO/IEC AWI 18038-2)	augmented reality - Part 2: Information model						
9	فناوری اطلاعات — گرافیک رایانه‌ای، پردازش تصویر و نمایش داده‌های محیطی — مدل مرجع واقعیت ترکیبی و افزوده (MAR) (ISO/IEC 18039: 2019)	Information technology — Computer graphics, image processing and environmental data representation — Mixed and augmented reality (MAR) reference model	ایجاد مدل مرجع استاندارد برای سیستم‌های واقعیت ترکیبی و افزوده	مدل‌سازی مرجع در واقعیت افزوده و ترکیبی	یکپارچه‌سازی و استانداردسازی سیستم‌های واقعیت افزوده و ترکیبی	معماران سیستم، طراحان پلتفرم‌های واقعیت افزوده	ISO/IEC JTC 1/SC 24	انتشار یافته
10	فناوری اطلاعات — گرافیک رایانه‌ای، پردازش تصویر و نمایش داده‌های محیطی — نمایش بازیگر زنده و موجودیت در واقعیت ترکیبی و افزوده (MAR) (ISO/IEC 18040: 2019)	Information technology — Computer graphics, image processing and environmental data representation — Live actor and entity representation in mixed and augmented reality (MAR)	تعریف استانداردهای نمایش بازیگران زنده و موجودیت‌ها در واقعیت ترکیبی و افزوده	تعامل انسان با واقعیت افزوده و ترکیبی	بهبود تعامل بین انسان‌ها و موجودیت‌های مجازی	توسعه‌دهندگان تعامل انسان- کامپیوتر، طراحان تجربه کاربری	ISO/IEC JTC 1/SC 24	انتشار یافته
11	فناوری اطلاعات — گرافیک رایانه‌ای، پردازش تصویر و نمایش داده‌های محیطی — نمایش سبک برای واقعیت ترکیبی و افزوده (ISO/IEC 21145: 2023)	Information technology — Computer graphics, image processing and environmental data representation — Style representation for	استانداردسازی نحوه نمایش سبک در سیستم‌های واقعیت ترکیبی و افزوده	سبک‌شناسی بصری در واقعیت افزوده و ترکیبی	بهبود یکپارچگی بصری محتوای واقعی و مجازی	طراحان محتوا، هنرمندان دیجیتال	ISO/IEC JTC 1/SC 24	انتشار یافته



ردیف	عنوان استاندارد	عنوان استاندارد به انگلیسی	اهداف	دامنه	کاربرد	مخاطب	کمیته فنی مرتبط	وضعیت انتشار
		mixed and augmented reality						
12	فناوری اطلاعات — گرافیک رایانه‌ای، پردازش تصویر و نمایش داده‌های محیطی — نمایش شیء/محیط برای رندرینگ مبتنی بر تصویر در واقعیت مجازی/ترکیبی و افزوده (VR/MAR) (ISO/IEC 23488: 2022)	Information technology — Computer graphics, image processing and environment data representation — Object/environmental representation for image-based rendering in virtual/mixed and augmented reality (VR/MAR)	تعریف استانداردهای نمایش اشیاء و محیط برای رندرینگ مبتنی بر تصویر	رندرینگ مبتنی بر تصویر	بهبود کیفیت تصویر و واقع‌گرایی در محیط‌های واقعیت گسترده	توسعه‌دهندگان موتورهای رندرینگ، متخصصان گرافیک کامپیوتری	ISO/IEC JTC 1/SC 24	انتشار یافته
13	فناوری اطلاعات - قالب کاربردی چندرسانه‌ای - (MPEG-A) بخش ۱۳: قالب کاربردی واقعیت افزوده (ISO/IEC 23000-13: 2017)	Information technology - Multimedia application format (MPEG-A) - Part 13: Augmented reality application format	تعریف قالب استاندارد برای کاربردهای واقعیت افزوده	قالب‌های چندرسانه‌ای برای واقعیت افزوده	استانداردسازی قالب‌های محتوا برای کاربردهای واقعیت افزوده	توسعه‌دهندگان برنامه‌های کاربردی، تولیدکنندگان محتوا	ISO/IEC JTC 1/SC 29	انتشار یافته
14	فناوری اطلاعات برای یادگیری، آموزش و تربیت — راهنمای عوامل انسانی برای محتوای واقعیت مجازی - بخش ۱: ملاحظات هنگام استفاده از محتوای واقعیت مجازی	Information technology for learning, education and training — Human factor guidelines for virtual reality content - Part 1: Considerations when using VR content	ارائه راهنمایی برای در نظر گرفتن عوامل انسانی هنگام استفاده از محتوای واقعیت مجازی	عوامل انسانی در واقعیت مجازی	بهبود تجربه کاربری و کاهش اثرات منفی استفاده از واقعیت مجازی	مربیان، دانش‌آموزان، طراحان آموزشی	ISO/IEC JTC 1/SC 36	انتشار یافته



ردیف	عنوان استاندارد	عنوان استاندارد به انگلیسی	اهداف	دامنه	کاربرد	مخاطب	کمیته فنی مرتبط	وضعیت انتشار
	(ISO/IEC TR 23842-1: 2020)							
15	فناوری اطلاعات برای یادگیری، آموزش و تربیت — راهنمای عوامل انسانی برای محتوای واقعیت مجازی - بخش ۲: ملاحظات هنگام تولید محتوای واقعیت مجازی (ISO/IEC TR 23842-2: 2020)	Information technology for learning, education, and training — Human factor guidelines for virtual reality content - Part 2: Considerations when making VR content	ارائه راهنمایی برای در نظر گرفتن عوامل انسانی هنگام تولید محتوای واقعیت مجازی	تولید محتوای واقعیت مجازی	بهبود کیفیت و اثربخشی محتوای آموزشی واقعیت مجازی	تولیدکنندگان محتوا، طراحان آموزشی	ISO/IEC JTC 1/SC 36	انتشار یافته
16	فناوری اطلاعات برای یادگیری، آموزش و تربیت — مدل کاتالوگ برای محتوای واقعیت مجازی، افزوده و ترکیبی (ISO/IEC TR 23843: 2020)	Information technology for learning, education and training — Catalogue model for virtual, augmented and mixed reality content	تعریف مدل کاتالوگ استاندارد برای محتوای واقعیت گسترده	کاتالوگ بندی محتوای واقعیت گسترده	سازماندهی و دسترسی به منابع آموزشی گسترده	کتابداران دیجیتال، متخصصان آموزشی	ISO/IEC JTC 1/SC 36	انتشار یافته
17	ارگونومی تعامل انسان-سیستم - بخش ۳۸۰: نتایج نظرسنجی درباره ویژگی‌های نمایشگرهای سروسوار (HMD) مرتبط با تعامل انسان-سیستم (ISO/TR 9241-380: 2022)	Ergonomics of human-system interaction - Part 380: Survey result of HMD (Head-Mounted Displays) characteristics related to human-system interaction	ارائه نتایج نظرسنجی در مورد ویژگی‌های نمایشگرهای سروسوار و تاثیر آنها بر تعامل انسان-سیستم	ارگونومی نمایشگرهای سروسوار	بهبود طراحی نمایشگرهای سروسوار با در نظر گرفتن اصول ارگونومی	تولیدکنندگان HMD، متخصصان ارگونومی	ISO/TC 159/SC 4	انتشار یافته



ردیف	عنوان استاندارد	عنوان استاندارد به انگلیسی	اهداف	دامنه	کاربرد	مخاطب	کمیته فنی مرتبط	وضعیت انتشار
18	ارگونومی تعامل انسان-سیستم - بخش ۸۲۰: راهنمای ارگونومیکی برای تعاملات در محیط‌های غوطه‌ور، شامل واقعیت افزوده و واقعیت مجازی (ISO 9241-820: 2024)	Ergonomics of human-system interaction - Part 820: Ergonomic guidance on interactions in immersive environments, including augmented reality and virtual reality	ارائه راهنمایی ارگونومیکی برای طراحی تعاملات در محیط‌های غوطه‌ور	ارگونومی محیط‌های غوطه‌ور	بهبود تجربه کاربری و کاهش خستگی در استفاده از محیط‌های غوطه‌ور	طراحان تعامل، متخصصان تجربه کاربری	ISO/TC 159/SC 4	انتشار یافته

جدول ۱۵-مهمترین استانداردهای تدوین شده توسط ایزو در حوزه بلاکچین

ردیف	عنوان استاندارد	عنوان استاندارد به انگلیسی	اهداف	دامنه	کاربرد	مخاطب	کمیته فنی مرتبط	وضعیت انتشار
1	اینترنت اشیاء (IoT) — یکپارچه‌سازی IoT و DLT/بلاکچین: موارد کاربرد (ISO/IEC TR 30176: 2021)	Internet of Things (IoT) — Integration of IoT and DLT/blockchain: Use cases	ارائه موارد کاربرد یکپارچه‌سازی اینترنت اشیاء با فناوری‌های بلاکچین و دفتر کل توزیع شده	یکپارچه‌سازی IoT و بلاکچین	شناسایی فرصت‌های همگرایی اینترنت اشیاء و بلاکچین	توسعه‌دهندگان IoT، متخصصان بلاکچین	ISO/IEC JTC 1/SC 41	انتشار یافته
2	اطلاعات و مستندسازی — فناوری بلاکچین و دفتر کل توزیع شده (DLT) در ارتباط با سوابق معتبر، سیستم‌های سوابق و مدیریت سوابق (ISO/TR 24332: 2025)	Information and documentation — Blockchain and distributed ledger technology (DLT) in relation to authoritative records,	تبیین ارتباط بین فناوری بلاکچین و سیستم‌های مدیریت سوابق	مدیریت سوابق در بلاکچین	بهبود مدیریت سوابق با استفاده از فناوری بلاکچین	آرشیویست‌ها، مدیران سوابق، متخصصان بلاکچین	ISO/TC 46/SC 11	انتشار یافته



ردیف	عنوان استاندارد	عنوان استاندارد به انگلیسی	اهداف	دامنه	کاربرد	مخاطب	کمیته فنی مرتبط	وضعیت انتشار
		records systems and records management						
3	خدمات مالی — اطلاعات امنیتی برای PKI در پیاده‌سازی‌های بلاکچین و DLT (ISO/TR 24374: 2023)	Financial services — Security information for PKI in blockchain and DLT implementations	ارائه اطلاعات امنیتی برای زیرساخت کلید عمومی در پیاده‌سازی‌های بلاکچین	امنیت بلاکچین در خدمات مالی	تقویت امنیت سیستم‌های بلاکچین مالی	متخصصان امنیت، توسعه‌دهندگان بلاکچین مالی	ISO/TC 68/SC 2	انتشار یافته
4	فرآیندهای کسب‌وکار و تبادل داده‌های بارنامه الکترونیکی مبتنی بر DLT (ISO/DIS 5909)	Business processes and data interchange of DLT based electronic Bill of Lading	استانداردسازی فرآیندهای تبادل بارنامه الکترونیکی مبتنی بر بلاکچین	بارنامه الکترونیکی	تسهیل تجارت بین‌المللی با بارنامه‌های الکترونیکی	شرکت‌های حمل‌ونقل، گمرک، بازرگانان	ISO/TC 154	در دست تدوین
5	کاربرد پلتفرم ردیابی مبتنی بر بلاکچین برای زنجیره سرد مواد غذایی (ISO/TR 16340: 2023)	Application of blockchain-based traceability platform for cold chain food	معرفی کاربردهای پلتفرم‌های ردیابی مبتنی بر بلاکچین در زنجیره سرد مواد غذایی	ردیابی زنجیره سرد	بهبود امنیت و شفافیت در زنجیره تامین مواد غذایی	تولیدکنندگان مواد غذایی، لجستیک، خرده‌فروشان	ISO/TC 154	انتشار یافته
6	فرآیندها، عناصر داده و اسناد در تجارت، صنعت و مدیریت — پلتفرم‌های ارتباطی مورد اعتماد برای اسناد الکترونیکی - بخش ۳: راهنمای پیاده‌سازی مبتنی بر بلاکچین (ISO/CD TR 19626-3)	Processes, data elements and documents in commerce, industry and administration — Trusted communication platforms for electronic documents - Part 3: Blockchain-	ارائه راهنمای پیاده‌سازی پلتفرم‌های ارتباطی مبتنی بر بلاکچین	ارتباطات امن الکترونیکی	بهبود امنیت و اعتماد در تبادل اسناد الکترونیکی	توسعه‌دهندگان سیستم‌های تبادل اسناد	ISO/TC 154	حذف شده



ردیف	عنوان استاندارد	عنوان استاندارد به انگلیسی	اهداف	دامنه	کاربرد	مخاطب	کمیته فنی مرتبط	وضعیت انتشار
		based implementation guideline						
7	کیفیت داده — بخش ۱۱۷: کاربرد ISO 8000-115 برای شناسه‌ها در دفاتر کل توزیع‌شده (از جمله بلاکچین‌ها ISO 8000-117: 2023)	Data quality — Part 117: Application of ISO 8000-115 to identifiers in distributed ledgers including blockchains	ارائه راهنمایی برای استفاده از شناسه‌های با کیفیت در سیستم‌های بلاکچین	کیفیت داده در بلاکچین	بهبود کیفیت و قابلیت اطمینان داده‌های بلاکچین	متخصصان داده، توسعه‌دهندگان سیستم‌های بلاکچین	ISO/TC 184/SC 4	انتشار یافته
8	بلاکچین و فناوری‌های دفتر کل توزیع‌شده — موارد کاربرد (ISO/TR 3242: 2022)	Blockchain and distributed ledger technologies — Use cases	معرفی موارد کاربرد فناوری‌های بلاکچین و دفتر کل توزیع‌شده	کاربردهای بلاکچین	شناسایی و استفاده از الگوهای موفق پیاده‌سازی بلاکچین	مدیران کسب‌وکار، توسعه‌دهندگان بلاکچین	ISO/TC 307	انتشار یافته
9	بلاکچین و فناوری‌های دفتر کل توزیع‌شده — شناسه‌های موضوعات و اشیاء برای طراحی سیستم‌های بلاکچین (ISO/TR 6039: 2023)	Blockchain and distributed ledger technologies — Identifiers of subjects and objects for the design of blockchain systems	ارائه راهنمایی برای استفاده از شناسه‌ها در طراحی سیستم‌های بلاکچین	شناسه‌ها در بلاکچین	بهبود طراحی و یکپارچگی سیستم‌های بلاکچین	معماران سیستم‌های بلاکچین، توسعه‌دهندگان	ISO/TC 307	انتشار یافته
10	بلاکچین و فناوری‌های دفتر کل توزیع‌شده — مدل‌های جریان داده برای موارد کاربرد بلاکچین DLT (ISO/TR 6277: و 2024)	Blockchain and distributed ledger technologies — Data flow models for blockchain and DLT use cases	تعریف مدل‌های استاندارد جریان داده برای کاربردهای بلاکچین	مدل‌سازی جریان داده	طراحی بهتر سیستم‌های بلاکچین با درک جریان داده	تحلیلگران سیستم، معماران داده	ISO/TC 307	انتشار یافته
11	چارچوبی برای نمایش دارایی‌های فیزیکی با استفاده از توکن‌ها. (ISO/CD 20435. 2)	A Framework for Representing Physical Assets Using Tokens	ایجاد چارچوب استاندارد برای نمایش	توکنیزاسیون دارایی‌ها	تسهیل دیجیتالی کردن و معامله دارایی‌های فیزیکی	مدیران دارایی، توسعه‌دهندگان	ISO/TC 307	در دست تدوین



ردیف	عنوان استاندارد	عنوان استاندارد به انگلیسی	اهداف	دامنه	کاربرد	مخاطب	کمیته فنی مرتبط	وضعیت انتشار
			دارایی‌های فیزیکی به صورت توکن			پلتفرم‌های بلاکچین		
12	بلاکچین و فناوری‌های دفتر کل توزیع شده — واژگان (ISO 22739: 2024)	Blockchain and distributed ledger technologies — Vocabulary	استانداردسازی واژگان و اصطلاحات در حوزه بلاکچین	واژگان بلاکچین	ایجاد زبان مشترک و درک یکسان از مفاهیم بلاکچین	محققان، توسعه‌دهندگان، قانون‌گذاران	ISO/TC 307	انتشار یافته
13	بلاکچین و فناوری‌های دفتر کل توزیع شده — ملاحظات حریم خصوصی و حفاظت از اطلاعات شخصی قابل شناسایی (ISO/TR 23244: 2020)	Blockchain and distributed ledger technologies — Privacy and personally identifiable information protection considerations	ارائه راهنمایی برای حفاظت از حریم خصوصی در سیستم‌های بلاکچین	حریم خصوصی در بلاکچین	بهبود حفاظت از داده‌های شخصی در سیستم‌های بلاکچین	متخصصان حریم خصوصی، توسعه‌دهندگان بلاکچین	ISO/TC 307	انتشار یافته
14	بلاکچین و فناوری‌های دفتر کل توزیع شده — مرور کلی سیستم‌های DLT موجود برای مدیریت هویت (ISO/TR 23249: 2022)	Blockchain and distributed ledger technologies — Overview of existing DLT systems for identity management	ارائه مروری بر سیستم‌های مدیریت هویت مبتنی بر بلاکچین	مدیریت هویت در بلاکچین	بهبود سیستم‌های مدیریت هویت با استفاده از بلاکچین	متخصصان مدیریت هویت، توسعه‌دهندگان بلاکچین	ISO/TC 307	انتشار یافته
15	بلاکچین و فناوری‌های دفتر کل توزیع شده — معماری مرجع (ISO 23257: 2022)	Blockchain and distributed ledger technologies — Reference architecture	ایجاد معماری مرجع استاندارد برای سیستم‌های بلاکچین	معماری بلاکچین	یکپارچه‌سازی و استانداردسازی معماری سیستم‌های بلاکچین	معماران سیستم، طراحان پلتفرم‌های بلاکچین	ISO/TC 307	انتشار یافته
16	بلاکچین و فناوری‌های دفتر کل توزیع شده — دستورالعمل‌های ممیزی (ISO/WD TS 23353. 3)	Blockchain and distributed ledger technologies — Auditing guidelines	تعریف دستورالعمل‌های استاندارد برای ممیزی سیستم‌های بلاکچین	ممیزی بلاکچین	بهبود فرآیندهای ممیزی و تضمین انطباق در	حسابرسان، متخصصان ممیزی	ISO/TC 307	در دست تدوین



ردیف	عنوان استاندارد	عنوان استاندارد به انگلیسی	اهداف	دامنه	کاربرد	مخاطب	کمیته فنی مرتبط	وضعیت انتشار
					سیستم‌های بلاکچین	تنظیم‌کنندگان مقررات		
17	بلاکچین و فناوری دفتر کل توزیع‌شده — چارچوب همکاری‌پذیری (ISO/CD TS 23516. 3)	Blockchain and Distributed Ledger Technology — Interoperability Framework	ایجاد چارچوب استاندارد برای همکاری‌پذیری بین سیستم‌های بلاکچین	همکاری‌پذیری بلاکچین	تسهیل ارتباط و همکاری بین سیستم‌های بلاکچین مختلف	معماران سیستم، توسعه‌دهندگان پلتفرم‌های بلاکچین	ISO/TC 307	در دست تدوین
18	بلاکچین و فناوری‌های دفتر کل توزیع‌شده — دستورالعمل‌های حاکمیت (ISO/TS 23635: 2022)	Blockchain and distributed ledger technologies — Guidelines for governance	ارائه دستورالعمل‌های استاندارد برای حاکمیت در سیستم‌های بلاکچین	حاکمیت بلاکچین	بهبود مدیریت و حاکمیت سیستم‌های بلاکچین	مدیران ارشد، متخصصان حاکمیت IT	ISO/TC 307	انتشار یافته
19	بلاکچین و فناوری‌های دفتر کل توزیع‌شده — مرور کلی لنگرهای اعتماد برای مدیریت هویت مبتنی بر DLT (ISO/TR 23644: 2023)	Blockchain and distributed ledger technologies (DLTs) — Overview of trust anchors for DLT-based identity management	ارائه مروری بر لنگرهای اعتماد در سیستم‌های مدیریت هویت مبتنی بر بلاکچین	اعتماد در مدیریت هویت بلاکچین	افزایش قابلیت اعتماد به سیستم‌های مدیریت هویت بلاکچین	متخصصان امنیت، توسعه‌دهندگان سیستم‌های مدیریت هویت	ISO/TC 307	انتشار یافته



جدول ۱۶- مهمترین استانداردهای تدوین شده توسط ایزو در حوزه محاسبات لبه

ردیف	عنوان استاندارد	عنوان استاندارد به انگلیسی	اهداف	دامنه	کاربرد	مخاطب	کمیته فنی مرتبط	وضعیت انتشار
1	رایانش ابری — چشم‌انداز محاسبات لبه (ISO/IEC TR 23188: 2020)	Information technology — Cloud computing — Edge computing landscape	ارائه چشم‌انداز جامع از محاسبات لبه در رایانش ابری	محاسبات لبه	شناسایی روندها و چالش‌های محاسبات لبه	متخصصان فناوری اطلاعات، معماران سیستم	ISO/IEC JTC 1/SC 38	انتشار یافته
2	مدل مرجع معماری رایانش ابری (ISO/IEC 17788)	Cloud computing — Overview and vocabulary	تعریف مدل مرجع و واژگان استاندارد رایانش ابری	معماری رایانش ابری	استانداردسازی مفاهیم و معماری رایانش ابری	توسعه‌دهندگان، معماران سیستم	ISO/IEC JTC 1/SC 38	انتشار یافته
3	چارچوب سطح خدمات رایانش ابری (ISO/IEC 19086)	Cloud computing — Service level agreement (SLA) framework	تدوین چارچوب توافقنامه سطح خدمات در رایانش ابری	مدیریت خدمات ابری	بهبود کیفیت و شفافیت خدمات ابری	مدیران IT، ارائه‌دهندگان خدمات ابری	ISO/IEC JTC 1/SC 38	انتشار یافته
4	امنیت و حریم خصوصی در رایانش ابری (ISO/IEC 27017)	Code of practice for information security controls	ارائه دستورالعمل‌های کنترل امنیت اطلاعات در محیط‌های ابری	امنیت رایانش ابری	بهبود امنیت و حریم خصوصی در خدمات ابری	متخصصان امنیت اطلاعات	ISO/IEC JTC 1/SC 38	انتشار یافته
۵	اینترنت اشیاء — چشم‌انداز محاسبات لبه (ISO/IEC TR 30164: 2020)	Internet of things (IoT) — Edge computing	ارائه چشم‌انداز جامع از محاسبات لبه در اینترنت اشیاء	محاسبات لبه در IoT	شناسایی روندها و چالش‌های محاسبات لبه	متخصصان IoT، معماران سیستم	ISO/IEC JTC 1/SC 41	انتشار یافته
۶	معماری مرجع اینترنت اشیاء (ISO/IEC 30141)	Internet of Things (IoT) — Reference Architecture	تعریف معماری مرجع برای سیستم‌های اینترنت اشیاء	معماری IoT	استانداردسازی طراحی و پیاده‌سازی سیستم‌های IoT	توسعه‌دهندگان، معماران سیستم	ISO/IEC JTC 1/SC 41	انتشار یافته



وضعیت انتشار	کمیته فنی مرتبط	مخاطب	کاربرد	دامنه	اهداف	عنوان استاندارد به انگلیسی	عنوان استاندارد	ردیف
انتشار یافته	ISO/IEC JTC 1/SC 41	متخصصان امنیت، طراحان سیستم	بهبود امنیت و حفاظت از داده‌ها	امنیت IoT	ارائه دستورالعمل‌های امنیت و حریم خصوصی در IoT	Security and privacy guidelines for IoT	امنیت و حریم خصوصی در اینترنت اشیا (ISO/IEC 27030)	۷
انتشار یافته	ISO/IEC JTC 1/SC 41	مدیران شبکه، متخصصان IoT	بهبود عملکرد و کارایی دستگاه‌های IoT	مدیریت دستگاه IoT	تدوین استانداردهای مدیریت دستگاه‌های اینترنت اشیا	IoT device management	مدیریت دستگاه‌های اینترنت اشیا (ISO/IEC 30162)	۸



جدول ۱۷-مهمترین استانداردهای تدوین شده توسط ایزو در حوزه محاسبات کوانتومی

ردیف	عنوان استاندارد	عنوان استاندارد به انگلیسی	اهداف	دامنه	کاربرد	مخاطب	کمیته فنی مرتبط	وضعیت انتشار
1	فناوری اطلاعات — واژگان محاسبات کوانتومی (ISO/IEC 4879: 2024)	Information technology — Quantum computing — Vocabulary	استانداردسازی واژگان و اصطلاحات مورد استفاده در حوزه محاسبات کوانتومی	واژگان و اصطلاحات محاسبات کوانتومی	ایجاد زبان مشترک و یکپارچه برای توصیف مفاهیم محاسبات کوانتومی	پژوهشگران، متخصصان، دانشگاهیان، توسعه‌دهندگان محاسبات کوانتومی	IEC/ISO JTC 3	انتشار یافته
2	فناوری اطلاعات — مقدمه‌ای بر محاسبات کوانتومی (ISO/IEC AWI TR 18157)	Information technology — Introduction to quantum computing	ارائه مفاهیم پایه و اصول اولیه محاسبات کوانتومی برای آشنایی عمومی	مبانی و اصول محاسبات کوانتومی	ارائه پایه و اساس برای درک مفاهیم محاسبات کوانتومی	متخصصان IT، مدیران، دانشجویان، سیاست‌گذاران	IEC/ISO JTC 3	در دست تدوین
۳	امنیت اطلاعات — الزامات امنیتی، آزمون و روش‌های ارزیابی توزیع کلید کوانتومی - بخش ۱: الزامات (ISO/IEC 23837-1: 2023)	Information security — Security requirements, test and evaluation methods for quantum key distribution - Part 1: Requirements	تعیین الزامات امنیتی استاندارد برای سیستم‌های توزیع کلید کوانتومی (QKD)	امنیت توزیع کلید کوانتومی	تضمین امنیت و یکپارچگی سیستم‌های توزیع کلید کوانتومی	متخصصان امنیت، توسعه‌دهندگان سیستم‌های رمزنگاری، تنظیم‌کنندگان استانداردها	ISO/IEC JTC 1/SC 27	انتشار یافته
۴	امنیت اطلاعات — الزامات امنیتی، آزمون و روش‌های ارزیابی توزیع کلید کوانتومی - بخش ۲: روش‌های ارزیابی و آزمون	Information security — Security requirements, test and evaluation methods for quantum key distribution - Part 2:	تعریف روش‌های استاندارد برای آزمون و ارزیابی سیستم‌های توزیع کلید کوانتومی	آزمون و ارزیابی QKD	استانداردسازی روش‌های ارزیابی امنیت در سیستم‌های QKD	آزمایشگاه‌های تست، متخصصان ارزیابی امنیت، ممیزان	ISO/IEC JTC 1/SC 27	انتشار یافته



وضعیت انتشار	کمیته فنی مرتبط	مخاطب	کاربرد	دامنه	اهداف	عنوان استاندارد به انگلیسی	عنوان استاندارد	ردیف
						Evaluation and testing methods	(ISO/IEC 23837-2: 2023)	



جدول ۱۸- مهمترین استانداردهای تدوین شده توسط ایزو در حوزه گسترش اینترنت

ردیف	عنوان استاندارد	عنوان استاندارد به انگلیسی	اهداف	دامنه	کاربرد	مخاطب	کمیته فنی مرتبط	وضعیت انتشار
1	فناوری اطلاعات — معماری دستگاه UPnP - بخش ۸-۵: پروتکل کنترل دستگاه دروازه اینترنتی - دستگاه نقطه دسترسی شبکه محلی بی سیم (ISO/IEC 29341-8-5: 2008)	Information technology — UPnP Device Architecture - Part 8-5: Internet Gateway Device Control Protocol - Wireless Local Area Network Access Point Device	استانداردسازی پروتکل کنترل نقاط دسترسی شبکه محلی بی سیم در معماری UPnP	شبکه‌های خانگی و اتصال دستگاه‌ها	تسهیل مدیریت و کنترل نقاط دسترسی بی سیم در شبکه‌های خانگی	تولیدکنندگان تجهیزات شبکه، توسعه‌دهندگان نرم افزار، ارائه‌دهندگان خدمات اینترنت	ISO/IEC JTC 1	انتشار یافته

جدول ۱۹- مهمترین استانداردهای تدوین شده توسط ایزو در حوزه 5G¹

ردیف	عنوان استاندارد	عنوان استاندارد به انگلیسی	اهداف	دامنه	کاربرد	مخاطب	کمیته فنی مرتبط	وضعیت انتشار
1	تحرک و حمل و نقل پایدار — چارچوبی برای خدمات حمل و نقل	Sustainable mobility and transportation — Framework for transportation services by	ارائه چارچوب استاندارد برای یکپارچه‌سازی	حمل و نقل هوشمند و	بهبود کیفیت و کارایی خدمات حمل و نقل با	ارائه‌دهندگان خدمات حمل و نقل، مدیران شهری،	ISO/TC 268/SC 2	انتشار یافته

¹ ITU نقش پیشرو در مدیریت طیف رادیویی و توسعه استانداردهای جهانی قابل اجرا برای IMT-2020 ایفا می کند که این اصطلاح در ITU برای استانداردهای 5G استفاده می شود. از این رو ایزو استانداردهای محدودی در حوزه 5G منتشر نموده و نقش اصلی در این بخش بر عهده ITU می باشد.



وضعیت انتشار	کمیته فنی مرتبط	مخاطب	کاربرد	دامنه	اهداف	عنوان استاندارد به انگلیسی	عنوان استاندارد	ردیف
		متخصصان شهرهای هوشمند، توسعه‌دهندگان زیرساخت‌های ارتباطی	استفاده از شبکه‌های مش G5	شبکه‌های ارتباطی G5	فناوری 5G در سیستم‌های حمل و نقل پایدار	providing meshes for 5G communication	نقل با ارائه شبکه‌های مش برای ارتباطات 5G (ISO 37184: 2023)	

جدول ۲۰- مهم‌ترین استانداردهای تدوین شده توسط ایزو در حوزه خدمات آنلاین شده

وضعیت انتشار	کمیته فنی مرتبط	مخاطب	کاربرد	دامنه	اهداف	عنوان استاندارد به انگلیسی	عنوان استاندارد	ردیف
انتشار یافته	ISO/TC 312	سازمان‌های خدماتی، مدیران کیفیت	بهبود کیفیت و تجربه مشتری در ارائه خدمات	تعالی خدمات	ارائه راهنمایی عملی برای دستیابی به تعالی در ارائه خدمات	Service excellence — Practices for achieving service excellence	تعالی خدمات — شیوه‌های دستیابی به تعالی خدمات (ISO/TR 7179: 2023)	1
انتشار یافته	ISO/TC 312	سازمان‌های دولتی، نهادهای عمومی	بهبود کیفیت خدمات ارائه شده توسط سازمان‌های عمومی	خدمات عمومی	تعیین اصول و مدل استاندارد برای تعالی خدمات در بخش عمومی	Service excellence — Principles and model for public service organizations	تعالی خدمات — اصول و مدل برای سازمان‌های خدمات عمومی (ISO 11367: 2025)	2
در دست تدوین	ISO/TC 312	مدیران ارشد، مشاوران سازمانی	سنجش و بهبود سطح بلوغ سازمانی در ارائه خدمات	ارزیابی تعالی خدمات	توسعه چارچوب ارزیابی بلوغ سازمان‌ها در تعالی خدمات	Service Excellence — Maturity Model	تعالی خدمات — مدل بلوغ (ISO/WD TS 19387)	3
در دست تدوین	ISO/TC 312	مدیران اجرایی، متخصصان کیفیت	تسهیل اجرای اصول تعالی خدمات	پیاده‌سازی تعالی خدمات	ارائه رویکردی عملی برای پیاده‌سازی	Service excellence — Implementation	تعالی خدمات — رویکرد پیاده‌سازی برای ISO 23592 (ISO/DTS 19390)	4



وضعیت انتشار	کمیته فنی مرتبط	مخاطب	کاربرد	دامنه	اهداف	عنوان استاندارد به انگلیسی	عنوان استاندارد	ردیف
						استاندارد ISO 23592	approach for ISO 23592	
انتشار یافته	ISO/TC 312	سازمان‌های خدماتی، مشاوران	ایجاد چارچوب استاندارد برای تعالی خدمات	مدل‌سازی تعالی خدمات	تعیین اصول پایه و مدل مرجع برای تعالی خدمات	Service excellence — Principles and model	تعالی خدمات — اصول و مدل (ISO 23592: 2021)	5
انتشار یافته	ISO/TC 312	مدیران کیفیت، ارزیابان عملکرد	بهبود مستمر خدمات از طریق سنجش عملکرد	ارزیابی عملکرد خدمات	تعریف روش‌های سنجش عملکرد در تعالی خدمات	Service excellence — Measuring service excellence performance	تعالی خدمات — سنجش عملکرد تعالی خدمات (ISO/TS 23686: 2022)	6
انتشار یافته	ISO/TC 312	طراحان خدمات، مدیران تجربه مشتری	بهبود تجربه مشتری از طریق طراحی هدفمند خدمات	طراحی خدمات	ارائه چارچوب طراحی خدمات با تمرکز بر تجربه مشتری	Service excellence — Designing excellent service to achieve outstanding customer experiences	تعالی خدمات — طراحی خدمات عالی برای دستیابی به تجربه‌های برجسته مشتری (ISO/TS 24082: 2021)	7
در دست تدوین	ISO/IEC JTC 1/SC 36	ارائه‌دهندگان آموزش آنلاین، مؤسسات آموزشی	تسهیل توسعه و مدیریت دوره‌های آنلاین	یادگیری الکترونیکی	استانداردسازی ساختار اطلاعاتی دوره‌های آنلاین	Information technology for learning, education and training — Online course information model	فناوری اطلاعات برای یادگیری، آموزش و تربیت — مدل اطلاعاتی دوره آنلاین (ISO/IEC DIS 8808)	8
در دست تدوین	ISO/PC 335	کسب‌وکارهای آنلاین، سازمان‌های حقوق مصرف‌کننده	افزایش آگاهی کاربران از شرایط و ضوابط آنلاین	حقوق مصرف‌کننده	بهبود شفافیت و قابلیت درک شرایط و ضوابط آنلاین	Guidelines for organizations to increase consumer understanding of online terms and conditions	راهنمای سازمان‌ها برای افزایش درک مصرف‌کننده از شرایط و ضوابط آنلاین (ISO/DIS 21800)	9



ردیف	عنوان استاندارد	عنوان استاندارد به انگلیسی	اهداف	دامنه	کاربرد	مخاطب	کمیته فنی مرتبط	وضعیت انتشار
10	فناوری اطلاعات برای یادگیری، آموزش و تربیت — فراداده برای تسهیل کنندگان یادگیری آنلاین - بخش ۱: چارچوب (ISO/IEC 23127-1: 2021)	Information technology — Learning, education, and training — Metadata for facilitators of online learning - Part 1: Framework	ایجاد چارچوب استاندارد برای فراداده تسهیل کنندگان آموزش آنلاین	یادگیری الکترونیکی	بهبود کیفیت و یکپارچگی داده‌های مربیان آنلاین	مربیان آنلاین، پلتفرم‌های آموزشی	ISO/IEC JTC 1/SC 36	انتشار یافته
11	رابط برنامه‌نویسی کاربردی مبتنی بر وب سرویس (WAPI) در خدمات مالی (ISO/TS 23029: 2020)	Web-service-based application programming interface (WAPI) in financial services	استانداردسازی رابط‌های برنامه‌نویسی کاربردی در خدمات مالی	خدمات مالی دیجیتال	تسهیل یکپارچه‌سازی سیستم‌های مالی	نهادهای مالی، توسعه‌دهندگان فین تک	ISO/TC 68/SC 9	انتشار یافته
12	برازش دیجیتال — فرآیند خدمات - بخش ۱: پوشاک آماده آنلاین و آفلاین (ISO/TS 3736-1: 2022)	Digital fitting — Service process - Part 1: Ready-to-wear clothing online and offline	استانداردسازی فرآیند پرو دیجیتال لباس‌های آماده	خرده‌فروشی پوشاک	بهبود تجربه خرید آنلاین پوشاک	خرده‌فروشان پوشاک، پلتفرم‌های فروش آنلاین	ISO/TC 133	انتشار یافته
13	برازش دیجیتال — فرآیند خدمات - بخش ۲: پوشاک سفارشی آنلاین و آفلاین (ISO/TS 3736-2: 2022)	Digital fitting — Service process - Part 2: Customized clothing online and offline	استانداردسازی فرآیند پرو دیجیتال لباس‌های سفارشی	خیاطی دیجیتال	بهبود فرآیند سفارشی‌سازی پوشاک در محیط دیجیتال	تولیدکنندگان پوشاک سفارشی، پلتفرم‌های خیاطی آنلاین	ISO/TC 133	انتشار یافته
14	پلتفرم‌های ارتباطی قابل اعتماد برای اسناد الکترونیکی - بخش ۱: اصول (ISO 19626-1: 2020)	Processes, data elements and documents in commerce, industry and administration — Trusted communication	ایجاد چارچوب اساسی برای پلتفرم‌های ارتباطی قابل اعتماد	تبادل اسناد الکترونیکی	تسهیل ارتباطات امن الکترونیکی	سازمان‌های تجاری، ادارات دولتی	ISO/TC 154	انتشار یافته



ردیف	عنوان استاندارد	عنوان استاندارد به انگلیسی	اهداف	دامنه	کاربرد	مخاطب	کمیته فنی مرتبط	وضعیت انتشار
		platforms for electronic documents - Part 1: Fundamentals						
15	پلتفرم‌های ارتباطی قابل اعتماد برای اسناد الکترونیکی - بخش ۲: کاربردها- (ISO 19626-2: 2021)	Processes, data elements and documents in commerce, industry and administration — Trusted communication platform for electronic documents - Part 2: Applications	تعیین الزامات کاربردی پلتفرم‌های ارتباطی قابل اعتماد	کاربردهای تبادل اسناد	پایاده‌سازی کاربردی ارتباطات امن الکترونیکی	توسعه‌دهندگان سیستم، مدیران فناوری اطلاعات	ISO/TC 154	انتشار یافته
16	پلتفرم‌های ارتباطی قابل اعتماد برای اسناد الکترونیکی - بخش ۳: راهنمای پایاده‌سازی مبتنی بر بلاک‌چین (ISO/CD TR 19626-3)	Processes, data elements and documents in commerce, industry and administration — Trusted communication platforms for electronic documents - Part 3: Blockchain-based implementation guideline	ارائه راهنمای پایاده‌سازی پلتفرم‌های ارتباطی با استفاده از فناوری بلاک‌چین	بلاک‌چین در تبادل اسناد	بهره‌گیری از بلاک‌چین برای تضمین امنیت اسناد	متخصصان بلاک‌چین، مدیران پروژه	ISO/TC 154	حذف شده
17	چارچوب سند الکترونیکی موبایل قابل اعتماد — الزامات، قابلیت‌ها و معیارهای تضمین کسب‌وکار الکترونیکی ایمن و	Trusted mobile e-document framework — Requirements, functionality and criteria for ensuring	ایجاد چارچوب استاندارد برای اسناد الکترونیکی موبایل	اسناد الکترونیکی موبایل	تضمین امنیت و قابلیت اعتماد اسناد موبایل	توسعه‌دهندگان اپلیکیشن موبایل، ارائه‌دهندگان خدمات موبایل	ISO/TC 154	انتشار یافته



ردیف	عنوان استاندارد	عنوان استاندارد به انگلیسی	اهداف	دامنه	کاربرد	مخاطب	کمیته فنی مرتبط	وضعیت انتشار
	قابل اعتماد در موبایل (ISO 20415: 2019)	reliable and safe mobile e-business						
18	انفورماتیک سلامت — سلامت دیجیتال شخصی سازی شده — سیستم‌های نرم‌افزاری درمانی (دیجیتال: ISO/TR 11147: 2023)	Health informatics — Personalized digital health — Digital therapeutics health software systems	تعریف چارچوب برای سیستم‌های درمانی دیجیتال	سلامت دیجیتال	توسعه و ارزیابی سیستم‌های نرم‌افزاری درمانی	متخصصان سلامت دیجیتال، توسعه‌دهندگان نرم‌افزارهای پزشکی	ISO/TC 215	انتشار یافته
19	گردشگری و خدمات مرتبط — آژانس مسافرتی آنلاین (OTA) — راهنمای خدمات پلتفرم رزرو آنلاین اقامتگاه (ISO 9468: 2025)	Tourism and related services — Online travel agency (OTA) — Guidelines for online accommodation booking platform services	تعیین الزامات و راهنمایی برای پلتفرم‌های رزرو آنلاین اقامتگاه	گردشگری آنلاین	بهبود کیفیت خدمات آژانس‌های مسافرتی آنلاین	آژانس‌های مسافرتی آنلاین، پلتفرم‌های رزرو	ISO/TC 228	انتشار یافته
20	نظرات مصرف‌کننده آنلاین — اصول و الزامات برای جمع‌آوری، مدیریت و انتشار آنها (ISO 20488: 2018)	Online consumer reviews — Principles and requirements for their collection, moderation and publication	استانداردسازی فرآیند مدیریت نظرات آنلاین	نظرات مصرف‌کننده	بهبود کیفیت و قابلیت اعتماد نظرات آنلاین	پلتفرم‌های فروش آنلاین، مدیران وبسایت	ISO/TC 290	انتشار یافته
21	تضمین تراکنش در تجارت الکترونیک — واژگان (ISO 32110: 2023)	Transaction assurance in E-commerce — Vocabulary	استانداردسازی واژگان مورد استفاده در تضمین تراکنش الکترونیکی	تجارت الکترونیک	ایجاد زبان مشترک برای تضمین تراکنش	فعالان تجارت الکترونیک، تنظیم‌کنندگان مقررات	ISO/TC 321	انتشار یافته
22	تضمین تراکنش در تجارت الکترونیک — اصول و	Transaction assurance in E-commerce —	تعیین اصول و چارچوب استاندارد	تضمین تراکنش‌ها	افزایش اعتماد در تراکنش‌های آنلاین	ارائه‌دهندگان خدمات پرداخت،	ISO/TC 321	انتشار یافته



ردیف	عنوان استاندارد	عنوان استاندارد به انگلیسی	اهداف	دامنه	کاربرد	مخاطب	کمیته فنی مرتبط	وضعیت انتشار
	چارچوب (ISO 32111: 2023)	Principles and framework	برای تضمین تراکنش‌های الکترونیکی			فروشگاه‌های آنلاین		
23	تضمین تراکنش در تجارت الکترونیک — راهنمای به اشتراک‌گذاری اطلاعات ردیابی تضمین کیفیت کالا در زنجیره‌های تأمین تجارت الکترونیک (ISO 32120: 2024)	Transaction assurance in E-commerce — Guidelines on sharing goods quality assurance traceability information in E-commerce supply chains	ارائه راهنمایی برای به اشتراک‌گذاری اطلاعات ردیابی کیفیت	ردیابی کیفیت کالا	بهبود شفافیت و اعتماد در زنجیره تأمین	تأمین‌کنندگان، خرده‌فروشان آنلاین	ISO/TC 321	انتشار یافته
24	پوشاک — شکل‌های بدن — تحلیل شکل داده‌های سه‌بعدی بدن (ISO/AWI TS 20756)	Clothing — Body shapes — Shape analysis of 3D body data	استانداردسازی روش تحلیل داده‌های سه‌بعدی بدن برای طراحی و تولید پوشاک	اندازه‌گیری سه‌بعدی بدن	بهبود برازش و تناسب پوشاک با استفاده از داده‌های سه‌بعدی	طراحان پوشاک، تولیدکنندگان	ISO/TC 133	در دست تدوین

جدول ۲۱- مهم‌ترین استانداردهای تدوین شده توسط ایزو در حوزه رباتیک

ردیف	عنوان استاندارد	عنوان استاندارد به انگلیسی	اهداف	دامنه	کاربرد	مخاطب	کمیته فنی مرتبط	وضعیت انتشار
1	رباتیک — روش‌های آزمون برای ربات راه‌رونده از نوع اگزواسکلتون (ISO 5363: 2024)	Robotics — Test methods for exoskeleton-type walking RACA robot	تعیین استانداردهای آزمون برای	رباتیک پزشکی و توانبخشی	ارزیابی عملکرد رباتیک در توانبخشی	مهندسان رباتیک، متخصصان توانبخشی	ISO/TC 299	انتشار یافته



ردیف	عنوان استاندارد	عنوان استاندارد به انگلیسی	اهداف	دامنه	کاربرد	مخاطب	کمیته فنی مرتبط	وضعیت انتشار
			ربات‌های اگزواسکلتون					
2	رباتیک — کاربردهای همکارانه — روش‌های آزمون برای اندازه‌گیری نیروها و فشارها در تماس انسان-ربات (ISO/PAS 5672: 2023)	Robotics — Collaborative applications — Test methods for measuring forces and pressures in human-robot contacts	استانداردسازی آزمون تماس ایمن انسان و ربات	رباتیک همکارانه	افزایش ایمنی در تعامل انسان و ربات	طراحان رباتیک، مهندسان ایمنی	ISO/TC 299	انتشار یافته
3	رباتیک — واژگان (ISO 8373: 2021)	Robotics — Vocabulary	ایجاد واژگان استاندارد در حوزه رباتیک	زبان تخصصی رباتیک	یکسان‌سازی ادبیات تخصصی	پژوهشگران، مهندسان رباتیک	ISO/TC 299	انتشار یافته
4	رباتیک — الزامات ایمنی - بخش ۱: ربات‌های صنعتی (ISO 10218-1: 2025)	Robotics — Safety requirements - Part 1: Industrial robots	تعیین الزامات ایمنی برای ربات‌های صنعتی	ایمنی رباتیک صنعتی	کاهش ریسک حوادث در محیط‌های صنعتی	مدیران صنعتی، طراحان رباتیک	ISO/TC 299	انتشار یافته
5	رباتیک — الزامات ایمنی - بخش ۲: کاربردها و سلول‌های رباتیک صنعتی (ISO 10218-2: 2025)	Robotics — Safety requirements - Part 2: Industrial robot applications and robot cells	تعیین الزامات ایمنی برای سیستم‌های رباتیک صنعتی	ایمنی سیستم‌های رباتیک	افزایش ضریب ایمنی در سیستم‌های رباتیک	مهندسان صنعتی، ایمنی	ISO/TC 299	انتشار یافته
6	ربات‌های محیط‌های صنعتی — سیستم‌های تعویض خودکار ابزار انتهایی — واژگان (ISO 11593: 2022)	Robots for industrial environments — Automatic end effector exchange systems — Vocabulary	استانداردسازی واژگان مرتبط با ابزارهای انتهایی ربات	تجهیزات رباتیک صنعتی	بهبود استاندارد تجهیزات رباتیک	طراحان تجهیزات صنعتی	ISO/TC 299	انتشار یافته



ردیف	عنوان استاندارد	عنوان استاندارد به انگلیسی	اهداف	دامنه	کاربرد	مخاطب	کمیته فنی مرتبط	وضعیت انتشار
7	رباتیک — الزامات ایمنی برای ربات‌های خدماتی (ISO/DIS 13482)	Robotics — Safety requirements for service robots	تعیین استانداردهای ایمنی برای ربات‌های خدماتی	ایمنی رباتیک خدماتی	افزایش ایمنی در کاربردهای خدماتی	توسعه‌دهندگان ربات‌های خدماتی	ISO/TC 299	در دست تدوین
8	ربات‌ها و دستگاه‌های رباتیک — ربات‌های همکار (ISO/TS 15066: 2016)	Robots and robotic devices — Collaborative robots	تعیین استانداردهای ربات‌های همکار	رباتیک همکارانه	بهبود تعامل انسان و ربات	مهندسان رباتیک، صنایع	ISO/TC 299	انتشار یافته
9	رباتیک — ربات‌های متحرک خودمختار برای محیط‌های صنعتی — ارتباطات و قابلیت همکاری (ISO/CD 21423)	Robotics — Autonomous mobile robots for industrial environments — Communications and interoperability	استانداردسازی ارتباطات ربات‌های متحرک صنعتی	رباتیک صنعتی	بهبود ارتباط و هماهنگی ربات‌ها	مهندسان اتوماسیون صنعتی	ISO/TC 299	در دست تدوین
10	رباتیک — خدمات کاربردی ارائه شده توسط ربات‌های خدماتی — الزامات سیستم‌های مدیریت ایمنی (ISO 31101: 2023)	Robotics — Application services provided by service robots — Safety management systems requirements	تعیین الزامات مدیریت ایمنی برای ربات‌های خدماتی	مدیریت ایمنی رباتیک	افزایش قابلیت اطمینان ربات‌های خدماتی	مدیران ایمنی، توسعه‌دهندگان ربات	ISO/TC 299	انتشار یافته



جدول ۲۲-مهمترین استانداردهای تدوین شده توسط ایزو در حوزه وسایل نقلیه خودران

ردیف	عنوان استاندارد	عنوان استاندارد به انگلیسی	اهداف	دامنه	کاربرد	مخاطب	کمیته فنی مرتبط	وضعیت انتشار
1	ایمنی ترافیک جاده‌ای — راهنمای ملاحظات اخلاقی مرتبط با ایمنی برای وسایل نقلیه خودمختار (ISO 39003: 2023)	Road traffic safety (RTS) — Guidance on ethical considerations relating to safety for autonomous vehicles	تدوین چارچوب اخلاقی برای توسعه وسایل نقلیه خودمختار	ایمنی وسایل نقلیه خودمختار	ارائه رهنمودهای اخلاقی در طراحی سیستم‌های رانندگی خودکار	طراحان خودرو، سیاست‌گذاران حمل و نقل	ISO/TC 241	انتشار یافته
2	وسایل نقلیه زیرآبی خودمختار — ریسک و قابلیت اطمینان (ISO/DIS 20682)	Autonomous Underwater Vehicles — Risk and Reliability	ارزیابی ریسک و قابلیت اطمینان وسایل نقلیه زیرآبی خودمختار	وسایل نقلیه زیرآبی	مدیریت ریسک در عملیات‌های دریایی	مهندسان دریایی، محققان اقیانوس‌شناسی	ISO/TC 8	در دست تدوین
3	کشتی‌ها و فناوری دریایی — واژگان مرتبط با سیستم‌های کشتی خودمختار (ISO/TS 23860: 2022)	Ships and marine technology — Vocabulary related to autonomous ship systems	استانداردسازی واژگان تخصصی کشتی‌های خودمختار	واژگان تخصصی دریایی	ایجاد زبان مشترک در حوزه کشتی‌های خودمختار	متخصصان دریایی، مهندسان کشتی‌سازی	ISO/TC 8	انتشار یافته
4	وسایل نقلیه جاده‌ای — نظارت و کنترل شیء آزمون برای آزمون ایمنی فعال و خودران/خودمختار (ISO/TS 22133: 2023)	Road vehicles — Test object monitoring and control for active safety and automated/autonomous vehicle testing — Functional requirements, specifications and communication protocol	تعیین استانداردهای آزمون برای سیستم‌های ایمنی خودرو	آزمون سیستم‌های خودران	بهبود روش‌های آزمون ایمنی وسایل نقلیه	مهندسان خودرو، آزمایشگاه‌های تست	ISO/TC 22/SC 33	انتشار یافته
5	ماشین‌آلات کشاورزی و تراکتورها — ایمنی ماشین‌آلات نیمه‌خودکار، نیمه‌خودمختار و	Agricultural machinery and tractors — Safety of partially automated, semi-autonomous and autonomous machinery -	تدوین اصول ایمنی برای ماشین‌آلات	ایمنی ماشین‌آلات کشاورزی	افزایش ایمنی در کاربردهای کشاورزی خودکار	مهندسان کشاورزی،	ISO/TC 23/SC 19	انتشار یافته



ردیف	عنوان استاندارد	عنوان استاندارد به انگلیسی	اهداف	دامنه	کاربرد	مخاطب	کمیته فنی مرتبط	وضعیت انتشار
	خودمختار - بخش ۱ (ISO 18497-1: 2024)	Part 1: Machine design principles and vocabulary	کشاورزی خودمختار			سازندگان تجهیزات		
6	ماشین آلات کشاورزی و تراکتورها — ایمنی ماشین آلات نیمه خودکار، نیمه خودمختار و خودمختار - بخش ۲ (ISO 18497-2: 2024)	Agricultural machinery and tractors — Safety of partially automated, semi-autonomous and autonomous machinery - Part 2: Design principles for obstacle protection systems	تعیین اصول طراحی سیستم‌های محافظت از موانع	سیستم‌های ایمنی کشاورزی	کاهش ریسک برخورد در ماشین آلات خودمختار	طراحان ماشین آلات کشاورزی	ISO/TC 23/SC 19	انتشار یافته
7	ماشین آلات کشاورزی و تراکتورها — ایمنی ماشین آلات نیمه خودکار، نیمه خودمختار و خودمختار - بخش ۳ (ISO 18497-3: 2024)	Agricultural machinery and tractors — Safety of partially automated, semi-autonomous and autonomous machinery - Part 3: Autonomous operating zones	تعریف مناطق ایمن برای عملیات خودمختار	مناطق عملیاتی خودمختار	تعیین محدوده‌های ایمن برای ماشین آلات	متخصصان کشاورزی دقیق	ISO/TC 23/SC 19	انتشار یافته
8	ماشین آلات کشاورزی و تراکتورها — ایمنی ماشین آلات نیمه خودکار، نیمه خودمختار و خودمختار - بخش ۴ (ISO 18497-4: 2024)	Agricultural machinery and tractors — Safety of partially automated, semi-autonomous and autonomous machinery - Part 4: Verification methods and validation principles	تدوین روش‌های تأیید و اعتبارسنجی ایمنی	اعتبارسنجی سیستم‌های ایمنی	تضمین کارایی سیستم‌های ایمنی ماشین آلات	ممیزان فنی، مهندسان ایمنی	ISO/TC 23/SC 19	انتشار یافته
9	ماشین آلات عمرانی و معدن — سیستم ماشین آلات خودمختار و نیمه خودمختار (ISO 17757: 2019)	Earth-moving machinery and mining — Autonomous and semi-autonomous machine system safety	تعیین الزامات ایمنی برای ماشین آلات خودمختار معدن و عمرانی	ایمنی ماشین آلات معدنی	کاهش ریسک در عملیات‌های معدنی	مهندسان معدن، متخصصان ایمنی	ISO/TC 127	انتشار یافته



ردیف	عنوان استاندارد	عنوان استاندارد به انگلیسی	اهداف	دامنه	کاربرد	مخاطب	کمیته فنی مرتبط	وضعیت انتشار
10	سیستم‌های حمل و نقل هوشمند — سیستم رانندگی خودکار کم‌سرعت - بخش ۱ (ISO/TS 5255-1: 2022)	Intelligent transport systems — Low-speed automated driving system (LSADS) service - Part 1: Role and functional model	تعریف مدل کارکردی سیستم‌های رانندگی کم‌سرعت	سیستم‌های رانندگی خودکار	بهبود کارایی حمل و نقل شهری	مدیران شهری، طراحان حمل و نقل	ISO/TC 204	انتشار یافته
11	سیستم‌های حمل و نقل هوشمند — سیستم رانندگی خودکار کم‌سرعت - بخش ۲: تحلیل شکاف (ISO/TR 5255-2: 2023)	Intelligent transport systems — Low-speed automated driving system (LSADS) service - Part 2: Gap analysis	شناسایی شکاف‌های موجود در سیستم‌های رانندگی خودکار	تحلیل زیرساخت‌ها	بهبود زیرساخت‌های حمل و نقل خودکار	برنامه‌ریزان حمل و نقل	ISO/TC 204	انتشار یافته
12	سیستم‌های حمل و نقل هوشمند — سیستم‌های پارکینگ نیمه خودکار (ISO 20900: 2023)	Intelligent transport systems - Partially-automated parking systems (PAPS) — Performance requirements and test procedures	تعیین الزامات عملکردی سیستم‌های پارکینگ نیمه خودکار	سیستم‌های پارکینگ هوشمند	بهبود کارایی پارک خودروها	طراحان پارکینگ هوشمند	ISO/TC 204	انتشار یافته
13	سیستم‌های حمل و نقل هوشمند — آزمون عملکرد برای توابع اتصال و ایمنی اتوبوس‌های رانندگی خودکار - بخش ۱ (ISO 21734-1: 2022)	Intelligent transport systems — Performance testing for connectivity and safety functions of automated driving buses in public transport - Part 1: General framework	ایجاد چارچوب کلی برای آزمون اتوبوس‌های خودران	سیستم‌های حمل و نقل عمومی	بهبود ایمنی و کارایی اتوبوس‌های خودران	مهندسان حمل و نقل عمومی	ISO/TC 204	انتشار یافته
14	سیستم‌های حمل و نقل هوشمند — داده‌های پویا و مشخصات پایگاه داده نقشه برای کاربردهای سیستم‌های رانندگی	Intelligent transport systems — Dynamic data and map database specification for connected and automated driving system applications - Part 1:	استانداردسازی داده‌های نقشه برای سیستم‌های رانندگی خودکار	داده‌های مکانی	بهبود دقت و هماهنگی اطلاعات مکانی	توسعه‌دهندگان نرم‌افزارهای ناوبری	ISO/TC 204	انتشار یافته



ردیف	عنوان استاندارد	عنوان استاندارد به انگلیسی	اهداف	دامنه	کاربرد	مخاطب	کمیته فنی مرتبط	وضعیت انتشار
	متصل و خودکار - بخش ۱ (ISO/TS 22726-1: 2023)	Architecture and logical data model for harmonization of static map data						
15	سیستم‌های حمل و نقل هوشمند — سیستم‌های رانندگی خودکار پارکینگ با ولت - (AVPS) بخش ۱ (ISO 23374-1: 2023)	Intelligent transport systems — Automated valet parking systems (AVPS) - Part 1: System framework, requirements for automated driving and for communications interface	تعیین چارچوب سیستمی پارکینگ خودکار با ولت	سیستم‌های پارکینگ هوشمند	بهبود کارایی پارکینگ	طراحان پارکینگ هوشمند	ISO/TC 204	انتشار یافته
16	زیرساخت‌های جوامع هوشمند — راهنمای حمل و نقل هوشمند توسط وسایل نقلیه برقی، متصل و خودمختار (ISO 37168: 2022)	Smart community infrastructures — Guidance on smart transportation by Electric, Connected and Autonomous Vehicles (eCAVs) and its application to on-demand responsive passenger services with shared vehicles	ارائه راهنمای حمل و نقل هوشمند با وسایل نقلیه پیشرفته	حمل و نقل هوشمند	بهبود کارایی سیستم‌های حمل و نقل شهری	برنامه‌ریزان شهری	ISO/TC 268/SC 2	انتشار یافته
17	زیرساخت‌های جوامع هوشمند — حمل و نقل هوشمند توسط وسایل نقلیه خودمختار در جاده‌های عمومی (ISO 37181: 2022)	Smart community infrastructures — Smart transportation by autonomous vehicles on public roads	تعیین چارچوب استفاده از وسایل نقلیه خودمختار در جاده‌های عمومی	رانندگی خودکار	افزایش ایمنی و کارایی حمل و نقل	مدیران شهری، متخصصان حمل و نقل	ISO/TC 268/SC 2	انتشار یافته



جدول ۲۳-مهمترین استانداردهای تدوین شده توسط ایزو در حوزه اینترنت اشیا

ردیف	عنوان استاندارد	عنوان استاندارد به انگلیسی	اهداف	دامنه	کاربرد	مخاطب	کمیته فنی مرتبط	وضعیت انتشار
1	اینترنت اشیا و توأم دیجیتال (ISO/IEC — واژگان 20924: 2024)	Internet of Things (IoT) and digital twin — Vocabulary	استانداردسازی واژگان تخصصی اینترنت اشیا	واژگان فنی IoT	ایجاد زبان مشترک در حوزه اینترنت اشیا	متخصصان فناوری، محققان	ISO/IEC JTC 1/SC 41	انتشار یافته
2	اینترنت اشیا — قابلیت همکاری برای سیستم‌های IoT -بخش ۱: چارچوب (ISO/IEC 21823-1: 2019)	Internet of things (IoT) — Interoperability for IoT systems - Part 1: Framework	تعریف چارچوب قابلیت همکاری سیستم‌های اینترنت اشیا	قابلیت همکاری فنی	بهبود ارتباط بین سیستم‌های مختلف IoT	مهندسان شبکه، توسعه‌دهندگان ان	ISO/IEC JTC 1/SC 41	انتشار یافته
3	اینترنت اشیا — قابلیت همکاری برای سیستم‌های IoT -بخش ۲: قابلیت همکاری حمل و نقل (ISO/IEC 21823-2: 2020)	Internet of things (IoT) — Interoperability for IoT systems - Part 2: Transport interoperability	استانداردسازی پروتکل‌های انتقال داده	پروتکل‌های ارتباطی	بهبود انتقال داده در سیستم‌های IoT	متخصصان شبکه، مهندسان ارتباطات	ISO/IEC JTC 1/SC 41	انتشار یافته
4	اینترنت اشیا — قابلیت همکاری برای سیستم‌های IoT -بخش ۳: قابلیت همکاری معنایی (ISO/IEC 21823- 3: 2021)	Internet of things (IoT) — Interoperability for IoT systems - Part 3: Semantic interoperability	تعریف استانداردهای معنایی برای تبادل اطلاعات	تفسیر معنایی داده‌ها	بهبود درک مشترک از داده‌ها	محققان داده، متخصصان معناشناسی	ISO/IEC JTC 1/SC 41	انتشار یافته
5	اینترنت اشیا — قابلیت همکاری برای سیستم‌های IoT -بخش ۴: قابلیت همکاری نحوی (ISO/IEC 21823- 4: 2022)	Internet of things (IoT) — Interoperability for IoT systems - Part 4: Syntactic interoperability	استانداردسازی ساختار داده	ساختار فنی داده‌ها	بهبود هماهنگی ساختاری داده‌ها	برنامه‌نویسان، مهندسان داده	ISO/IEC JTC 1/SC 41	انتشار یافته



ردیف	عنوان استاندارد	عنوان استاندارد به انگلیسی	اهداف	دامنه	کاربرد	مخاطب	کمیته فنی مرتبط	وضعیت انتشار
6	اینترنت اشیا — معماری مرجع (ISO/IEC 30141: 2024)	Internet of Things (IoT) — Reference architecture	تعریف معماری مرجع برای سیستم‌های اینترنت اشیا	معماری سیستم‌های IoT	استانداردسازی طراحی سیستم‌های IoT	معماران سیستم، طراحان فناوری	ISO/IEC JTC 1/SC 41	انتشار یافته
7	اینترنت اشیا — اصول قابلیت اعتماد (ISO/IEC TS 30149: 2024)	Internet of Things (IoT) — Trustworthiness principles	تعیین اصول اعتمادپذیری در سیستم‌های اینترنت اشیا	امنیت و اعتماد	افزایش ضریب اطمینان سیستم‌ها	متخصصان امنیت، مدیران فنی	ISO/IEC JTC 1/SC 41	انتشار یافته
8	اینترنت اشیا — الزامات سازگاری و مدل برای دستگاه‌های سیستم‌های IoT (ISO/IEC 30162: 2022)	Internet of Things (IoT) — Compatibility requirements and model for devices within industrial IoT systems	تعیین الزامات سازگاری در سیستم‌های صنعتی	سیستم‌های صنعتی IoT	بهبود کارایی سیستم‌های صنعتی	مهندسان صنعتی، طراحان سیستم	ISO/IEC JTC 1/SC 41	انتشار یافته
9	اینترنت اشیا — چارچوب IoT در زمان واقعی (ISO/IEC 30165: 2021)	Internet of Things (IoT) — Real-time IoT framework	تعریف چارچوب پردازش در زمان واقعی	پردازش لحظه‌ای	بهبود سرعت پاسخگویی سیستم‌ها	متخصصان سیستم‌های لحظه‌ای	ISO/IEC JTC 1/SC 41	انتشار یافته
10	اینترنت اشیا — کاربردهای سیستم برچسب الکترونیکی (ISO/IEC 30169: 2022)	Internet of Things (IoT) — IoT applications for electronic label system (ELS)	توسعه کاربردهای برچسب‌های الکترونیکی	سیستم‌های برچسب‌گذاری	بهبود ردیابی و مدیریت کالا	مدیران لجستیک، صنایع	ISO/IEC JTC 1/SC 41	انتشار یافته
11	اینترنت اشیا — نظارت بر محیط زیست اکولوژیکی (ISO/IEC 30179: 2023)	Internet of Things (IoT) — Overview and general requirements of IoT system for ecological environment monitoring	ایجاد سیستم نظارت محیطی با IoT	پایش محیط زیست	مانیتورینگ شرایط اکولوژیکی	محیط‌زیست‌دا نان، پژوهشگران	ISO/IEC JTC 1/SC 41	انتشار یافته



ردیف	عنوان استاندارد	عنوان استاندارد به انگلیسی	اهداف	دامنه	کاربرد	مخاطب	کمیته فنی مرتبط	وضعیت انتشار
12	اینترنت اشیا — شناسایی خودمختار اشیا در خانه متصل (ISO/IEC 30184: 2024)	Internet of Things (IoT) — Autonomous IoT object identification in connected home — Requirements and framework	استانداردسازی شناسایی اشیا در خانه هوشمند	خانه هوشمند	بهبود مدیریت اشیا در محیط خانه	طراحان خانه هوشمند	ISO/IEC JTC 1/SC 41	انتشار یافته
13	اینترنت اشیا و توأم دیجیتال — بهترین شیوه‌ها برای پروژه‌های موردی (ISO/IEC 30194: 2024)	Internet of things (IoT) and digital twin — Best practices for use case projects	ارائه راهنمای بهینه برای پروژه‌های IoT	مدیریت پروژه‌های IoT	بهبود اجرای پروژه‌های اینترنت اشیا	مدیران پروژه، مشاوران فنی	ISO/IEC JTC 1/SC 41	انتشار یافته
14	اینترنت اشیا — معماری منابع رایانش ابری (ISO/IEC 30181: 2024)	Internet of Things (IoT) — Functional architecture for resource identifier interoperability	تعریف معماری شناسایی منابع در IoT	معماری منابع محاسباتی	بهبود مدیریت منابع رایانشی	معماران سیستم، متخصصان فنی	ISO/IEC JTC 1/SC 41	انتشار یافته
15	اینترنت اشیا — روش شناسی قابلیت اعتماد سیستم/خدمات (ISO/IEC 30147: 2021)	Information technology — Internet of things — Methodology for trustworthiness of IoT system/service	تدوین چارچوب اعتبارسنجی سیستم‌های IoT	اعتبارسنجی سیستم	افزایش قابلیت اطمینان خدمات	متخصصان امنیت، ممیزان فنی	ISO/IEC JTC 1/SC 41	انتشار یافته
16	اینترنت اشیا — چارچوب عمومی کاربردی (ISO/IEC TR 22417: 2017)	Information technology — Internet of things (IoT) use cases	شناسایی موارد کاربردی اینترنت اشیا	کاربردهای عملی IoT	درک گستره کاربردهای IoT	محققان، استراتژیست‌های فناوری	ISO/IEC JTC 1/SC 41	انتشار یافته
17	اینترنت رسانه — بخش ۴: نرم‌افزار مرجع و تطبیق (ISO/IEC 23093-4: 2023)	Information technology — Internet of media things - Part 4: Reference software and conformance	استانداردسازی نرم‌افزارهای مرجع رسانه	نرم‌افزارهای رسانه‌ای	بهبود استاندارد نرم‌افزارهای رسانه	توسعه‌دهندگان نرم‌افزار	ISO/IEC JTC 1/SC 29	انتشار یافته
18	اینترنت رسانه — هماهنگی خودمختار (ISO/IEC 23093-5: 2025)	Information technology — Internet of media things - Part 5: IoMT autonomous collaboration	تعریف چارچوب همکاری	همکاری هوشمند رسانه‌ای	بهبود تعامل هوشمند رسانه‌ها	متخصصان رسانه، فناوری	ISO/IEC JTC 1/SC 29	انتشار یافته



ردیف	عنوان استاندارد	عنوان استاندارد به انگلیسی	اهداف	دامنه	کاربرد	مخاطب	کمیته فنی مرتبط	وضعیت انتشار
			خودمختار رسانه‌ای					
19	اینترنت اشیا — سیستم مدیریت شبکه زیرآبی (ISO/IEC CD 30177)	Internet of Things (IoT) — Underwater network management system (U-NMS) interworking	استانداردسازی شبکه‌های ارتباطی زیرآبی	شبکه‌های زیردریایی	بهبود ارتباطات زیرآبی	محققان دریایی، مهندسان دریایی	ISO/IEC JTC 1/SC 41	در دست توسعه
20	اینترنت اشیا — فرمت، ارزش و کدگذاری داده (ISO/IEC CD 30178)	Internet of Things (IoT) — Data format, value and coding	استانداردسازی فرمت و ارزش داده‌ها	مدیریت داده	بهبود تبادل و پردازش داده	متخصصان داده، مهندسان نرم‌افزار	ISO/IEC JTC 1/SC 41	در دست توسعه
21	اینترنت اشیا — الزامات تعیین وضعیت قرنطینه (ISO/IEC DIS 30180)	Internet of Things (IoT) — Functional requirements to determine the status of self-quarantine through Internet of Things data interfaces	توسعه سیستم‌های پایش بهداشتی	نظارت بهداشتی	کنترل همه‌گیری و قرنطینه	متخصصان پزشکی، سیاست‌گذاران بهداشتی	ISO/IEC JTC 1/SC 41	در دست توسعه
22	اینترنت اشیا — شاخص‌های ارزیابی سیستم‌ها (ISO/IEC CD 30187)	Internet of Things (IoT) — Evaluation indicators for IoT systems	تعریف معیارهای ارزیابی سیستم‌های IoT	ارزیابی فنی	سنجش کارایی سیستم‌ها	ارزیابان فنی، مدیران پروژه	ISO/IEC JTC 1/SC 41	در دست توسعه
23	اینترنت اشیا — مدیریت میراث فرهنگی ملموس (ISO/IEC 30189-1)	Internet of Things (IoT) — IoT-based management of tangible cultural heritage assets - Part 1: Framework	حفاظت دیجیتال از میراث فرهنگی	مدیریت میراث فرهنگی	حفاظت و مستندسازی	موزه‌داران، باستان‌شناسان	ISO/IEC JTC 1/SC 41	در دست توسعه
24	اینترنت اشیا — کاربردهای خط لوله نفت و گاز (ISO/IEC AWI 30195)	Internet of Things (IoT) — IoT applications for long-distance oil and gas pipeline	نظارت بر زیرساخت‌های نفت و گاز	مانیتورینگ صنعتی	بهبود ایمنی و کارایی	مهندسان نفت و گاز	ISO/IEC JTC 1/SC 41	در دست توسعه



ردیف	عنوان استاندارد	عنوان استاندارد به انگلیسی	اهداف	دامنه	کاربرد	مخاطب	کمیته فنی مرتبط	وضعیت انتشار
25	اینترنت اشیا — کاربردهای سیستم توزیع گاز طبیعی (ISO/IEC AWI 30196)	Internet of Things (IoT) — IoT applications for natural gas distribution system	هوشمندسازی شبکه توزیع گاز	مدیریت انرژی	بهینه‌سازی توزیع انرژی	متخصصان انرژی	ISO/IEC JTC 1/SC 41	در دست توسعه
26	اینترنت اشیا — واکاوی اطلاعات مدیریت حریم خصوصی (ISO/IEC FDIS 27701)	Information security, cybersecurity and privacy protection — Privacy information management systems — Requirements and guidance	حفاظت از حریم خصوصی در IoT	امنیت اطلاعات	مدیریت حریم خصوصی داده‌ها	متخصصان امنیت اطلاعات	ISO/IEC JTC 1/SC 27	در دست توسعه
27	اینترنت رسانه — معماری (ISO/IEC DIS 23093-1)	Information technology — Internet of media things - Part 1: Architecture	تعریف معماری اینترنت رسانه	معماری رسانه‌ای	استانداردسازی زیرساخت رسانه	معماران فناوری رسانه	ISO/IEC JTC 1/SC 29	در دست توسعه
28	اینترنت رسانه API — کشف و ارتباط (ISO/IEC DIS 23093-2)	Information technology — Internet of media things - Part 2: Discovery and communication API	توسعه رابط برنامه‌نویسی رسانه	API رسانه‌ای	بهبود ارتباطات رسانه‌ای	توسعه‌دهندگان نرم‌افزار	ISO/IEC JTC 1/SC 29	در دست توسعه
29	اینترنت رسانه — فرمت‌ها و API داده (ISO/IEC DIS 23093-3)	Information technology — Internet of media things - Part 3: Media data formats and APIs	استانداردسازی فرمت داده رسانه	فرمت داده رسانه‌ای	یکپارچگی فرمت‌های رسانه‌ای	متخصصان رسانه دیجیتال	ISO/IEC JTC 1/SC 29	در دست توسعه
30	اینترنت رسانه — پردازش توزیعی هوش مصنوعی (ISO/IEC DIS 23093-6)	Information technology — Internet of media things - Part 6: IoMT Media data formats and API for distributed AI processing	توسعه پردازش هوش مصنوعی توزیعی	هوش مصنوعی توزیعی	بهبود پردازش هوشمند رسانه	متخصصان هوش مصنوعی	ISO/IEC JTC 1/SC 29	در دست توسعه



جدول ۲۴-مهمترین استانداردهای تدوین شده توسط ایزو در حوزه شهرهای هوشمند

ردیف	عنوان استاندارد	عنوان استاندارد به انگلیسی	اهداف	دامنه	کاربرد	مخاطب	کمیته فنی مرتبط	وضعیت انتشار
1	زیرساخت‌های جوامع هوشمند — کاهش خطر بلایا (ISO/TR 6030: 2022)	Smart community infrastructures – Disaster risk reduction – Survey results and gap analysis	تحلیل شکاف‌های مدیریت بحران	مدیریت خطر بلایا	بهبود آمادگی شهری	مدیران بحران، برنامه‌ریزان شهری	ISO/TC 268	انتشار یافته
2	شهرها و جوامع پایدار — راهنمای مدل‌های عملیاتی هوشمند (ISO 37106: 2021)	Sustainable cities and communities — Guidance on establishing smart city operating models for sustainable communities	ایجاد مدل‌های عملیاتی شهری	مدیریت شهری	بهبود کارایی شهری	مدیران شهری، برنامه‌ریزان	ISO/TC 268	انتشار یافته
3	شهرها و جوامع پایدار — الزامات داده‌های باز (ISO 37110: 2022)	Sustainable cities and communities — Management requirements and recommendations for open data for smart cities and communities	استانداردسازی مدیریت داده‌های باز	مدیریت داده	شفافیت اطلاعاتی	متخصصان داده، شهروندان	ISO/TC 268	انتشار یافته
4	شهرها و جوامع پایدار — شاخص‌های شهرهای هوشمند (ISO 37122: 2019)	Sustainable cities and communities — Indicators for smart cities	تعریف شاخص‌های ارزیابی شهرهای هوشمند	ارزیابی شهری	سنجش پیشرفت شهری	برنامه‌ریزان شهری، محققان	ISO/TC 268	انتشار یافته
5	شهرها و جوامع پایدار — شاخص‌های شهرهای مقاوم (ISO 37123: 2019)	Sustainable cities and communities — Indicators for resilient cities	تعیین معیارهای مقاوم‌سازی شهری	مدیریت بحران	افزایش تاب‌آوری شهری	مدیران شهری، متخصصان بحران	ISO/TC 268	انتشار یافته
6	زیرساخت‌های جوامع هوشمند — مدل بلوغ (ISO 37153: 2024)	Smart community infrastructures — Maturity model for assessment and improvement	ارزیابی سطح بلوغ زیرساخت‌های هوشمند	توسعه زیرساخت	بهبود مستمر سیستم‌ها	مهندسان زیرساخت، مدیران فنی	ISO/TC 268	انتشار یافته



ردیف	عنوان استاندارد	عنوان استاندارد به انگلیسی	اهداف	دامنه	کاربرد	مخاطب	کمیته فنی مرتبط	وضعیت انتشار
7	زیرساخت‌های جوامع هوشمند — حمل و نقل هوشمند (ISO 37162: 2023)	Smart community infrastructures — Smart transportation for newly developing areas	طراحی سیستم‌های حمل و نقل هوشمند	توسعه حمل و نقل	بهینه‌سازی جابجایی شهری	برنامه‌ریزان حمل و نقل	ISO/TC 268	انتشار یافته
8	زیرساخت‌های جوامع هوشمند — چارچوب داده‌های شهری (ISO 37166: 2022)	Smart community infrastructures — Urban data integration framework for smart city planning	یکپارچه‌سازی داده‌های شهری	مدیریت داده	برنامه‌ریزی هوشمندانه	تحلیلگران داده، مدیران شهری	ISO/TC 268	انتشار یافته
9	زیرساخت‌های جوامع هوشمند — وسایل نقلیه برقی و خودمختار (ISO 37168: 2022)	Smart community infrastructures — Guidance on smart transportation by Electric, Connected and Autonomous Vehicles	راهنمای حمل و نقل هوشمند	فناوری حمل و نقل	توسعه حمل و نقل پیشرفته	مهندسان حمل و نقل	ISO/TC 268	انتشار یافته
10	زیرساخت‌های جوامع هوشمند — رانندگی خودمختار در جاده‌های عمومی (ISO 37181: 2022)	Smart community infrastructures — Smart transportation by autonomous vehicles on public roads	استانداردسازی رانندگی خودمختار	ایمنی حمل و نقل	توسعه وسایل نقلیه خودران	مهندسان خودرو، سیاست‌گذاران	ISO/TC 268	انتشار یافته
11	شهرها و جوامع پایدار — شاخص‌های ESG (ISO 37125: 2024)	Sustainable cities and communities — Environmental, social and governance (ESG) indicators for cities	تعریف شاخص‌های زیست‌محیطی، اجتماعی و حکمرانی	ارزیابی پایداری شهری	سنجش عملکرد شهری	سرمایه‌گذاران، مدیران شهری	ISO/TC 268	انتشار یافته
12	زیرساخت‌های جوامع هوشمند — چارچوب داده‌های حاکمیتی (ISO 37170: 2022)	Smart community infrastructures — Data framework for infrastructure governance based on digital technology	استانداردسازی مدیریت داده‌های زیرساختی	حکمرانی دیجیتال	بهبود مدیریت شهری	مدیران فناوری، سیاست‌گذاران	ISO/TC 268	انتشار یافته



ردیف	عنوان استاندارد	عنوان استاندارد به انگلیسی	اهداف	دامنه	کاربرد	مخاطب	کمیته فنی مرتبط	وضعیت انتشار
13	زیرساخت‌های جوامع هوشمند — تبادل داده جغرافیایی (ISO/TS 37172: 2022)	Smart community infrastructures — Data exchange and sharing for community infrastructures based on geographic information	استانداردسازی تبادل داده‌های مکانی	مدیریت داده‌های مکانی	بهبود تحلیل‌های مکانی	متخصصان GIS، برنامه‌ریزان	ISO/TC 268	انتشار یافته
14	زیرساخت‌های جوامع هوشمند — سیستم‌های اطلاعاتی ساختمان هوشمند (ISO 37173: 2023)	Smart community infrastructure — Guidance for the development of smart building information systems	اطلاعاتی ساختمان‌های هوشمند	مدیریت ساختمان	بهینه‌سازی ساختمان‌ها	مهندسان ساختمان، طراحان	ISO/TC 268	انتشار یافته
15	زیرساخت‌های جوامع هوشمند — مدل بلوغ پاسخگویی (ISO 37176: 2024)	Smart community infrastructure — Responsiveness assessment and maturity model	ارزیابی سطح پاسخگویی زیرساخت‌ها	سنجش عملکرد	بهبود کارایی سیستم‌ها	مدیران اجرایی، ارزیابان	ISO/TC 268	انتشار یافته
16	فناوری اطلاعات — راهنمای نمایش شهرهای هوشمند (ISO/IEC TS 5147: 2023)	Information technology — Computer graphics, image processing and environmental data representation — Guidelines for representation and visualization of smart cities	استانداردسازی نمایش گرافیکی شهرها	تجسم داده‌های شهری	بهبود تحلیل‌های بصری	طراحان، تحلیلگران داده	ISO/IEC JTC 1	انتشار یافته
17	شهرهای هوشمند — چارچوب تصمیم‌گیری اشتراک داده (ISO/IEC 17917: 2024)	Smart cities — Guidance to establishing a decision-making framework for sharing data and information services	تدوین چارچوب تصمیم‌گیری برای اشتراک داده	مدیریت داده	شفافیت و همکاری	مدیران داده، سیاست‌گذاران	ISO/IEC JTC 1	انتشار یافته
18	فناوری اطلاعات — معماری مرجع پلتفرم دیجیتال (ISO/IEC 24039: 2022)	Information technology — Smart city digital platform reference architecture — Data and service	تعریف معماری مرجع پلتفرم‌های شهری	معماری دیجیتال	یکپارچگی سیستم‌ها	معماران فناوری، مهندسان	ISO/IEC JTC 1	انتشار یافته
19	سیستم‌های حمل و نقل هوشمند — خدمات سبز (ISO/TC 204)	Intelligent transportation systems — Energy-based green ITS services for smart city mobility applications via nomadic and mobile devices	توسعه خدمات حمل و نقل سبز	حمل و نقل پایدار	کاهش آلودگی	متخصصان محیط‌زیست	ISO/TC 204	انتشار یافته



ردیف	عنوان استاندارد	عنوان استاندارد به انگلیسی	اهداف	دامنه	کاربرد	مخاطب	کمیته فنی مرتبط	وضعیت انتشار
	انرژی 1: ISO/TR 17748-1 (2024)							
20	زیرساخت‌های جوامع هوشمند — کاهش خطر بلایا (ISO 37179: 2024)	Smart community infrastructures — Disaster risk reduction — Basic framework for implementation	ایجاد چارچوب پایه مدیریت بحران	مدیریت ریسک	کاهش آسیب‌پذیری	مدیران بحران، برنامه‌ریزان	ISO/TC 268	انتشار یافته
21	مدل مفهومی شهر هوشمند — راهنمای قابلیت همکاری داده (ISO/IEC 30182: 2017)	Smart city concept model — Guidance for establishing a model for data interoperability	استانداردسازی تبادل داده در شهرهای هوشمند	مدیریت داده	بهبود هماهنگی سیستم‌ها	متخصصان داده، مهندسان IT	ISO/IEC JTC 1	انتشار یافته
22	پایداری در ساختمان — شاخص‌ها و معیارها (ISO 21678: 2020)	Sustainability in buildings and civil engineering works — Indicators and benchmarks — Principles, requirements and guidelines	تعیین شاخص‌های پایداری ساختمان	ارزیابی پایداری	بهبود عملکرد زیست‌محیطی	معماران، مهندسان ساختمان	ISO/TC 59/SC 17	انتشار یافته
23	مدل اطلاعاتی انسان برای شهرهای مجازی 3D (ISO/IEC CD 20538)	Human Information Data Model for 3D Virtual Smart Cities	ایجاد مدل داده برای شهرهای مجازی	شهرسازی دیجیتال	توسعه شبیه‌سازی‌های شهری	طراحان شهری، متخصصان VR	ISO/IEC JTC 1	در دست توسعه
24	زیرساخت‌های جوامع هوشمند — پاسخ اضطراری بهداشتی (ISO/TR 37112: 2024)	Sustainable cities and communities — Case studies in how smart city operating models support an effective public-health emergency response	مطالعه موردی مدل‌های عملیاتی در بحران‌های بهداشتی	مدیریت بحران سلامت	بهبود پاسخگویی اضطراری	مدیران بهداشت، سیاست‌گذاران	ISO/TC 268	انتشار یافته
25	زیرساخت‌های جوامع هوشمند — راهنمای شبکه چراغ‌های خیابانی (ISO/TR 37178: 2023)	Smart community infrastructures — Data exchange and sharing for the lamppost network in smart community	استانداردسازی شبکه روشنایی هوشمند	زیرساخت‌های شهری	بهینه‌سازی روشنایی عمومی	مهندسان شهری، برق	ISO/TC 268	انتشار یافته



ردیف	عنوان استاندارد	عنوان استاندارد به انگلیسی	اهداف	دامنه	کاربرد	مخاطب	کمیته فنی مرتبط	وضعیت انتشار
26	زیرساخت‌های جوامع هوشمند — کاهش آلودگی در حمل و نقل (ISO 37182: 2022)	Smart community infrastructures — Smart transportation for fuel efficiency and pollution emission reduction in bus transportation services	بهبودسازی کارایی سوخت و کاهش آلودگی	حمل و نقل عمومی	کاهش انتشار کربن	متخصصان محیط‌زیست	ISO/TC 268	انتشار یافته
27	مدل اطلاعاتی تأسیسات شبکه هوشمند (ISO 17800: 2017)	Facility smart grid information model	ایجاد مدل اطلاعاتی برای شبکه‌های هوشمند	مدیریت انرژی	بهبودسازی مصرف انرژی	مهندسان برق، انرژی	ISO/TC 205	انتشار یافته
28	استانداردهای فناوری اطلاعات برای شهرهای هوشمند (ISO/IEC AWI TR 20169)	Information technology — Overview of information technology standards for smart cities	مرور کلی استانداردهای فناوری شهری	استانداردسازی	هماهنگی فناوری‌های شهری	سیاست‌گذاران فناوری	ISO/IEC JTC 1	در دست توسعه
29	راهنمای انتخاب سیستم‌های لرزه‌نگار (ISO/CD 37194)	Smart community infrastructures — Disaster risk reduction — Guidance for the process of selecting seismometer systems suitable for specific purposes	راهنمای انتخاب سیستم‌های لرزه‌نگاری	مدیریت ریسک زلزله	کاهش خسارات زلزله	زلزله‌شناسان، مدیران بحران	ISO/TC 268	در دست توسعه
30	معماری مرجع شهرهای هوشمند (IEC/AWI 63205)	Smart Cities Reference Architecture (SCRA)	ایجاد معماری مرجع شهرهای هوشمند	معماری سیستم‌های شهری	یکپارچگی زیرساخت‌ها	معماران شهری، متخصصان IT	IEC	در دست توسعه
31	راهنمای مدیریت پاسخ اضطراری بهداشتی (ISO 37113: 2024)	Sustainable cities and communities — Guidance for managing a public-health emergency response in smart city operating models	استانداردسازی پاسخ به بحران‌های بهداشتی	مدیریت بحران سلامت	بهبود مدیریت همه‌گیری	مدیران بهداشتی، سیاست‌گذاران	ISO/TC 268	انتشار یافته



ردیف	عنوان استاندارد	عنوان استاندارد به انگلیسی	اهداف	دامنه	کاربرد	مخاطب	کمیته فنی مرتبط	وضعیت انتشار
32	چارچوب ارزیابی داده‌های مدیریت شهری (ISO/FDIS 37114)	Sustainable cities and communities — Appraisal framework for datasets and data processing methods that create urban management information	ارزیابی روش‌های پردازش داده شهری	مدیریت داده	بهبود تصمیم‌گیری شهری	تحلیلگران داده، مدیران شهری	ISO/TC 268	در دست توسعه
33	موارد کاربردی مسیرهای شهرهای خالص کربن (ISO/WD TR 37115)	Sustainable cities and communities — Use Cases on Net Zero Carbon Cities Pathways	تدوین راهکارهای کاهش کربن	کاهش انتشار کربن	مدیریت زیست‌محیطی	متخصصان محیط‌زیست	ISO/TC 268	در دست توسعه
34	اصول تأمین مالی کاهش ریسک بلایا (ISO/DIS 37116)	Sustainable cities and communities — Disaster risk finance — Principles and general requirements for financing ex-ante investment in risk reduction	استانداردسازی تأمین مالی کاهش خطر	مدیریت ریسک مالی	کاهش خسارات اقتصادی	اقتصاددانان، مدیران بحران	ISO/TC 268	در دست توسعه
35	راهنمای تبادل اطلاعات مدل‌سازی شهری (ISO/DIS 37187)	Smart community infrastructures — Guidelines on data exchange and sharing of city information modelling platform	استانداردسازی تبادل داده‌های شهری	مدل‌سازی اطلاعات	بهبود شفافیت اطلاعاتی	متخصصان IT، مدیران شهری	ISO/TC 268	در دست توسعه
36	سرویس‌های خدمات شهری موبایلی (ISO/AWI TS 17748-2)	Intelligent transport systems — Nomadic and mobile devices — Energy-based green ITS services for smart city mobility applications - Part 2: Functional requirements of data platform	تعریف الزامات پلتفرم داده خدمات موبایلی	خدمات حمل و نقل	بهبود سرویس‌های شهری	توسعه‌دهندگان، اپلیکیشن، مدیران حمل و نقل	ISO/TC 204	در دست توسعه
37	الزامات تبادل داده شارژ خودروهای برقی (ISO/DIS 17748-3)	Intelligent transport systems — Energy-based green ITS services for smart city mobility applications via nomadic and mobile devices - Part 3: Data exchange requirements for electric vehicle (EV)-based demand response charging services	استانداردسازی تبادل داده شارژ خودروهای برقی	مدیریت انرژی	بهینه‌سازی شارژ خودروهای برقی	متخصصان انرژی، صنعت خودرو	ISO/TC 204	در دست توسعه



ردیف	عنوان استاندارد	عنوان استاندارد به انگلیسی	اهداف	دامنه	کاربرد	مخاطب	کمیته فنی مرتبط	وضعیت انتشار
38	واژگان شهرها و جوامع پایدار (ISO/CD 37100)	Sustainable cities and communities — Vocabulary	ایجاد واژگان استاندارد شهری	استانداردسازی زبان	ایجاد زبان مشترک	محققان، برنامه‌ریزان شهری	ISO/TC 268	در دست توسعه
39	مدل داده کاربری شهرهای هوشمند (ISO/IEC CD TR 25005-2)	Information technology — Data use in smart cities - Part 2: Use case analysis and common considerations	تحلیل موارد کاربری داده	مدیریت داده	بهبود تحلیل‌های شهری	تحلیلگران داده، مدیران IT	ISO/IEC JTC 1	در دست توسعه
40	مسیرهای حمل و نقل کم‌کربن (ISO/AWI TS 17748-2)	Intelligent transport systems — Nomadic and mobile devices — Energy-based green ITS services for smart city mobility applications	توسعه خدمات حمل و نقل کم‌کربن	کاهش آلودگی	بهبود پایداری حمل و نقل	متخصصان محیط‌زیست	ISO/TC 204	در دست توسعه

جدول ۲۵- مجموعه استانداردهای تدوین شده توسط کارگروه ISO/TC 286 با موضوع توسعه روابط مشارکتی

ردیف	عنوان استاندارد	عنوان استاندارد به انگلیسی	اهداف	دامنه	کاربرد	مخاطب	وضعیت انتشار
1	راهنمای برون‌سپاری (ISO 37500: 2014)	Guidance on outsourcing	استانداردسازی فرآیندهای برون‌سپاری	مدیریت منابع	بهبود کارایی سازمانی	مدیران اجرایی، متخصصان منابع	انتشار یافته
2	سیستم‌های مدیریت روابط کسب و کار همکارانه (ISO 44001: 2017)	Collaborative business relationship management systems — Requirements and framework	تدوین چارچوب همکاری‌های تجاری	مدیریت روابط	بهبود همکاری‌های سازمانی	مدیران ارشد، استراتژیست‌ها	انتشار یافته
3	اصلاحیه تغییرات اقلیمی در روابط کسب و کار (ISO 44001: 2017/Amd 1: 2024)	Collaborative business relationship management systems — Amendment 1: Climate action changes	ادغام ملاحظات اقلیمی در همکاری‌ها	پایداری محیطی	کاهش اثرات زیست‌محیطی	متخصصان محیط‌زیست	انتشار یافته



ردیف	عنوان استاندارد	عنوان استاندارد به انگلیسی	اهداف	دامنه	کاربرد	مخاطب	وضعیت انتشار
4	راهنمای پیاده‌سازی مدیریت روابط همکاریانه (ISO 44002: 2019)	Collaborative business relationship management systems — Guidelines on the implementation	ارائه راهنمای اجرایی همکاری‌ها	اجرای استراتژی	بهبود فرآیندهای همکاری	مشاوران کسب و کار	انتشار یافته
5	راهنمای کسب و کارهای کوچک و متوسط (ISO 44003: 2021)	Collaborative business relationship management — Guidelines for micro, small and medium-sized enterprises	حمایت از کسب و کارهای کوچک	توانمندسازی SMEs	تسهیل همکاری‌های تجاری	مدیران کسب و کارهای کوچک	انتشار یافته
6	راهنمای همکاری سازمان‌های بزرگ با SMEs (ISO 44004: 2021)	Collaborative business relationship management — Guidelines for large organizations seeking collaboration with MSMEs	تسهیل همکاری سازمان‌های بزرگ	استراتژی همکاری	توسعه اکوسیستم کسب و کار	مدیران ارشد، استراتژیست‌ها	انتشار یافته
7	راهنمای همکاری دانشگاه-کسب و کار (ISO/TS 44006: 2023)	Collaborative business relationship management — Guidelines for university-business collaboration	استانداردسازی همکاری‌های دانشگاهی	انتقال فناوری	پیوند دانشگاه و صنعت	مدیران دانشگاهی، صنعتگران	انتشار یافته
8	اصول مدیریت موفق روابط کسب و کار همکاریانه (ISO/TR 44000: 2019)	Principles for successful collaborative business relationship management	تعیین اصول موفقیت همکاری‌ها	استراتژی همکاری	بهبود روابط تجاری	رهبران کسب و کار	انتشار یافته
9	راهنمای رهبری همکاریانه (ISO/AWI TS 44005)	Collaborative business relationship — Guideline for Collaborative leadership	توسعه مهارت‌های رهبری همکاریانه	توانمندسازی رهبران	بهبود مدیریت تیمی	رهبران و مدیران	در دست توسعه
10	سیستم‌های مدیریت روابط کسب و کار (ISO/CD 44001)	Collaborative business relationship management systems — Requirements and framework	بازنگری چارچوب همکاری‌ها	مدیریت روابط	به‌روزرسانی استانداردها	متخصصان استراتژی	در دست توسعه
11	راهنمای همکاری‌های اکوسیستمی (ISO/CD TS 24908)	Collaborative Business Relationship Management — Guideline for Ecosystem Collaborations	ایجاد چارچوب همکاری اکوسیستمی	استراتژی اکوسیستم	توسعه همکاری‌های چندجانبه	مدیران استراتژی	در دست توسعه

