



مؤسسه استنادی و پایش علم و فناوری
جهان اسلام



وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

جایگاه جهانی تولیدات علمی جمهوری اسلامی ایران و کشورهای اسلامی: فناوری‌های چاپ سه بعدی و چهار بعدی





**جایگاه جهانی تولیدات علمی جمهوری اسلامی ایران و
کشورهای اسلامی: فناوری‌های چاپ سه بعدی و چهار بعدی**

کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به مؤسسه ISC است.

هرگونه استفاده از مطالب این گزارش با ذکر منبع بلامانع است

DOR: <https://dor.isc.ac/dor/20.1001.5.1.1403.10.2.6>



مؤسسه استنادی و پایش علم و فناوری
جهان اسلام

جایگاه جهانی تولیدات علمی جمهوری اسلامی ایران و کشورهای اسلامی:

فناوری‌های چاپ سه بعدی و چهار بعدی

مؤسسه استنادی و پایش علم و فناوری جهان اسلام (ISC)، مأموریت دارد که ضمن پایش علم، فناوری و نوآوری در سطح کشور و محیط بین‌الملل با فراهم آوردن داده‌ها و اطلاعات لازم به سیاست‌گذاری آگاهانه و تصمیم‌سازی در حوزه علم، فناوری و نوآوری در سطح کشور و نیز کشورهای جهان اسلام کمک کند. بر این اساس، ارائه گزارش‌های موضوعی از وضعیت فناوری‌های مختلف و موثر به عنوان یکی از راهبردهای مؤسسه طی مدت اخیر دنبال شده و مورد استقبال و بهره‌برداری جامعه علمی کشور قرار گرفته است. در این گزارش، جایگاه جهانی تولیدات علمی جمهوری اسلامی ایران و کشورهای اسلامی در فناوری‌های چاپ سه بعدی و چهار بعدی بررسی شده است.

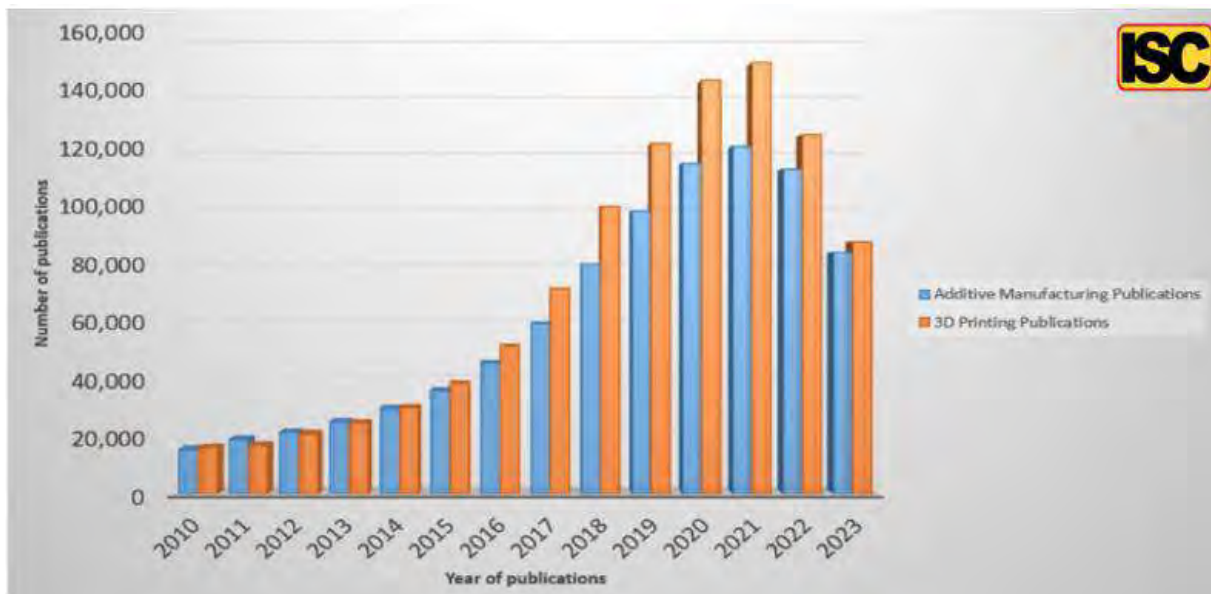
انقلاب صنعتی چهارم و پنجم را می‌توان یکی از بزرگ‌ترین اتفاقات در دهه‌های اخیر قلمداد کرد که کسب و کارها، صنایع و زندگی افراد جامعه را تحت تاثیر قرار می‌دهد. این انقلاب‌های صنعتی مبتنی بر هوشمندسازی است و به همین دلیل نیز تجهیزات هوشمند و فناوری‌هایی نظیر هوش مصنوعی، اینترنت اشیا، چاپ سه بعدی و چهار بعدی، فناوری‌های ارتباطی نسل جدید (5G)، رباتیک، ربات همکار، کلان داده، بلاک چین‌ها و فناوری پهباد و ... بسیار مورد توجه قرار گرفته‌اند. انقلاب صنعتی چهارم و پنجم، واقعیتی در حال ظهور است که منشا تغییرات فراوانی در حوزه‌های حکمرانی دولتی و ساختارهای اقتصادی و اجتماعی و آموزشی خواهد شد. در بسیاری از کشورهای پیشرفته جهان برای استقبال از این تغییر بسیار مهم فلسفی، اقتصادی، اجتماعی و مدیریتی تلاش می‌شود تا بتوانند در آینده این تحولات سهمی داشته باشند.

فناوری‌های نسل چهارم و پنجم از جمله چاپ سه بعدی و چهار بعدی صنعت سهم مهمی در ارزش آفرینی اقتصادی دارند. در فناوری پرینت سه بعدی، یک قطعه به صورت لایه به لایه تولید می‌شود ولی در پرینت چهاربعدی به گونه‌ای برنامه ریزی شده است که بعد از ساخت محصول به کمک چاپ سه بعدی، به مرور دچار تغییر شکل می‌گردد و هندسه قطعه تغییر می‌کند.

مؤسسات رصد و رتبه‌بندی فناوری‌های سه بعدی و چهاربعدی بر اساس مدارک علمی منتشر شده

در سال‌های اخیر، نظام‌های رتبه‌بندی مختلف از سراسر جهان به کار رتبه‌بندی و ارائه گزارش در مورد عملکرد فناوری‌های مختلف پرداخته‌اند. از جمله این نظام‌ها می‌توان به پایگاه وب آو ساینس، نظام رتبه‌بندی EduRank، نظام رتبه‌بندی جهانی QS، نظام رتبه‌بندی یو اس نیوز (USnews) و نظام رتبه‌بندی سایمگو (SCImago) و آی اس سی (ISC) اشاره کرد.

شکل ۱، روند کلی انتشارات فناوری‌های ساخت افزودنی^۱ و چاپ سه بعدی را در بازه زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۳ نشان می‌دهد. با توجه به نمودار، تولیدات علمی هر دو فناوری در بازه زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۳ رشد قابل توجهی داشته‌اند. در ابتدا، فناوری چاپ سه بعدی انتشارات بیشتری به خود اختصاص داده بود، اما از سال ۲۰۱۶ تا ۲۰۱۹، فناوری ساخت افزودنی پیشتاز شده است که می‌تواند به دلیل کاربرد فنی گسترده‌تر آن باشد. در سال‌های اخیر، چاپ سه بعدی احتمالاً به دلیل شناخته شدن آن در برنامه‌های کاربردی اصلی، دوباره محبوبیت پیدا کرده است. علی‌رغم افت جزئی در سال‌های ۲۰۲۲ و ۲۰۲۳، هر دو فناوری همچنان به جذب تحقیقات قابل توجهی ادامه می‌دهند و بر اهمیت مداوم آنها در حوزه‌های صنعتی و دانشگاهی تاکید می‌کنند.

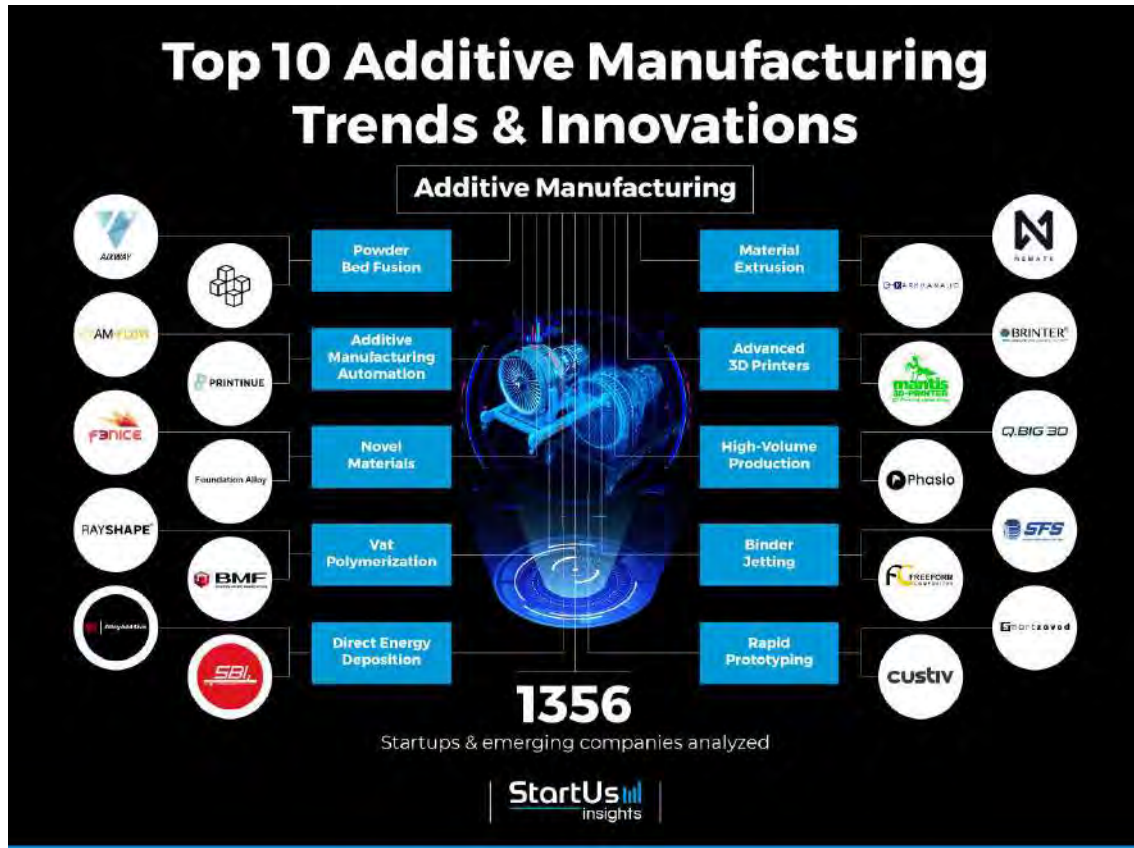


شکل ۱. روند انتشارات حوزه ساخت افزودنی و چاپ سه بعدی در بازه زمانی ۲۰۱۰-۲۰۲۳

(منبع: پایگاه وب آو ساینس)

^۱ به مجموعه‌ی روش‌های طراحی سه بعدی، اسکن سه بعدی، و چاپ سه بعدی که برای ساخت یک محصول همکاری می‌کنند، «ساخت افزودنی» گفته می‌شود.

شکل ۲ نمای کلی از روندها و نوآوری‌های برتر حوزه ساخت افزودنی را ارائه می‌کند. شکل ۲ نشان‌دهنده نقشه نوآوری است که با تحلیل نمونه‌ای بالغ بر ۱۳۵۶ استارت‌آپ و شرکت‌های فعال در زمینه فناوری‌های نوظهور صنعت چاپ سه بعدی به دست آمده است. ۱۰ گرایش یا روند برتر ساخت افزودنی که بر شرکت‌های سراسر جهان تأثیر می‌گذارند و ۲۰ استارت‌آپ که بر روی فناوری‌های نوظهور کار می‌کنند در شکل ۲ مشخص شده است.



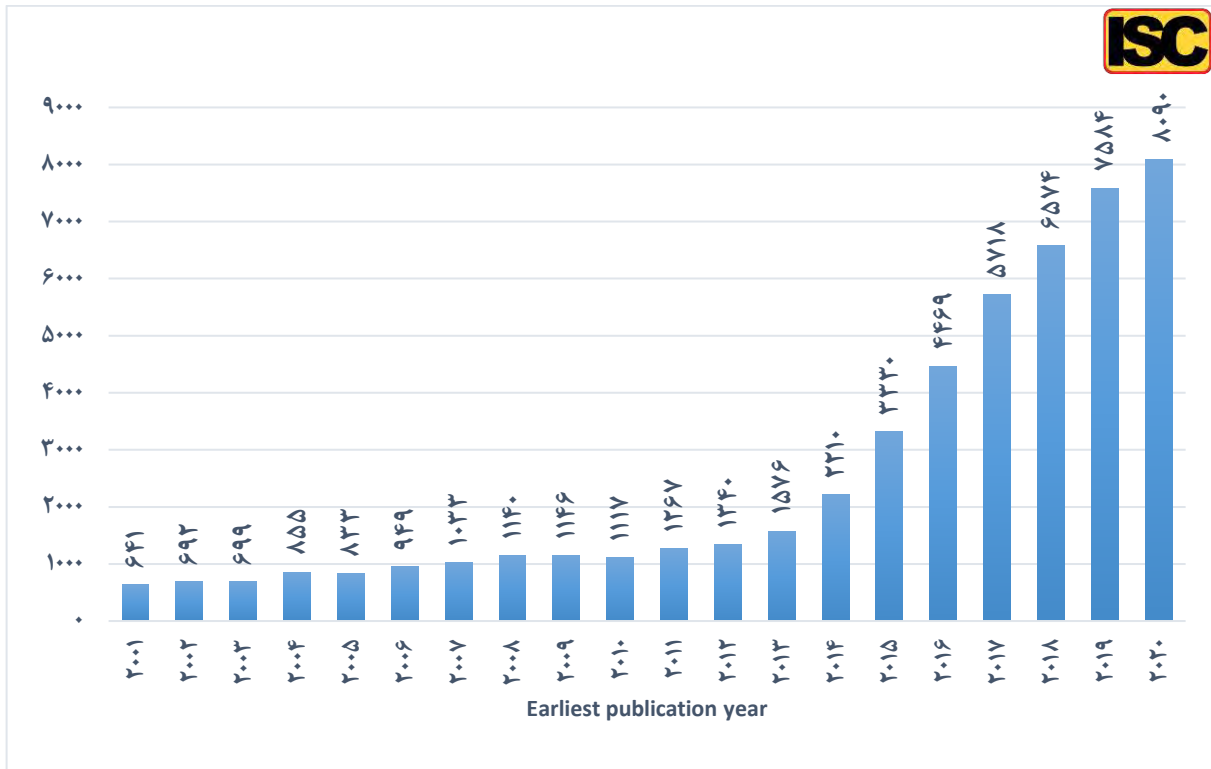
شکل ۲. ده روند و نوآوری برتر در حوزه ساخت افزودنی
(Source: StartUs Insights 2024)

شکل ۳، روند ثبت اختراع را بر اساس گزارش اداره ثبت اختراع اروپا (۲۰۲۳)، نشان می‌دهد. ای‌پی‌او (EPO)، مسئول بررسی درخواست‌های ثبت اختراع اروپایی است و بازرسان آن به تجزیه و تحلیل اختراعات جدید می‌پردازند. آخرین گزارش این سازمان (۲۰۲۳) نشان می‌دهد چگونه چاپ سه بعدی در دهه‌ی گذشته افزایش یافته است، به طوری که ثبت اختراعات هم خانواده (ثبت اختراع فامیلی^۲) در چاپ سه بعدی به طور سالانه با نرخ متوسط ۲۶/۳ درصد بین سال‌های ۲۰۱۳ و ۲۰۲۰ رشد کرده‌اند.

اختراع هم خانواده مجموعه‌ای از مدارک ثبت اختراع می‌باشد که یک نوآوری را در بر می‌گیرد و محتوای فنی یکسانی دارند. به عنوان مثال اختراعات مرتبط با کنترل حرکت یک وسیله نقلیه در یک خانواده قرار دارند. شاخص «اختراعات هم خانواده بین‌المللی» برای تعیین کمیت و به عنوان یک اختراع واحد استفاده

² Patent family

می‌شود که برای آن درخواست‌های ثبت اختراع در چندین دفتر ثبت اختراع ثبت و منتشر شده است. در محاسبه این شاخص، برای هر نوآوری، یک درخواست ثبت اختراع وجود نخواهد داشت. به همین ترتیب، «اختراعات هم خانواده بین‌المللی» فقط نشان دهنده تعداد نوآوری است و تعداد اختراعات ثبت شده را نشان نمی‌دهند. با این حال، «اختراعات هم خانواده بین‌المللی» می‌تواند معیار مفیدی از ارائه روندهای کلی باشد.

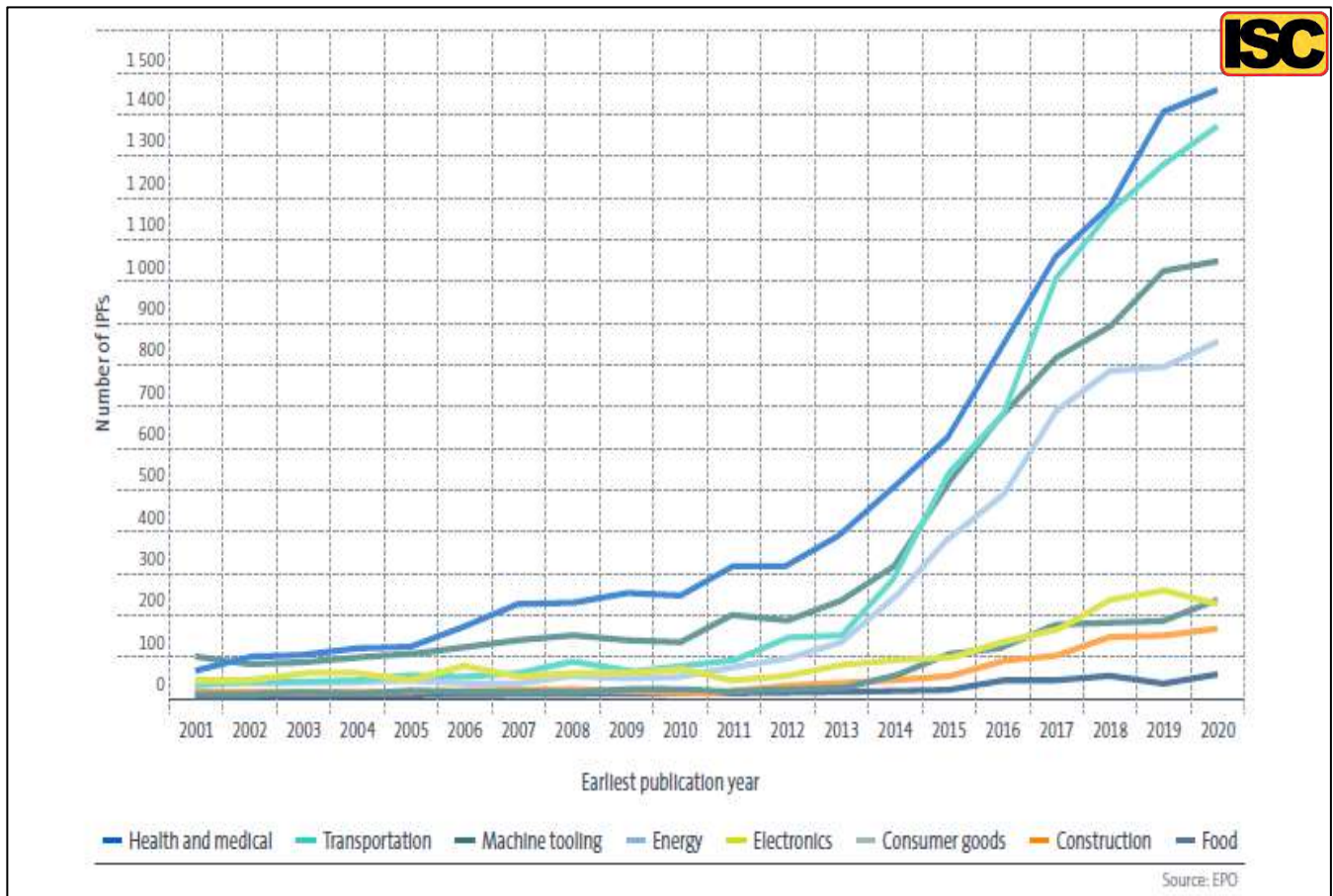


شکل ۳. روند تعداد اختراعات هم خانواده بین‌المللی مربوط به کل فناوری‌های ساخت افزودنی در بازه زمانی ۲۰۰۱-۲۰۲۰ (Source: EPO report "Innovation trends in additive manufacturing")

شکل ۴ روند تعداد اختراعات هم خانواده بین‌المللی ساخت افزودنی را در حوزه‌های مختلف کاربردی نشان می‌دهد. بخش‌های سلامت و پزشکی و حمل و نقل بیشترین سهم را در این ثبت اختراع‌ها دارند. سایر حوزه‌ها مانند ابزارهای ماشینی، انرژی، الکترونیک، کالاهای مصرفی، ساخت و ساز و غذا نیز در این نمودار نمایش داده شده‌اند.

در حالی که چاپ سه‌بعدی مدت‌ها است که برای نمونه‌سازی استفاده می‌شود، اکنون به‌طور فزاینده‌ای برای سفارشی‌سازی انبوه نیز قابل استفاده است. این فناوری در بخش‌هایی مانند سلامت و پزشکی و حمل و نقل (شامل هوافضا و خودرو) به‌طور قابل توجهی مورد استقبال قرار گرفته است. در بخش سلامت و پزشکی، بین سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۲۰، نزدیک به ۱۰۰۰۰ پرونده اختراعات هم خانواده بین‌المللی (IPFs) منتشر شده است، زیرا قابلیت‌های چاپ سه‌بعدی به‌ویژه برای ایمپلنت‌های بیمارمحور، مدل‌های آناتومیک و کاربردهای دندان‌پزشکی مفید است. بخش حمل و نقل نیز با بیش از ۷۰۰۰ پرونده ثبت اختراع، شاهد مزایای چاپ

سه‌بعدی برای توسعه محصول و پیشرفت به سمت تولید سریال است. علاوه بر این، کاربردهای ارزشمند این فناوری در صنایعی مانند الکترونیک، ساخت و ساز و حتی غذا در حال ظهور است.

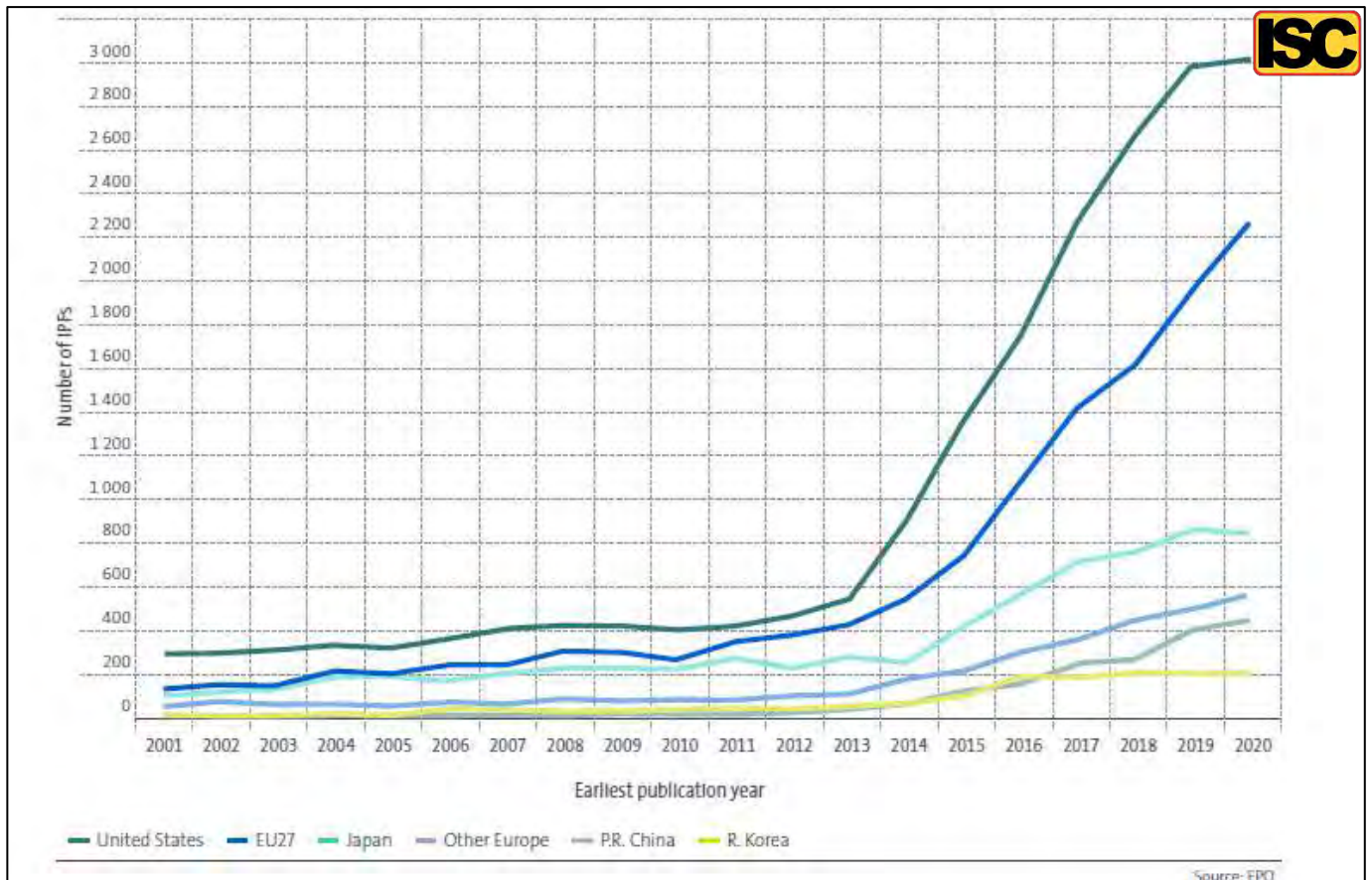


شکل ۴. روند تعداد اختراعات هم خانواده بین‌المللی در حوزه‌های کاربردی فناوری‌های ساخت افزودنی در بازه

زمانی ۲۰۰۱-۲۰۲۰

(Source: EPO report "Innovation trends in additive manufacturing")

شکل ۵ کشورهای پیشرو جهانی در نوآوری‌های ساخت افزودنی را نشان می‌دهد. اروپا و آمریکا پیشتازان جهانی در نوآوری‌های ساخت افزودنی هستند. آمریکا با ۴۰٪ از کل پرونده‌های ثبت اختراع مرتبط با ساخت افزودنی بین سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۲۰، در رتبه اول قرار دارد. اروپا (شامل کشورهای عضو اتحادیه اروپا و کشورهای عضو سازمان ثبت اختراع اروپا) با سهم ۳۳٪ در رتبه دوم است. این دو منطقه با هم ۷۳٪ از نوآوری‌های جهانی در ساخت افزودنی را تشکیل می‌دهند. در مقایسه، سهم چین و کره جنوبی به ترتیب ۴٪ و ۳٪ است. در اروپا، آلمان با ۴۱٪ از سهم اروپا، بیشترین سهم را در نوآوری‌های ساخت افزودنی دارد و فرانسه نیز با ۱۲٪ سهم، به‌عنوان یک بازیگر قابل توجه ظاهر شده است.



شکل ۵. کشورهای پیشرو جهانی در نوآوری‌های ساخت افزودنی در بازه زمانی ۲۰۰۱-۲۰۲۰
(Source: EPO report "Innovation trends in additive manufacturing")

چالش‌های استقبال و استفاده از فناوری‌های ساخت افزودنی

فناوری ساخت افزودنی در حال حاضر فناوری استاندارد برای نمونه‌سازی و توسعه محصول است. با این حال، پتانسیل زیادی برای تولید قطعات نهایی نیز دارد. برای اینکه فناوری ساخت افزودنی به یک روش رایج برای تولید قطعات نهایی تبدیل شود، سیستم‌ها باید به‌طور قابل توجهی سریع‌تر شوند، که این امر به کاهش هزینه تولید هر قطعه کمک می‌کند. مدت زمان تولید قطعه، یکی از عوامل اصلی موثر بر هزینه است و کاهش زمان، منجر به پایین آمدن نقطه سر به سر در نمودار هزینه‌های تولید خواهد شد و آن را برای صنعت جذاب‌تر می‌کند. سیستم‌های فناوری ساخت افزودنی همچنین توان عملیاتی ماشین را افزایش می‌دهند. این امر نه تنها از طریق افزایش سرعت عملیاتی، بلکه با افزایش حجم ساخت، بهینه‌سازی بسته‌بندی قطعات و فرآیندهای حذف خودکار قطعات نیز قابل دستیابی است. (مؤسسه پژوهشی وولر، ۲۰۲۳).

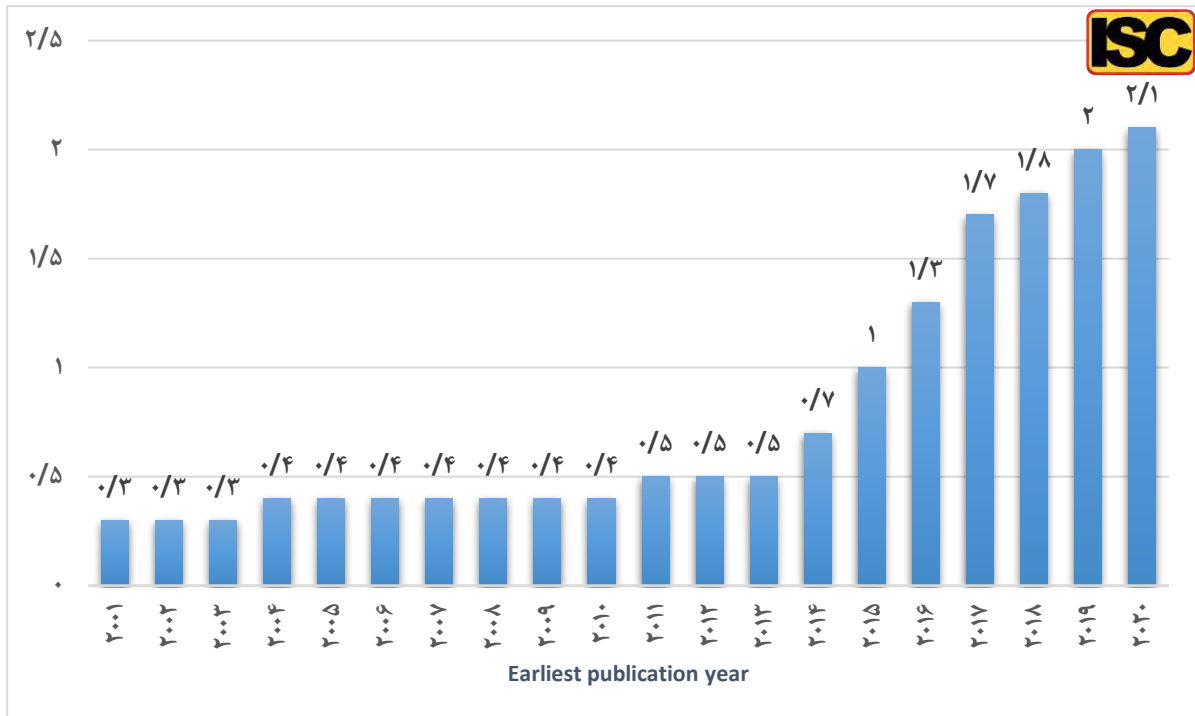
غلبه بر موانع مربوط به ادغام فرآیندهای فناوری ساخت افزودنی در زنجیره تأمین، استانداردسازی آن‌ها و لجستیک پیرامون آن‌ها برای ادغام موفق ماشین‌های فناوری ساخت افزودنی در فرآیند تولید، ضروری است.

هزینه ماشین‌های صنعتی فناوری ساخت افزودنی و مواد نیز قابل توجه است. اگرچه ماشین‌ها و مواد در حال ارزان‌تر شدن هستند، اما هنوز نسبت به روش‌های تولید سنتی نسبتاً گران هستند. به ویژه، زمانی که حجم قطعات افزایش می‌یابد، هزینه مواد بر هزینه‌های تولید تأثیر می‌گذارد. علاوه بر این، تجهیزات فناوری ساخت افزودنی اغلب به مواد و نرم‌افزارهای کنترل خاص فروشنده وابسته هستند. (مک کینزی، ۲۰۲۲).

تلاش و هزینه‌های مربوط به پیش‌پردازش و کنترل فناوری ساخت افزودنی اغلب دست‌کم گرفته می‌شود. فرآیند کنترل قطعات فناوری ساخت افزودنی، از جمله حذف ساختارهای پشتیبانی و عملیات تکمیلی، می‌تواند بخش قابل توجهی از هزینه کل یک قطعه فناوری ساخت افزودنی را تشکیل دهد. علاوه بر این، نیروی کار اولیه، به ویژه برای تولید با حجم کم، می‌تواند گران باشد و بر مقرون به صرفه بودن کلی فناوری ساخت افزودنی تأثیر بگذارد.

فرآیندهای تأیید و صدور گواهی‌نامه مرتبط با فناوری ساخت افزودنی مانع دیگری برای استقبال گسترده آن است. صنعت نیازمند رعایت استانداردها و مقررات خاصی برای اطمینان از کیفیت قطعات، ایمنی و انطباق است. بنابراین، توسعه استانداردهای بین‌المللی در مورد کاربرد فناوری‌های ساخت افزودنی در بخش‌های مختلف صنعت احتمالاً تأثیر قابل توجهی بر پذیرش فناوری‌های ساخت افزودنی خواهد داشت. با این حال، اصلی‌ترین مانع غیرفنی برای استقبال فناوری ساخت افزودنی این است که تولیدکنندگان هنوز به سودمندی فناوری ساخت افزودنی اطمینان کافی ندارند. مزایای واقعی زمانی آشکار می‌شوند که طراحان از قابلیت‌های منحصر به فرد فناوری ساخت افزودنی، مانند ترکیب چندین ویژگی در یک جزء واحد، کاهش تعداد کلی قطعات یا حذف مراحل ساخت بعدی، استفاده کنند (مؤسسه پژوهشی وولر، ۲۰۲۳).

نوآوری‌های ساخت افزودنی در حال پیشی گرفتن از سایر حوزه‌های فناوری هستند، زیرا سهم اختراعات هم خانواده بین‌المللی از تمام فناوری‌هایی که درخواست‌های ثبت اختراع برای آنها ثبت می‌شود، از سال ۲۰۱۴ به طور قابل توجهی افزایش یافته است. (شکل ۶).

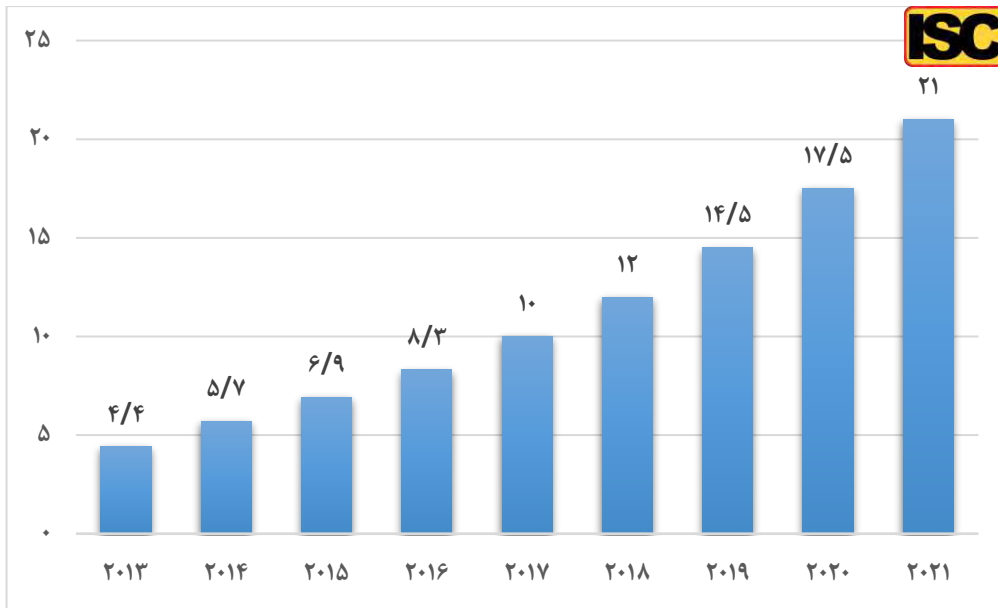


شکل ۶. سهم اختراعات هم خانواده بین‌المللی مربوط به کل فناوری‌های ساخت افزودنی در بازه زمانی ۲۰۰۱-۲۰۲۰
(Source: EPO report "Innovation trends in additive manufacturing")

بر اساس گزارش ای‌پی‌او، اروپا و آمریکا در رقابت جهانی برای نوآوری چاپ سه بعدی پیشرو هستند. از سال ۲۰۰۱ تاکنون بیش از ۵۰ هزار اختراعات هم خانواده بین‌المللی برای فناوری‌های چاپ سه بعدی در سراسر جهان ثبت شده است که ۳۹/۸ درصد آنها از آمریکا و ۳۲/۹ درصد از اروپا بوده است. در اروپا، رتبه نخست به آلمان اختصاص دارد که با ۴۱ درصد سهم، پیشرو این قاره و پس از آن فرانسه با ۱۲ درصد سهم قرار دارد. پس از آمریکا و اروپا که تقریباً سه چهارم کل اختراعات هم خانواده بین‌المللی چاپ سه بعدی را به خود اختصاص داده‌اند، ژاپن، چین و کره جنوبی به ترتیب با ۱۳/۹ درصد، ۳/۷ درصد و ۳/۱ درصد در رتبه‌های سوم تا پنجم قرار دارند.

این گزارش همچنین حاکی از آن است که چگونه بازار چاپ سه بعدی بسیار متنوع‌تر می‌شود. پیش از این، بازیگران اصلی این فناوری شرکت‌های مهندسی بودند و اکنون شرکت‌های دانش بنیان بسیاری در این حوزه در حال ظهورند. فناوری چاپ سه بعدی تقریباً در هر صنعتی قابل استفاده است و حدود یک پنجم تمام اختراعات هم خانواده بین‌المللی منتشر شده بین سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۲۰ در بخش بهداشت و پزشکی بوده و این فناوری به ویژه برای ایمپلنت‌های خاص بیمار و مدل‌های آناتومیک به طور قابل توجهی به کار گرفته شده است.

شکل ۷، اندازه بازار جهانی چاپ سه بعدی را در سراسر جهان از سال ۲۰۱۳ تا ۲۰۲۱ نشان می‌دهد. ارزش بازار چاپ سه بعدی از سال ۲۰۱۳ تا ۲۰۲۱ روند صعودی داشته و از ۴/۴ میلیارد دلار در سال ۲۰۱۳ به ۲۱ میلیارد دلار در سال ۲۰۲۱ رسیده است.



شکل ۷. اندازه بازار چاپ سه بعدی در سراسر جهان از سال ۲۰۱۳ تا ۲۰۲۱ (به میلیارد دلار آمریکا)
(Source: Statista 2024)

جمهوری اسلامی ایران در تولیدات علمی مرتبط با چاپ چهار بعدی رتبه نسبتاً خوبی دارد. ایران در این فناوری رتبه یازدهم جهانی و رتبه اول در بین کشورهای جهان اسلام را به خود اختصاص داده است و در این فناوری نسبت به دیگر کشورهای جهان اسلام عملکرد بهتری داشته است. جمهوری اسلامی ایران در چاپ سه بعدی در رتبه ۲۲ در بین کشورهای جهان و رتبه دوم در بین کشورهای جهان اسلام قرار دارد. جدول ۱، رتبه و تعداد تولیدات علمی کشورهای پیشرو جهانی در فناوری‌های چاپ سه بعدی و چهار بعدی را نشان می‌دهد. بر اساس داده‌های پایگاه وب آو ساینس (Web of Science) در فناوری چاپ سه بعدی، کشورهای آمریکا با ۱۳۳۲۰ مدرک؛ چین با ۱۰۸۵۹ مدرک و آلمان با ۳۵۷۲ مدرک در رتبه‌های اول تا سوم قرار دارند. در فناوری چاپ چهار بعدی، کشورهای چین با ۵۱۶ مدرک؛ آمریکا با ۳۳۲ مدرک و انگلستان با ۱۴۱ مدرک در رتبه‌های اول تا سوم قرار دارند.

جدول ۱. جایگاه جهانی تولیدات علمی فناوری‌های سه بعدی و چهار بعدی کشورهای پیشرو جهان در بازه زمانی ۲۰۱۴-۲۰۲۳

رتبه		فناوری
رتبه	چاپ سه بعدی (3D Printing) ^۲	چاپ چهار بعدی (4D Printing)
۱	آمریکا مدرک ۱۳۳۲۰	چین مدرک ۵۱۶
۲	چین مدرک ۱۰۸۵۹	آمریکا مدرک ۳۳۲
۳	آلمان مدرک ۳۵۷۲	انگلستان مدرک ۱۴۱
۴	انگلستان مدرک ۳۴۰۵	هند مدرک ۱۲۸
۵	کره جنوبی مدرک ۲۶۷۸	استرالیا مدرک ۹۸
۶	ایتالیا مدرک ۲۳۷۲	سنگاپور مدرک ۹۷
۷	استرالیا مدرک ۲۲۵۰	فرانسه مدرک ۸۲
۸	هند مدرک ۲۰۳۵	آلمان مدرک ۸۰
۹	کانادا مدرک ۱۸۷۹	ایتالیا مدرک ۷۷
۱۰	اسپانیا مدرک ۱۷۲۳	کره جنوبی مدرک ۷۷

جدول ۲، رتبه و تعداد تولیدات علمی کشورهای پیشرو اسلامی در فناوری‌های چاپ سه بعدی و چهاربعدی را نشان می‌دهد. براساس داده‌های پایگاه وب آو ساینس (Web of Science) در فناوری چاپ سه‌بعدی، کشورهای ترکیه با ۷۷۹ مدرک؛ جمهوری اسلامی ایران با ۶۰۶ مدرک و مالزی با ۵۴۳ مدرک در رتبه‌های اول تا سوم قرار دارند. در فناوری چاپ چهار بعدی، کشورهای جمهوری اسلامی ایران با ۶۵ مدرک؛ مالزی با ۲۰ مدرک و مصر با ۱۴ مدرک در رتبه‌های اول تا سوم قرار دارند.

۳ چاپ سه بعدی در تعریف ساده به فرایند تولید اجسام سه بعدی از فایل‌های دیجیتال گفته می‌شود.

جدول ۲. جایگاه تولیدات علمی فناوری‌های سه بعدی و چهار بعدی توسط کشورهای پیشرو اسلامی در بازه زمانی ۲۰۲۳-۲۰۱۴

رتبه		فناوری
۲۰۲۳-۲۰۱۴	چاپ سه بعدی (3D Printing)	چاپ چهار بعدی (4D Printing)
۱	ترکیه مدرک ۷۷۹	<u>جمهوری اسلامی ایران</u> <u>۶۵ مدرک</u>
۲	<u>جمهوری اسلامی ایران</u> <u>۶۰۶ مدرک</u>	مالزی مدرک ۲۰
۳	مالزی مدرک ۵۴۳	مصر مدرک ۱۴
۴	عربستان سعودی مدرک ۵۰۳	امارات متحده عربی مدرک ۱۴
۵	امارات متحده عربی مدرک ۲۶۸	پاکستان مدرک ۱۳
۶	مصر مدرک ۲۵۲	ترکیه مدرک ۹
۷	پاکستان مدرک ۱۷۳	اندونزی مدرک ۷
۸	اندونزی مدرک ۱۳۸	نیجریه مدرک ۳
۹	عراق مدرک ۷۵	عراق مدرک ۲
۱۰	نیجریه مدرک ۶۳	کویت مدرک ۲

بر اساس جدول ۳، تعداد تجمعی تولیدات علمی جمهوری اسلامی ایران در چاپ سه بعدی از ۳۸ مدرک در سال ۲۰۱۴ به ۶۰۶ مدرک در سال ۲۰۲۳ و در چاپ چهار بعدی از ۳۵ مدرک در سال ۲۰۱۴ به ۶۵ مدرک در سال ۲۰۲۳ رسیده است. بهترین رتبه جهانی جمهوری اسلامی ایران در چاپ سه بعدی در ۱۰ سال اخیر به سال ۲۰۲۰ با رتبه ۲۱ و در چاپ چهار بعدی به سال ۲۰۲۰ با رتبه ۱۷ بر می‌گردد.

جدول ۳. جایگاه جمهوری اسلامی ایران در تولیدات علمی فناوری‌های چاپ سه بعدی و چهار بعدی (۲۰۲۳-۲۰۱۴)

تعداد					رتبه	جایگاه	
۲۰۱۹	۲۰۲۰	۲۰۲۱	۲۰۲۲	۲۰۲۳	۲۰۲۳-۲۰۱۴	۲۰۲۳-۲۰۱۴	
۵۶	۱۱۴	۱۵۱	۲۱۲	۳۲۳	۶۰۶	۲۲	مرجع: Web Of Science چاپ سه بعدی
۴	۵	۱۰	۲۵	۲۱	۶۵	۱۱	چاپ چهار بعدی

براساس جدول ۴، بیشترین تولیدات علمی در بازه زمانی ۱۰ ساله در فناوری چاپ سه بعدی، مربوط به دانشگاه تهران، دانشگاه صنعتی امیرکبیر و دانشگاه تربیت مدرس و در چاپ چهار بعدی، مربوط به دانشگاه تهران، دانشگاه تربیت مدرس و دانشگاه تبریز بوده است.

جدول ۴. تولیدات علمی دانشگاه‌های کشور در فناوری‌های سه بعدی و چهار بعدی

فناوری		رتبه
چاپ چهار بعدی	چاپ سه بعدی	۲۰۱۴-۲۰۲۳
دانشگاه تهران ۲۷ مدرک	دانشگاه تهران ۸۳ مدرک	۱
دانشگاه تربیت مدرس ۵ مدرک	دانشگاه صنعتی امیرکبیر ۸۳ مدرک	۲
دانشگاه تبریز ۴ مدرک	دانشگاه تربیت مدرس ۴۰ مدرک	۳
دانشگاه صنعتی اصفهان ۴ مدرک	دانشگاه علوم پزشکی تهران ۳۷ مدرک	۴
دانشگاه صنعتی امیرکبیر ۳ مدرک	دانشگاه علم و صنعت ایران ۳۶ مدرک	۵
دانشگاه علم و صنعت ایران ۳ مدرک	دانشگاه صنعتی شریف ۳۶ مدرک	۶
دانشگاه صنعتی شریف ۳ مدرک	دانشگاه علوم پزشکی ایران ۳۲ مدرک	۷
دانشگاه ارومیه ۳ مدرک	دانشگاه علوم پزشکی اصفهان ۲۸ مدرک	۸
دانشگاه صنعتی بیرجند ۳ مدرک	دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی ۲۴ مدرک	۹
دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی ۳ مدرک	دانشگاه صنعتی اصفهان ۲۳ مدرک	۱۰

نظام رتبه‌بندی U-Multirank^۴

این نظام رتبه‌بندی برای نخستین بار در سال ۲۰۱۴ با رتبه‌بندی بیش از ۸۵۰ دانشگاه، ۱۰۰۰ دانشکده و ۵۰۰۰ گروه آموزشی در ۷۴ کشور جهان کار خود را آغاز کرد. ابتدا موضوعات مهندسی برق و الکترونیک، مکانیک و مطالعات تجاری را مورد سنجش قرار داد اما از سال بعد دامنه بررسی خود را به سایر حوزه‌های موضوعی نیز گسترش داد. این نظام با پشتیبانی اتحادیه اروپا و با هدایت کنسرسیومی متشکل از

^۴ <https://ultimaker.com>

سازمان‌هایی نظیر مرکز مطالعات آموزش عالی کشورهای نروژ و آلمان، مرکز مطالعات علوم و تکنولوژی دانشگاه لیدن، انتشارات دانشگاهی الزویر و... ایجاد و پشتیبانی می‌شود. این نظام رتبه‌بندی با رویکردی چندبعدی کشورها و مؤسسات آموزش عالی را رتبه‌بندی می‌کند. این ابعاد عبارت‌اند از آموزش و یادگیری، پژوهش، انتقال دانش، جهت‌گیری بین‌المللی و موقعیت داخلی. با کمک داده‌های ارائه‌شده توسط این نظام رتبه‌بندی، کاربران می‌توانند بر اساس سنجه‌ها و شاخص‌های موردنظر خود به مقایسه کشورها و دانشگاه‌های مختلف بپردازند.

این نظام رتبه‌بندی یک مطالعه جهانی برای تجزیه و تحلیل استفاده از ساخت افزودنی و پذیرش آن و همچنین آگاهی و درک صنعت و چالش‌های پیش روی کاربران چاپگرهای سه بعدی این شرکت انجام می‌دهد. شاخص احساسات چاپ سه بعدی به هر کشور شرکت کننده با توجه به درجه بلوغ آن در حوزه ساخت افزودنی امتیاز می‌دهد. بر اساس داده‌های این رتبه‌بندی در سال ۲۰۲۱-۲۰۲۲، در حوزه چاپ سه بعدی، کشورهای آمریکا، انگلستان و آلمان در رتبه‌های اول تا سوم قرار دارند.

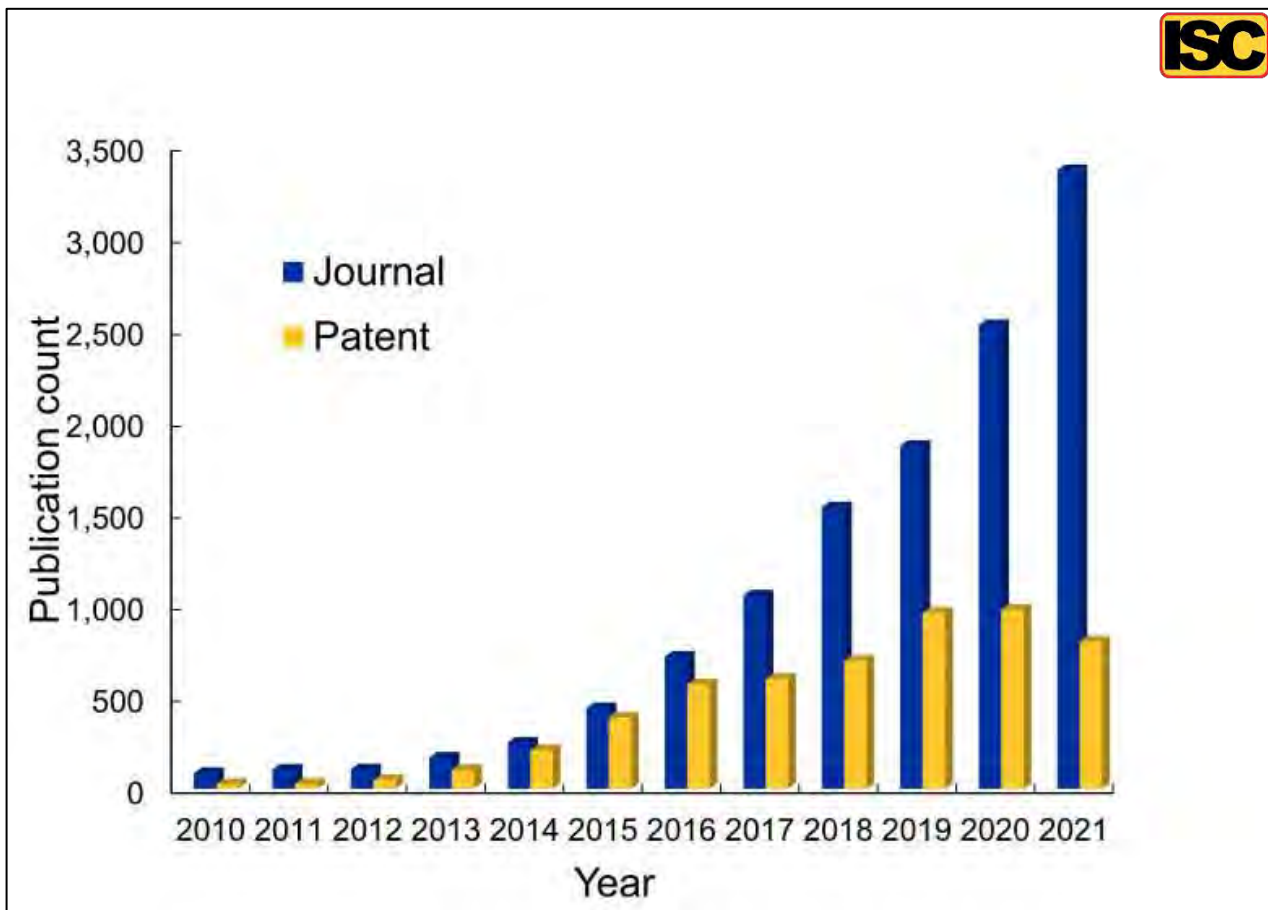


شکل ۸. کشورهای پیشرو جهانی در حوزه ساخت افزودنی
(Source: Ultimaker 2022)

کاربردهای چاپ سه بعدی در حوزه زیست پزشکی

فناوری چاپ سه بعدی از فناوری‌های مرز شکن است که کاربرد روزافزونی را در گستره‌ی زیست پزشکی از خود نشان داده است و پیش‌بینی می‌شود که این صنعت با سود بالای ۱۰ میلیارد دلاری در سال ۲۰۲۵ روبرو شود.

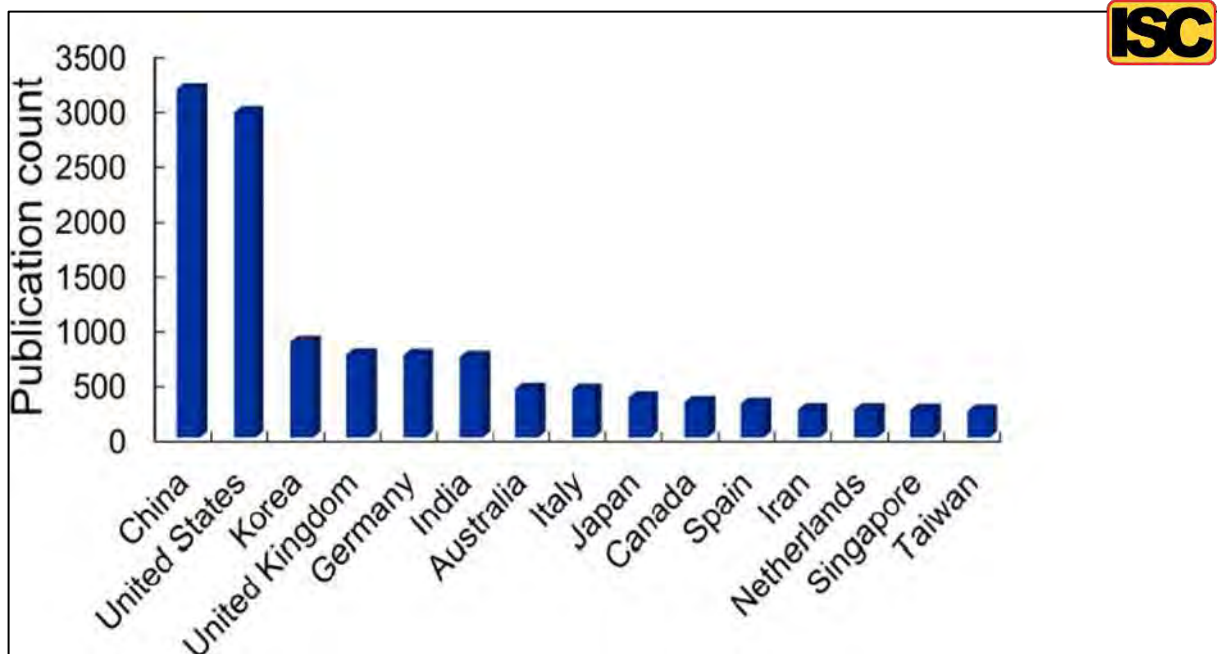
شکل ۹ نشان‌دهنده روند سالانه انتشارات مجلات و ثبت اختراع‌ها برای کاربردهای زیست پزشکی چاپ سه بعدی از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۱ است. تعداد انتشارات در این بازه زمانی حدود ۱۴۵۰۰ مقاله مجله و ۵۶۰۰ ثبت اختراع بوده است. روند انتشار، نشان‌دهنده رشد پایدار است. از سال ۲۰۱۴، انتشار در مجلات و در ثبت اختراع‌ها به طور قابل توجهی افزایش یافته است. در مقایسه با ثبت اختراع‌ها، مقالات مجلات پس از سال ۲۰۱۷ به طور مداوم بیشتر شده‌اند، به طوری که تفاوت این دو، تا سال ۲۰۲۱ به ۲۵۰۰ عدد رسید. رشد نوآوری در کاربردهای زیست پزشکی با استفاده از تکنیک‌های چاپ سه بعدی چشمگیر است و تجاری‌سازی ایده‌های جدید نیز با وجود کاهش جزئی در تعداد ثبت اختراع‌های سال ۲۰۲۱ به صورت پایدار ادامه دارد.



شکل ۹. روند سالانه انتشارات مجلات و ثبت اختراع‌ها برای کاربردهای زیست پزشکی چاپ سه بعدی از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۱ (Source: CAS 2022)

شکل ۱۰ حجم انتشار مقالات مجلات مرتبط با کاربردهای زیست پزشکی چاپ سه بعدی را در ۱۵ کشور و منطقه برتر نشان می‌دهد. ایالات متحده و چین به عنوان کشورهای پیشرو در انتشار مقالات شناخته می‌شوند.

پس از آن‌ها، کره جنوبی، بریتانیا، آلمان و هند سهم قابل توجهی در این حوزه دارند. داده‌ها نشان می‌دهند که حدود ۹۰ کشور/منطقه در این حوزه فعال بوده‌اند. این ارقام اهمیت تکنیک‌های چاپ سه‌بعدی در کاربردهای زیست‌پزشکی در سراسر جهان را نشان می‌دهند.

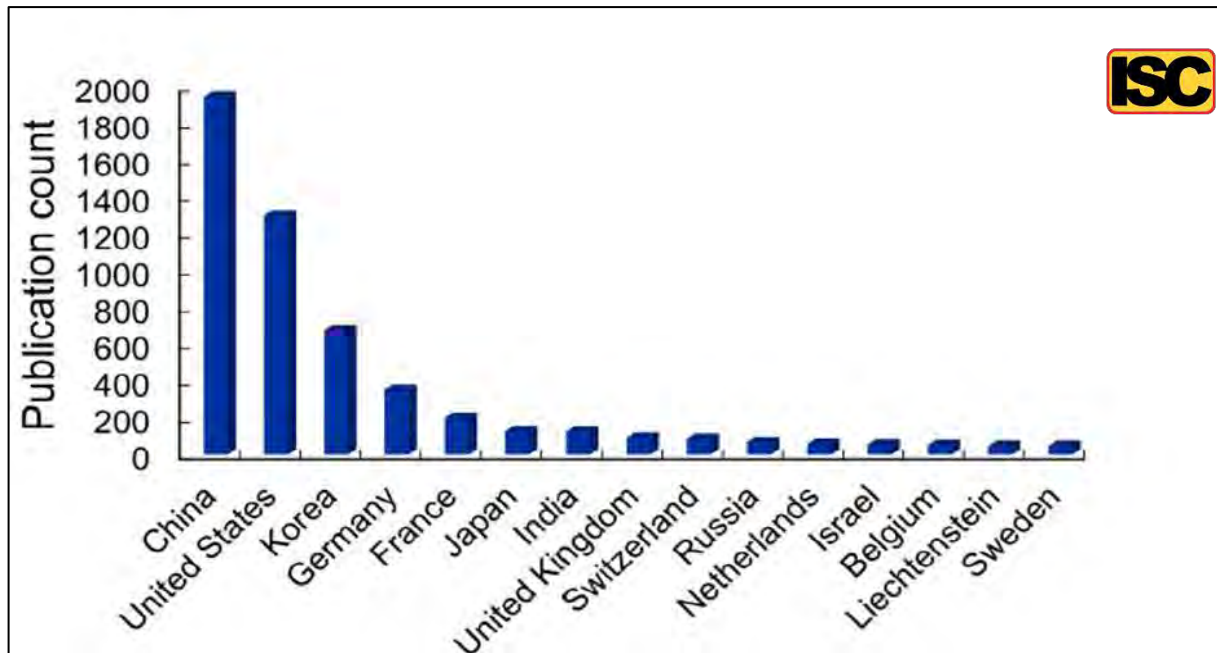


شکل ۱۰. کشورهای پیشرو جهانی در انتشار مقالات مجلات مرتبط با کاربردهای زیست‌پزشکی چاپ سه‌بعدی از

سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۱

(Source: CAS 2022)

شکل ۱۱ تعداد ثبت اختراعاتی منتشر شده از کشورهای مختلف را نشان می‌دهد. چین و ایالات متحده در زمینه انتشار ثبت اختراعات پیشرو هستند و پس از آن‌ها کره جنوبی و آلمان قرار دارند. به طور کلی، ۵۹ کشور/منطقه در زمینه چاپ سه‌بعدی زیست‌پزشکی ثبت اختراع کرده‌اند.



شکل ۱۱. کشورهای پیشرو جهانی در انتشار ثبت اختراعاتی مرتبط با کاربردهای زیست پزشکی چاپ سه بعدی
(Source: CAS 2022)



مؤسسه استنادی و پایش علم و فناوری
جهان اسلام

شیراز، بلوار جمهوری اسلامی، خیابان جام جم

کدپستی: ۷۱۹۴۶۹۴۱۷۱

<https://isc.ac>