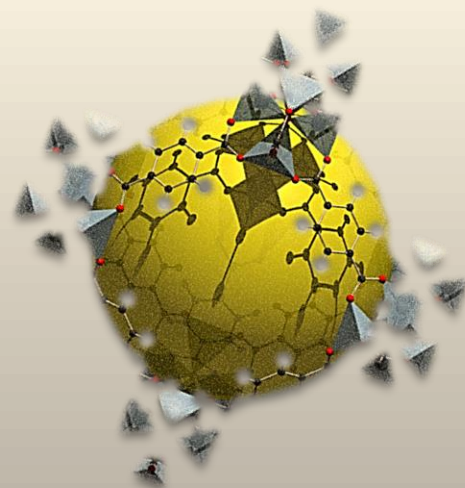




چارچوب‌های آلی – فلزی؛ کاربردها و روند توسعه فناوری

تهیه شده در:
گروه تحلیل پتنت

ویرایش:
۲.۱.۰

تابستان ۱۴۰۰





گروه فناوری و نوآوری رایان‌تک

گروه رایان‌تک به همت جمعی از فارغ التحصیلان دانشگاه‌های برتر ایران در سال ۱۳۹۲ فعالیت خود را با انجام پروژه‌های حوزه مواد پیشرفته آغاز نموده و همواره در انجام پروژه‌های فناوری‌های پیشرفته پیشرو بوده است. وجود نیروی انسانی نخبه و ماهر سبب شده است که این مجموعه بتواند با استفاده از تکنیک‌های نوین تحقیقاتی در حوزه‌های شیمی و مواد، فیزیک و الکترونیک، مکانیک و رباتیک، علوم کامپیوتر، بیوتکنولوژی و پزشکی، خدمات گسترده‌ای در زمینه‌های تحلیل فناوری، توسعه محصول، تجاری سازی، مالکیت فکری، اجرا پروژه‌های تحقیق و توسعه و خدمات مشاوره با کیفیت بالا به کلیه سازمان‌ها و شرکت‌های فناورمحور ارائه نماید.

مهمترین عناصر در پیشبرد تحقیقات و توسعه فناوری در گروه رایان‌تک شامل ارزیابی دقیق نیاز مشتری، تحلیل گسترده و عمیق فناوری موردنظر، شناسایی و بکارگیری راه حل‌های نوآورانه، نمونه سازی سریع، آزمایش در محیط عملیاتی در نظر گرفته شده، تدوین دانش فنی به دست آمده، ثبت و حفاظت از مالکیت فکری، داشتن امکانات ویژه، نیروی انسانی متخصص، و دسترسی به ابزارها و فناوری‌ها می‌باشد که این مجموعه را قادر به ارائه مجموعه‌ای کامل از خدمات در زمینه فناوری‌های نوظهور ساخته است.

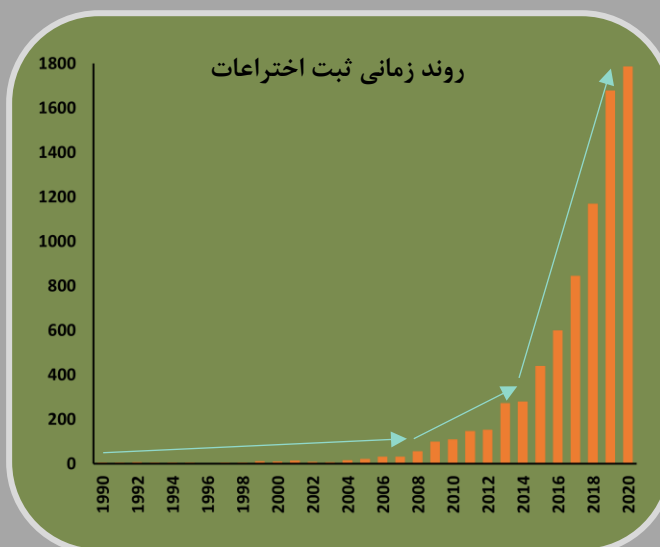
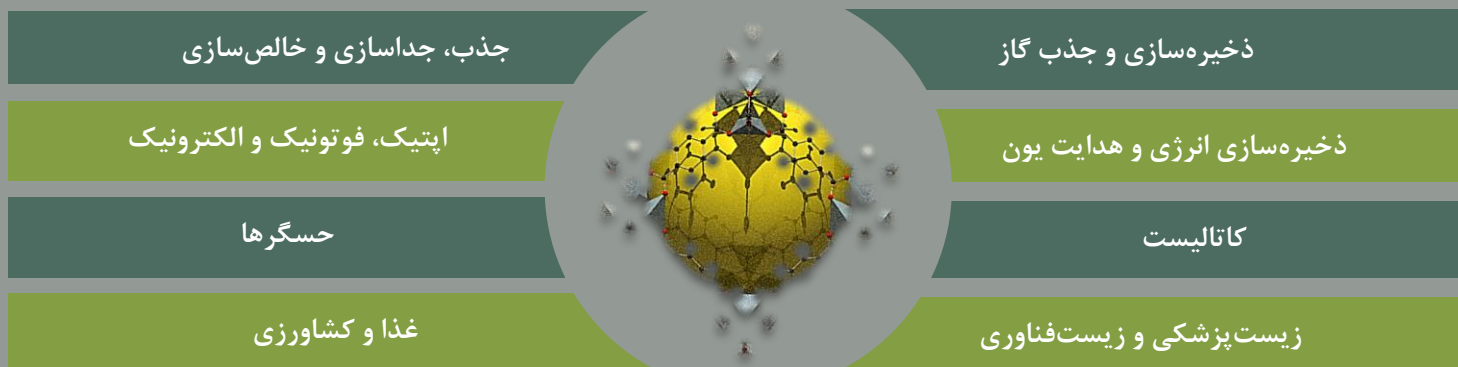


فهرست

۵.....	نتایج تحلیل پتنت در یک نگاه
۷.....	بخش ۱: مقدمه
۱۰.....	بخش ۲: روش شناسی
۱۶.....	بخش ۳: تحلیل پتنت
۴۲.....	بخش ۴: جمع‌بندی و پیشنهادها
۴۵.....	محدوده مسئولیت



نتایج تحلیل پتنت در یک نگاه



MUELLER ULRICH

JIANHONG LI

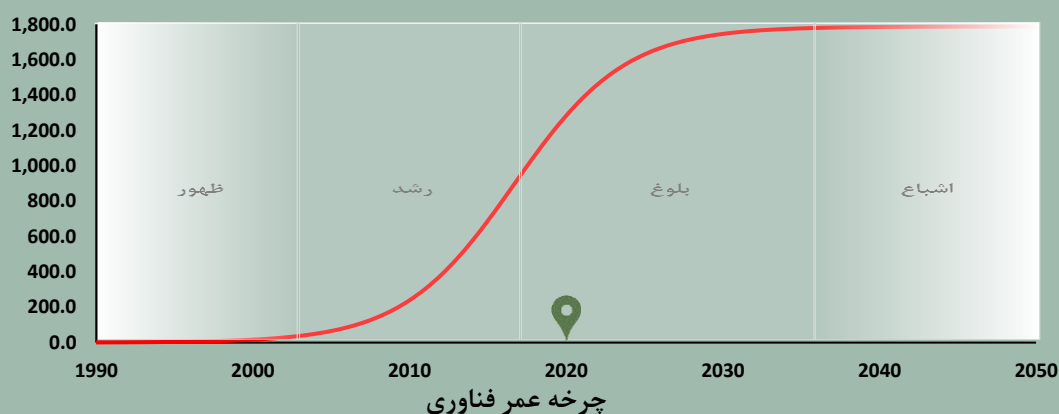
WANG YAN

YAGHI OMAR M

SCHUBERT MARKUS

XIE YABO

مخترعین برتر



A	Adsorption	جذب	Micro Cantilever	میکرو کانتیلور
	Antibacterial properties	خواص ضدباکتری	Microelectronic	میکروالکترونیک
	Antineoplastic agents	عوامل آنتی نئوپلاستیک	N	
B	Biocatalyst	کاتالیزست زیستی	Nano filler	نانو پرکن
	Bioimaging	تصویربرداری زیستی	Nanoencapsulation	نانوکپسولاسیون
	Bone implants	ایمپلنت استخوانی	Non-enzymatic sensor	حسگر غیرآنزیمی
C	Carbon / Carbon dioxide capture	جذب دی اکسید کربن	Nonlinear optics	اپتیک غیرخطی
	Chemotherapy	شیمی درمانی	Nucleic acid sensor	حسگر نوکلئیک اسید
D	Desalination	نمک زدایی	P	
	Drug delivery	دارورسانی	Phosphorescence	فسفرسانس
E	Electrocatalyst	الکتروکاتالیزست	Photocatalyst	فوتوکاتالیزست
	Electrochromic	الکتروکرومیک	Photochromic	فوتوکرومیک
	Electrode	الکتروُد	Photoelectrochemical	فوتوالکتروشیمیایی
	Electromechanical	الکترومکانیکی	Photovoltaic	فتوولتائیک
	Energy storage	ذخیره سازی انرژی	Piezoelectric	پیزولکتریک
	Enzymes Immobilization	تثبیت آنزیم	Porous coordination polymers	پلیمرهای کئوردیناسیونی متخلخل
F	Field effect transistor	ترانزیستور اثر میدان	S	
	Flow Chemistry	شیمی جریان	Separation	جداسازی
	Fluorescence	فلورسانس	Solar cell	سل خورشیدی
	Food packaging	بسته بندی مواد غذایی	Solid state electrolyte	الکترولیت حالت جامد
G	Gas storage	ذخیره سازی گاز	Solvothermal	حلال گرمایی
	Gene delivery	تحویل ژن	Space-time yield (STY)	بازده فضا- زمان
H	Heterogeneous catalysts	کاتالیزست هتروژن	Supercapacitor	ابرخازن
I	Immuno-sensor	ایمونو سنسور	T	
	Insecticide removal	حذف آفتکش ها/ حشره کش	Tissue Engineering	مهندسی بافت
	Ion / Proton conductivity	هدایت یون / پروتون	W	
L	Light emitting diodes (LEDs)	دیودهای نورگسیل	Water harvesting	برداشت آب
	Light harvesting	برداشت نور	Wound dressing	پانسمان زخم
	Luminescence	لومینسانس	#	
M	Metal-organic frameworks (MOFs)	چارچوب های آلی- فلزی	PCN	Porous coordination network
			ZIF	Zeolitic imidazolate framework
			MAF	Metal azolate frameworks
			UiO	University of Oslo
			MIL	Materials Institute Lavoisier
			HKUST	Hong Kong University of Science and Technology
			PCP	Porous coordination polymers

■ مقدمه‌ای بر چارچوب‌های آلی-فلزی

چارچوب‌های آلی-فلزی (MOF)، که به عنوان پلیمرهای کئوردینانسی متخلخل (PCP) نیز شناخته می‌شوند، جامدات پلیمری متخلخلی هستند که با استفاده از یونهای فلزی/خوشه‌ها به عنوان گره و لیگندهای آلی به عنوان پیوند دهنده و از طریق پیوندهای کئوردینانسی ساخته می‌شوند [۱]. انعطاف‌پذیری این مواد که متناسب با ترکیبات، هندسه، اندازه و عملکرد آنهاست، باعث شده است که بیش از ۱۰۵,۰۰۰ نوع مختلف از این مواد گزارش و مورد مطالعه قرار گیرند [۲]. در مقایسه با ژئولیت‌های سنتی و سایر مواد متخلخل غیرآلی، چارچوب‌های آلی-فلزی از نظر تبلور، تخلخل قابل طراحی و قابل تنظیم، و انعطاف‌پذیری ساختاری بی نظیر هستند.

چارچوب‌های آلی-فلزی در دو دهه گذشته توسعه سریع را تجربه کرده‌اند و گزارش‌های زیادی در مورد سنتز، ساختار، فرایندها و کاربردهای آنها ارائه شده است و اکنون زمان آن فرا رسیده است که با تولید انبوه و کاربرد عملی آنها رو به جلو حرکت کنیم. تولید این ترکیبات به اجزای شیمیایی مختلف مانند لیگندهای آلی، یونهای فلزی، حلالها، تعدیل‌کننده‌ها و همچنین انرژی حرارتی و شرایط فشار نیاز دارد. در حال حاضر چندین چالش در زمینه سازگاری چارچوب‌های آلی-فلزی با صنایع مختلف وجود دارد. اول اینکه، فقط چند چارچوب آلی-فلزی خواص خود را در شرایط اسیدی/بازی آبی حفظ می‌کنند [۳و۴]. دوم، سنتزهای تولید انبوه بسیاری از چارچوب‌های آلی-فلزی هنوز انجام نشده است [۵] و سوم، هزینه‌های تولید چارچوب‌های آلی-فلزی هنوز هم بیشتر از هزینه‌های مواد رقیب (کربن فعال، سیلیس و ژئولیت) است [۶].

افزایش مقیاس فرآیند در راکتورهای بزرگتر همانند واکنش‌ها در مقیاس آزمایشگاهی همیشه موفقیت آمیز نیستند. چالش‌های بسیاری وجود دارد که روند تجاری‌سازی یک چارچوب آلی-فلزی را محدود می‌کند. در سال ۲۰۰۲، HKUST-1 برای اولین بار به صورت حلال گرمایی به صورت بچ تولید شد [۷]. از آن زمان بسیاری از چارچوب‌های آلی-فلزی در مقیاس بزرگ بررسی شده‌اند. یکی از مهمترین پارامترهای افزایش مقیاس محصول، بازده فضا-زمان، جرم محصول بدست آمده در هر حجم راکتور و زمان است [۸]. برای تولید چارچوب آلی-فلزی در مقیاس صنعتی بازده فضا-زمان بالایی مورد نیاز است.

در دسترس بودن و هزینه مواد اولیه، شرایط سنتز، روش کار، فرآیند فعال‌سازی، ناخالصی‌ها و مقدار حلال استفاده شده، کارایی تجهیزات واکنش، میزان بازده واکنش، تکرارپذیری مطلوب فرآیند، ایمنی فرآیند و مقررات زیست محیطی از عوامل بسیار موثر در تولید صنعتی و تجاری‌سازی این ترکیبات است [۹]. به عنوان مثال، انتخاب ماده اولیه بسیار مهم است زیرا مرحله اولیه برای هر سنتز است. منبع فلزی با آنیون‌هایی مانند یون‌های هیدروکسید و سولفات برای تولید صنعتی چارچوب‌های آلی-فلزی ترجیح داده می‌شوند، زیرا این یونها مشکلی برای روند تولید ندارند. آنیون‌هایی مانند نیترات و کلراید خطرات بیشتری مانند انفجار یا خوردگی در فرآیند ایجاد می‌کنند [۹].

همچنین در سالهای اخیر، از روشهایی مانند سنتز الکتروشیمیایی، هیدرو/سولوترمال، میکروویو، مکانوشیمیایی، خشک کردن با اسپری درایر و شیمی جریان برای تولید در مقیاس صنعتی چارچوب‌های آلی-فلزی استفاده شده است [۱۱]:

- سنتز الکتروشیمیایی روشی است که از الکترودهای فلزی به عنوان منابع فلزی (بدون استفاده از آنیون) استفاده می‌کند. این روش برای تولید صنعتی HKUST-1 و ZIF-8 استفاده شده است [۱۲].
- سنتز مکانوشیمیایی به هیچ حلال و حرارتی که هزینه تولید چارچوب‌های آلی-فلزی را افزایش می‌دهد، نیاز ندارد. با این حال، برای تحریک واکنش در آسیاب گلوله‌ای و یا اکستروژن به انرژی اضافی نیاز است [۱۳].
- روش خشک کردن با اسپری درایر برای تولید چارچوب‌های آلی-فلزی مختلف مورد مطالعه قرار گرفته است. در سال ۲۰۱۳ برای اولین بار تولید یک سری چارچوب‌های آلی-فلزی با استفاده از روش خشک کردن با اسپری درایر انجام

شد [۱۸]. این چارچوب‌ها شامل Cu-BDC، MOF-5، MOF-14، MOF-74، HKUST-1، UiO-66، NOTT-100، IRMOF-3 و ZIF-8 هستند. این روش مسیر جدیدی را برای تولید در مقیاس صنعتی چارچوب‌های آلی-فلزی با اشکال مختلف مانند ساختارهای کروی، ذرات نانو و نانوکامپوزیت‌ها ایجاد کرده است.

- شیمی جریان پیوسته یک روش شامل پمپاژ مواد اولیه به میکرو راکتورها با سرعت جریان خاص است. واکنش در یک جریان پیوسته انجام می‌شود. این روش دارای مزایای متعددی مانند کنترل بهتر متغیرها و قابلیت تکرار، جداسازی آسان محصول و محصول جانبی و سرعت واکنش بالاتر است [۱۵]. به دلیل این مزایا، این روش در تولید چارچوب‌های مختلف مانند HKUST-1، ZIF-8، UiO-66، MOF-5، MIL-53 (Al) استفاده شده است. اگرچه رویکردهای زیادی برای تولیدات گسترده چارچوب‌های آلی-فلزی ایجاد شده است، اما برای توسعه و بهبود بیشتر رویکردهای موجود، به فعالیت‌های بیشتری نیاز است تا اجازه دهد طیف گسترده‌ای از چارچوب‌های آلی-فلزی را با استفاده از یک روش واحد تولید کنیم. روندهای فعلی نشان می‌دهد که روش‌های الکتروشیمیایی و مکانیکوشیمیایی برای تولید مقیاس گسترده چارچوب‌های آلی-فلزی در آینده مطلوب‌تر هستند.

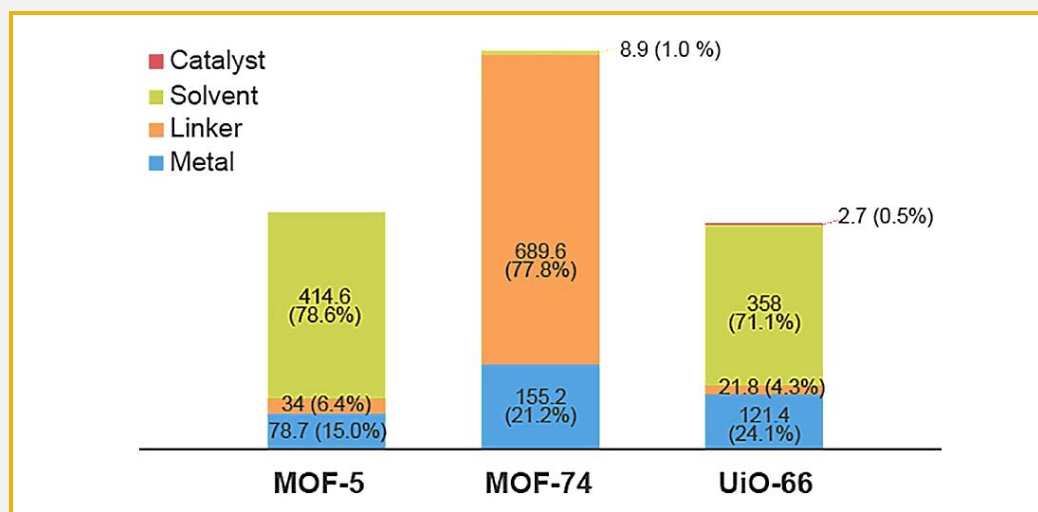
ضعیف‌ترین عامل در نظر گرفته شده اما جدی‌ترین مسئله در تجاری‌سازی چارچوب‌های آلی-فلزی مقررات زیست محیطی می‌باشد. در بسیاری از مطالعات از Hg، Cd، Mn، Cr یا Ni به عنوان یون فلزی استفاده شده است. در اتحادیه اروپا و بسیاری از کشورها از جمله ایالات متحده، ژاپن و کره، این فلزات به دلیل اثرات منفی بالقوه زیست محیطی و سمیت بسیار، توسط دولت محدود شده‌اند. برخی لیگاندها و حلالها نیز تحت همین مقررات هستند. مسئله دیگر، ثبت مواد شیمیایی در برخی کشورهاست. به عنوان مثال، دولت کره از سال ۲۰۱۵ قانون ثبت مواد شیمیایی را اجرا کرده است که طبق آن کلیه محصولات شیمیایی و اطلاعات ایمنی موادی که تولید آنها بیش از ۱۰۰۰ کیلوگرم در سال و فروش آن به مشتریان است، باید به دولت گزارش شود. از آنجا که چارچوب‌های آلی-فلزی می‌توانند توپولوژی چندگانه داشته باشند، ثبت اطلاعات ایمنی (داده‌های سمیت خوراکی/استنشاق/پوستی) برای همه تغییرات مختلف اجباری است.

چهار ترکیب (ماده) مختلف در سنتز چارچوب‌های آلی-فلزی وجود دارند که شامل: حلال(ها)، منبع یونهای فلزات، لیگاند آلی و کاتالیست‌های اسید/باز هستند. برای مثال MOF-5 نمونه‌ای از چارچوب‌هایی با یک لیگاند استاندارد و فلز استاندارد است. برای سنتز یک کیلوگرم MOF-5 فعال به ۸۱/۳ لیتر DMF، ۱/۰۳ کیلوگرم اسید ترفتالیک و ۳/۴۵ کیلوگرم استات روی دی‌هیدرات برای بازده ۶۳٪ نیاز است. مقادیر ذکر شده به ترتیب ۴۱۴/۶، ۳۴ و ۷۸/۷ دلار هزینه دارند. هزینه کل مواد ۵۲۷/۳ دلار برای تولید یک کیلوگرم MOF-5 است که ۷۸/۶٪ آن هزینه حلال است. در این حالت، برای دستیابی به قیمت-های رقابتی در مقایسه با سایر محصولات مشابه مانند: (کربن فعال، زئولیت‌ها، سیلیس‌ها)، بازیافت حلال، حلال‌های ارزان‌تر و فرمولاسیون‌های غلیظ توصیه می‌شود [۱۶].

همچنین Ni-MOF-74 نمونه‌ای از چارچوب‌هایی با یک لیگاند ویژه و فلز استاندارد است. برای تولید یک کیلوگرم MOF-74 فعال نیاز به ۴/۷۵ لیتر آب، ۹۵۹/۹ گرم اسید ۲-۵ دی‌هیدروکسی-۱،۴-بنزن دی‌کربوکسیلیک و ۹۴۱/۱۴ گرم استات نیکل است. که به ترتیب ۸/۹، ۶۸۹/۶ و ۱۸۸/۲ دلار هزینه دارند. هزینه کل مواد ۸۸۶/۷ دلار برای تولید یک کیلوگرم Ni-MOF-74 است که ۷۸٪ آن هزینه لیگاند است. بزرگترین چالش در این مورد یافتن یک تامین‌کننده کافی برای مواد یا لیگاند جایگزین است. یک مثال از یک لیگاند جایگزین، اسید ۴،۶-دی‌هیدروکسی-۱،۳-بنزن دی‌کربوکسیلیک است که محصول تولید شده دارای خواص و توپولوژی مشابه با Ni-MOF-74 است [۱۷]. بر خلاف اسید ۲-۵ دی‌هیدروکسی-۱،۴-بنزن دی‌کربوکسیلیک، اسید ۴،۶-دی‌هیدروکسی-۱،۳-بنزنی دی‌کربوکسیلیک می‌تواند با واکنش یک مرحله‌ای سنتز شود و بنابراین هزینه کمتری دارد.

و در نهایت UiO-66 نمونه‌ای از چارچوب‌هایی با یک لیگاند استاندارد و فلز ویژه است. به منظور تولید یک کیلوگرم UiO-66 فعال به ۲۳/۸۱ لیتر DMF، ۹۲۴/۷ گرم کلرید زیرکونیوم، ۶۵۹/۲ گرم اسید ترفتالیک و ۴۰۱/۹ گرم HCl غلیظ نیاز است. که

به ترتیب ۱۲۱/۴، ۳۵۸، ۲۱/۸ و ۲/۷ دلار هزینه دارند. هزینه کل مواد ۵۰۳/۹ دلار برای تولید یک کیلوگرم UiO-66 است. شکل ۱ این هزینه‌ها را به تفکیک نشان داده است [۱۶].



شکل ۱ هزینه مواد اولیه برای تولید یک کیلوگرم از: MOF-5، Ni-MOF-74 و UiO-66 (دلار) [۱۶]

همانطور که مشاهده می‌شود حلال‌ها نقش بسیار زیادی در افزایش هزینه‌های تولید چارچوب‌های آلی-فلزی دارند. بازیافت حلال مهمترین عامل برای صرفه‌جویی در هزینه است. سیستم‌های بازیابی حلال معمولاً در پتروشیمی‌ها نصب می‌شوند. روش دیگر استفاده از آب به عنوان حلال است، همانطور که در تولید Ni-MOF-74 اتفاق می‌افتد، حلال آب فقط ۱٪ هزینه مواد را تشکیل می‌دهد. با این حال، سنتزهای مبتنی بر آب به تجهیزات واکنش فشار بالا احتیاج دارند. روش سوم سنتز مکانوشیمیایی است که در مقایسه با واکنش‌های هیدرو/سولوترمال فقط به مقدار کمی حلال نیاز دارد. سنتز مکانیکی شیمیایی یک چارچوب آلی-فلزی اولین بار در سال ۲۰۰۶ گزارش شد و از آن زمان برای سنتز انواع مختلف چارچوب‌های آلی-فلزی استفاده شده است. با این حال، هیچ سنتز مکانوشیمیایی برای چارچوب‌های بر پایه زیرکونیوم ایجاد نشده است. پیشگام سنتز مکانوشیمیایی شرکت MOF Technologies در بلفاست بریتانیا است [۱۹].

پس از گذشت نزدیک به سه دهه از انتشار اولین گزارش مرتبط با سنتز چارچوب‌های آلی-فلزی، اکنون چندین محصول از آنها به صورت تجاری تولید می‌شوند. یکی از برجسته‌ترین محصولات تجاری در این زمینه Cu-BTC (معروف به HKUST-1) است که توسط کمپانی BASF (با علامت تجاری BASOLITE® C 300) تولید می‌شود و توسط سیگما آلدریج به فروش می‌رسد. از طرف دیگر، براساس اطلاعات پایگاه جهانی مالکیت فکری، شرکتی که در حال حاضر بیشترین حق اختراع را در اختیار دارد کمپانی BASF است.

چارچوب‌های آلی-فلزی پتانسیل بالایی در کاربردهای مختلف از خود نشان می‌دهند. طیف گسترده‌ای از کاربردهای چارچوب‌های آلی-فلزی، از ذخیره‌سازی انواع گازها و جداسازی آنها، حسگرها، کاتالیست‌ها، تجهیزات الکترونیکی، زیست پزشکی تا صنایع غذایی، کشاورزی و بسته‌بندی در این گزارش مورد بررسی قرار گرفته‌اند که نتایج این مطالعات در بخش بعد ارائه خواهد شد.

■ تحلیل پتنت

فرآیند تحلیل پتنت شامل مجموعه‌ای از روش‌ها و تکنیک‌ها است که طی آن اطلاعات خام بدست‌آمده از بانک‌های اطلاعاتی (بیشترین تعداد پتنت‌های دارای حداکثر ارتباط مفهومی با موضوع پروژه) استخراج و جهت تبدیل به داده‌های معنادار و قابل تفسیر، مورد پردازش و تحلیل قرار می‌گیرند. نتایج بدست‌آمده از این فرآیند در کنار سایر داده‌های موجود در منابع اطلاعاتی، در سطوح مختلف سازمانی و همچنین در حوزه‌های مختلف فعالیت‌های پژوهشی مانند فعالیت‌های سیاست‌گذاری، پشتیبانی، زیربنایی و اجرای دستاوردهای پژوهشی به کار گرفته می‌شود. سیاست‌گذاران و مدیران، صنایع و شرکت‌های خصوصی، و محققین و دانشگاهیان، مخاطبان اصلی اطلاعات به‌دست‌آمده از فرآیند تحلیل پتنت هستند. در ادامه شرح مختصری از گام‌های اجرایی این فرآیند حاضر ارائه خواهد شد.

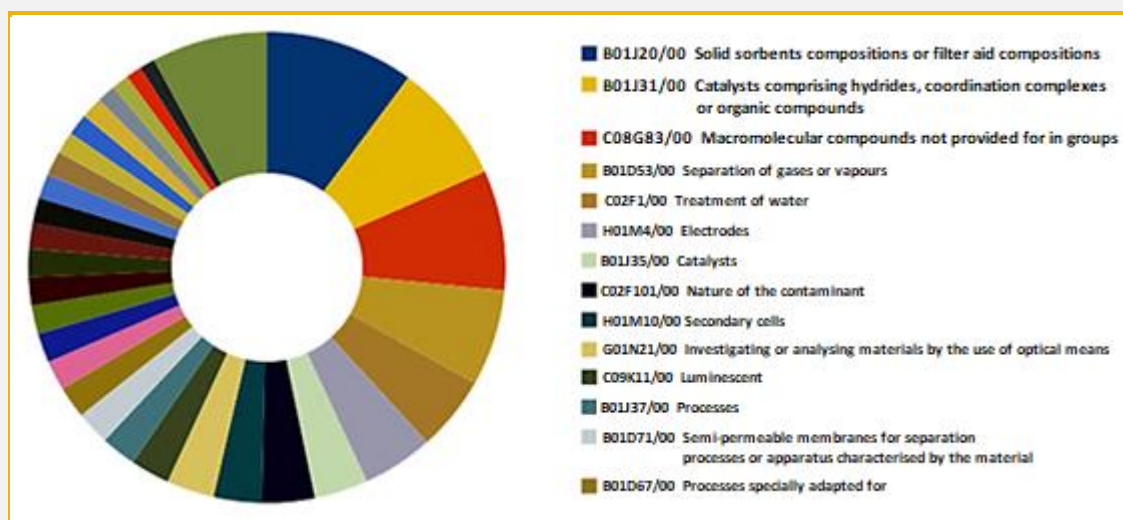
■ ابزارهای جست‌وجو

اولین و مهمترین گام در جستجوی اطلاعات، استفاده از برخی واژگان برای رسیدن به مفهوم مورد جستجو باشد. این واژگان که اصطلاحاً کلیدواژه نامیده می‌شوند، از مقالات، پتنت‌ها و سایر اسناد منتشر شده در ارتباط با یک حوزه فناوری قابل استخراج هستند؛ اگرچه نکته قابل توجه در این مرحله، اطمینان از درنظر گرفتن تمامی کلیدواژه‌های مربوطه جهت استخراج بیشترین تعداد پتنت‌های مرتبط می‌باشد. به این منظور ابتدا کلیدواژه‌های اصلی حوزه فناوری تعیین می‌گردند و در مرحله بعد کلیدواژه‌های تکمیلی شامل واژگان تخصصی زیربخش‌های فناوری، مترادف‌ها، واژگان با نگارش متفاوت و بعضاً غیراستاندارد، واژه‌نگاری ابتکاری و .. مشخص می‌شوند. در جست‌وجوی حرفه‌ای اسناد ثبت اختراع برای دستیابی به بیشترین تعداد پتنت‌های مرتبط با موضوع، در کنار کلیدواژه‌های تخصصی از کدهای طبقه‌بندی استاندارد که توسط ادارات ثبت اختراع این اسناد را بر اساس حوزه فناوری طبقه‌بندی می‌نمایند، بهره گرفته می‌شود. تحلیل این کدها و روابط میان آن‌ها می‌تواند اطلاعات ارزشمندی از جمله سمت‌وسوی فناوری، تمامی حوزه‌های درگیر در فناوری، کاربردهای خاص، مواد مورد استفاده و بسیاری اطلاعات دیگر را در اختیار تحلیلگر قرار داده و نقش مهمی در جهت‌گیری فرآیند تحلیل پتنت ایفا می‌کند.

پس از استخراج و بررسی حدود ۷۰ واژه و عبارت کلیدی مرتبط با چارچوب‌های آلی-فلزی، اهم کلیدواژه‌های مورد استفاده در این پروژه در جدول ۱ ارائه شده‌اند که به کمک تکنیک‌های کدزنی، انواع نگارش‌های ممکن و عبارات حاوی این کلیدواژه‌ها با ترتیب و ترکیب‌های محتمل در نظر گرفته شده‌اند.

جدول ۱ اهم کلیدواژه‌های خام مورد استفاده در تحلیل پتنت چارچوب‌های آلی-فلزی			
Metal organic coordination network	Porous Coordination polymer (PCP)	MOF	Metal organic framework
Metal organic coordination compound	Porous coordination network	Zeolite framework	Metal organic skeleton
Metal coordination framework	Porous coordination compound	Metal coordination polymer	Metal organic coordination polymer
Metal covalent framework	Metal triazolate framework		Metal coordination network

از سوی دیگر جهت استخراج مفاهیم متعددی چون حوزه‌های کاربرد فناوری در کنار جست‌وجوی بیشترین تعداد پتنت‌های مرتبط، کدهای استاندارد بر مبنای طبقه‌بندی‌های ¹IPC و ²CPC با بررسی پایگاه‌های داده مانند GooglePatents ، Espacenet و WIPO استخراج و در شکل ۲ ارائه شده‌اند که گویای تنوع گسترده کاربردهای این فناوری می‌باشد. بررسی این کدها نشان‌دهنده ارتباط حوزه این فناوری با گروه‌های A, B, C, D, F, G, H و Y می‌باشد که بیشترین تعداد پتنت‌ها به ترتیب در گروه‌های (Electricity) قرار دارند. C (Chemistry) ، B (Performing Operations) ، Y (New Technological Development) و H



شکل ۲ کدهای طبقه‌بندی برتر حوزه فناوری چارچوب‌های آلی-فلزی و تنوع گسترده کاربردهای آن

■ استخراج پتنت‌ها و تحلیل نتایج

پس از تعیین دقیق تمامی کدها و کلیدواژه‌های مرتبط، تعداد ۸۹۵۳ خانواده پتنت دارای بیشترین ارتباط موضوعی استخراج گردید که در این فرآیند کلیه پتنت‌ها اعم از اعطا شده^۳ و اعطا نشده در نظر گرفته شده‌اند. روش استفاده‌شده در جست‌وجوی پتنت در پروژه حاضر استفاده از کلیدواژه‌ها و کدهای موجود بوده است که تمامی مشتقات این کلیدواژه‌ها نیز با تکنیک‌های کدزنی در نظر گرفته شده‌اند. پس از کدنویسی و تایید دقت نتایج جست‌وجو و پتنت‌های استخراج شده، نوبت به استخراج نتایج حاصل از آن در قالب داده‌های خام می‌گردد تا جهت پردازش ثانویه و تفسیر و تحلیل مورد استفاده قرار گیرند. لازم به ذکر است جهت ارائه تفاسیر دقیق‌تر و تعیین دیدگاه معنادارتری از حوزه فناوری، نتایج حاصل از آنالیز پتنت‌ها و مطالعات حوزه فناوری بطور همزمان و در ارتباط مفهومی با یکدیگر اعتبار سنجی می‌گردند.

■ مطالعه حوزه فناوری

هر حوزه فناوری می‌تواند از ابعاد مختلف و با اهداف کاربردی متنوعی مورد مطالعه و بررسی قرار گیرد. از سوی دیگر، تفکیک حوزه به زیربخش‌های جزئی‌تر از دیدگاه‌های مختلفی از جمله کاربردها، مواد و تجهیزات، روش‌ها و متدولوژی علاوه بر ترسیم درخت فناوری، در تعیین استراتژی انجام پروژه نیز یاری‌بخش خواهد بود. به این منظور مرور نظام‌مند ادبیات مرتبط از طریق جست‌وجو در پایگاه‌های اینترنتی، مطالعه مقالات مروری و اسناد پژوهشی، بررسی گزارشات تحلیلی و آماری، اسناد سیاست‌گذاری و مطالعات بازار که ممکن است پیش از این توسط موسسات مختلف صورت گرفته باشد، انجام می‌گردد. بر اساس نتایج این مطالعات انجام شده به همراه بررسی کلیدواژه‌ها و کدهای طبقه‌بندی استخراج شده و تحلیل روابط میان

¹ International Patent Classification

² Cooperative Patent Classification

³ Granted

آن‌ها طبقه‌بندی جامعی از مهمترین کاربردهای چارچوب‌های آلی- فلزی در جدول ۲ ارائه شده‌است که در هشت گروه «کاتالیست»، «جذب، جداسازی و خالص‌سازی»، «ذخیره‌سازی انرژی و هدایت یون»، «ذخیره‌سازی و جذب گاز»، «اپتیک، فوتونیک و الکترونیک»، «حسگر»، «زیست‌پزشکی و زیست‌فناوری» و «غذا و کشاورزی» و به کمک کلیدواژه‌ها و کدهای مربوط به هر بخش (پیوست ۱) مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته و نتایج آن در بخش ۳ ارائه می‌گردد.

جدول ۲ طبقه‌بندی حوزه‌های کاربردی چارچوب‌های آلی- فلزی			
ذخیره‌سازی و جذب گاز	ذخیره‌سازی هیدروکربن‌های سبک	متان	-
		استیلن	-
	گازهای نجیب	آرگون	-
		کریپتون / نئون	-
	گازهای سمی و خورنده	هیدروژن سولفید	-
		ترکیبات اورگانوسولفور	-
	سایر	هیدروژن	-
		اکسیژن	-
		کربن دی‌اکسید	-
ذخیره‌سازی انرژی و هدایت یون	ذخیره‌سازی انرژی	الکتریکی	باتری
			ابرخازن
			پیل سوختی
		گرمايي	سرمایش و گرمایش محیط
	انتقال یون	هدایت پروتون	الکترولیت حالت جامد
			پیل سوختی
		هدایت یون	باتری
جذب، جداسازی و خالص‌سازی	گازها	تصفیه هوا	جذب و جداسازی کربن دی‌اکسید
			حذف گازهای سمی (هیدروژن سولفید، کلر، آمونیاک، نیتروژن اکسید و ..)
			حذف آلاینده‌ها و ذرات معلق
			برداشت آب از رطوبت هوا
			حذف ترکیبات آلی فرار
		خالص‌سازی هیدروژن	اکسیژن، کربن دی‌اکسید، ..
		تصفیه گاز طبیعی	کربن دی‌اکسید، هیدروژن سولفید، ..
		جداسازی هیدروکربن‌ها	الفین/ پارافین، آلکان‌های خطی از شاخه‌دار، ترکیبات آروماتیک
		سایر مخلوط گازها	-
	مایعات	تصفیه آب	حذف ترکیبات آلی (رنگ‌های آلیف ترکیبات آروماتیک، ..)
			حذف ترکیبات معدنی و فلزات سنگین (نم‌زدایی، ..)
			حذف ترکیبات زیستی
			-
		بازیابی حلال	-
		جداسازی آب و روغن	-
		تخلیص سوخت مایع	-
		جداسازی هیدروکربن‌های مایع	-
	ترکیبات یونی / مولکولی	جداسازی یون/ پروتون	جداسازی در باتری‌ها، پیل‌های سوختی و ...
		مولکول‌های زیستی	پروتئین، آنزیم، ..
		ترکیبات کایرال	-

اپتیک، فوتونیک و الکترونیک	الکترونیک	مواد دی‌الکترونیک	فناوری‌های ارتباطی
		ترمواالکترونیک	کاربردهای low-k
		پیزو/افروالکترونیک	تجهیزات الکترونیکی
		اپتیک غیرخطی	محرك سنسورها
کانالیست	اپتیک و فوتونیک	برداشت نور	تشدید کننده های اولتراسونیک
		تابش نور	مدولاسیون تمام نوری
		تغییر رنگ	فوتولتائیک (سلول‌های خورشیدی و ..)
			دیو‌های نورگسیل (LEDs)
کانالیست	فوتوکاتالیست	واکنش کاهش دی‌اکسید کربن	لومینسانس (ترکیبات فلئوئورسانس، فسفرسانس)
		تولید هیدروژن و اکسیژن	الکتروکرومیک (آینه و ..)
		تجزیه ترکیبات شیمیایی و بیولوژیکی	فوتوکرومیک (شیشه / عدسی)
		واکنش کاهش دی‌اکسید کربن	
زیست پزشکی و زیست‌فناوری	الکتروکانالیست	واکنش کاهش اکسیژن	
		تولید هیدروژن و اکسیژن	
		واکنش‌های اکسیداسیون	
		پلیمریزاسیون الفین‌ها	
زیست پزشکی و زیست‌فناوری	کانالیست‌های هتروژن	واکنش تشکیل پیوند کربن-کربن	
		خواص ضد باکتری	منسوجات و سطوح بیمارستانی
		دارورسانی	
		فرآیند غشایی	
زیست پزشکی و زیست‌فناوری	درمان بیماری	تحویل ژن	
		نانوداروها	واکسن
		حذف سموم بیولوژیکی در بدن	درمان سرطان
		شیمی درمانی	ترمیم تاندون
زیست پزشکی و زیست‌فناوری	شناسایی و تشخیص	نوردرمانی	لختگی خون
		تصویربرداری زیستی	
		ایمپلنت‌های استخوانی و عصبی	
		باند‌های ترمیم زخم	
زیست پزشکی و زیست‌فناوری	مهندسی بافت	سنتر ترکیبات شیمیایی و بیوشیمیایی	
		تجزیه و حذف ترکیبات مختلف	
		سنسور غیر آنزیمی	
		سنسور نوکلئیک اسید	
زیست پزشکی و زیست‌فناوری	تثبیت آنزیم‌ها (بیوکاتالیست)	ایمونو سنسور	
		آمپرسنجی	
		سنجش امپدانس	
		پتانسیل سنجی	
حسگرها	الکتروشیمیایی	فوتوالکتروشیمیایی	

نوری	الکترومکانیکی	ترانزیستور اثر میدان	اتصال	-
			نیمه هادی اکسید فلزی	-
			بلورهای کوآرتز	-
	نوری		میکرو کانتیلورها	-
			رنگ سنجی	-
			لومینسانس	-
غذا و کشاورزی	نانوکپسولاسیون		آزادسازی کنترل شده ترکیبات فعال	طعم دهنده‌ها، رنگ‌های خوراکی، مکمل‌ها و مواد مغذی، نگهدارنده‌ها
			تثبیت نیترژن	خاک و کود کشاورزی
	نانوپرکن		کنترل عبور گازهای مختلف	بسته بندی غذایی
			جلوگیری از نفوذ آب	
			رهایش کنترل شده کاتیون‌های فلزی	نگهداری مواد غذایی و جلوگیری از رشد باکتری
	نانوراکتور		تولید برخی ترکیبات زیستی	
	جاذب		حذف آلاینده‌ها از آب، خاک و روغن‌های خوراکی	حذف آفتکش‌ها، آنتی بیوتیک‌ها، رنگ‌ها، فلزات سنگین
			حفظ تازگی محصولات غذایی	کنترل و تثبیت اتیلن
			آنالیز کیفیت و سلامت محصولات غذایی	تشخیص آلودگی‌ها، افزودنی‌ها، پاتوژن‌ها، فلزات سنگین، پسماندهای کشاورزی و .. به کمک خواص جذب، حسگر و جداسازی

■ چرخه عمر فناوری

یکی از ابزارهای کاربردی در تحلیل وضعیت یک فناوری، نمودار چرخه عمر فناوری است. به‌طور کلی در فضای رقابتی تجاری، محصولات موفق آن دسته از محصولاتی هستند که از سه جنبه حیاتی در وضعیت پایا و متعادل قرار داشته باشند: فناوری، بازار و تجربه مصرف‌کننده. در همین راستا بمنظور تعیین راهبردهای سرمایه‌گذاری، مفهوم «چرخه عمر فناوری»^۱ با هدف تعیین وضعیت کنونی یک فناوری، شیب پیشرفت و ترسیم آینده آن معرفی شده‌است. این مفهوم معیاری از فراوانی تجمعی پتنت‌های منتشر و یا اعطاشده در یک فناوری بر حسب زمان است که بصورت یک منحنی S شکل^۲ رسم شده و از چهار مرحله اصلی معرفی^۳، رشد و توسعه^۴، بلوغ^۵ و اشباع^۶ عبور می‌کند. جهت محاسبه و ترسیم منحنی چرخه عمر فناوری از مدل رگرسیون لوجستیک بر اساس رابطه (۱) بهره گرفته می‌شود که در آن Y_t معیاری از وابستگی زمانی رشد پتنت‌ها، L مقدار ماکزیمم مجانبی Y_t و حد نهایی رشد، و a و b به ترتیب تعیین کننده موقعیت و فرم منحنی هستند.

$$Y_t = \frac{L}{1 + ae^{-bt}} \quad \text{رابطه (۱)}$$

■ تعیین پتنت‌های کلیدی حوزه فناوری

از آنجاکه بررسی تمام پتنت‌های استخراج شده نیازمند صرف زمان طولانی بوده و در عمل امکان‌پذیر نمی‌باشد، انتخاب پتنت‌های معتبر به منظور مطالعه‌ی فنی- تخصصی توسط متخصصان حوزه فناوری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به این منظور سه شاخص مهم که در پروژه حاضر برای ارزش‌گذاری پتنت‌ها و تعیین پتنت‌های کلیدی حوزه فناوری در نظر گرفته شده‌اند شامل تعداد ارجاعات به پتنت^۷، اندازه خانواده پتنت^۱ و زمان ثبت می‌باشد؛ به این معنا که هرچه یک پتنت در مقاصد

¹ Technology Life-Cycle (TLC)

² S-curve (Logistic curve)

³ Emerging

⁴ Growth

⁵ Maturity

⁶ Saturation

⁷ Forward citations

بیشتری ثبت شده باشد و تعداد ارجاعات بالاتری داشته باشد، در عین توجه به مدت زمان گذشته از زمان ثبت پتنت، و از لحاظ فنی و نوآوری دارای ارزش بیشتری می‌باشد.

■ مراجع

- [1] Yuan, Shuai, et al. "Stable metal-organic frameworks: design, synthesis, and applications." *Advanced Materials* 30.37 (2018): 1704303.
- [2] "The Cambridge Crystallographic Data Centre (CCDC)". Ccdc.Cam.Ac.Uk, 2021, <https://www.ccdc.cam.ac.uk/>.
- [3] Song, Dahae, et al. "Coordinative Reduction of Metal Nodes Enhances the Hydrolytic Stability of a Paddlewheel Metal-Organic Framework." *Journal of the American Chemical Society* 141.19 (2019): 7853-7864.
- [4] Chen, Chao, et al. "Highly Efficient Synthesis of a Moisture-Stable Nitrogen-Abundant Metal-Organic Framework (MOF) for Large-Scale CO₂ Capture." *Industrial & Engineering Chemistry Research* 58.4 (2019): 1773-1777.
- [5] Chen, Xu, et al. "Sixteen isostructural phosphonate metal-organic frameworks with controlled Lewis acidity and chemical stability for asymmetric catalysis." *Nature communications* 8.1 (2017): 1-9.
- [6] Duan, Chongxiong, et al. "Recent advancements in metal-organic frameworks for green applications." *Green Energy & Environment* (2020).
- [7] Wang, Qing Min, et al. "Metallo-organic molecular sieve for gas separation and purification." *Microporous and mesoporous materials* 55.2 (2002): 217-230.
- [8] McKinstry, Colin, et al. "Scalable continuous production of high quality HKUST-1 via conventional and microwave heating." *Chemical Engineering Journal* 326 (2017): 570-577.
- [9] Stock, Norbert, and Shyam Biswas. "Synthesis of metal-organic frameworks (MOFs): routes to various MOF topologies, morphologies, and composites." *Chemical reviews* 112.2 (2012): 933-969.
- [10] Ren, Jianwei, et al. "Review on the current practices and efforts towards pilot-scale production of metal-organic frameworks (MOFs)." *Coordination Chemistry Reviews* 352 (2017): 187-219.
- [11] Rubio-Martinez, Marta, et al. "New synthetic routes towards MOF production at scale." *Chemical Society Reviews* 46.11 (2017): 3453-3480.
- [12] Richter, Ingo, Markus Schubert, and Ulrich Müller. "Porous metal organic framework based on pyrroles and pyridinones." U.S. Patent Application No. 12/300,942.
- [13] Crawford, Deborah, et al. "Synthesis by extrusion: continuous, large-scale preparation of MOFs using little or no solvent." *Chemical science* 6.3 (2015): 1645-1649.
- [14] Carné-Sánchez, Arnau, et al. "A spray-drying strategy for synthesis of nanoscale metal-organic frameworks and their assembly into hollow superstructures." *Nature Chemistry* 5.3 (2013): 203-211.
- [15] Zhang, Junyong, et al. "Continuous flow chemistry: New strategies for preparative inorganic chemistry." *Coordination Chemistry Reviews* 324 (2016): 39-53.
- [16] Tranchemontagne, David J., Joseph R. Hunt, and Omar M. Yaghi. "Room temperature synthesis of metal-organic frameworks: MOF-5, MOF-74, MOF-177, MOF-199, and IRMOF-0." *Tetrahedron* 64.36 (2008): 8553-8557.
- [17] Bachman, Jonathan E., et al. "M₂ (m-dobdc) (M= Mn, Fe, Co, Ni) metal-organic frameworks as highly selective, high-capacity adsorbents for olefin/paraffin separations." *Journal of the American Chemical Society* 139.43 (2017): 15363-15370.
- [18] Pichon, Anne, Ana Lazuen-Garay, and Stuart L. James. "Solvent-free synthesis of a microporous metal-organic framework." *CrystEngComm* 8.3 (2006): 211-214.
- [19] Moftechnologies.Com, 2021, <https://www.moftechnologies.com>.

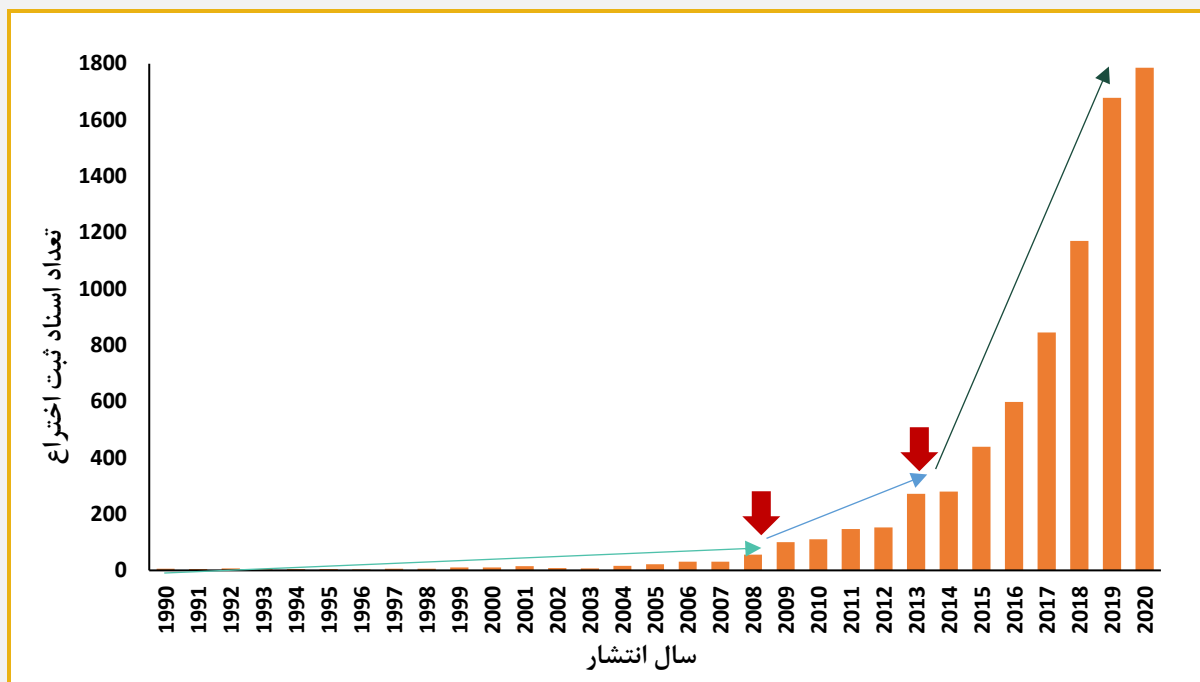
¹ Patent family

■ تحلیل حوزه فناوری چارچوب‌های آلی-فلزی

در این بخش به تحلیل پتنت جامع فناوری چارچوب‌های آلی-فلزی پرداخته می‌شود. هدف این قسمت تعیین روند ثبت پتنت در طول زمان برای این حوزه فناوری، معرفی شرکت‌ها، کشورها و افراد برتر در این حوزه فناوری، بررسی چرخه عمر فناوری، تحلیل رفتار ثبت پتنت مالکین برتر، معرفی پتنت‌های معتبر حوزه فناوری از مجموعه پتنت‌های استخراج شده و بررسی وضعیت حقوقی آن‌ها به کمک روش‌های بیان شده در بخش دوم است.

■ روند زمانی انتشار اسناد ثبت اختراع

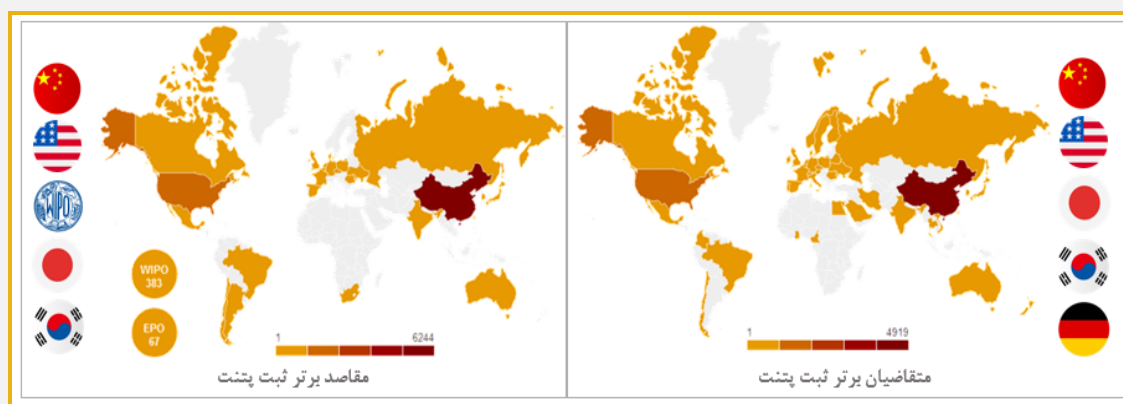
بررسی روند انتشار پتنت در طی سال‌های مختلف تعیین‌کننده توجه مخترعین و یا حتی سازمان‌های فعال در این حوزه از فناوری است. اگرچه آغاز هر فناوری لزوماً با ثبت اختراع در آن حوزه اتفاق نمی‌افتد و ممکن است شروع روند ثبت اختراع در مواردی با شروع فعالیت‌های تحقیق و توسعه در آن حوزه فناوری منطبق نباشد، اما به دلیل ضرورت محافظت از ایده‌های جدیدی که در اوایل ظهور هر فناوری پدیدار می‌شوند و به عنوان دارایی معنوی مالکین آن شناخته می‌شوند، اغلب فناوری‌های نو ابتدا بصورت پتنت ثبت می‌شوند. در روش‌های تحلیل روند، با فرض اینکه روندهای گذشته همچنان ادامه خواهند یافت، مجموعه‌ی خوبی از داده‌های تاریخی بسیار مهم گردآوری می‌شود که برای پیش‌بینی آینده نزدیک و تخمین اولیه از آینده دور مناسب هستند. شکل ۳ روند زمانی ثبت پتنت‌ها در حوزه چارچوب‌های آلی-فلزی را نشان می‌دهد. اگرچه اولین مفهوم از این ساختارها در سال ۱۹۶۴ تحت عنوان porous coordination polymers معرفی شد، اما همانطور که مشخص است روند کلی ثبت پتنت در این حوزه بطور کلی از حدود سال ۱۹۹۰ با معرفی چارچوب‌های آلی-فلزی آغاز شده که علی‌رغم استمرار فعالیت ثبت اختراع و مطالعه بر روی روش‌های سنتز، ساختارهای جدید و توسعه کاربردها (کاتالیست، ذخیره‌سازی و جذب گاز، و جداسازی غشایی)، تا سال ۲۰۰۶ به دلیل ورود فناوری به مرحله تحقیق و توسعه و تمرکز محققان بر بخش تحقیقاتی حوزه نسبت به بخش تجاری و صنعتی، رشد قابل توجهی در تعداد پتنت‌های ثبت شده مشاهده نشده‌است و روند نسبتاً ثابت با شیب ملایمی طی شده‌است. از حدود سال ۲۰۰۶ همزمان با افزایش توجه محققان و مخترعان به این فناوری و ظهور ایده استفاده از ساختارهای آلی-فلزی در سایر حوزه‌های کاربردی (همچون جداسازی گاز، جذب کربن، کپسولاسیون، فوتوکاتالیست، زیست فناوری)، توسعه مشتقات جدیدتری از این ساختارها (از جمله UiO66، MOF-177، ZIF-74/8، MIL-100/101، IRMOF-1 و ..)، تجاری‌سازی تولید ساختار HKUST-1 توسط شرکت BASF و شروع فعالیت مستمر کشور چین در این حوزه، ثبت پتنت‌ها تا حدود سال ۲۰۱۳ با شیب بیشتری نسبت به دوره قبل روند صعودی را طی کرده‌است. از حدود سال‌های ۲۰۱۴-۲۰۱۲ همزمان با رشد قابل توجه ثبت پتنت‌های چینی، اولین تولید صنعتی شرکت BASF در مقیاس پایلوت با ظرفیت ۱۰۰ kg/day، گسترش طیف کاربردها (ذخیره‌سازی انرژی، اپتیک، الکترونیک، زیست‌پزشکی)، و تولید اولین محصولات تجاری بر پایه MOF توسط شرکت‌های MOFTech و NumatTech، آغاز تحول دیگری در روند رشد تعداد پتنت‌های این حوزه با ظهور فناوری، مواد و کاربردهای تازه در این حوزه مشاهده می‌شود که تا کنون نیز با شیب قابل توجهی ادامه داشته‌است.



شکل ۳ روند زمانی انتشار اسناد ثبت اختراع

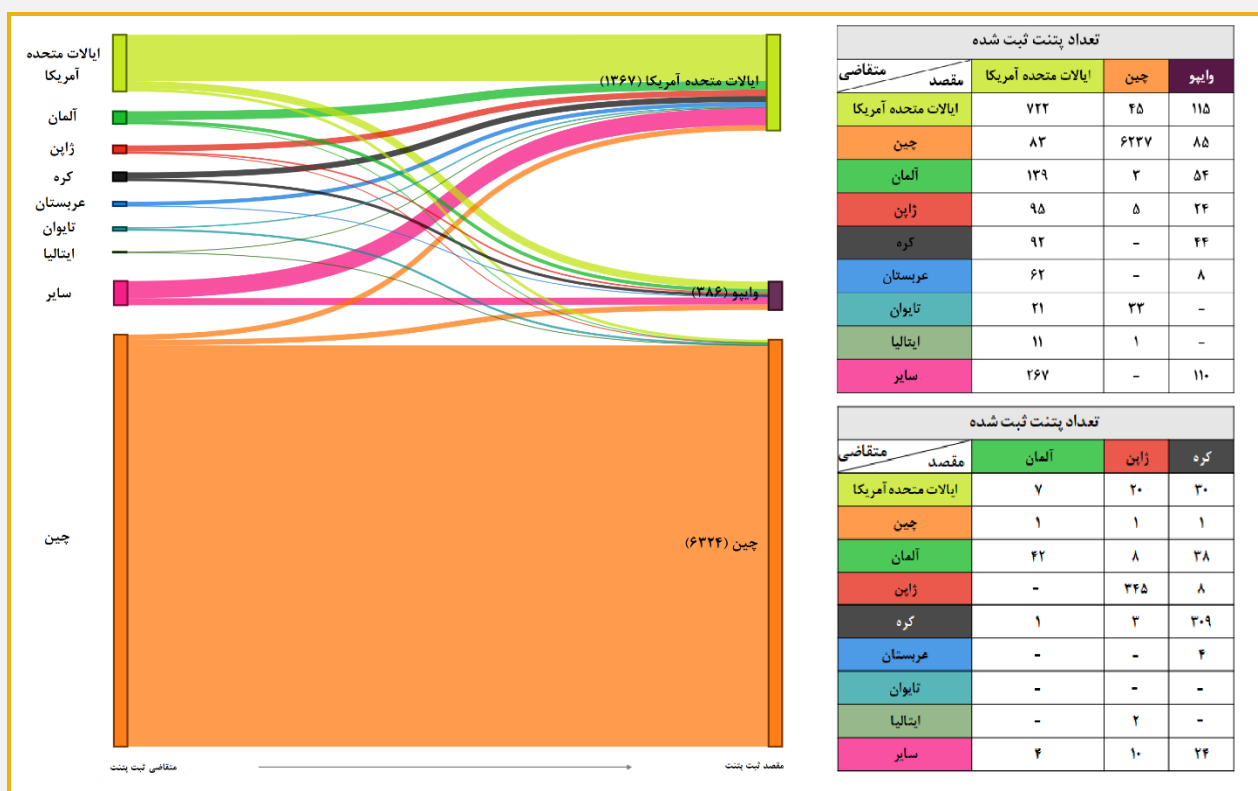
■ تحلیل جغرافیایی (سرزمینی) پتنت‌های ثبت شده

همانطور که از شکل ۴ مشخص است، پتنت‌های مرتبط با حوزه فناوری از دیدگاه کشورهای فعال در دو دسته قابل تحلیل است. دسته اول کشورهایی که متقاضیان ثبت پتنت در آن‌ها حضور دارند و کشورهای فعال در تحقیق و توسعه حوزه فناوری محسوب می‌شوند، که متقاضیان برتر ثبت پتنت نامیده شده‌اند، و دسته دوم کشورهایی که پتنت‌های مربوطه در ادارات ثبت اختراع آن کشورها به ثبت رسیده‌اند و بازارهای اصلی رقابت در این حوزه محسوب می‌شوند و مقاصد برتر ثبت پتنت نامیده می‌شوند. بر اساس نتایج ارائه شده در این شکل، متقاضیان برتر ثبت پتنت در این حوزه کشورهای چین و ایالات متحده به ترتیب با ۶۲۳۷ و ۹۰۴ پتنت و به دنبال آن کشورهای ژاپن با ۴۱۸ پتنت و کره جنوبی و آلمان با ۳۹۰ و ۲۴۳ پتنت به ترتیب در مکان‌های بعدی قرار گرفته‌اند. در سوی دیگر، مقاصد برتر ثبت پتنت کشورهای چین و ایالات متحده با ۶۳۲۴ و ۱۳۶۷ پتنت ثبت شده می‌باشند. نکته جالب توجه دیگر فرارگیری WIPO با ۳۸۶ پتنت ثبت شده در رتبه سوم است که نشانگر اهمیت ثبت بین‌المللی پتنت‌ها در کنار کشورهای دارای بازار هدف است.



شکل ۴ متقاضیان و مقاصد برتر ثبت پتنت

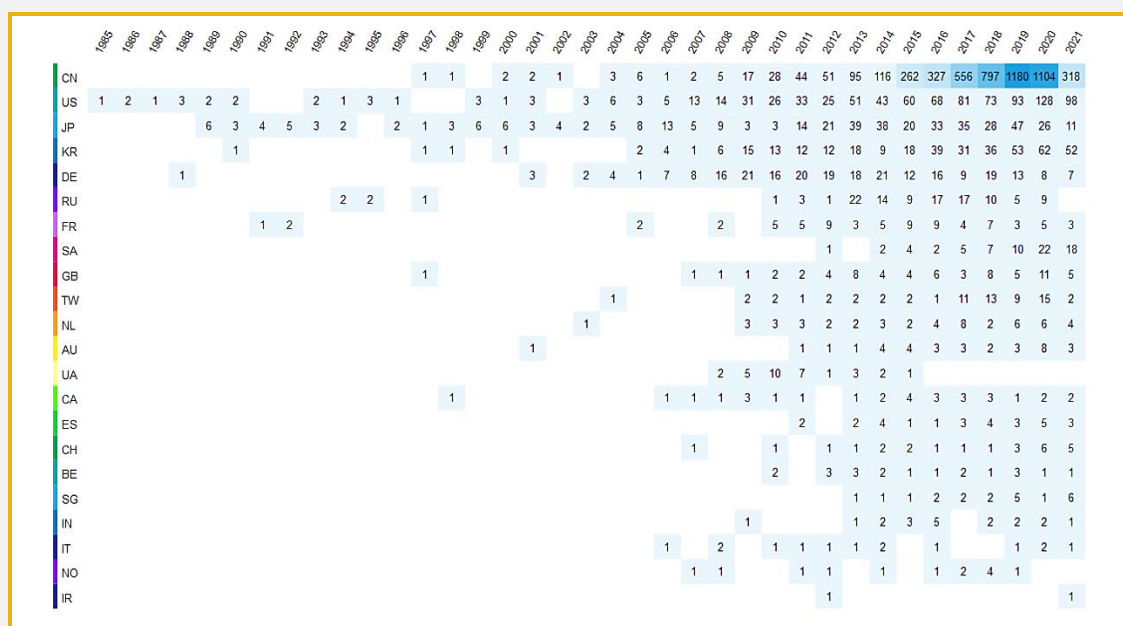
نکته قابل بررسی در وضعیت جغرافیایی پتنت‌های ثبت شده آن است که کشورهای برتر متقاضی ثبت پتنت، اغلب پتنت‌های خود را در چه مقاصدی به ثبت رسانده‌اند تا درک بهتری از وضعیت پیشرفت فناوری و بازارهای اصلی رقابت بدست‌آید. به این منظور، در نمودار شکل ۵ جریان ثبت پتنت متقاضیان برتر در مقاصد اصلی (چین، ایالات متحده آمریکا و وایپو) نشان داده شده است. نکته جالب توجه در این شکل آن است که اولاً از مجموع کل پتنت‌های ثبت شده‌ی ایالات متحده در مقاصد مختلف، عمده پتنت‌ها (۷۲۲ پتنت) در خود این کشور به ثبت رسیده است؛ ثانیاً، با صرف نظر از پتنت‌های متقاضیان چینی که در خود کشور چین ثبت شده‌اند، از میان سه مقصد اصلی ثبت پتنت در این حوزه یعنی چین، ایالات متحده آمریکا و وایپو، اغلب متقاضیان برتر پتنت‌های خود را در ایالات متحده و سپس وایپو ثبت نموده‌اند و شمار اندکی از آن‌ها نیز برخی از پتنت‌های خود را در چین ثبت نموده‌اند (آمریکا، آلمان، ژاپن، تایوان و ایتالیا با مجموع ۸۷ پتنت)؛ و ثالثاً، قریب به ۹۸٪ پتنت‌های ثبت شده در کشور چین متعلق به خود این کشور می‌باشد و باقی پتنت‌ها در سایر مقاصد از جمله ایالات متحده آمریکا (۸۳ پتنت) و وایپو (۸۵ پتنت) ثبت شده‌اند. آنچه از مجموع این نکات بر می‌آید آن است که در صورت صرف نظر از پتنت‌های ثبت شده در چین توسط متقاضیان چینی، نیمی از کل پتنت‌های موجود در این حوزه در ایالات متحده نیز ثبت شده‌اند که با توجه به وجود شرکت‌های نوپای بسیار در این منطقه، بازار رقابتی و پتانسیل تجاری‌سازی فناوری چارچوب‌های آلی-فلزی در این کشور را نشان می‌دهد.



شکل ۵ نمودار جریان ثبت پتنت متقاضیان برتر در مقاصد چین، وایپو و ایالات متحده آمریکا

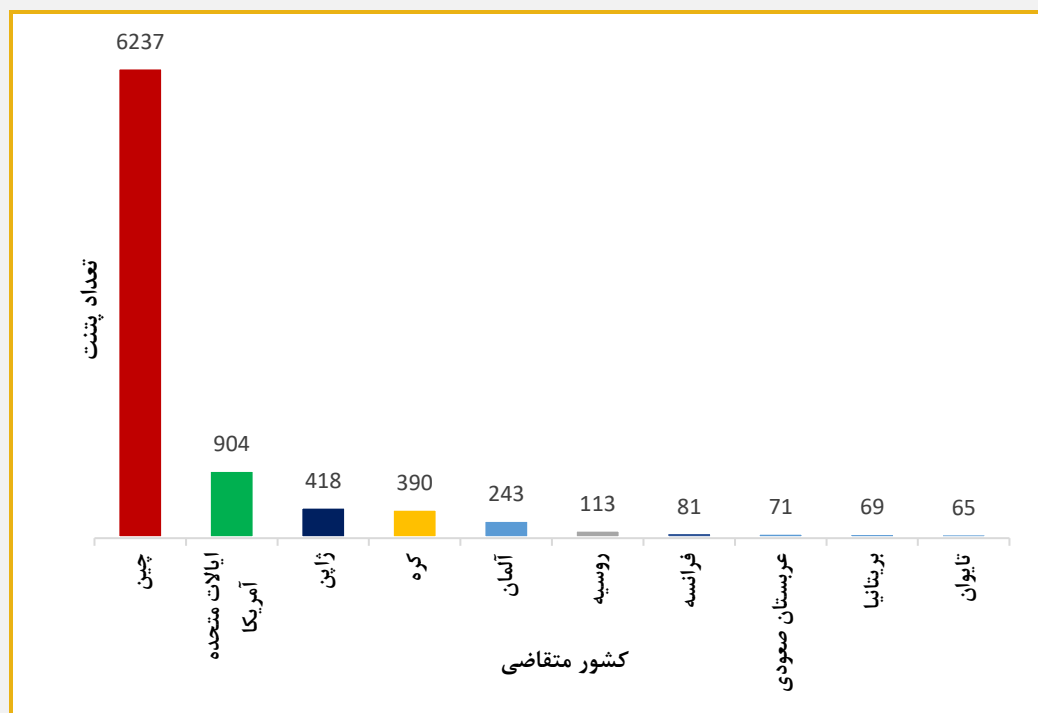
■ رفتار ثبت اختراع کشورهای برتر

میزان فعالیت کشورهای برتر این حوزه فناوری بر اساس سال انتشار پتنت در شکل ۶ نمایش داده شده است. بر اساس این شکل کشورهای ایالات متحده و ژاپن از جمله کشورهای دارای پیشینه زیاد در این حوزه فناوری هستند که از اواسط دهه ۹۰ فعالیت مستمر و پیوسته‌ای نیز در این زمینه داشته‌اند. این در حالی است که بیشترین تعداد پتنت ثبت شده در اختیار چین و و با فاصله قابل توجهی ایالات متحده می‌باشد. بنابراین با توجه به موارد ذکر شده می‌توان تمرکز این فناوری را در اختیار کشورهای چین، ایالات متحده و ژاپن پس از آن کره جنوبی دانست. اگرچه توجه به این نکته ضروری است که کشور چین با سابقه کمتر و از حدود سال ۲۰۰۰ پا به عرصه این فناوری گذاشته و با وجود تعداد کمتر پتنت‌های هم‌خانواده و ثبت اغلب پتنت‌ها در خود کشور چین اما فعالیت رو به رشدی را ثبت نموده است. علاوه بر آن ثبت پتنت در کشور چین از حدود سال ۲۰۱۴ با سرعت چشمگیری رشد داشته است که نشان از سرمایه‌گذاری و تحقیق و توسعه گسترده در این حوزه فناوری در این کشور دارد. از سوی دیگر مشاهده می‌شود که بیشترین چگالی فعالیت ثبت پتنت در این حوزه از حدود سال ۲۰۰۶ به بعد بوده است که همزمان با افزایش طیف کاربردهای چارچوب‌های آلی-فلزی، ایجاد مشتقات جدید، تجاری‌سازی ساختار HKUST-1 توسط شرکت BASF و ظهور کشور چین می‌باشد. پیش‌تر به این نکته اشاره گردید که کشور چین با اختلاف بسیار زیادی نسبت به ایالات متحده، کشور برتر این حوزه فناوری از نقطه نظر ثبت پتنت است. دلایل مختلفی را می‌توان بر فعالیت چشمگیر این کشور در این حوزه فناوری برشمرد که از آن جمله می‌توان به فعالیت‌های گسترده این کشور در فناوری‌های ماده محور و تلاش برای در اختیار گرفتن سهم از بازار این محصولات به موازات سیاست‌های توسعه فناوری از طریق تمرکز بر ثبت اختراع در فناوری‌های پیشرو اشاره کرد.



شکل ۶ روند زمانی ثبت اختراع کشورهای برتر (پنت‌های متقاضیان ایرانی در پیوست ۲ ارائه شده‌اند)

همچنین جهت درک بهتر سهم هر یک از کشورها در پتنت‌های ثبت شده در این حوزه، شکل ۷ نمودار تعداد پتنت‌های ثبت شده هر متقاضی را نشان می‌دهد که بر اساس آن چین با ۶۲۳۷ پتنت بیشترین تعداد پتنت ثبت شده را در اختیار دارد.



شکل ۷ تعداد پتنت‌های ثبت شده کشورهای برتر متقاضی

■ بازیگران کلیدی حوزه فناوری

بازیگران برتر یک حوزه فناوری با شاخص‌های متنوعی قابل تعیین و رتبه‌بندی هستند. به عنوان مثال، در توسعه یک فناوری از نقطه آغاز تا تجاری‌سازی و بلوغ کامل آن، فعالیت‌های متنوعی توسط بازیگران متفاوتی انجام می‌شود. در مراحل ابتدایی پژوهشگران، محققین و مخترعین سهم پررنگ‌تری ایفا می‌کنند و به تدریج با پیشروی بیشتر فناوری، رشد بیشتر آن را به شرکت‌های نوآورانه، متخصصین تجاری‌سازی و توسعه‌دهندگان بازار می‌سپارند. با توجه به گستردگی کاربردهای فناوری چارچوب‌های آلی-فلزی و تنوع فعالیت‌ها در این حوزه، بازیگران برتر بر اساس دو دسته شاخص متفاوت دسته‌بندی شدند: دسته اول بازیگرانی که بیشترین تعداد پتنت ثبت شده را در اختیار دارند و مالکین برتر اسناد ثبت اختراع نامیده می‌شوند، و دسته دوم شرکت‌های نوپا و تجاری فعال که از منابع غیرپتنتی بر اساس شاخص‌های تجاری و بازار استخراج شده‌اند و در ادامه در دو گروه جداگانه ارائه می‌گردند.

مالکین برتر اسناد ثبت اختراع

مالکین برتر فعال در حوزه چارچوب‌های آلی-فلزی در جدول ۳ ارائه شده‌اند. نتایج ارائه شده در این جدول تنها شامل مالکین حقوقی (دانشگاه‌ها، شرکت‌های مراکز تحقیقاتی) است و مالکین حقیقی (افراد) به دلیل ارائه در لیست مخترعین (جدول ۶) و همچنین اهمیت متقاضیان حقوقی در چارچوب این گزارش، ارائه نشده‌اند. بررسی نتایج این جدول حاکی از برتری نسبی دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی از نقطه‌نظر ثبت پتنت است و برتری مالکان چینی در این میان مشهود است. این نسبت نشان‌دهنده شتاب فعالیت‌های تحقیق و توسعه، وجود فضاهای پژوهشی، پتانسیل نوآوری و در نتیجه قرارگیری فناوری در مرحله رشد است؛ اگرچه احتمال برون‌سپاری تحقیقات کاربردی بر روی این حوزه از سوی شرکت‌ها به دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی نیز قابل بررسی است.

همچنین ضمن آنکه ۱۸٪ از ۲۵۰ متقاضی برتر ثبت پتنت را شرکت‌ها تشکیل می‌دهند، بررسی آماری مجموع پتنت‌های ثبت شده در این حوزه از سوی شرکت‌ها و دانشگاه‌ها نشان می‌دهد بطور کلی به ازای هر هشت پتنت ثبت شده از سوی دانشگاه‌ها، یک پتنت از سوی شرکت‌ها ثبت شده‌است.

بر اساس تحلیل مالکان در مجموعه پتنت‌های استخراج شده، دانشگاه‌های Jinan و South China Tech از کشور چین به ترتیب با ۱۵۵ و ۱۵۴ پتنت ثبت شده و پس از آن شرکت BASF از کشور آلمان با ۱۳۱ پتنت ثبت شده، مالکان برتر صاحب‌امتياز پتنت هستند. همان‌طور که از جدول ۳ برمی‌آید، در بین این مالکان نام شرکت‌هایی چون China Petrochemical Corp، Samsung Electronics Co Ltd، Exxonmobil، Toyota Motor Co Ltd، UOP LLC و LG Chemical Ltd به چشم می‌خورند که در حوزه‌های کاربردی متنوعی همچون نفت و گاز، خودروسازی، مواد شیمیایی و الکترونیک فعالیت دارند و این نشان‌دهنده گستره وسیع کاربردها و نفوذ فناوری چارچوب‌های آلی-فلزی در حوزه‌های مختلف دانشی و فناورانه است.

نکته جالب توجه دیگر از بررسی نسبت پتنت‌های مالکین برتر به کل پتنت‌های ثبت شده مشخص می‌شود. همان‌طور که از این مقایسه مشخص است، با وجود سهم بالای کشورهای چین، آمریکا و آلمان از کل تعداد پتنت‌های ثبت شده، اما سهم مالکین برتر هریک از این کشورها از کل (که در پیوست ۳ ارائه شده‌است)، بطور معنا داری اندک است. به عنوان مثال، دانشگاه Jinan به عنوان مالک برتر این فناوری از نظر تعداد پتنت ثبت شده، با ۱۵۵ پتنت سهمی کمتر از ۲٪ کل پتنت‌های این حوزه را در اختیار دارد و به همین ترتیب در خصوص سایر مالکین. از دلایل محتمل این امر می‌توان به زمانی اشاره کرد که یک فناوری در طی مسیر رشد خود به تدریج از انحصار محققین یا گروه‌های پژوهشی خاص خارج شده و در اختیار همگان قرار گرفته‌است. از سوی دیگر فناوری‌های دارای پیچیدگی نسبی پایین همزمان با گستردگی حوزه‌های کاربردی مورد اقبال گروه‌های بیشتری قرار می‌گیرند و پتانسیل ثبت اختراع بالایی دارند.

جدول ۳ مالکین برتر اسناد ثبت اختراع					
EXXONMOBIL RES & ENG CO	۱۳	UNIV DALIAN TECH	۷	UNIV JINAN	۱
FUJIAN INST RES STR MATTER CAS	۱۴	UNIV CALIFORNIA	۸	UNIV SOUTH CHINA TECH	۲
TOYOTA MOTOR CO LTD	۱۵	UNIV NANJING TECH	۹	BASF AG	۳
GM GLOBAL TECH OPERATIONS INC	۱۶	UNIV SHANDONG	۱۰	UNIV ZHEJIANG	۴
UOP LLC	۱۷	CHINA PETROCHEMICAL CORP	۱۱	UNIV BEIJING TECHNOLOGY	۵
LG CHEMICAL LTD	۱۸	SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD	۱۲	UNIV ZHEJIANG TECHNOLOGY	۶

لیست کامل مالکین و تعداد پتنت‌های ثبت شده آن‌ها در پیوست ۳ ارائه شده‌است.

با توجه به اهمیت مالکین غیردانشگاهی که اغلب آن‌ها را شرکت‌های صنعتی و تجاری تشکیل می‌دهند، لیستی از ۲۰ مالک غیردانشگاهی برتر فعال در این حوزه در جدول ۴ ارائه شده‌است.

جدول ۴ مالکین برتر غیردانشگاهی اسناد ثبت اختراع

SNU R&DB FOUNDATION	۱۱	BASF AG	۱
FORD GLOBAL TECH LLC	۱۲	CHINA PETROCHEMICAL CORP	۲
SAMSUNG SDI CO LTD	۱۳	SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD	۳
BLUECHER GMBH	۱۴	EXXONMOBIL RES & ENG CO	۴
BOSCH GMBH ROBERT	۱۵	FUJIAN INST RES STR MATTER CAS	۵
FUJIFILM CORP	۱۶	TOYOTA MOTOR CO LTD	۶
INST FRANCAIS DU PETROLE	۱۷	GM GLOBAL TECH OPERATIONS INC	۷
SANDIA CORP	۱۸	UOP LLC	۸
SABIC GLOBAL TECHNOLOGIES BV	۱۹	LG CHEMICAL LTD	۹
MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD	۲۰	COMMW SCIENT IND RES ORG	۱۰

شرکت‌های نوپا و تجاری فعال

همانطور که در ابتدای این بخش بیان شد، به دلیل اهمیت فعالیت‌های تجاری و توسعه محصول در این حوزه، دسته‌ای از بازیگران برتر بر اساس شاخص‌های بازار و فعالیت‌های تجاری و از مراجع غیر پتنتی استخراج شده‌اند که اهم این بازیگران با در نظر گرفتن نوع شرکت (نوپا یا تجاری) و داشتن پتنت ثبت شده در حوزه چارچوب‌های آلی-فلزی در جدول ۵ ارائه شده‌اند. همچنین پتنت‌های ثبت شده به تفکیک هر شرکت در پیوست ۴ ارائه شده است.

جدول ۵ شرکت‌های نوپا و تجاری

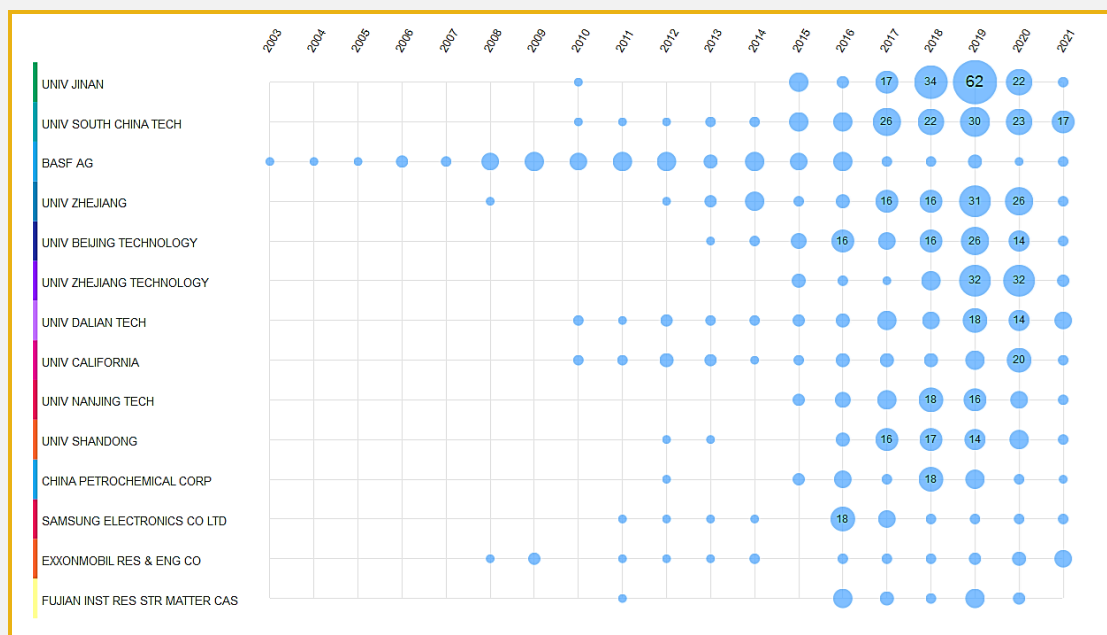
وبسایت	شرکت	کشور
www.moftechnologies.com	MOF technologies Ltd ^{*,S}	انگلستان
www.prometheanparticles.co.uk	Promethean Particles Ltd ^S	
www.immaterial.com	Immaterial Labs Ltd ^{*,S}	
www.porousliquidtechnologies.com	Porous Liquid Technologies ^S	
www.mofgen.com	MOFgen Ltd ^S	
www.tarsis-technologies.com	Tarsis Technology ^S	
www.matthey.com	Johnson Matthey [*]	
=	Molecule	آمریکا
www.numat.tech	NuMat Technologies Inc ^{*,S}	
www.framergy.com	Framergy Inc. ^{*,S}	
www.mosaicmaterials.com	Mosaic Materials Inc ^{*,S}	
www.coordinationpharma.com	Coordination Pharmaceuticals ^S	
www.matrixsensorsinc.com	Matrix Sensors ^{*,S}	
www.inmondotech.com	Inmondo Tech ^S	

www.wahainc.com	Water Harvesting Inc ^{*,S}	
www.mpowerinnovation.com	Mpower Innovation Inc ^{*,S}	
www.nanoshel.com	Nanoshel LLC ^S	
www.energyx.com	Energy X	
www.panaceanano.com	Panaceanano ^{*,S}	
www.strem.com	Strem Chemicals	
www.lanthasensors.com	Lantha Sensors	
www.rimorx.com	Rimo Therapeutics	
www.mofapps.com	MOFapps ^{*,S}	نروژ
www.profmofof.com	ProfMOF ^{*,S}	
www.atomis.co.jp	Atomis ^{*,S}	ژاپن
www.fuji-pigment.co.jp	Fuji Pigments ^S	
www.zoramato.com	ZoraMat	
www.tcichemicals.com	Tokyo Chemical Industry	
www.gsalliance.co.jp	Green Science Alliance Co., Ltd.	
www.syncmof.com	SyncMOF	
www.tn-sanso.co.jp	Taiyo Nippon Sanso Corp	
www.mofworx.com	MOFWORX ^S	استرالیا
www.acsynam.com	ACSYNAM ^{*,S}	کانادا
www.novomof.com	NovoMOF AG ^S	سوئیس
www.chemsoon.com	Chemsoon ^S	چین
www.samsung.com	Samsung Electronics [*]	کره
www.basf.com	BASF [*]	آلمان
www.bosch.com	BOSCH [*]	
www.merck.com	Merck	
www.nanorh.com	Nano Research Elements	هند
www.sikemia.com	Sikemia	فرانسه
www.totalenergies.com	Total S.A.	
[*] شرکت‌های دارای پتنت ثبت شده در حوزه چارچوب‌های آلی-فلزی (پیوست ۴) ^S شرکت‌های نوپا		

■ روند زمانی ثبت اختراع بازیگران کلیدی

شکل ۸ روند زمانی ثبت اختراع بازیگران کلیدی را نشان می‌دهد. با بررسی این شکل مشاهده می‌شود که دانشگاه‌های Jinan، South China Tech و Zhejiang که از قضا بیشترین تعداد پتنت را نیز در اختیار دارند از قدرت‌های نوظهور در این حوزه فناوری می‌باشد که کل پتنت‌های خود را طی کمتر از ده سال ثبت کرده‌اند، این در حالی است که سایر مالکان این حوزه فناوری مانند BASF و Exxonmobil دارای سابقه به‌مراتب بیشتری در این بخش هستند. نکته قابل توجه این نمودار سابقه طولانی شرکت‌های برتر در این حوزه می‌باشد. این شرکت‌ها همواره دارای پتنت بوده‌اند که نشانگر استمرار فعالیت این شرکت‌ها روی این حوزه فناوری است. بنابراین با علم به این قدمت و در نظر گرفتن قدرت این شرکت‌ها، می‌توان این شرکت‌ها را بازیگران اصلی و تعیین‌کننده در این بخش دانست.

نکته جالب توجه تغییرات شتاب ثبت پتنت در بازیگران مختلف است. به عنوان مثال ثبت پتنت دانشگاه‌های Jinan، South China Tech، Zhejiang China Tech و Beijing Technology همواره روند افزایشی داشته (افزایش اندازه نقاط آبی رنگ در نمودار) در حالیکه که این روند برای شرکت‌هایی چون BASF و China Petrochemical Corp ابتدا افزایشی و سپس کاهشی بوده که دلیل آن را می‌توان به اشباع فناوری در حوزه‌های کاربردی تمرکز این شرکت‌ها (از جمله جداسازی و جذب گاز) نسبت داد. در ادامه به تحلیل جزئیات بیشتری از حوزه‌های فعالیت شرکت‌های برتر پرداخته می‌شود.



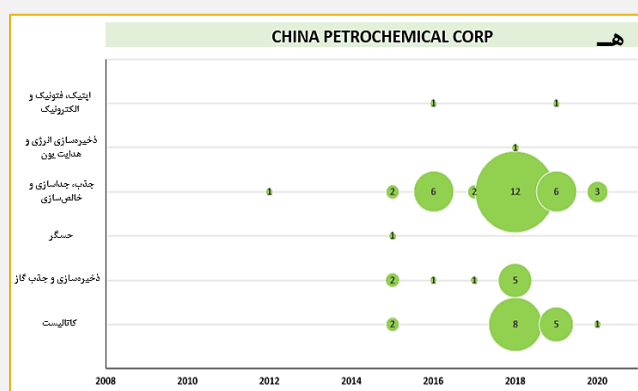
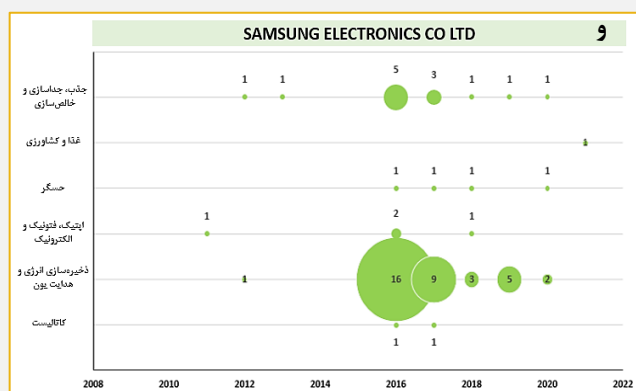
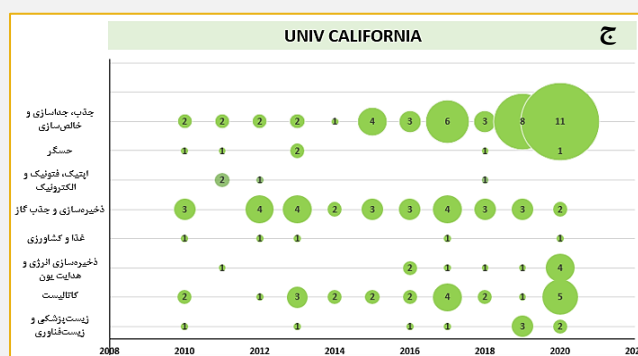
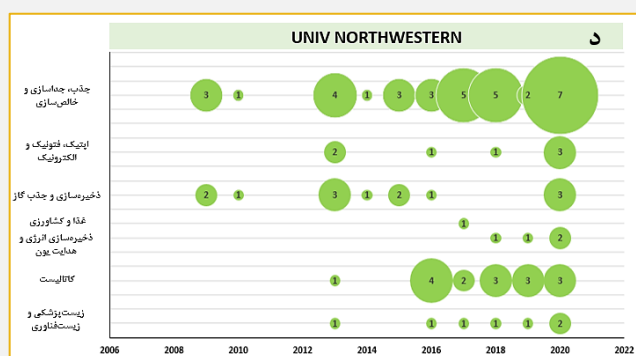
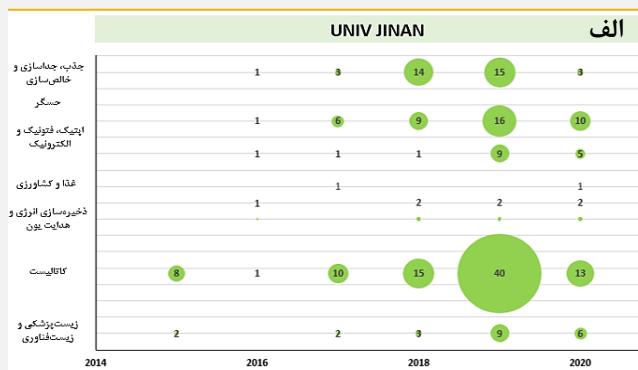
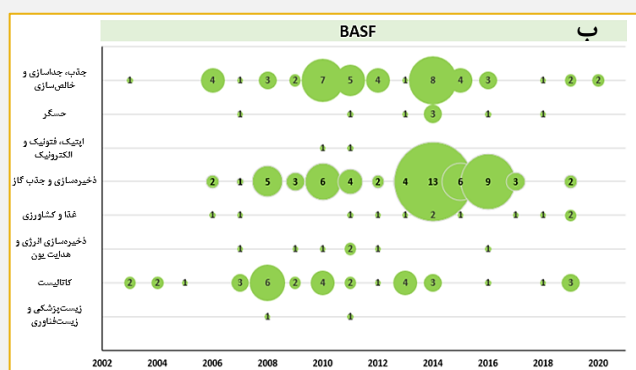
شکل ۸ روند زمانی ثبت اختراع بازیگران کلیدی

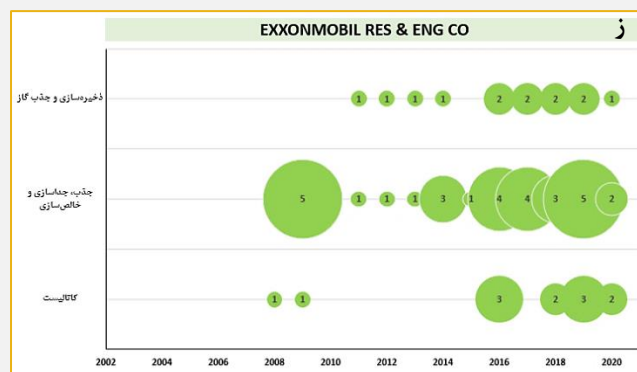
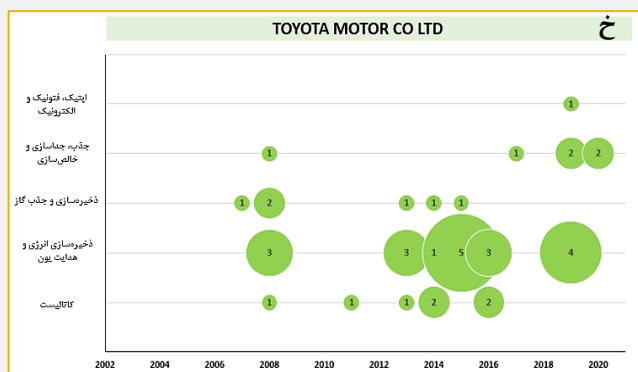
■ حوزه‌های تمرکز و روند فعالیت شرکت‌های برتر

شکل ۹ زمینه فعالیت هشت مالک دانشگاهی و غیردانشگاهی برتر در این حوزه فناوری را نشان می‌دهد. هر یک از این نمودارها به یکی از مالکان اختصاص دارد که نشان می‌دهد آن مالک در هر بازه زمانی بر روی کدام حوزه کاربردی چارچوب‌های آلی-فلزی چه تعداد پتنت نموده‌است. به عنوان مثال، تمرکز شرکت China Petrochemical Corp عمدتاً بر روی حوزه‌های کاتالیست، ذخیره‌سازی گاز، و جذب، جداسازی و خالص‌سازی، بوده است و اغلب پتنت‌های خود در این حوزه‌ها را در بازه زمانی ۲۰۱۵ تا ۲۰۱۹ ثبت نموده است. همچنین، همانطور که در بخش پیشین نیز اشاره شد، روند ثبت اختراع شرکت BASF ابتدا افزایشی و سپس کاهشی بوده‌است، که با اندکی دقت در نمودار ب-۹ این روند در کاربرد اصلی

تمرکز این شرکت یعنی ذخیره‌سازی گاز نیز مشاهده می‌شود که می‌توان آن را به رشد ابتدایی از حدود سال ۲۰۰۶ و بلوغ این حوزه در حدود سال‌های ۲۰۱۴-۲۰۱۶ و پس از آن کاهش تعداد پتنت‌های ثبت شده نسبت داد.

از سوی دیگر، با توجه بیشتر به حوزه‌های کاربردی تمرکز شرکت‌ها این نکته دریافت می‌شود که شرکت‌ها اغلب بر روی دو یا سه حوزه تخصصی خود متمرکز هستند حال آنکه دانشگاه‌ها در اغلب حوزه‌های کاربردی فعالیت پژوهشی و ثبت پتنت دارند. به عنوان مثال فعالیت شرکت‌های سامسونگ (الکترونیک) و تویوتا (خودروسازی) عمدتاً متمرکز بر حوزه ذخیره‌سازی انرژی و هدایت یون و تمرکز شرکت‌های China Petrochemical Corp و Exxonmobil (نفت و گاز) بر روی ذخیره‌سازی گاز، کاتالیست، و جذب، جداسازی و خالص‌سازی است، در مقابل دانشگاه‌های Northwestern و California در تمام حوزه‌های کاربردی فعال هستند.





شکل ۹ حوزه های تمرکز و روند فعالیت شرکت های برتر

مخترعین برتر

یکی از راه های مهم تحلیل پتنت، تحلیل محققان و پژوهشگران برتر حوزه فناوری است. با تعیین این بازیگران مهم در حوزه فناوری می توان با اعتماد بیشتری نسبت به دانش موجود پیش رفت. محققانی که دارای تعداد قابل توجهی پتنت در یک حوزه فناوری است نقش مهمی در ارتقای یک فناوری و پیشبرد آن دارد. جدول ۶ مخترعین برتر حوزه فناوری چارچوب های آلی-فلزی را نشان می دهد. بر اساس این جدول رتبه اول ثبت اختراع در اختیار Mueller Ulrich از شرکت BASF با ۸۷ پتنت ثبت شده می باشد. در این بین نام Omar Yaghi از دانشگاه کالیفرنیا به عنوان معرف چارچوب های آلی-فلزی با ۴۸ پتنت و Omar Farha از دانشگاه Northwestern با ۲۷ پتنت به ترتیب در رتبه های ۴ ام و ۳۲ ام به چشم می خورد.

جدول ۶ مخترعین برتر اسناد ثبت اختراع					
CHEN YAN	۲۳	ZHANG GUOLIANG	۱۲	MUELLER ULRICH (87 Patents)	۱
LI WEI	۲۴	YANG YU	۱۳	JIANHONG LI	۲
LI YING	۲۵	LIU WEI	۱۴	WANG YAN	۳
ZHANG JIAN	۲۶	LI DONGSHENG	۱۵	YAGHI OMAR M	۴
WANG JING	۲۷	WANG LEI	۱۶	SCHUBERT MARKUS	۵
ZHAO JUN	۲۸	QIAN GUODONG	۱۷	XIE YABO	۶
HWANG YOUNG KYU	۲۹	XIA QIBIN	۱۸	EDDAOUDI MOHAMED	۷
MÜLLER ULRICH	۳۰	WU YAPAN	۱۹	YUBIN DONG	۸
CAO XIEHONG	۳۱	MARX STEFAN	۲۰	KUANG XUAN	۹
FARHA OMAR K	۳۲	ZHANG YANG	۲۱	HAN ZHENGBO	۱۰
LI JIE	۳۳	CUI YUANJING	۲۲	ZHANG YING	۱۱

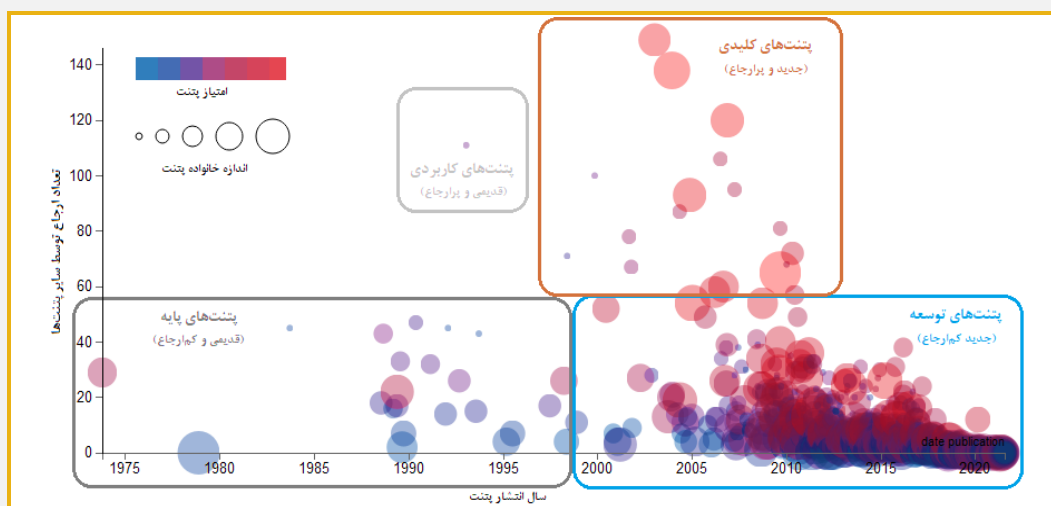
لیست کامل مخترعین و تعداد پتنت های ثبت شده آن ها در پیوست ۵ ارائه شده است.

■ پتنت‌های برتر حوزه فناوری

پتنت‌های ثبت شده در یک حوزه فناوری، بسته به نوع نیاز بر اساس شاخص‌های متعددی قابل رتبه‌بندی هستند. بر این اساس ابتدا پتنت‌ها بر پایه شاخص‌های مورد نظر ارزش‌گذاری شده و با توجه به وزن اثر آن‌ها و اهمیت هر شاخص در تأمین هدف مورد نیاز از استخراج پتنت‌های برتر، رده‌بندی می‌شوند. در این مطالعه، پتنت‌های استخراج شده از حوزه فناوری چاقوب‌های آلی-فلزی بر اساس سه شاخص اندازه خانواده^۱، مدت زمان گذشته از ثبت پتنت^۲ و تعداد ارجاعات به پتنت^۳ امتیازدهی گردیده و از برآیند وزنی امتیازات رتبه هر پتنت مشخص شده‌است. بر این اساس هرچه یک پتنت در مراکز بیشتری ثبت شده‌باشد (اندازه خانواده بزرگتر) و در عین گذشت زمان کوتاه از ثبت آن ارجاعات بیشتری به آن شده‌باشد، از ارزش استنادی بالاتری برخوردار خواهد بود.

شکل ۱۰ نمایی از توزیع پتنت‌های حوزه فناوری چاقوب‌های آلی-فلزی بر اساس شاخص‌های ارزش‌گذاری ذکر شده را نشان می‌دهد. در این نمودار هرچه پتنت‌ها از مبدأ فاصله بیشتری داشته باشند، دارای ارزش بالاتری بر اساس شاخص‌های مذکور هستند. همانطور که مشاهده می‌شود، توزیع نقاط نماینده پتنت‌ها قابل طبقه‌بندی به چهار دسته است: پتنت‌های قدیمی و کم ارجاع که پتنت‌های پایه نامیده شده‌اند و اساس آغاز فناوری محسوب می‌شوند، پتنت‌های قدیمی و پرارجاع که پتنت‌های کاربردی محسوب می‌شوند و علی‌رغم گذشت زمان زیاد از ثبت آن‌ها، همچنان ارزش فنی دارند؛ پتنت‌های جدید و کم ارجاع که پتنت‌های توسعه نامیده شده‌اند و محرک رشد و بدنه توسعه فناوری در کاربردها و حوزه‌های جدید دانشی هستند؛ و نهایتاً پتنت‌های کلیدی که علی‌رغم جدید بودن و گذشت زمان نه چندان طولانی از ثبت آن‌ها، ارجاعات بسیاری داشته و خانواده بزرگی را نیز دارا می‌باشند.

در جدول ۷، ده پتنت برتر حوزه فناوری و حوزه تمرکز این پتنت‌ها ارائه شده‌است. همچنین لیستی از ۲۰۰ پتنت برتر بر اساس سه شاخص اندازه خانواده، زمان ثبت و تعداد ارجاعات به پتنت، به همراه چکیده ده پتنت برتر و نتایج بررسی حوزه‌های فعالیت ۵۰ پتنت برتر در پیوست ۶ گردآوری شده‌اند.



شکل ۱۰ نمودار توزیع پتنت‌های حوزه فناوری بر اساس شاخص‌های اندازه خانواده، زمان ثبت و تعداد ارجاعات به پتنت

¹ Family size

² Recency

³ Forward citations

جدول ۷ ده پتنت برتر حوزه فناوری بر اساس شاخص‌های اندازه خانواده، زمان ثبت و تعداد ارجاعات

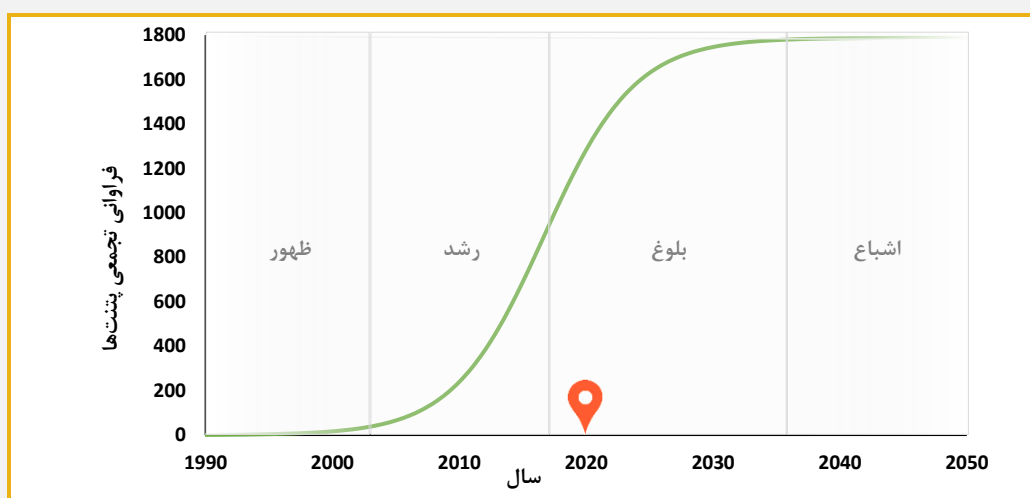
رتبه	کد پتنت	عنوان	حوزه کاربردی	موضوع فعالیت	وضعیت
۱	US2009211441A1	Separation of carbon dioxide from methane utilizing zeolitic imidazolate framework materials	جذب، جداسازی و خالص‌سازی	جداسازی انتخابی دی اکسید کربن از متان با استفاده از ZIF	گرت شده
۲	US2003222023A1	Shaped bodies containing metal-organic frameworks	کاتالیست - جذب، جداسازی و خالص‌سازی - ذخیره‌سازی و جذب گاز	کاتالیزور و پایه کاتالیزور، ذخیره سازی سیال، غربال مولکولی و جاذب	گرت شده
۳	US2006252641A1	High gas adsorption in a microporous metal-organic framework with open-metal sites	ذخیره سازی و جذب گاز	ذخیره سازی گاز هیدروژن	گرت شده
۴	US2003004364A1	Isorecticular metal-organic frameworks, process for forming the same, and systematic design of pore size and functionality therein, with application for gas storage	ذخیره سازی و جذب گاز	ذخیره سازی گاز متان	گرت شده
۵	US2004225134A1	Implementation of a strategy for achieving extraordinary levels of surface area and porosity in crystals	جذب، جداسازی و خالص‌سازی	جذب مواد اتمی و مولکولی مانند آمونیاک، دی اکسیدکربن، مونوکسیدکربن، هیدروژن، آمین ها و...	گرت شده
۶	US2015068397A1	Method of adsorptive gas separation using thermally conductive contactor structure	جذب، جداسازی و خالص‌سازی	جذب سیالات	گرت شده
۷	US2005004404A1	Process for the alkoxylation of monools in the presence of metallo-organic framework materials	کاتالیست	کاتالیزور آلکوکسیلاسیون یک مونول	گرت نشده
۸	US2013095996A1	Methods of applying a sorbent coating on a substrate, a support, and/or a substrate coated with a support	جذب، جداسازی و خالص‌سازی	جذب دی اکسیدکربن از گاز طبیعی، هوای محیط، گاز دودکش یا سایر مخلوط	گرت شده
۹	US2011105776A1	Method for electrochemical production of a crystalline porous metal organic skeleton material	کاتالیست - ذخیره سازی و جذب گاز	ذخیره سازی سیالات و کاتالیزور	گرت شده
۱۰	US2006051638A1	Hydrogen storage and integrated fuel cell assembly	ذخیره سازی و جذب گاز	ذخیره سازی گاز هیدروژن برای پیل های سوختی	گرت شده

در شکل ۱۱ نمودار توزیع پتنت‌های کلیدی حوزه فناوری بر اساس زمان و به تفکیک حوزه کاربرد نشان داده شده‌است. با توجه به این نمودار، حوزه «جذب، جداسازی و خالص‌سازی» سهم بیشتری از پتنت های کلیدی را به خود اختصاص داده و تقریباً در تمامی سال‌ها به صورت پیوسته دارای پتنت برتر است. «ذخیره‌سازی و جذب گاز» دیگر حوزه جذاب در بین پتنت های برتر می باشد که بین سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۱ بیشترین تجمع پتنت ها در این حوزه دیده می شود. «کاتالیست»، «ذخیره سازی انرژی و انتقال یون»، «زیست پزشکی و زیست فناوری» حوزه‌های کاربردی دیگری هستند که به صورت مقطعی در سال های مختلف دارای پتنت برتر می باشند.

مجموع	۲۰۲۰	۲۰۱۹	۲۰۱۸	۲۰۱۷	۲۰۱۶	۲۰۱۵	۲۰۱۴	۲۰۱۳	۲۰۱۲	۲۰۱۱	۲۰۱۰	۲۰۰۹	۲۰۰۸	۲۰۰۷	۲۰۰۶	۲۰۰۵	۲۰۰۴	۲۰۰۳	حوزه کاربرد
۲۱	۱	۰	۱	۱	۲	۳	۰	۱	۱	۲	۱	۳	۲	۰	۱	۰	۱	۱	جذب، جداسازی و خالص سازی
۱۵	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۲	۳	۱	۲	۰	۳	۰	۰	۲	ذخیره سازی و جذب گاز
۷	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۱	۱	۱	کاتالیست
۳	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	ذخیره سازی انرژی و انتقال یون
۵	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	زیست پزشکی و زیست فناوری

شکل ۱۱ نمودار توزیع پتنت‌های کلیدی حوزه فناوری

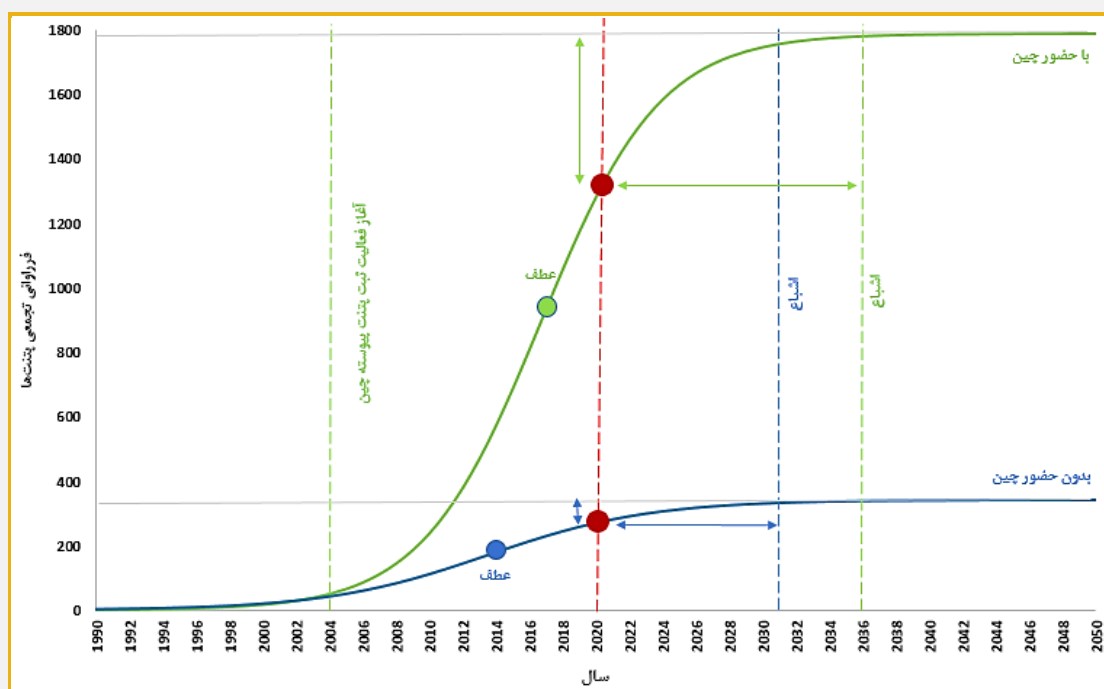
مفهوم «چرخه عمر فناوری» با هدف تعیین وضعیت کنونی یک فناوری و ترسیم آینده آن ایجاد و معرفی شده است. بطور کلی در فضای اقتصادی، محصولات موفق آن دسته از محصولاتی هستند که از سه جنبه حیاتی در وضعیت پایا و متعادلی قرار داشته باشند: فناوری، بازار و تجربه مصرف کننده. از نقطه نظر بازار و جهت معرفی بهترین راهبردهای سرمایه گذاری و سایر فعالیت ها و تصمیمات مرتبط با یک فناوری، شناخت وضعیت کنونی که فناوری در آن قرار دارد و همچنین جهت حرکت و شیب پیشرفت آن امری حیاتی و لازم است. بر همین اساس، بطور کلی چرخه عمر هر فناوری از چهار مرحله اصلی عبور می کند: معرفی، رشد و توسعه، بلوغ و اشباع. این مفهوم از تعداد پتنت های منتشر و یا اعطا شده در یک فناوری بر اساس زمان به عنوان ابزاری برای رسم منحنی S شکلی (منحنی لجستیک) بهره می گیرد که وضعیت فناوری و میزان رشد آن در هر مرحله را مشخص می کند. هر فناوری پس از معرفی، مراحل ابتدایی پیشرفت خود را با شیب ملایمی آغاز می کند و با پیش رفتن و عبور از موانع و عدم قطعیت هایی که بر سر راه آن قرار دارد سرعت بیشتری گرفته و وارد مرحله رشد می شود. پس از عبور از نقطه عطف منحنی، فناوری آماده ورود به بازار و ارائه محصول در قالب نمونه اولیه می باشد که این محصولات به تدریج و با ورود فناوری به مرحله بلوغ وارد مقیاس بزرگ تر شده و بازار هدف را فرا خواهند گرفت. پس از طی زمان بلوغ، به دلایلی اعم از ظهور فناوری های رقیب، فناوری وارد مرحله اشباع شده و یا با افت مواجه می شود. بر اساس این توضیحات، بهترین مرحله جهت انجام سرمایه گذاری بر روی یک فناوری و اطمینان از به محصول رسیدن آن مرحله رشد آن است که میزان خطر پذیری در آن در حداقل مقدار خود قرار دارد، حال آنکه فناوری هایی که در مراحل معرفی و یا اشباع قرار دارند به هیچ عنوان جهت سرمایه گذاری و تصمیمات راهبردی توصیه نمی شوند. شکل ۱۲ منحنی چرخه عمر فناوری چارچوب های آلی-فلزی را نشان می دهد. بر اساس این منحنی، فناوری چارچوب های آلی-فلزی از منظر ثبت پتنت اکنون در ابتدای ورود به مرحله بلوغ و در نزدیکی نقطه عطف منحنی قرار دارد و زمان توقف رشد مثبت آن در حدود سال ۲۰۳۵ پیش بینی می شود؛ این در حالی است که بررسی های انجام شده نشان می دهد در حال حاضر محصولات اندکی در این بخش تجاری شده و در بازار موجود می باشند. بنابراین علی رغم آنکه منحنی چرخه عمر به دلیل شیب نسبتاً تند ثبت پتنت در این حوزه طی زمانی نسبتاً کوتاه، پیش بینی نزدیکی از مرحله بلوغ کامل فناوری و ورود آن به بازار تجاری ارائه می دهد، توجه به سهم پتنت های ماده محور نسبت به پتنت های کاربردمحور و اثر دسته اول در تعیین وضعیت فعلی فناوری (ابتدای مرحله بلوغ) نکته ظریفی است که نمی توان از آن چشم پوشید، چراکه بنظر می رسد در بخش تجهیزات و کاربردهای فناورانه فاصله بیشتری تا رسیدن به مرحله بلوغ و ورود محصولات به بازار وجود دارد. از سوی دیگر، به دلیل سهم قابل توجه کشور چین در روند رشد این فناوری و تشابه الگوی حضور این کشور در فناوری حاضر با سایر فناوری ها، بنظر می رسد در صورتی که از حضور فعالیت مالکان چینی در این حوزه صرف نظر کنیم و روند متعارف پیشرفت فناوری را بررسی کنیم، زمان های کلیدی در این منحنی (عطف و اشباع) دستخوش تغییر خواهند شد.



شکل ۱۲ چرخه عمر فناوری چارچوب های آلی-فلزی

همانگونه که در شکل ۱۳ مشاهده می‌شود، رفتار ثبت پتنت کشور چین در این حوزه فناوری بر بخش‌های مختلف چرخه عمر آن اثر غیر قابل انکاری داشته‌است. بر این اساس مشاهده می‌شود که همزمان با ورود پررنگ و مستمر کشور چین به ثبت پتنت در حوزه فناوری چارچوب‌های آلی-فلزی در سال ۲۰۰۴ نرخ رشد این فناوری و شیب صعود آن دستخوش تغییر قابل توجهی می‌شود؛ به دلیل همین شتاب ثبت پتنت نقطه عطف منحنی که عبور از مرحله رشد به مرحله بلوغ را نشان می‌دهد، در حدود سال ۲۰۱۷ قرار گرفته‌است، حال آنکه روند فعالیت سایر کشورها (به جز چین) در این حوزه (نمودار آبی رنگ) نقطه عطف این فناوری را در سال ۲۰۱۴ نشان می‌دهد و رشد سریع تری تا رسیدن به وضعیت بلوغ و اشباع پیش‌بینی می‌کند. بر همین اساس اگر شاهد رفتار خاص ثبت پتنت کشور چین نبودیم، از سال ۲۰۲۰ (موقعیت قرمز رنگ) فاصله زمانی و تعدادی چندانی تا ورود فناوری به مراحل پایانی رشد خود باقی نبود که با وجود تغییر این روند در حضور کشور چین، مرحله اشباع فناوری به تأخیر افتاده و از حدود سال ۲۰۳۱ در نمودار آبی رنگ، به حدود سال ۲۰۳۶ در نمودار سبزرنگ تغییر موقعیت داده است. در تحلیل چنین وضعیتی توجه به اینکه ضروری است که عمده متقاضیان ثبت پتنت کشور چین را دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی تشکیل می‌دهند که رسالت اصلی آن‌ها و سرمایه‌گذاری زمانی و مالی‌شان در اصل با هدف تحقیق و توسعه و ثبت نتایج این تحقیقات در قالب اسناد ثبت اختراع است، حال آنکه بر اساس توضیحات بخش‌های پیشین، بیشتر سهم ثبت اختراع در نمودار آبی رنگ که پتنت‌های ثبت شده در کشور چین در آن در نظر گرفته نشده‌اند، متعلق به متقاضیانی است که اغلب در رده شرکت‌ها و مراکز صنعتی فعالیت دارند و تمرکز اصلی آن‌ها توسعه کاربردی فناوری و معرفی محصولات تجاری با قابلیت ورود به بازار است و نه صرفاً ثبت اسناد پژوهشی و اختراعات، که چنین تفاوتی منجر به کم بودن حجم پتنت‌های ثبت شده در نمودار آبی رنگ نسبت به نمودار سبز رنگ با حضور غالب متقاضیان دانشگاهی چینی گردیده‌است.

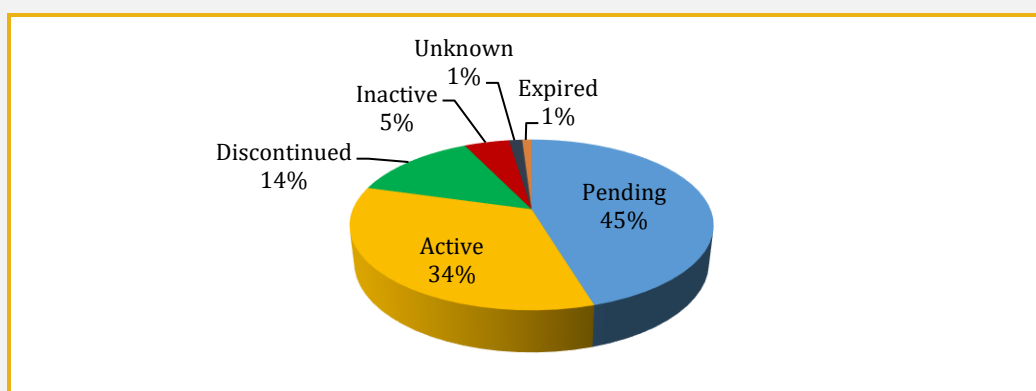
از سوی دیگر، با اندکی دقت در نمودار جریانی شکل ۵ مشخص می‌شود در صورتی که از اختراعات متقاضیان چینی در خود کشور چین صرف نظر کنیم، تعداد اختراعات ثبت شده متقاضیان چینی در سایر مقاصد ثبت پتنت در محدوده قابل مقایسه با سایر متقاضیان است (۸۳ پتنت در ایالات متحده و ۸۵ پتنت در واپو) و تفاوت معناداری در مرتبه این عدد برای کشور چین و سایر کشورها مشاهده نمی‌شود که این خود مؤید لزوم توجه به چرخه عمر متعارف فناوری (نمودار آبی رنگ) است.



شکل ۱۳ مقایسه وضعیت چرخه عمر فناوری بر اساس حضور کشور چین

■ وضعیت حقوقی اختراعات ثبت شده

بر اساس داده‌های ارائه شده در شکل ۱۴، پتنت‌های ثبت شده در این حوزه فناوری در زمان تهیه گزارش از لحاظ حقوقی در شش دسته قرار گرفته‌اند. باتوجه به این نمودار دایره‌ای، بیشترین تعداد پتنت‌ها در وضعیت Pending و در مراحل پیش از گزینش شدن قرار دارند و قریب به نیمی از پتنت‌ها را در بر می‌گیرند. در رتبه بعدی، پتنت‌های فعال یا Active شامل پتنت‌هایی است که گزینش شده‌اند و از نظر زمانی همچنان تحت حفاظت حقوقی و امکان بهره‌برداری تجاری می‌باشند. پتنت‌های Discontinued عمدتاً به درخواست‌هایی اطلاق می‌شود که مردود شده و یا متقاضی آن از پیگیری پتنت انصراف داده است. از بخش دیگری از پتنت‌ها که به دلیل عدم پرداخت حق حفاظت پتنت لغو شده‌اند و دیگر فعال نیستند در دسته Inactive جای گرفته‌اند، و پتنت‌هایی که مدت زمان حفاظت آن‌ها به پایان رسیده و اصطلاحاً منقضی شده‌اند در دسته Expired قرار دارند. در آخر درصد اندکی از پتنت‌ها که دارای اطلاعات ثبت شده کاملی نیستند و وضعیت حقوقی آن‌ها مشخص نیست در دسته Unknown می‌باشند. بر اساس توضیحات ارائه شده، عمده پتنت‌های این حوزه فعال و یا در دست بررسی هستند که نشان می‌دهد این فناوری در حال طی دوره رشد خود با شتاب ثبت پتنت بالا قرار دارد. لیست پتنت‌های حوزه فناوری به تفکیک دسته‌بندی حقوقی که هر یک در آن قرار دارند، در پیوست ۷ ارائه شده است.



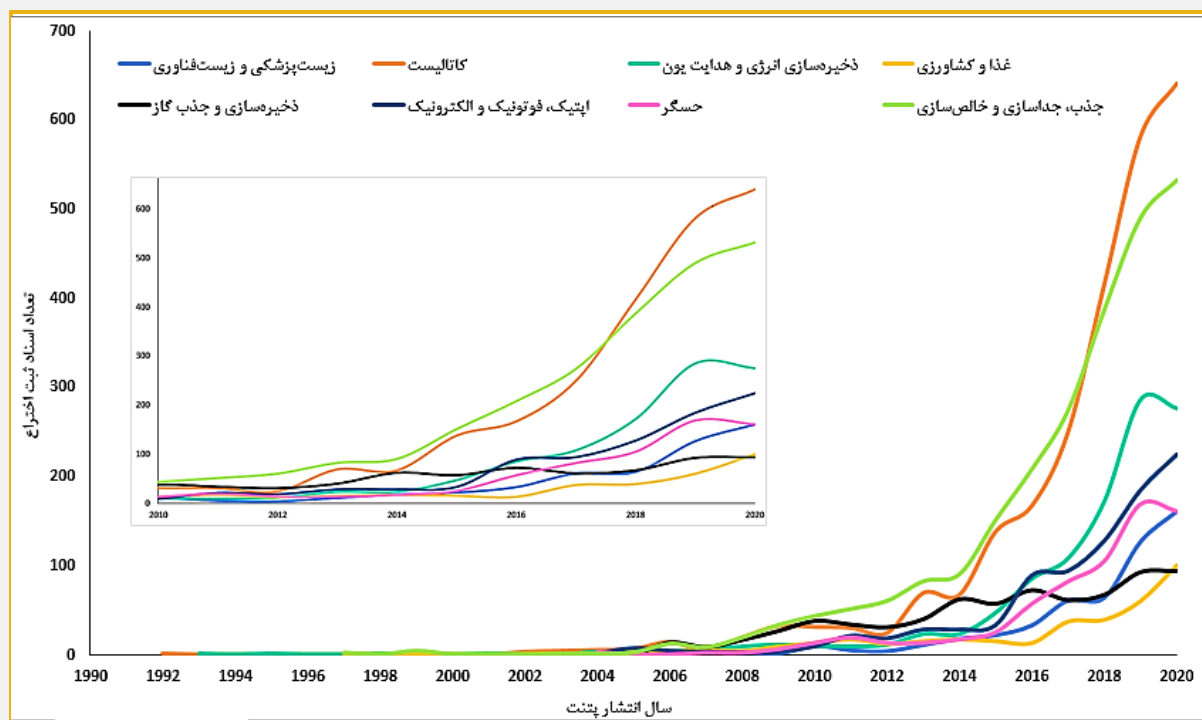
شکل ۱۴ وضعیت حقوقی اسناد ثبت اختراع در حوزه فناوری

■ تحلیل حوزه‌های کاربرد فناوری

■ روند زمانی انتشار اسناد ثبت اختراع

شکل ۱۵ روند زمانی ثبت پتنت‌های ۸ کاربرد مختلف فناوری چارچوب‌های آلی-فلزی را نشان می‌دهد. همانطور که مشخص است اولین پتنت‌ها در حوزه «کاتالیست» و «ذخیره‌سازی انرژی و هدایت یون» به ترتیب در سال‌های ۱۹۹۲ و ۱۹۹۳ به ثبت رسیده است. اما در سال‌های ابتدایی پیدایش این فناوری تا اوایل قرن ۲۱ تعداد بسیار کمی پتنت در حوزه کاربردهای مختلف ارائه و ثبت شده است. روند رو به رشد این فناوری در کاربردهای مختلف وابسته به شرایط مختلفی بوده است بطوریکه در حوزه کاتالیست از سال ۲۰۰۴، در حوزه‌های «ذخیره‌سازی گاز و انرژی» و «جذب، جداسازی و خالص‌سازی» از سال ۲۰۰۶ و حوزه‌های دیگر از سال ۲۰۱۰ و با گسترش روش‌های جدید سنتز از جمله روش‌های هیدروترمال، مکانوشیمیایی و ماکروویو و همچنین شناخت خواص و مشتقات مختلف و روش‌های دستکاری این چارچوب‌ها شتاب بیشتری گرفته است. با توجه به مزایای متعدد این فناوری در کاربردهای «کاتالیست» و «جذب، جداسازی و خالص‌سازی»، از سال ۲۰۱۴ این حوزه‌ها بیشترین رشد درخواست برای ثبت پتنت را دارا هستند و تا کنون نیز با شیب قابل توجهی ادامه داشته‌اند که بخشی از این شیب صعودی را می‌توان نتیجه تجاری‌سازی این فناوری و ورود کشور چین به این فناوری دانست. همچنین

کاربردهای زیست فناوری و غذا و کشاورزی به دلیل عدم شناخت کامل از میزان سمیت چارچوب‌های آلی فلزی و محدودیت‌های غذا و دارو با شیب کند و تعداد پتنت‌های کمتری در حال رشد هستند.

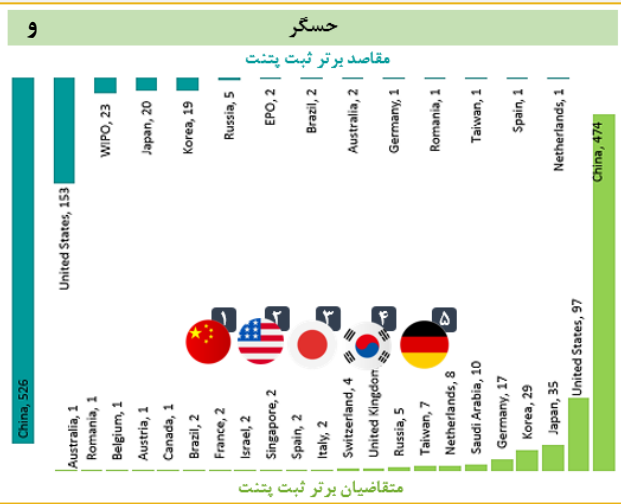
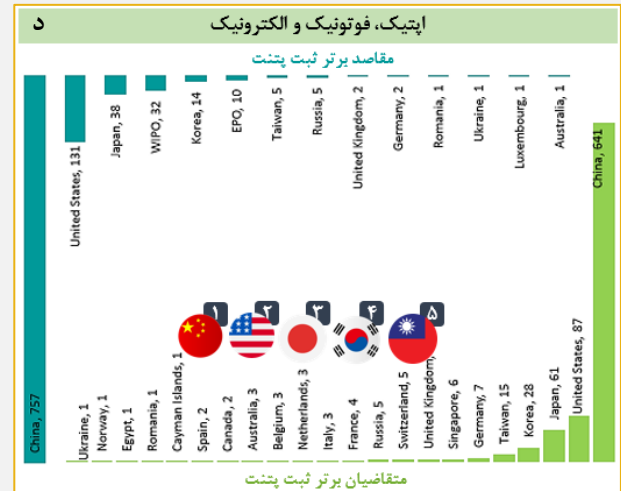
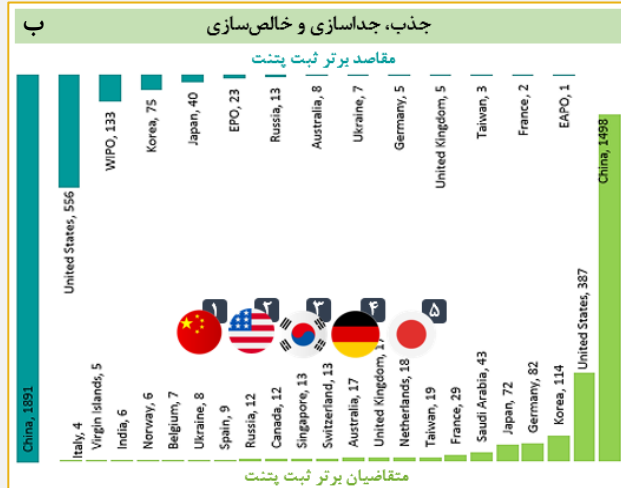
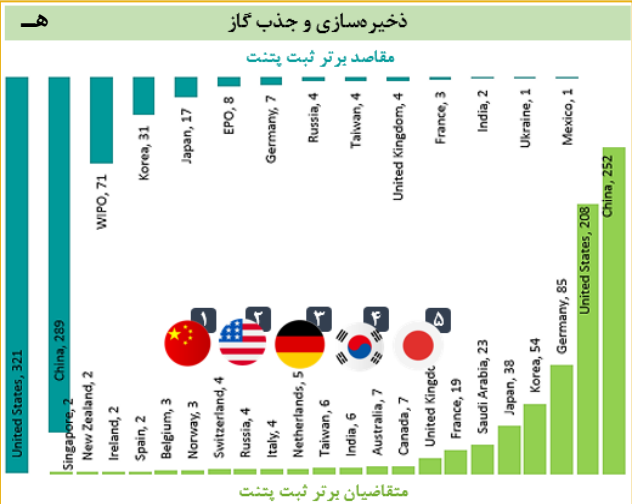
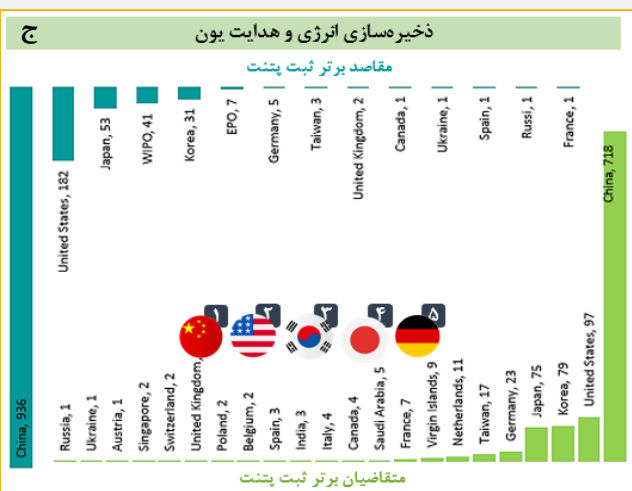
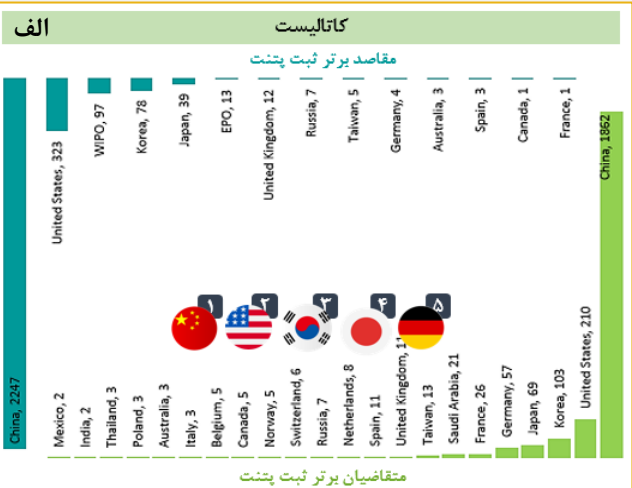


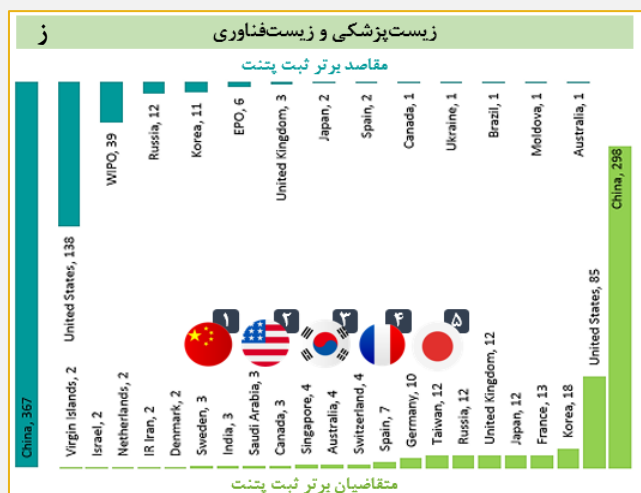
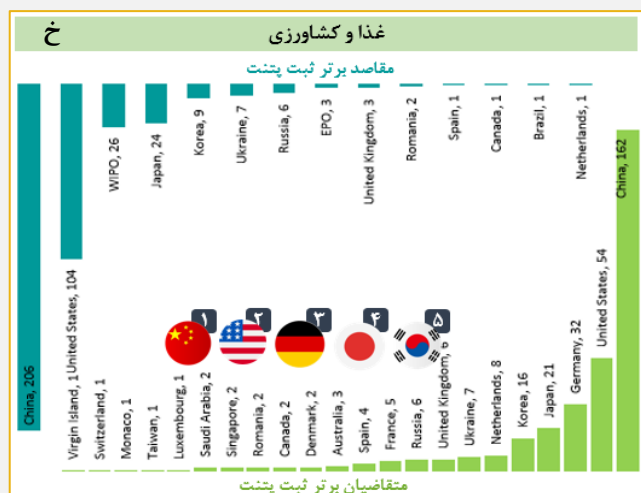
شکل ۱۵ روند زمانی انتشار اسناد ثبت اختراع در حوزه‌های کاربردی مختلف

■ تحلیل جغرافیایی (سرزمینی) ثبت پتنت‌ها

بر اساس تحلیل پتنت‌های کشورهای فعال در حوزه فناوری چارچوب‌های آلی- فلزی که در شکل ۱۶ مشاهده می‌شود، این نتایج حاصل شد که اولین کشور از لحاظ تعداد پتنت ثبت‌شده در کاربردهای مختلف، کشور چین می‌باشد که در حوزه‌های «کاتالیست»، «جذب، جداسازی و خالص‌سازی»، «ذخیره‌سازی انرژی و هدایت یون»، «اپتیک، فوتونیک و الکترونیک»، «حسگر»، «زیست‌پزشکی و زیست‌فناوری»، «ذخیره‌سازی و جذب گاز» و «صنایع غذایی و کشاورزی» به ترتیب ۱۸۶۲، ۱۴۹۸، ۷۱۸، ۶۴۱، ۴۷۴، ۲۹۸، ۲۵۲ و ۱۶۲ پتنت به ثبت رسانده است. پس از چین ایالات متحده قرار دارد و به دنبال آنها کشورهای ژاپن، کره جنوبی و آلمان در کاربردهای مختلف دارای بیشترین تعداد پتنت ثبت شده هستند. علاوه بر این در برخی حوزه‌ها از جمله اپتیک، فوتونیک و الکترونیک کشور تایوان و در زیست‌پزشکی و زیست‌فناوری نیز، کشور فرانسه از جمله متقاضیان برتر ثبت پتنت می‌باشند.

نکته جالب توجه در این نمودارها، اختلاف پتنت‌های ثبت شده کشور چین با دیگر کشورهای دارای این فناوری می‌باشد که به وضوح فعالیت‌های پژوهشی گسترده دانشگاه‌ها و موسسات تحقیقاتی این کشور را نشان می‌دهد.





شکل ۱۶ مقاصد برتر و کشورهای پیشرو در ثبت پتنت حوزه‌های کاربردی مختلف

■ بازیگران کلیدی حوزه فناوری

بررسی پتنت‌های جست‌وجو شده در حوزه فناوری چارچوب‌های آلی-فلزی در کاربردهای مختلف مطابق جدول ۸، نشان دهنده برتری نسبی شرکت‌ها در برخی از کاربردها و نیز فعالیت گسترده‌تر دانشگاه‌ها و موسسات تحقیقاتی در بعضی دیگر از این کاربردهاست. این امر نشان‌دهنده قرارگیری این فناوری در کاربردهای مختلف در ابتدای مراحل بلوغ و یا رشد می‌باشد. یک نکته بسیار مهم در میان بازیگران کلیدی فناوری MOFs در کاربردهای مختلف این است که اکثر بازیگران اصلی از کشور چین را دانشگاه‌ها و موسسات تحقیقاتی تشکیل می‌دهند؛ در صورتی که بازیگران اصلی در کشورهایی مانند ژاپن، کره جنوبی و آلمان را شرکت‌ها و مراکز تجاری مختلف تشکیل می‌دهند. در میان دانشگاه‌ها در حوزه‌های مختلف، دانشگاه ژینان و ژجیانگ از کشور چین و دانشگاه کالیفرنیا از کشور آمریکا قرار دارند و در میان شرکت‌ها و مراکز تجاری نیز شرکت BASF از کشور آلمان، سامسونگ از کره جنوبی و اکسون موبیل از ایالات متحده قرار دارند. نکته حائز اهمیت دیگر، فعالیت شرکت‌ها و موسسات تحقیقاتی در حوزه کاربردی گوناگون مانند شرکت‌های تولید کننده مواد شیمیایی، الکترونیکی، خودروسازی، صنایع غذایی، آرایشی-بهداشتی و... در بررسی و ارائه محصول در این فناوری می‌باشد.

از مجموع ۲۵۰ مالک برتر، درصد مالکین غیردانشگاهی برای کاربرد زیست‌پزشکی و زیست‌فناوری ۱۲٪، کاتالیست ۱۳٪، ذخیره‌سازی انرژی و هدایت یون ۲۶٪، غذا و کشاورزی ۱۷٪، ذخیره‌سازی و جذب گاز ۲۰٪، اپتیک، فوتونیک و الکترونیک ۱۹٪، حسگر ۱۲٪ و جذب، جداسازی و خالص‌سازی ۱۷٪ می‌باشد؛ اگرچه در تحلیل وضعیت فناوری از دیدگاه پژوهشی، تحقیق و توسعه، و صنعتی، در نظر گرفتن شاخص‌های فعالیت مالکین (دانشگاهی و یا صنعتی) از دیدگاه سهم پتنت‌های ثبت شده، حجم بودجه تحقیق و توسعه، اندازه بازار، محصولات معرفی/تجاری شده در حوزه فناوری و شاخص‌هایی از این دست ضروری است.

جدول ۸ مالکین برتر اسناد ثبت اختراع در حوزه‌های کاربردی مختلف *				
حسگر	ذخیره‌سازی انرژی و هدایت یون	کاتالیست	زیست‌پزشکی و زیست‌فناوری	
UNIV JINAN	SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD	UNIV JINAN	UNIV JINAN	۱
UNIV NORTHWEST NORMAL	UNIV CENTRAL SOUTH	UNIV SOUTH CHINA TECH	UNIV NORTHWESTERN	۲
UNIV TIANJIN POLYTECHNIC	UNIV SOUTH CHINA NORMAL	UNIV DALIAN TECH	CENTRE NAT RECH SCIENT	۳
FUJIAN INST RES STR MATTER CAS	ZHAOQING SOUTH CHINA NORMAL UNIV OPTOELECTRONICS IND RES INST	UNIV ZHEJIANG	UNIV CALIFORNIA	۴
UNIV ZHENGZHOU LIGHT IND	UNIV WUHAN TECH	UNIV ZHEJIANG TECHNOLOGY	UNIV ZHEJIANG SCIENCE & TECH	۵
جذب، جداسازی و خالص‌سازی	ذخیره‌سازی و جذب گاز	غذا و کشاورزی	اپتیک، فوتونیک و الکترونیک	
UNIV SOUTH CHINA TECH	BASF AG	BASF AG	UNIV JINAN	۱
UNIV BEIJING TECHNOLOGY	UNIV CALIFORNIA	UNIV SOUTH CHINA TECH	UNIV ZHEJIANG	۲
BASF AG	UNIV BEIJING TECHNOLOGY	UNIV GUANGXI	UNIV NORTHWEST NORMAL	۳
UNIV CALIFORNIA	GM GLOBAL TECH OPERATIONS INC	UNIV CALIFORNIA	UNIV SOUTHEAST	۴
UNIV ZHEJIANG	UNIV NORTHWESTERN	UNIV ZHEJIANG	UNIV TIANJIN POLYTECHNIC	۵
* لیست ۲۰ مالک برتر هر حوزه کاربردی شامل ۱۰ مالک دانشگاهی و ۱۰ مالک صنعتی در پیوست ۳ ارائه شده‌است.				

■ روند زمانی ثبت اختراع بازیگران کلیدی

همان‌طور که در نمودارهای روند زمانی ثبت اختراع بازیگران کلیدی در کاربردهای فناوری چارچوب‌های آلی-فلزی (شکل ۱۷) مشاهده می‌شود در حوزه کاتالیست از سال ۲۰۰۳ و ۲۰۰۴ روند رو به رشد ثبت اختراعات با نقش آفرینی شرکت BASF شروع شده و با یک شیب ملایم تا سال‌های ۲۰۱۴ ادامه دارد. از این سال به بعد و با ورود دانشگاه‌ها و مؤسسات تحقیقاتی کشور چین، رشد ثبت اختراع با افزایش بسیار زیادی همراه بوده و این شرایط برای تمامی حوزه‌های کاربردی دیگر نیز قابل مشاهده است.

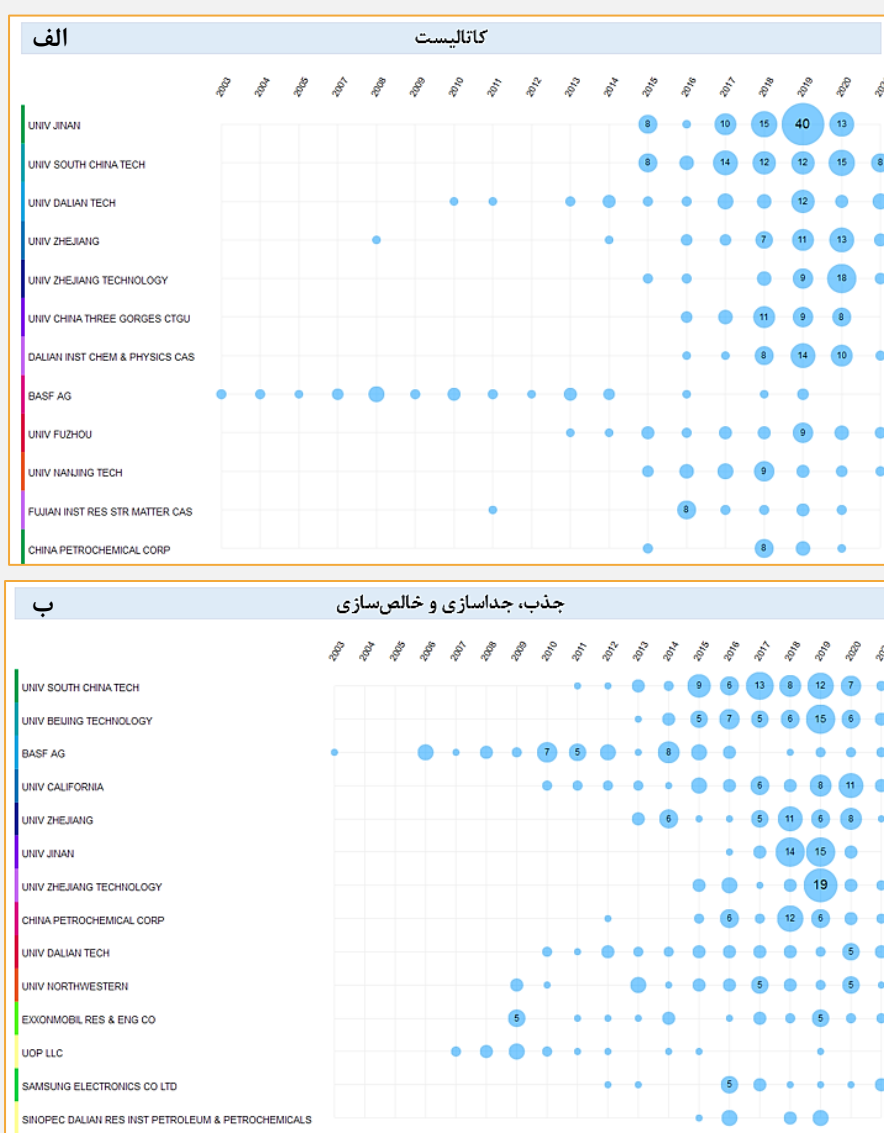
در این نمودارها تراکم ثبت اختراع از حدود سال ۲۰۱۴ افزایش یافته ضمن آنکه در نمودار کاربردهایی مانند «غذا و کشاورزی» از نظر حجم ثبت اختراع در مقایسه با کاربردهایی چون «ذخیره‌سازی و جذب گاز» و نیز «جذب، جداسازی و خالص‌سازی»، تراکم فعالیت کمتری مشاهده می‌شود.

در بین ۵ مالک برتر فناوری چارچوب‌های آلی-فلزی چهار دانشگاه JINAN، SOUTH CHINA TECH، ZHEJIANG و BEIJING TECH از کشور چین و شرکت BASF از کشور آلمان حضور دارند. بررسی نمودار کاربردهای مختلف فناوری نشان می‌دهد که هر یک از این مالکین بر حوزه‌های کاربردی خاصی متمرکز بوده و دارای اسناد ثبت اختراع می‌باشند. دانشگاه JINAN عمدتاً در حوزه‌های «کاتالیست»، «زیست‌پزشکی و زیست‌فناوری»، «جذب، جداسازی و خالص‌سازی»، «اپتیک، فوتونیک و الکترونیک» و «حسگر» فعالیت می‌کند. دانشگاه SOUTH CHINA TECH در حوزه‌های «کاتالیست»، «ذخیره‌سازی انرژی و هدایت یون» و «جذب، جداسازی و خالص‌سازی»، و همچنین شرکت BASF در حوزه‌های «کاتالیست»، «ذخیره‌سازی انرژی و هدایت یون»، «غذا و کشاورزی»، «جذب، جداسازی و خالص‌سازی»، «ذخیره‌سازی و

جذب گاز» و «حسگر» بیشترین فعالیت را دارند. این موضوع نشان می‌دهد که شرکت BASF آلمان بیش از سایر مراکز تحقیقاتی و شرکت‌ها، دارای گستردگی فعالیت در حوزه‌های مختلف کاربرد فناوری چارچوب‌های آلی-فلزی است.

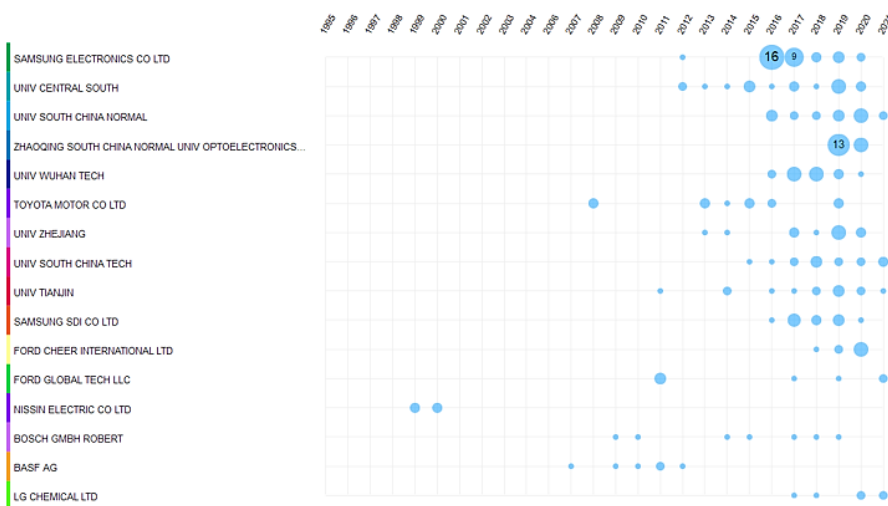
همچنین این نمودارها حاکی از آن است که کاربرد «ذخیره‌سازی و جذب گاز» دارای بیشترین نسبت شرکت‌ها به دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی بعنوان مالکین برتر است و پس از آن کاربردهای «جذب، جداسازی و خالص‌سازی» و «ذخیره‌سازی انرژی و هدایت یون» قرار دارند

نکته قابل توجه دیگر از این نمودارها میزان جذابیت کاربرد فناوری MOFs در حوزه‌های مختلف قبل و بعد از سال ۲۰۱۴ است. قبل از سال ۲۰۱۴ حوزه‌هایی چون «ذخیره‌سازی و جذب گاز»، «غذا و کشاورزی» و «جذب، جداسازی و خالص‌سازی» بیش از سایر حوزه‌ها مورد توجه بوده‌اند در حالیکه از سال ۲۰۱۴ به بعد حوزه‌هایی مانند «کاتالیست»، «زیست پزشکی و زیست فناوری»، «جذب، جداسازی و خالص‌سازی»، «ذخیره‌سازی انرژی و هدایت یون»، «اپتیک، فوتونیک و الکترونیک» و «حسگر» مورد توجه بیشتری قرار گرفتند.



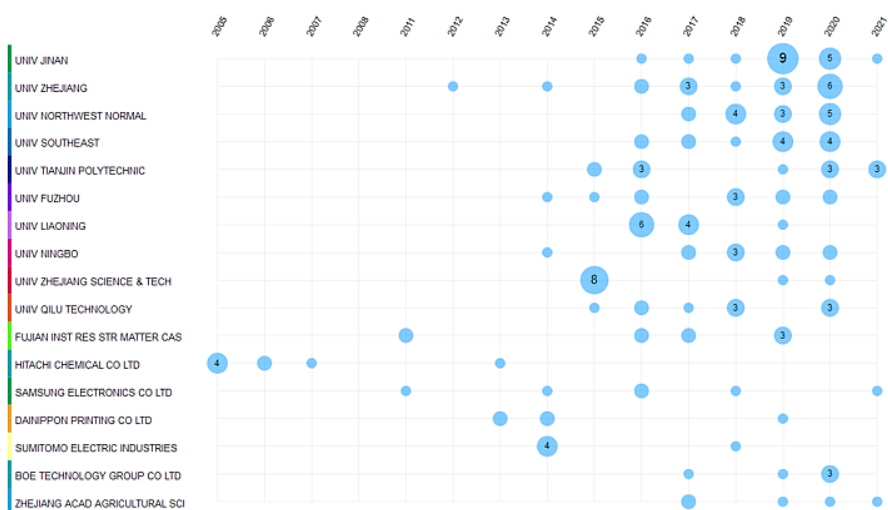
ج

ذخیره‌سازی انرژی و هدایت یون



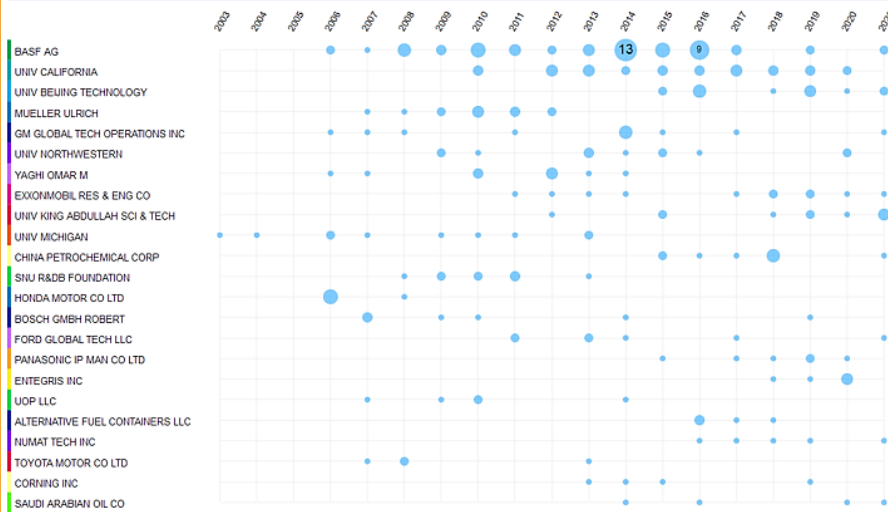
د

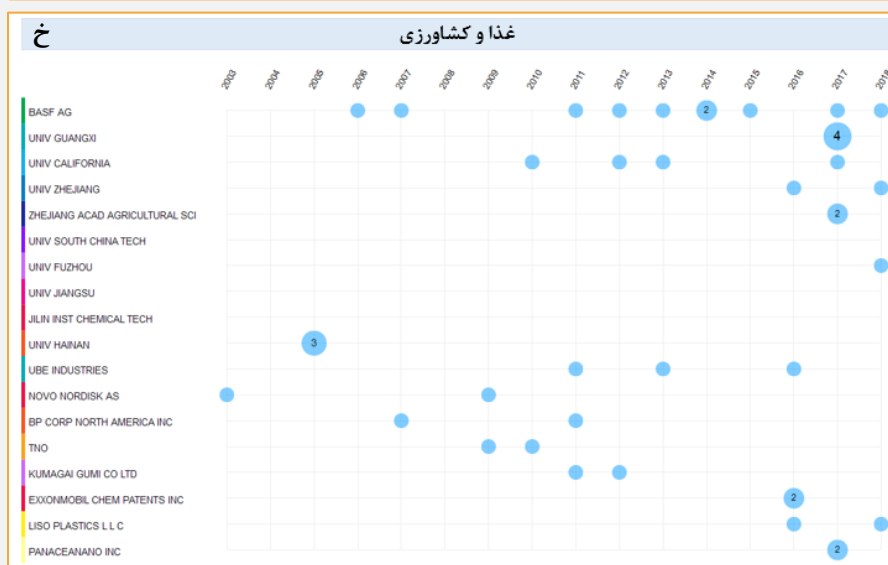
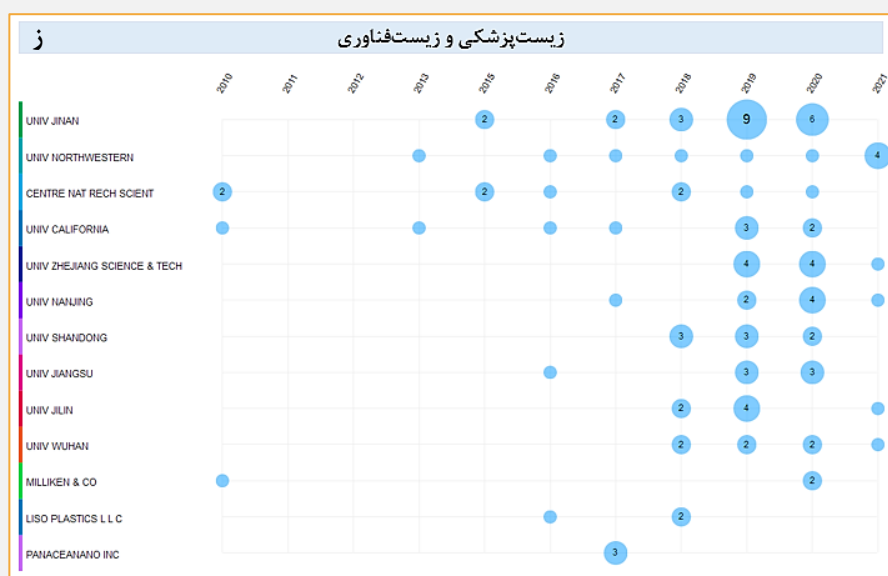
اپتیک، فوتونیک و الکترونیک



هـ

ذخیره‌سازی و جذب گاز





شکل ۱۷ روند زمانی ثبت اختراع بازیگران کلیدی در حوزه‌های کاربردی مختلف

■ مخترعین برتر

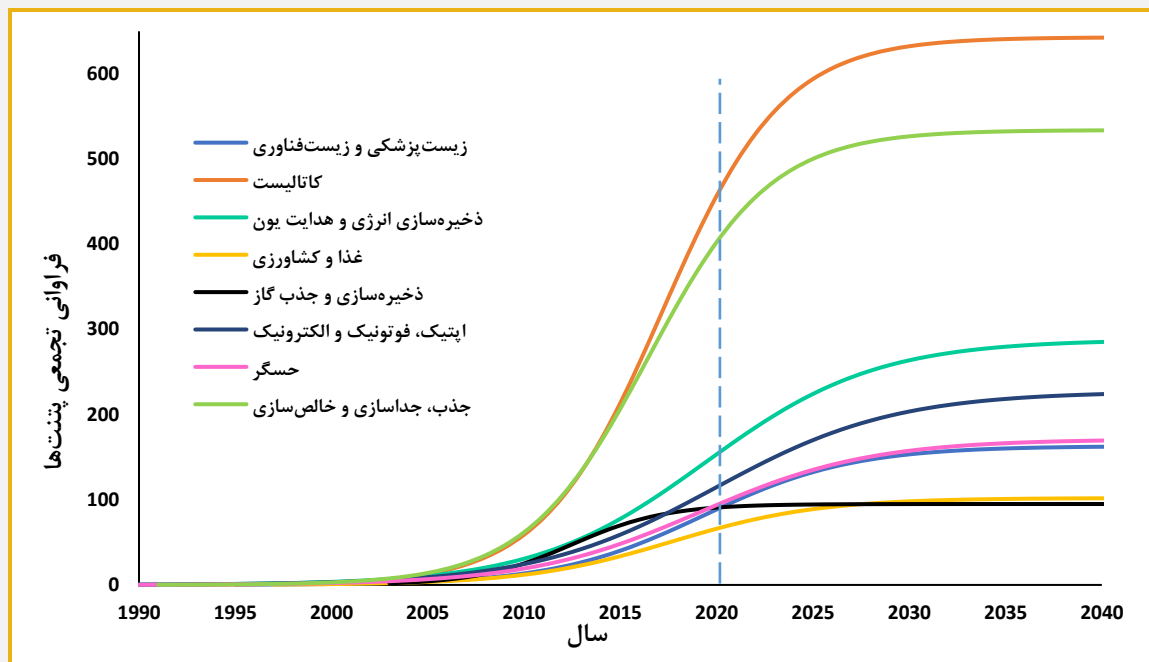
جدول ۹ پنج مخترع برتر در هر حوزه کاربردی فناوری را نشان می‌دهد که بر اساس آن Omar Yaghi و Mueller Ulrich در اغلب حوزه‌های کاربردی دارای پتنت ثبت شده بوده و بنظر می‌رسد همکاری‌های مشترکی میان این دو مخترع بعنوان نمایندگان شرکت BASF و دانشگاه California با هدف تجاری‌سازی ایده‌های پژوهشی وجود داشته باشد که نیازمند بررسی‌های دقیق‌تر روابط میان مالکین است.

جدول ۹ مخترعین برتر اسناد ثبت اختراع در حوزه‌های کاربردی مختلف *				
حسگر	ذخیره‌سازی انرژی و هدایت یون	کاتالیست	زیست پزشکی و زیست فناوری	
WEI QING (15 Patents)	CAO XIEHONG (14 Patents)	KUANG XUAN (28 Patents)	WEI QING (14 Patents)	۱
KUANG XUAN	CAI YUEPENG	MUELLER ULRICH	CAO WEI	۲
DING BIN	YIN FENGXIANG	WANG YAN	ZHAO GUANHUI	۳
CAO WEI	LIU WENXIAN	LI DONGSHENG	SERRE CHRISTIAN	۴
ZHAO GUANHUI	SHIH WEN-HUI	YAGHI OMAR M	DONG XUE	۵
جذب، جداسازی و خالص‌سازی	ذخیره‌سازی و جذب گاز	غذا و کشاورزی	اپتیک، فوتونیک و الکترونیک	
JIANHONG LI (28 Patents)	MUELLER ULRICH (37 Patents)	MUELLER ULRICH (6 Patents)	YANG YU (15 Patents)	۱
MUELLER ULRICH	YAGHI OMAR M	ZHAO ZHENXIA	CUI YUANJING	۲
YAGHI OMAR M	MARX STEFAN	ZHAO ZHONGXING	QIAN GUODONG	۳
XIA QIBIN	WEICKERT MATHIAS	XU XIAHONG	WEI QING	۴
ZHANG GUOLIANG	SCHUBERT MARKUS	YAGHI OMAR M	HAN ZHENGBO	۵
* لیست ۳۰ مخترع برتر هر حوزه کاربردی در پیوست ۵ ارائه شده است.				

■ چرخه عمر فناوری

شکل ۱۸ منحنی‌های چرخه عمر فناوری کاربردهای مختلف چارچوب‌های آلی- فلزی را نشان می‌دهد. همانطور که این منحنی‌ها نشان می‌دهند، برخی از کاربردهای فناوری MOFs اکنون در آستانه ورود به مرحله بلوغ و در نزدیکی نقطه عطف منحنی قرار دارند و زمان توقف رشد روند ثبت اختراعات آنها در حدود سال ۲۰۳۰ پیش‌بینی می‌شوند؛ با اینحال منحنی چرخه عمر فناوری برای کاربرد ذخیره‌سازی و جذب گاز در مرحله اشباع قرار گرفته است. بررسی تعداد پتنت‌های ثبت شده در این حوزه کاربرد از فناوری نشان می‌دهد که تعداد پتنت‌های ثبت شده توسط شرکت‌های تجاری و استارت‌آپ‌ها بیش از تعداد پتنت‌های ثبت شده توسط دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی است. در حالیکه در دیگر حوزه‌ها این نسبت عملاً وارونه است.

یک نکته بسیار مهم تاثیر میزان ثبت اختراعات کشور چین بر منحنی‌های رسم شده است، که با به ورود پرشتاب به تمامی حوزه‌های مختلف فناوری از جمله فناوری چارچوب‌های آلی- فلزی، روند منطقی و قابل پیش‌بینی این فناوری‌ها را دستخوش تغییر نموده است.

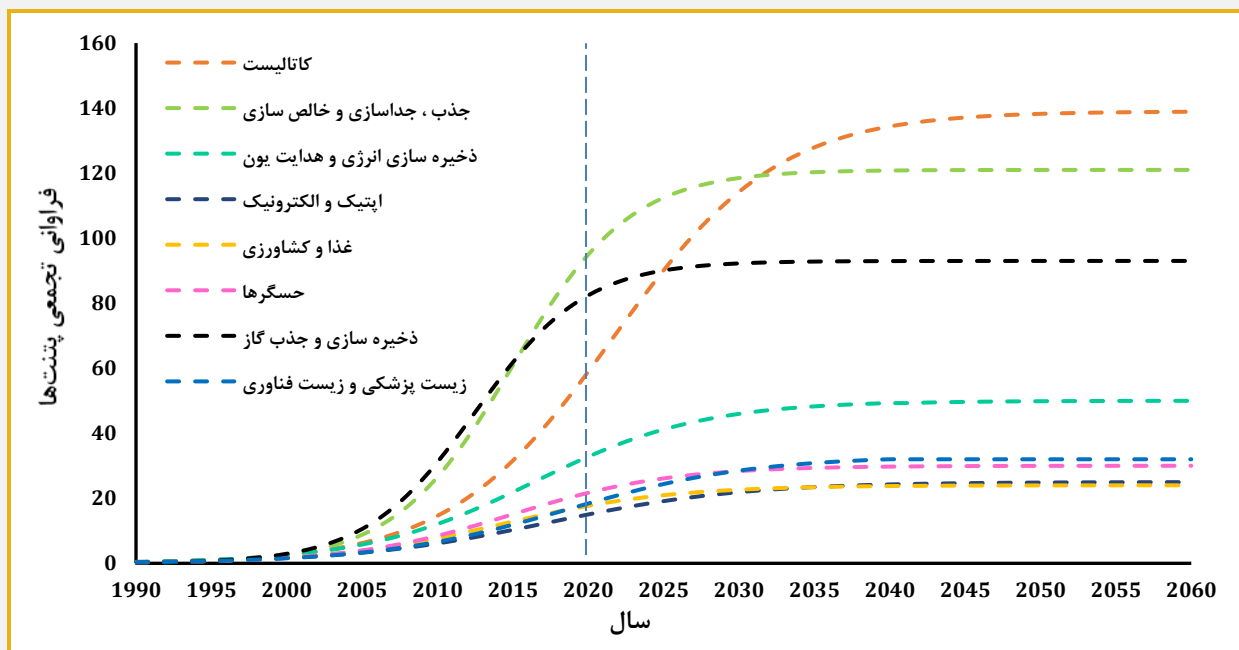


شکل ۱۸ چرخه عمر حوزه‌های کاربرد فناوری

با توجه به اثر قابل توجه رفتار ثبت پتنت کشور چین در این حوزه فناوری، شکل ۱۹ منحنی چرخه عمر چارچوب‌های آلی-فلزی به تفکیک هر کاربرد را بدون در نظر گرفتن پتنت‌های ثبت شده متقاضیان چینی در کشور چین نشان می‌دهد. بر این اساس مشاهده می‌شود که در چرخه عمر کاربرد «ذخیره‌سازی و جذب گاز» بدون در نظر گرفتن پتنت‌های متقاضیان چینی تغییری زیادی نسبت به منحنی مشابه در شکل ۱۸ از نظر تعداد پتنت ثبت شده و نقاط زمانی کلیدی صورت نگرفته است و عمده پتنت‌های ثبت شده متعلق به مالکین غیرچینی می‌باشد. در تایید این امر، با بررسی بازیگران اصلی در این حوزه مشاهده می‌شود که اغلب بازیگران اصلی شرکت‌های تجاری غیرچینی می‌باشند و مراکز تحقیقاتی و دانشگاهی در بین بازیگران برتر سهم زیادی ندارند (شکل ۱۷ قسمت ه). با توجه به همین نمودار کشور چین در بین ۲۵ بازیگر برتر این حوزه تنها یک شرکت فعال در حوزه نفت و گاز دارد و اثرگذاری کشورهای دیگر در این کاربرد بسیار بیشتر از این کشور می‌باشد و لذا دلیل تغییرات کم این نمودار نسبت به منحنی چرخه عمر شکل ۱۸ را می‌توان به این حقیقت نسبت داد که در مقایسه با چین، بازار این کاربرد عمدتاً در اختیار سایر کشورها قرار دارد.

از سوی دیگر، در کاربرد کاتالیست حذف پتنت‌های متقاضیان چینی این کاربرد را در مرحله جوان‌تری قرار می‌دهد که نسبت به سایر کاربردها فاصله زمانی بیشتری تا رسیدن به مراحل بلوغ و اشباع دارد و دلیل آن را می‌توان به بار ثبت پتنت کمتر مالکین غیردانشگاهی در غیاب کشور چین دانست بطوریکه از لحاظ فراوانی پتنت‌های ثبت شده حضور چین تأثیر نزدیک به پنج برابری برای روی این شاخص داشته است و بدون حضور این کشور کاهش چشمگیری در ثبت پتنت مشاهده می‌شود.

بطور کلی در سایر کاربردها حذف پتنت‌های ثبت شده در مقصد چین موجب کاهش چشمگیر پتنت‌ها شده است و در این بخش‌ها، فناوری بدون حضور چین به مرحله اشباع خود نزدیک‌تر می‌شود. ضمن آنکه در این نمودار در مقایسه با نمودار شکل ۱۸، کلیه منحنی‌ها به هم نزدیک‌تر شده و فاصله منحنی‌های مربوط به کاربردهای «کاتالیست» و «جذب، جداسازی و خالص‌سازی» با سایر منحنی‌ها کمتر شده که نشان از تمرکز متقاضیان چینی بر ثبت پتنت در این دو حوزه بیش از سایر حوزه‌ها دارد و موید داده‌های ارائه شده در شکل ۱۶ و شکل ۱۷ قسمت‌های الف و ب نیز می‌باشد که در آن‌ها بیشترین تعداد پتنت‌های کشور چین متعلق به این کاربرد بوده و در هر کاربرد عمده متقاضیان از کشور چین می‌باشند.



شکل ۱۹ منحنی چرخه عمر کاربردهای فناوری چارچوب‌های آلی-فلزی بدون در نظر گرفتن پتنت‌های چینی

■ جمع‌بندی

با توجه به آنچه در گزارش ارائه شد، چارچوب‌های آلی-فلزی در حوزه کاربردها دارای گستردگی و تنوع بسیاری هستند که این حوزه را از دیدگاه پژوهشی و صنعتی بسیار جذاب و مورد توجه می‌نماید. در این گزارش حوزه فناوری بر اساس نوع کاربردها به ۸ دسته طبقه‌بندی شده است که عبارتند از:

«کاتالیست»، «جذب، جداسازی و خالص‌سازی»، «حسگر»، «زیست‌پزشکی و زیست‌فناوری»، «اپتیک، فوتونیک و الکترونیک»، «ذخیره‌سازی انرژی و هدایت یون»، «ذخیره‌سازی و جذب گاز» و «غذا و کشاورزی».

بر اساس دسته‌بندی فوق، این گزارش در دو بخش به تحلیل پتنت فناوری چارچوب‌های آلی-فلزی پرداخته است: بخش اول که به تحلیل کل حوزه فناوری صرف نظر از کاربردهای آن اختصاص دارد، و بخش دوم که این حوزه را به تفکیک کاربردهای طبقه‌بندی‌شده مورد بررسی و تحلیل قرار می‌دهد. این بررسی‌ها در هر بخش بر اساس شاخص‌های متنوعی ارائه شده‌اند که عبارتند از: روند زمانی ثبت پتنت، مقاصد برتر و وضعیت ثبت پتنت متقاضیان در آن‌ها، بازیگران کلیدی حوزه فناوری (کشورها، شرکت‌های نوپا و تجاری، محققین و مخترعین)، حوزه‌های تمرکز کاربردی و رفتار ثبت پتنت مالکین برتر، چرخه عمر فناوری، معرفی پتنت‌های معتبر حوزه فناوری از مجموعه پتنت‌های استخراج شده و وضعیت حقوقی آن‌ها.

بررسی روند زمانی ثبت اختراع در حوزه کلی فناوری نشان داد، این فناوری از زمان ظهور خود از حدود سال ۱۹۹۰ تا کنون، اگرچه همواره دارای شیب صعودی و روند رو به رشد در ثبت پتنت بوده، اما شیب رشد آن در سه دوره زمانی تحت تاثیر عوامل متنوع، دستخوش تغییر شده‌است؛ بطوریکه تا حدود سال ۲۰۰۶ رشد قابل توجهی در تعداد پتنت‌های ثبت شده مشاهده نشده‌است و روند نسبتاً ثابت با شیب ملایمی طی شده‌است اما از حدود سال ۲۰۰۶ تا حدود سال ۲۰۱۳ همزمان با افزایش توجه محققان و مخترعان به این فناوری و ظهور ایده استفاده از ساختارهای آلی-فلزی در سایر حوزه‌های کاربردی، توسعه مشتقات جدیدتری از این ساختارها، تجاری‌سازی تولید ساختار HKUST-1 توسط شرکت BASF و شروع فعالیت مستمر کشور چین در این حوزه، روند ثبت پتنت نسبت به دوره قبل شتاب رشد بیشتری گرفته‌است. همچنین از حدود سال ۲۰۱۴ همزمان با رشد قابل توجه ثبت پتنت‌های چینی، اولین تولید صنعتی شرکت BASF در مقیاس پایلوت، گسترش طیف کاربردها و تولید اولین محصولات تجاری بر پایه MOF، آغاز تحول دیگری در روند رشد تعداد پتنت‌های این حوزه با ظهور فناوری، مواد و کاربردهای تازه در این حوزه مشاهده می‌شود که تا کنون نیز با شیب قابل توجهی ادامه داشته‌است.

توجه به روند زمانی ثبت پتنت به تفکیک حوزه‌های کاربردی نیز نشان داد علی‌رغم رشد صعودی این فناوری در تمامی کاربردها، روند رشد هریک وابسته به شرایط مختلفی بوده است، بطوریکه در حوزه کاتالیست از سال ۲۰۰۴، در حوزه‌های «ذخیره‌سازی گاز و انرژی» و «جذب، جداسازی و خالص‌سازی» از سال ۲۰۰۶ و در سایر حوزه‌ها از سال ۲۰۱۰ شتاب بیشتری گرفته است.

از نتایج تحلیل جغرافیایی ثبت پتنت در حوزه فناوری، مقاصد برتر به ترتیب چین، ایالات متحده آمریکا، وایپو، ژاپن و کره هستند، و در همین حال متقاضیان برتر ثبت اختراع در این مقاصد را به ترتیب کشورهای چین، ایالات متحده آمریکا، ژاپن، کره و آلمان تشکیل می‌دهند. همچنین بررسی جریان ثبت پتنت متقاضیان برتر در مقاصد اصلی (چین، ایالات متحده آمریکا و وایپو) نشان می‌دهد که با توجه به اینکه حدود ۹۸٪ پتنت‌های ثبت شده در کشور چین متعلق به خود این کشور می‌باشد، با صرف نظر از پتنت‌های متقاضیان چینی که در این کشور ثبت شده‌اند، سایر متقاضیان نیمی از کل پتنت‌های موجود در این حوزه را در ایالات متحده و سپس وایپو ثبت نموده‌اند و شمار اندکی از آن‌ها نیز برخی از پتنت‌های خود را در چین به ثبت رسانده‌اند. از سوی دیگر بر اساس بررسی رفتار ثبت اختراع این کشورها، پیشگامان ورود به این فناوری کشورهای ایالات متحده و ژاپن محسوب می‌شوند که از اواسط دهه ۹۰ فعالیت مستمر و پیوسته‌ای نیز در این زمینه داشته‌اند.

با توجه به گسترده کاربردهای فناوری چارچوب‌های آلی-فلزی و تنوع فعالیت‌ها در این حوزه، بازیگران برتر بر اساس دو دسته شاخص متفاوت دسته‌بندی شدند: دسته اول بازیگرانی که بیشترین تعداد پتنت ثبت شده را در اختیار دارند و مالکین

برتر اسناد ثبت اختراع نامیده می‌شوند، و دسته دوم شرکت‌های نوپا و تجاری فعال که از منابع غیرپتنتی بر اساس شاخص‌های تجاری و بازار استخراج شدند. بررسی نتایج این بخش نشان داد سهم قابل توجهی از ثبت پتنت در این حوزه در اختیار مالکین دانشگاهی (به‌ویژه دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی چین مانند دانشگاه‌های Jinan و South China Tech) است و در کنار آن مالکین غیردانشگاهی و کمپانی‌های بزرگی چون BASF، Samsung، China Petrochemical Corp، Toyota Motors و Exxonmobil در انواع حوزه‌های تخصصی از جمله نفت و گاز، الکترونیک، خودروسازی و صنایع شیمیایی فعال هستند.

در بررسی حوزه کاربردی مورد تمرکز مالکین مختلف، نکات جالب توجه آن است که شرکت‌ها اغلب بر روی دو یا سه حوزه تخصصی خود متمرکز هستند حال آنکه دانشگاه‌ها در اغلب حوزه‌های کاربردی فعالیت پژوهشی و ثبت پتنت دارند. به عنوان مثال تمرکز شرکت China Petrochemical Corp عمدتاً بر روی حوزه‌های «کاتالیست»، «ذخیره‌سازی گاز»، و «جذب، جداسازی و خالص‌سازی» بوده است و شرکت BASF عمدتاً بر روی کاربرد «ذخیره‌سازی گاز» متمرکز بوده‌است؛ در مقابل دانشگاه‌های Northwestern و California در تمام حوزه‌های کاربردی فعال هستند.

از تحلیل مخترعین برتر حوزه فناوری، رتبه اول ثبت اختراع در اختیار Mueller Ulrich از شرکت BASF می‌باشد و در میان سایر محققین برتر نام Omar Yaghi از دانشگاه کالیفرنیا به عنوان معرف چارچوب‌های آلی-فلزی و Omar Farha از دانشگاه Northwestern به چشم می‌خورد.

به منظور بررسی‌های دقیق‌تر پتنت‌های حوزه فناوری از دیدگاه فنی و حقوقی، پتنت‌های برتر این حوزه بر اساس سه شاخص اندازه خانواده، مدت زمان گذشته از ثبت پتنت و تعداد ارجاعات به پتنت امتیازدهی گردیده و رتبه‌بندی شدند که در نتیجه‌ی آن مجموعه پتنت‌های استخراج شده در چهار گروه «پتنت‌های پایه، پتنت‌های کاربردی، پتنت‌های کلیدی و پتنت‌های توسعه» دسته‌بندی شدند. آنچه از بررسی وضعیت حقوقی بر می‌آید نشان می‌دهد اکثریت پتنت‌های این حوزه در وضعیت فعال و یا در دست بررسی قرار دارند که حاکی از این است که فناوری در حال طی دوره رشد و توسعه خود قرار دارد.

تحلیل چرخه عمر فناوری در کنار سایر داده‌های استخراج شده نشان داد که فناوری چارچوب‌های آلی-فلزی از منظر ثبت پتنت اکنون در ابتدای ورود به مرحله بلوغ و در نزدیکی نقطه عطف منحنی قرار دارد و زمان توقف رشد مثبت آن در حدود سال ۲۰۳۵ پیش‌بینی می‌شود؛ از سوی دیگر، به دلیل سهم قابل توجه کشور چین در روند رشد این فناوری و تشابه الگوی حضور این کشور در فناوری حاضر با سایر فناوری‌ها، این منحنی بدون در نظر گرفتن رفتار ثبت پتنت متقاضیان چینی نیز مورد بررسی قرار گرفت که از نتایج آن تسریع زمان اشباع فناوری به حدود سال ۲۰۳۱ و کاهش فاصله زمانی و تعداد پتنت‌های ثبت شده تا مرحله اشباع است.

با بررسی منحنی چرخه عمر کاربردها و تحلیل نتایج ارائه شده در بخش کاربردها مشاهده می‌شود که در حال حاضر کاربرد «ذخیره‌سازی و جذب گاز» عملاً در مرحله اشباع قرار دارد و روند رشد ثبت پتنت در آن بسیار اندک می‌باشد، اگرچه ظهور ساختارهای جدید می‌تواند این روند را کمی به حرکت وا دارد. در مقابل، کاربردهای «کاتالیست» و «جذب، جداسازی و خالص‌سازی» با بیشترین شیب رشد به سرعت و با شتاب بالایی در حال پیشرفت هستند. همچنین کاربردهای «زیست‌پزشکی و زیست فناوری» و «غذا و کشاورزی» به دلیل عدم وجود شناخت کامل از میزان سمیت چارچوب‌های آلی-فلزی و محدودیت‌های نهادهای غذا و دارو، با شیب کند و تعداد پتنت‌های کمتری در حال رشد هستند و سایر کاربردها در ابتدای مرحله بلوغ و در حال سیر روند رشد معمول می‌باشند.

حذف پتنت‌های ثبت شده در کشور چین در چرخه عمر کاربردهای مختلف فناوری موجب کاهش فراوانی پتنت‌ها در چرخه شده است و اکثریت کاربردها بدون حضور چین به مرحله اشباع خود نزدیک‌تر می‌شوند. ضمن آنکه در کاربرد «ذخیره‌سازی و جذب گاز» به دلیل بار ثبت پتنت بر روی متقاضیان غیر چینی با حذف این کشور تغییر چندانی در منحنی مربوطه حاصل نشد در حالی که در کاربردهای «کاتالیست» و «جذب، جداسازی و خالص‌سازی» با توجه به سهم عمده متقاضیان چینی در ثبت پتنت در این دو حوزه، حذف این کشور منجر به تغییر منحنی‌ها از نظر فراوانی و نزدیک شدن این دو منحنی به سایر کاربردها در یک محدوده متعارف از نظر مرتبه شد.

از سوی دیگر بررسی ها نشان داد به دلیل ماهیت پویا، متنوع و پرنفوذ این فناوری، کاربرد یادگیری ماشین و تکنیک‌های وابسته به آن هم اکنون از حوزه‌های داغ و در حال رشد در فناوری چارچوب‌های آلی-فلزی است که عمدتاً با دو هدف توسعه و پیش‌بینی خواص ساختارهای جدید و ایجاد بانک‌های اطلاعاتی هوشمند و ساختارمند به کار گرفته می‌شود.

■ پیشنهادها

در راستای نتایج ارائه شده در این مطالعه و جهت تکمیل فاز تحلیل و مطالعه حوزه چارچوب‌های آلی-فلزی با هدف تعیین راهبردهای تصمیم‌گیری و تدوین نقشه راه کاربردی در این حوزه، پیشنهادات زیر ارائه می‌گردند:

- بررسی شاخص‌های «محدوده فناوری»^۱ با توجه به نفوذ بالای فناوری در حوزه‌های مختلف دانشی و کاربردی
- اولویت‌بندی حوزه‌های کاربردی فناوری بر اساس پتانسیل سرمایه‌گذاری
- مطالعه بازار و محصولات (تجاری یا نمونه اولیه) و بررسی راهبرد تحقیق و توسعه شرکت‌ها
- مطالعه روابط همکاری میان شرکت‌ها، دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی در حوزه‌های کاربردی مختلف
- بررسی عمیق یک یا چند حوزه کاربردی با توجه به اولویت‌های ستاد توسعه فناوری نانو

¹ Technology Scope

محدوده مسئولیت

این سند بر اساس داده‌های اقتصادی، اخبار و رویدادها و اطلاعات بازار و مطالعات راهبردی انجام‌شده بر موضوع سند تهیه شده‌است و تنها در زمان انتشار سند معتبر می‌باشد. تلاش شده‌است گزارش حاضر بر پایه منابع اطلاعاتی که معتبر و موثق شناخته می‌شوند تهیه شود و از این روی، رایان‌تک هیچگونه مسئولیتی در قبال دقت، صحت و کفایت اطلاعات منتشر شده توسط این منابع بر عهده نخواهد داشت. همچنین، به دلیل ذات متغیر دانش و فناوری‌های نوین، پیش‌بینی‌های ارائه شده مشمول ریسک و عدم قطعیت و سایر شاخص‌های متغیر می‌باشند و به همین دلیل نتایج ارائه شده در قالب «پیش‌بینی»، خالی از خطا نمی‌باشند و رایان‌تک، بجز در صورت توافق با کارفرما، هیچگونه وظیفه‌ای بر بروزرسانی پویای اطلاعات سند حاضر نخواهد داشت.

گزارش حاضر به هیچ‌عنوان جنبه مشاوره اقتصادی، حقوقی و مالی و توصیه به سرمایه‌گذاری، خرید و یا فروش نداشته و یک «سند پیشنهادی» و «مطالعه بازار» محسوب نمی‌شود و تنها با هدف ارائه اطلاعات جامع و نتایج تحلیل فناوری به کمک اسناد ثبت اختراع، حول موضوع سند تنظیم گشته‌است؛ بر این اساس لازم است کارفرما جهت هرگونه تصمیم‌گیری بر پایه گزارش حاضر که یک «سند فنی» محسوب می‌شود، با مشاوران حقوقی و مالی خود مشورت نماید.

مشتریان رایان‌تک به این گروه حق اشاره به نام آن‌ها را تحت عنوان «مشتریان رایان‌تک» با انتشار لوگو، نشان تجاری و ماهیت/ موضوع خدمت ارائه شده به آن‌ها در بسترهای تبلیغاتی و در چارچوب «تعهدات محرمانگی» ذکرشده در توافق فیما بین، اعطا می‌نمایند.

کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به رایان‌تک است و هرگونه بازتولید، توزیع و یا انتشار این سند بدون کسب مجوز کتبی از مجری (رایان‌تک) و کارفرما ممنوع می‌باشد و مجری هیچگونه مسئولیتی در مقابل استفاده شخص ثالث از محتوای این سند و هرگونه تغییرات انجام شده بعد از تحویل نسخه اصلی آن به کارفرما نخواهد داشت؛ منظور از نسخه اصلی، آخرین نسخه اصلاح شده مورد تایید کارفرما و رایان‌تک می‌باشد.



” دانش، قدرت است

گروه فناوری و نوآوری رایان تک

مالکیت فکری | تحلیل فناوری | توسعه محصول | آموزش | مشاوره

تهران، مرکز نوآوری دانشگاه صنعتی امیرکبیر

www.rayanotech.com
info@rayanotech.com