



پنجره فرصت‌های همپایی فناوری نانو الیاف در ایران از منظر نظام بخشی نوآوری

عماد احمدوند^۱، سید رضا سلامی^{۲*}، سید حبیب‌الله طباطباییان^۳، جهانیار بامداد صوفی^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۴/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۶/۲۰

چکیده

یکی از فناوری‌هایی که طی دو دهه گذشته توسعه مشهودی در ایران داشته و در مسیر همپایی پیش رفته است، فناوری نانو الیاف است. این پژوهش به دنبال یافتن پنجره فرصت‌های همپایی فناوری و تحلیل چگونگی تأثیرگذاری آن‌ها در بخش ذکر شده است. بدین منظور از رویکرد کیفی و راهبرد مطالعه موردی استفاده شده است. همچنین از چارچوب نظام بخشی نوآوری به عنوان مبنای نظری تحلیل‌ها استفاده شده است. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که رژیم فناوری نانو الیاف، بازارهای داخلی متنوع و بزرگ، تحریم‌های خارجی و برنامه‌های حمایتی دولت، نقش مؤثری در همپایی شرکت‌های فعال در این حوزه از فناوری دارند.

واژگان کلیدی: همپایی، پنجره فرصت، رژیم فناوری، رژیم بازار، نانو الیاف، نظام بخشی نوآوری

فناوری نانو در دهه گذشته توجه بسیاری از کشورها و بنگاه‌های بزرگ و کوچک را به خود جلب کرده است؛ به طوری که بیش از شصت کشور وارد توسعه این فناوری شده‌اند (Roco, et al., 2011) و تعدادی از آن‌ها برنامه‌های ملی برای توسعه این فناوری دارند (StatNanao, 2018). در میان ساختارهای نانومقیاس، نانو الیاف به علت گستره بسیار وسیع کاربردها، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و دستیابی به فناوری‌های تولید و بهره‌برداری از آن‌ها در صنایع مختلف می‌تواند تأثیرات مشهودی در توسعه فناوری نانو داشته باشد (Ramakrishna, 2005; Thavasi, et al., 2008).

در کمتر از دو دهه اخیر ایران نیز پیشرفت‌های محسوسی در دستیابی به توانمندی طراحی و تولید ماشین‌آلات آزمایشگاهی و صنعتی برای تولید نانو الیاف و استفاده از این نانو ساختارها در صنعت انرژی حاصل شده است. به طوری که در زمان انجام این مطالعه، علاوه بر انجام بیش از ۸۴۰ پایان‌نامه تحصیلات تکمیلی و انتشار بیش از ۵۸۰ مقاله در نشریات بین‌المللی به وسیله‌ی محققان دانشگاهی (StatNanao, 2018)، شش شرکت دانش‌بنیان نیز در طراحی، تولید و صادرات ماشین‌آلات الکترونیسی برای تولید نانو الیاف در ایران فعال هستند (معاونت علمی و فناوری، ۱۳۹۵b). این شرکت‌ها علاوه بر ساخت و نصب بیش از ۱۰۰ دستگاه الکترونیسی آزمایشگاهی در مراکز آموزشی و پژوهشی کشور، توانسته‌اند ماشین‌آلات صنعتی الکترونیسی را نیز بسازند و در صنعت تولید فیلترهای نیروگاهی نصب کنند. همچنین در سال ۱۳۹۵ اولین سیستم صنعتی الکترونیسی از ایران به کره جنوبی صادر شد.

شرکت‌ها و فناوران ایرانی محدودیت‌هایی در زمینه تعامل با پیشروان فناوری نانو الیاف در دنیا دارند، زیرا برندهای معتبر جهانی دارای زیرساخت تولیدی در ایران نیستند که زمینه ارتباط و یادگیری را فراهم کند، همچنین به علت محدودیت‌های سیاسی، شرکت‌های فناور ایرانی اغلب در زنجیره‌های تأمین جهانی قرار ندارند. علیرغم این محدودیت‌ها، ایجاد چندین شرکت دانش‌بنیان و تولید و تجاری‌سازی چندین نوع تجهیز آزمایشگاهی و سیستم صنعتی الکترونیسی (ستاد فناوری نانو، ۱۳۹۵b)، ثبت نوآوری‌های داخلی در قالب پتنت در مراجع معتبر خارجی (Faridi, et al., 2016; Mirzaei, et al., 2015) و ورود به بازارهای صادراتی از جمله بازار مالزی، کره جنوبی و چین نشان می‌دهد که فاصله ایران در فناوری نانو الیاف با کشورهای پیشرو در این فناوری با سرعت بالایی در حال کاهش است و شرکت‌های ایرانی توانسته‌اند مرحله ورود به همپایی را طی کنند و در مسیر همپایی تدریجی^۱ پیش بروند. لیکن تا زمانی

که شرکت‌های متأخر^۲ چه از نظر نوآوری در طراحی محصولات جدید، چه از نظر سهم بازار جهانی به تراز برتر دنیا نرسند، نمی‌توان پیشرفت‌های آن‌ها را یک سیکل کامل همپایی دانست و احتمال شکست در تکمیل مراحل یک سیکل کامل وجود دارد (Lee & Malerba, 2016). لذا برای تداوم این حرکت و اطمینان از موفقیت آن در آینده، نیاز است که عوامل مؤثر بر همپایی در این فناوری به‌خوبی شناسایی و از سوی کنشگران مختلف مورد توجه قرار گیرد.

در این راستا پژوهش حاضر قصد دارد عوامل مؤثر بر همپایی در فناوری نانو الیاف را شناسایی و چگونگی تأثیرگذاری آن‌ها را تحلیل کند. با توجه به ثابت نبودن عوامل مؤثر بر همپایی در یک بخش و تغییر آن‌ها در طول زمان، محققان پیشین، با رویکرد پنجره فرصت اقدام به تحلیل آن‌ها کرده‌اند. رویکرد مذکور، بر این مبنا استوار است که فرصت‌هایی که در اختیار متأخرین قرار می‌گیرد، ممکن است در طول زمان از بین برود و پنجره آن فرصت بسته شود، لذا برای موفقیت در کاهش فاصله با پیشروهای جهانی، نیاز است که پیدایش این پنجره فرصت‌ها در زمان مناسب تشخیص داده شده و به‌موقع از آن‌ها استفاده شود (Lee & Malerba, 2017; Perez & Soete, 1988; Shin, 2017). لذا این پژوهش نیز می‌کوشد تا به این سؤال پاسخ دهد که «پنجره فرصت‌های همپایی در بخش نانو الیاف در ایران کدام‌اند و اثرگذاری آن‌ها چگونه است؟» بدین منظور، فرآیند ایجاد قابلیت‌های فناورانه برای طراحی و تولید تجهیزات آزمایشگاهی و ماشین‌آلات صنعتی الکترونیسی در ایران به‌طور عمیق و با رویکرد کیفی مورد مطالعه قرار گرفته است و عوامل مؤثر بر این فرآیند با استفاده از چارچوب نظری نظام بخشی نوآوری دسته‌بندی و تحلیل شده‌اند.

مطالعاتی که در زمینه همپایی در بنگاه‌های ایرانی منتشر شده است، عمدتاً متمرکز بر حوزه انرژی و توربین‌های تولید برق بوده (Kiamehr, et al., 2015; Majidpour, 2016b). تاکنون مطالعات اندکی در خصوص همپایی شرکت‌های فعال در زمینه فناوری نانو در ایران انجام شده است (Ahmadvand, et al., 2018). البته تاریخچه توسعه نانو الیاف در ایران در سال ۱۳۹۵ در قالب یک کتاب منتشر شده است (حسینی، ۱۳۹۵). اما مطالعه یادشده، مبتنی بر چارچوب نظری همپایی نیست، بلکه تجربه شکل‌گیری و توسعه فناوری نانو الیاف در ایران را با سبکی روایی از زبان کنشگران مختلف مرتبط با موضوع بازگو کرده است. نقطه تمایز پژوهش حاضر، تکیه بر یک چارچوب نظری مشخص است. مطالعات مرتبط با همپایی در حوزه فناوری نانو در دنیا نیز محدود به چند مطالعه در چین و هند است (Niosi & Reid, 2007; Ramani, et al., 2011; Zhang, et al., 2017). لذا انتظار می‌رود که این مطالعه با رویکردی علمی و ساختارمند بتواند به توسعه ادبیات همپایی کمک کند.

۲- مبانی نظری و پیشینه پژوهش

۲-۱- همپایی و عوامل مؤثر بر آن

همپایی به معنی کاهش فاصله با پیشروها، در سطح ملی، بخش و بنگاه مورد استفاده قرار می‌گیرد. در دیدگاه نئوکلاسیک، شرط لازم برای همپایی شامل فراهم کردن محیط کسب‌وکار با رویکرد اقتصاد باز است (Wong, 1999)؛ اما محققانی چون فاگربرگ و گودینهو با استناد به تجربه موفق همپایی در کشورهای شرق آسیا، مداخله دولتی را در موفقیت فرآیند همپایی لازم می‌دانند. آن‌ها به‌خصوص بر نقش سیاست‌های دولت در فازهای اولیه همپایی تأکید دارند (Fagerberg & Godinho, 2005). در این نگاه، توجه ویژه‌ای به شرایط و داشته‌های کشورها می‌شود و پیروان این نگرش معتقدند که هر کشور با توجه به شرایط و اقتضات خاص خود می‌باید راهبرد ویژه خود را برای همپایی داشته باشد و نمی‌توان صرفاً با مرور درس‌های حاصل از تجربه توسعه در دیگر کشورها یا کپی‌برداری از آن‌ها، به یک مدل استاندارد برای همپایی رسید. در چند دهه گذشته محققان بسیاری به مطالعه عوامل مؤثر بر همپایی در دنیا، به‌خصوص در منطقه شرق آسیا پرداختند (Amsden, 1989; Fan & Watanabe, 2006; Hobday, 1995; Kim, 1997; Mathews, 1995; Mu & Lee, 2005). مهم‌ترین این عوامل در جدول (۱) خلاصه شده‌اند.

بخش مهمی از مؤلفه‌های مؤثر بر همپایی که محققان مورد تحلیل و مطالعه قرار داده‌اند، مؤلفه‌هایی است که متأثر از سیستم احاطه‌کننده بنگاه‌ها و بخش‌ها هستند. یکی از کارهای پرارجاع در این زمینه، پژوهش مالربا و نلسون در تحلیل همپایی چند بخش مختلف است. آن‌ها تأثیر مؤلفه‌هایی همچون سیاست‌های دولتی، تحقیقات دانشگاهی، شرایط تقاضا، استانداردها، قوانین و هنجارها بر همپایی در آن بخش‌ها را تحلیل و آن‌ها را به دودسته عوامل عمومی و عوامل سطح بخش تفکیک کردند (Malerba & Nelson, 2008).

۲-۲- پنجره فرصت‌های همپایی در چارچوب نظام بخشی نوآوری

لی و مالربا در مقاله‌ای به‌نوعی انسجام ساختاری خوبی به همه مطالعات قبلی داده‌اند و عوامل مؤثر بر همپایی را تحت عنوان پنجره فرصت‌های همپایی در چارچوب نظام بخشی تحلیل کرده‌اند (Lee & Malerba, 2016). آن‌ها مفهوم پنجره فرصت را از پرز و سوته (۱۹۸۸) دریافت و آن را از سطح فرصت‌های فناورانه به سطح همه مؤلفه‌های نظام نوآوری در یک بخش، شامل رژیم فناوری، رژیم بازار و نهادها تعمیم دادند (Perez & Soete, 1988). آن‌ها بر این مبنای، پنجره فرصت‌های زیر را برای همپایی متأخرین معرفی کردند و موفقیت و یا عدم توفیق در همپایی هر بخش را متأثر از چگونگی باز شدن یک یا چند مورد از این پنجره‌ها و پاسخ کنشگران هر بخش به این فرصت‌ها می‌دانند (Lee & Malerba, 2016).

جدول (۱): عوامل اصلی مؤثر بر همپایی

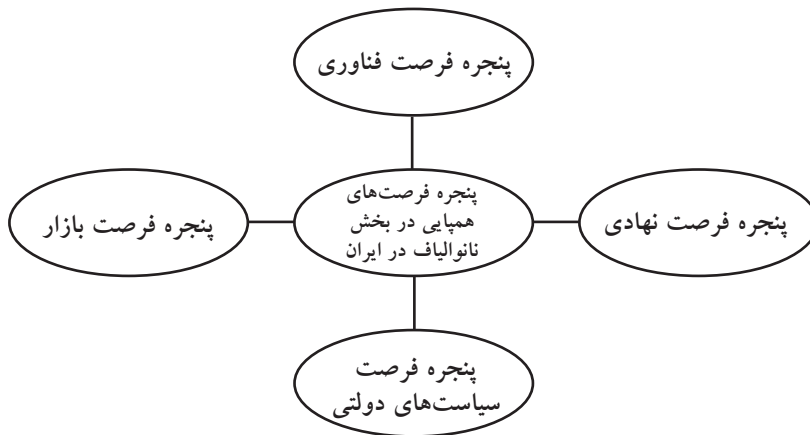
منبع	توضیح	مؤلفه مؤثر بر همپایی
(Lee, 1996)	تحلیل نقش دولت در قالب بخشودگی مالیاتی، کاهش تعرفه واردات تجهیزات و ملزومات تحقیق و توسعه و اعتبارات یارانه‌ای	نقش دولت
(Kim, 1998)	معرفی اصول هفتگانه برای نقش آفرینی دولت شامل: حفاظت از بازار داخلی در مقابل تازه‌واردها و در مقابل واردات؛ کاهش محسوس مالیات؛ ترویج ادغام عمودی به منظور ایجاد فرصت‌های کسب‌وکار جدید؛ تأمین مالی ترجیحی؛ امتیازهای مالیاتی؛ قوانین اداری برای تخصیص سهم بالایی از بازار به تولید داخل	
(Malerba & Nelson, 2008)	تحلیل ابزارهای سیاست دولتی در قالب: حمایت از R&D؛ تقویت فضای رقابت؛ محافظت از شرکت‌های داخلی در مقابل رقبای خارجی؛ ایجاد مراکز تحقیقاتی دولتی؛ حمایت از کارآفرینی	
(Mazzoleni & Nelson, 2007; Radošević, 1999)	تأکید بر نقش دانش خارجی در موفقیت همپایی به‌خصوص در مواردی که فاصله بین پیرو و پیشرو زیاد باشد	نقش دانش خارجی
(Radošević, 1999)	معرفی و تحلیل روش‌های مختلف دستیابی به منابع فناوری خارجی از جمله: سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، پیمانکاری و مونتاژ قطعات	
(Majidpour, 2011)	تحلیل ارتباط بین منابع دانش خارجی و توسعه فناوری داخلی	
(Radošević, 1999)	تحلیل بازار به‌عنوان منبع دانش در کنار منبع تقاضا	نقش بازار
(Mazzoleni & Nelson, 2007)	تحلیل تأثیر اندازه بازار داخلی در جهت‌دهی سیاست‌های همپایی	

- پنجره فرصت مرتبط با تغییر در دانش و فناوری
- پنجره فرصت مرتبط با تغییر در تقاضا
- پنجره فرصت مرتبط با تغییر در نهادها یا سیاست عمومی

۳- مدل مفهومی پژوهش

با توجه به آنچه در مرور اجمالی مطالعات مرتبط با عوامل مؤثر بر همپایی ذکر شد، این پژوهش با تکیه بر پایه نظری لی و مالربا (۲۰۱۶) طراحی شده است (Lee & Malerba, 2016). در این چارچوب، عوامل مؤثر بر همپایی در بخش نانو الیاف ایران در قالب فرصت‌های حاصل از تغییرات مؤلفه‌های اصلی این بخش و پاسخ کنشگران اصلی این بخش نسبت به این تغییرات، تحلیل می‌شود. البته در چارچوب لی و مالربا، تغییرات نهادی و تغییرات در سیاست‌های عمومی در قالب یک پنجره فرصت دیده شده است، اما با توجه به اهمیت و نقش تعیین‌کننده تحریم‌های خارجی، به‌عنوان یک عامل نهادی در ایران، این مؤلفه

در این پژوهش به صورت مجزا تحلیل می‌شود. لذا چارچوب تحلیل در این پژوهش به صورت شکل (۱) نمایش داده شده است.



شکل (۱): چارچوب نظری پژوهش با اقتباس از لی و مالربا (Lee & Malerba, 2016)

۳-۱- پنجره فرصت فناوری

فناوری به عنوان تعیین کننده مرزهای هر بخش، مؤلفه‌ای اساسی در ایجاد پنجره‌های فرصت برای همپایی به شمار می‌رود. به منظور تحلیل صحیح این مؤلفه در هر بخش نیاز است که ابعاد مختلف رژیم فناوری شناخته و چگونگی تأثیرگذاری آن‌ها بر همپایی در آن بخش تحلیل شود. مطابق تعریف برسکی و مالربا، هر رژیم فناوری در قالب ترکیب خاصی از فرصت‌های فناورانه، صیانت‌پذیری نوآوری‌ها، انباشت‌پذیری پیشرفت‌های تکنیکی و ویژگی‌های پایه دانشی آن فناوری تعریف می‌شود (Breschi & Malerba, 1997; Malerba, 2002). این ابعاد چهارگانه در قالب جدول (۲) ارائه شده است.

- فرصت‌های فناوری: فناوری‌های مختلف از نظر ظرفیت ایجاد فرصت برای اقدامات نوآورانه با

جدول (۲): ابعاد چهارگانه رژیم فناوری

فرصت‌ها	صیانت‌پذیری	انباشت‌پذیری	پایه دانشی
سطح	سطح	فناوری	عمومی یا خاص
تنوع	ابزارها	شرکت	ضمنی یا صریح
فراگیری		بخش	ساده یا مرکب
منابع		منطقه	مستقل یا سیستمی

همدیگر تفاوت دارند؛ در برخی از فناوری‌ها ظرفیت برای تعدد نوآوری‌ها بالاتر و در برخی فناوری‌ها کمتر است (تفاوت در سطح^۳ فرصت‌ها). در برخی فناوری‌ها می‌توان راهکارها، رویکردها و فعالیت‌های متنوع‌تری را شاهد بود و در برخی فناوری‌ها تنوع کمتری در راهکارها دیده می‌شود (تفاوت در تنوع^۴ فرصت‌ها). در برخی فناوری‌ها می‌توان دانش جدید را در محصولات و بازارهای گسترده‌تری مورد استفاده قرار داد و برخی فناوری‌ها گستره کاربرد کمتری در اختیار دارند (تفاوت در فراگیری^۵ فرصت‌ها). نهایتاً در برخی فناوری‌ها، منابع و ریشه‌های نوآوری‌ها به تحولات بزرگ دانشگاهی برمی‌گردد و در برخی دیگر به منابعی همچون فعالیت‌های تحقیقاتی، تجهیزات و یادگیری داخلی (تفاوت در منابع^۶ فرصت‌ها) (Marlerba & Orsenigo, 1993)؛ بنابراین با چهار مشخصه سطح، تنوع، فراگیری و منابع می‌توان فناوری‌ها را از نظر ظرفیت آن‌ها برای ایجاد فرصت‌های نوآوری و همپایی تحلیل کرد.

- **صیانت‌پذیری^۷ و انباشت‌پذیری^۸**: سطح صیانت‌پذیری یک فناوری، میزان امکان‌پذیر بودن حفاظت از نوآوری‌ها در مقابل تقلید به‌وسیله‌ی رقبای داخل و خارج از بخش را بیان می‌کند. هرچقدر میزان ارتباط و وابستگی زنجیره‌ای بین فعالیت‌های نوآورانه در یک بخش بیشتر باشد، میزان انباشت‌پذیری فناوری در آن بخش بیشتر است و هرچقدر نوآوری‌های جدید، مستقل از قبلی‌ها باشند، شدت انباشت‌پذیری پایین‌تر است. این مؤلفه می‌تواند در سطوح مختلف از جمله در سطح خود فناوری تا سطح شرکت، بخش و منطقه متفاوت باشد (Breschi & Malerba, 1997; Malerba, 2002; Marlerba & Orsenigo, 1993).

- **ماهیت دانش‌پایه**: برخی بخش‌ها مبتنی بر دانش عمومی هستند ولی برخی مبتنی بر دانشی هستند که ویژه یک حوزه کاربردی خاص توسعه یافته است. دانش‌پایه بخش‌ها از نظر درجه ضمنی بودن یا صریح بودن نیز متفاوت است. بخش‌ها همچنین از نظر میزان پیچیدگی دانش‌پایه با همدیگر متفاوت هستند. در برخی بخش‌ها برای انجام فعالیت نوآورانه نیاز به حضور رشته‌های علمی و مهندسی متعددی هست و شایستگی‌های متنوعی در حوزه‌های تحقیقات، تجهیزات ساخت و تولید و بازاریابی نیاز است، اما در برخی بخش‌ها این پیچیدگی کمتر است. نهایتاً بخش‌ها از نظر میزان تفکیک‌پذیری دانش‌پایه نیز متفاوت‌اند. در برخی بخش‌ها دانشی که مرتبط با فعالیت‌های نوآورانه است به‌راحتی قابل تفکیک و تمیز است اما در برخی بخش‌ها، این دانش به‌عنوان بخشی از یک نظام دانشی بزرگ‌تر است و تسلط بر آن پیچیده‌تر و سخت‌تر است (Breschi & Malerba, 1997).

۲-۳- پنجره فرصت بازار

رژیم و ساختار بازار به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های اصلی هر بخش، نقش تعیین‌کننده در الگوی نوآوری برای

شرکت‌های نوآور و الگویی همپایی برای شرکت‌های متأخر دارد. به این صورت که نوع تقاضاها می‌تواند ماهیت مسائلی که شرکت‌ها باید حل کنند را تعیین کند و تغییر دهد و این امر بر رفتارهای نوآورانه شرکت‌ها مؤثر است (Malerba, 2002).

اندازه بازار، وابستگی به برند و نقش بازار از جمله مؤلفه‌هایی که در تحلیل‌های رژیم بازار مورد مطالعه قرار می‌گیرد (Lee, et al., 2017; Mu & Lee, 2005; Radošević, 1999). محققان از میان عوامل تعیین‌کننده مزیت رقابتی در بازار، شامل رهبری هزینه، تمایز محصول و پیشرو بودن، معمولاً راهبرد رهبری هزینه را برای شرکت‌های متأخر مناسب می‌دانند و معتقدند به علت هزینه‌های پایین نیروی انسانی در کشورهای کمتر توسعه‌یافته، شرکت‌ها می‌توانند محصولات را با قیمت کمتری نسبت به پیشروهای بازار تولید و عرضه کنند و از همین مزیت می‌توانند برای همپایی و کسب سهم از بازار استفاده کنند (Kim, et al., 2013). بخش‌بندی بازار نیز از راهبردهایی است که پژوهشگران، آن را برای بهره‌مندی از پنجره فرصت‌های بازار مفید می‌دانند (Mu & Lee, 2005).

۳-۳- پنجره فرصت سیاست عمومی

محققان متعددی نقش سیاست‌های عمومی را در همپایی بخش‌های مختلف مورد تحلیل و تأکید قرار داده‌اند و تغییرات قانونی، سیستم‌های نظارتی و حمایت از شرکت‌های محلی را از جمله ابزارهای مهم در نقش‌آفرینی دولت جهت کمک به همپایی شرکت‌های محلی برشمرده‌اند (Lee & Lim, 2001; Mathews, 2002). مالربا و نلسون (۲۰۰۸) با مطالعه همپایی شش صنعت در چند کشور نشان دادند که سیاست‌های دولتی و نحوه استفاده دولت‌ها از ابزارهای سیاستی در هر کشوری متفاوت است. جمع‌بندی آن‌ها این است که سیاست‌ها علیرغم تفاوتی که از یک کشور به کشور دیگر دارند، نقشی اساسی در موفقیت همپایی ایفا می‌کنند. شرکت‌هایی که از حمایت دولت برخوردارند، به شکل بهتری می‌توانند با شرکت‌های خارجی وارد تعامل و بده بستان شوند (Malerba & Nelson, 2008). کیم (۱۹۹۸) نیز با تحلیل و تبیین نقش دولت در همپایی شرکت هیوندای نشان داد که دولت کره برای تقویت صنعت، هفت اصل را به‌عنوان مبنا قرار داده است، که عبارتند از حفاظت از بازار داخلی در مقابل تازه‌واردان و در مقابل واردات؛ کاهش محسوس مالیات؛ ترویج ادغام عمودی به‌منظور ایجاد فرصت‌های کسب‌وکار جدید؛ تأمین مالی ترجیحی؛ امتیازهای مالیاتی؛ قوانین اداری برای تخصیص سهم بالایی از بازار به تولید داخل (Kim, 1998). لی و مالربا نیز در بیان نقش دولت بر این نکته تأکید کرده‌اند که سیاست‌های دولتی در مرحله ورود به سیکل همپایی می‌تواند نقش خیلی مهمی داشته باشد (Lee & Malerba, 2016).

۳-۴- پنجره فرصت نهادی

شین (۲۰۱۶) پنجره فرصت‌های نهادی را شامل فرصت‌هایی می‌داند که ناشی از تغییر در متغیرهای سطح ماکرو باشد. وی این تغییرات را از جمله عواملی می‌داند که هم قابلیت توسعه دادن فرصت‌های همپایی و هم قابلیت محدود کردن آن‌ها را دارد (Shin, 2016). هرچند لی و مالربا (۲۰۱۶)، پنجره فرصت‌های نهادی را از جمله مؤلفه‌های مؤثر بر جابجایی در سیکل‌های همپایی برشمردند (Lee & Malerba, 2016) اما مطالعات چندانی در خصوص بررسی چیرستی این پنجره فرصت و چگونگی تأثیرگذاری آن بر همپایی منتشر نشده است. البته اخیراً در تحلیل همپایی صنعت دوربین عکاسی، جنگ جهانی دوم به‌عنوان یک پنجره فرصت نهادی برای همپایی ژاپن در این صنعت معرفی شده است (Kang & Song, 2017).

۴- روش پژوهش

از آنجاکه پرسش اصلی این پژوهش از نوع «چگونگی» است، رویکرد کیفی برای پاسخ‌گویی به آن مناسب است. همچنین برای تحلیل عمیق عوامل و چگونگی اثرگذاری آن‌ها در طول زمان، نیاز است که موضوع به‌صورت پویا مورد مطالعه قرار گیرد. لذا راهبرد مطالعه موردی برای انجام این پژوهش اتخاذ شد. واحد تحلیل پژوهش، بخش نانو الیاف در ایران است.

منابع اطلاعاتی مورد استفاده در این پژوهش شامل منابع مکتوب و تصویری، مصاحبه با کنشگران اصلی و مشاهدات مستقیم و مشارکتی یکی از پژوهشگران بوده است. گزارش‌های رسمی عملکرد برنامه توسعه فناوری نانو در ایران از سال ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۴ (ستاد فناوری نانو، ۱۳۹۰، ستاد فناوری نانو، ۱۳۹۱b، ستاد فناوری نانو، ۱۳۹۲، ستاد فناوری نانو، ۱۳۹۳، ستاد فناوری نانو، ۱۳۹۴)، کتاب محصولات فناوری نانو ایران (ستاد فناوری نانو، ۱۳۹۵b) مصاحبه ماهنامه فناوری نانو با مدیر یکی از شرکت‌های فناور (فریدی مجیدی، ۱۳۸۷)، سخنرانی مدیر طراحی شرکت صنعتی بهره‌بردار از نانو الیاف، در سومین مجمع اقتصاد فناوری نانو (فروندی، ۱۳۹۲) و کتاب داستان نانو تافته که روایت تاریخی تجربه توسعه فناوری الکترونیسی در ایران را بیان کرده است (حسنی، ۱۳۹۵) از جمله منابع اطلاعاتی مکتوب بودند. همچنین مصاحبه‌های عمیق و نیمه ساختاریافته ستاد فناوری نانو با یازده نفر از افراد مرتبط با توسعه نانو الیاف در ایران و دو محتوای تصویری در زمینه معرفی روند توسعه فناوری نانو الیاف در یکی از شرکت‌های فعال در این زمینه (شبکه چهار سیما، ۱۳۹۵) (موسسه خدمات فناوری تا بازار ایرانیان، ۱۳۹۵) به‌عنوان دیگر منابع این پژوهش است. افراد مصاحبه شونده شامل افراد ذیل بودند:

- چهار نفر از مدیران شرکت‌های فناور؛

- دو نفر از مدیران شرکت صنعتی تولیدکننده فیلتر نیروگاهی؛

- مدیر شرکت کارگزار انتقال فناوری از شرکت فناور به شرکت صنعتی؛

- چهار نفر از مدیران و کارشناسان ستاد ویژه توسعه فناوری نانو که در توسعه نانو الیاف نقش مستقیم داشته‌اند. اطلاعات گردآوری شده از منابع فوق، به‌عنوان ورودی تحلیل‌ها مورد استفاده قرار گرفتند. اقداماتی که به‌منظور آماده‌سازی اطلاعات برای تحلیل، روی داده‌های متنی انجام شد شامل نظام دهی به اطلاعات بر اساس ترتیب زمانی و کدگذاری اطلاعات بود. برای این منظور، با استفاده از ایجاد بانک اطلاعاتی در نرم‌افزار اکسل، نسبت به مدیریت اطلاعات اقدام شد. متن مصاحبه‌ها، کتب و سایر منابع مکتوب با استفاده از دستورالعمل‌ها و اصول کدگذاری اطلاعات که به‌وسیله‌ی یین ارائه شده است (Yin, 2014) و بر اساس مؤلفه‌های اصلی چارچوب تحقیق، کدگذاری و جدول‌بندی شد.

ساختار جدول‌بندی کدگذاری اطلاعات به این‌گونه بود که هرکدام از جملات یا پاراگراف‌های مستخرج از مصاحبه‌ها و سایر منابع به‌عنوان یک واحد اطلاعات^۹ در نظر گرفته شدند و هرکدام از آن‌ها، از این نظر که به کدام نوع از پنجره فرصت اشاره دارند، یک پرچسب دریافت کردند. این واحدهای اطلاعات، از نظر منبعی که آن را بیان کرده نیز در چهار دسته شامل شرکت، دولت، مشتری صنعتی و کارگزار انتقال فناوری دسته‌بندی شدند.

نهایتاً تعداد ۳۴۰ واحد اطلاعات مطابق جدول (۳) در چهار نوع پنجره فرصت استخراج شد و مبنای تحلیل روایی قرار گرفت. بعد از آماده‌سازی اطلاعات، با استفاده از تحلیل گفتاری محتوای مصاحبه‌ها و سایر منابع اطلاعات، نسبت به تبیین چگونگی تأثیرگذاری هرکدام از مؤلفه‌ها و ارائه فراروایت محقق اقدام شد. قابل ذکر است که تحلیل محتوا و شکل‌گیری روایت محقق به‌صورت توأمان انجام می‌شوند. برای تحلیل رژیم فناوری نانو الیاف، علاوه بر محتوای مصاحبه‌ها، برخی از مقالات و کتب علمی نیز

جدول (۳): فراوانی واحدهای اطلاعاتی در هرکدام از مؤلفه‌های پنجره فرصت همپایی

انواع پنجره فرصت	منبع ارائه‌کننده اطلاعات			
	دولت	شرکت	صنعت/مشتری	کارگزار انتقال فناوری
پنجره فرصت سیاست‌های دولتی	۱۱۰	۴۳	۱۴	-
پنجره فرصت بازار	۳۶	۲۴	۴۸	۲
پنجره فرصت نهادی	۱۵	۱۵	۵	۱
پنجره فرصت رژیم فناوری	۱۵	۱۱	۱	-

Kannan, et al., 2016; Mohammadzadehmoghadam, et al., 2016;) مورد استفاده قرار گرفته است (Ramakrishna, 2005; Sarkar, et al., 2010; Thavasi, et al., 2008).

بدین منظور، ویژگی‌های فناوری نانو الیاف با ابعاد چهارگانه استخراج شده از ادبیات رژیم فناوری تطبیق یافت.

برای اطمینان از کیفیت روش انجام پژوهش و کیفیت نتایج آن، چهار نوع آزمون متعارف ارائه شده است که هرکدام، از زاویه‌ای خاص به بررسی کیفیت پژوهش می‌پردازد. این چهار آزمون به همراه تاکتیک‌هایی که بین برای استفاده از آن‌ها در تحقیقات مبتنی بر راهبرد مطالعه موردی پیشنهاد داده است، در جدول (۴) خلاصه شده‌اند (Yin, 2014).

به‌منظور اطمینان از روایی ساختاری، از رویکرد سه سویه سازی اطلاعات^۱ بهره گرفته شد و اطلاعاتی که مورد تأیید چند منبع بود مبنای تحلیل روایی قرار می‌گرفت.

برای اطمینان از روایی درونی نیز از تکنیک تطبیق الگو بهره گرفته شد و الگوی حاکم بر اطلاعات حاصل از این پژوهش، با آنچه در ادبیات همپایی و تحلیل فرصت‌های همپایی به‌وسیله‌ی محققان مطرح در این حوزه ارائه شده بود، مورد تطبیق و تحلیل قرار گرفت. همچنین از آنجاکه چارچوب این پژوهش بر پایه‌ی نظری شناخته‌شده و معتبر نظام بخشی نوآوری و فرصت‌های همپایی بنانهاد شده است، می‌توان از روایی بیرونی آن نیز اطمینان داشت.

جدول (۴): آزمون‌های کیفی و تاکتیک‌های به‌کارگیری آن‌ها در مطالعات موردی

آزمون	تاکتیک در مطالعه موردی	مرحله پیاده‌سازی تاکتیک
روایی ساختاری	استفاده از منابع اطلاعاتی چندگانه	مرحله جمع‌آوری اطلاعات
	برقرار کردن زنجیره‌ای از منابع اطلاعات (شواهد)	
	مرور نتایج مطالعه موردی به‌وسیله‌ی افراد اطلاع‌دهنده اصلی	مرحله تفسیر
روایی درونی	استفاده از تطبیق الگو استفاده از روش ساخت تفسیر معرفی نظریه‌ها یا تفسیرهای رقیب استفاده از مدل‌های منطقی	مرحله تحلیل اطلاعات
روایی بیرونی	به‌کارگیری نظریه در مطالعات تک موردی به‌کارگیری منطقی تکرار در مطالعات چند موردی	مرحله طراحی پژوهش
اعتبار (پایایی)	داشتن پروتکل مشخص برای مطالعه موردی ایجاد بانک اطلاعات مطالعه موردی	گردآوری اطلاعات

نهایتاً اگر پژوهش بر مبنای پروتکل‌های مطالعه موردی انجام شود، از پایایی تحقیق نیز اطمینان حاصل می‌شود. برای این منظور همه اطلاعات مستخرج از منابع اطلاعاتی گوناگون، در قالب یک جدول با مؤلفه‌هایی که بیانگر فرصت‌های همپایی در چارچوب نظام بخشی نوآوری بوده، دسته‌بندی و تفکیک شد و اطلاعات این جدول به‌عنوان خوراک اطلاعاتی برای تحلیل‌های روایی مورد استفاده قرار گرفت. وجود این پروتکل اجرایی مشخص و تشکیل بانک اطلاعاتی می‌تواند اطمینان بالایی نسبت به پایایی تحقیق ایجاد کند.

۵- تجزیه و تحلیل یافته‌ها

۵-۱- رژیم فناوری نانو الیاف

با شناخت چهار مؤلفه اصلی رژیم فناوری، شامل فرصت‌های فناورانه، صیانت‌پذیری نوآوری‌ها، انباشت‌پذیری پیشرفت‌های تکنیکی و ویژگی‌های پایه دانشی هر فناوری می‌توان نوع و چگونگی تأثیرگذاری فناوری بر همپایی را شناسایی و تحلیل کرد. برای تحلیل این چهار بُعد در مورد فناوری نانو الیاف، ابتدا با استفاده از محتوای ارائه شده در منابع علمی مرتبط با این فناوری، تصویری اجمالی از ویژگی‌های نوآوری و تغییرات فناورانه در حوزه نانو الیاف ارائه می‌شود و سپس مبتنی بر این ویژگی‌ها، به تحلیل ابعاد رژیم فناوری پرداخته می‌شود.

یکی از ویژگی‌های نانو الیاف، تنوع روش‌های تولید آن‌هاست که در میان آن‌ها، فناوری الکتروریسی عمومیت بسیار بیشتری دارد. این فناوری بر پایه علمی بسیار ساده کشش محلول پلیمری بر اثر ایجاد اختلاف پتانسیل استوار است (Ramakrishna, 2005)؛ اما مصاحبه با فعالان این فناوری و مشاهدات میدانی از نیروهای فعال در شرکت‌های آن‌ها نشان می‌دهد که برای اینکه بتوان با استفاده از همین پایه علمی، نانو الیافی با ترکیب، ساختار و کارکردهای کنترل‌شده برای کاربردهای صنعتی گوناگون تولید کرد، نیاز به دانش ضمنی فراوان و گرد هم آمدن تخصص‌های چندگانه از حوزه‌های شیمی، مواد، مکانیک سیالات و الکترومکانیک وجود دارد.

ویژگی دیگر این نانو ساختارها، تنوع مولفه‌های مؤثر بر ویژگی‌های نانو الیاف از یک‌سو و تنوع بالای کاربردهای این ساختارها در صنایع مختلف از سوی دیگر است که موجب می‌شود تا فرصت‌های فراوان و متنوعی برای نوآوری در تجهیزات و فرآیند تولید و در کاربرد محصول به وجود آید (Kannan, et al., 2016; Nascimento, et al., 2015; Li & Wang, 2013). این تنوع و تعدد، پنجره فرصت‌های فناوری متعددی برای همپایی می‌گشاید.

بسته به اینکه این نوآوری‌ها و بهبودها در تجهیزات الکترونیسی صورت گیرد یا در مولفه‌های عملیاتی، شرایط متفاوتی برای حفاظت و صیانت دارد. نوآوری در تجهیزات، خود را در قالب محصول نهایی نشان می‌دهد و چندان در قالب راز تجاری قابل حفاظت نیست. این‌گونه نوآوری‌ها معمولاً با استفاده از ابزار پتنت حفاظت می‌شود. تعداد نسبتاً بالای اختراعات جهانی در زمینه فناوری نانو الیاف و روش الکترونیسی مؤید این موضوع است (Nascimento, et al., 2015). اما نوآوری در مولفه‌های عملیاتی معمولاً در قالب دستورالعمل‌های بهره‌برداری در اختیار صنعت بهره‌بردار قرار می‌گیرد، لذا شرکت‌های سازنده نمی‌توانند این بهبودها را به‌عنوان مزیت رقابتی برای خود حفظ کنند و با توجه به عدم پیچیدگی بالای این تجهیزات، خصوصاً در نوع آزمایشگاهی، تقلید از آن‌ها نسبتاً ساده است. البته اگر شرکت‌های سازنده تجهیزات الکترونیسی، کسب‌وکارشان را تولید و عرضه نانو الیاف قرار دهند، می‌توانند فناوری‌های عملیاتی را در قالب راز تجاری حفظ کنند، اما از آنجاکه تولید و استفاده از نانو الیاف در بهبود محصولات دیگر، معمولاً در بستر خط تولید شرکت‌های بهره‌بردار انجام می‌شود، عملاً صیانت از نوآوری‌های فرآیندی این فناوری مشکل است. جمع‌بندی این مباحث در چارچوب مؤلفه‌های رژیم فناوری در جدول (۵) ارائه شده است.

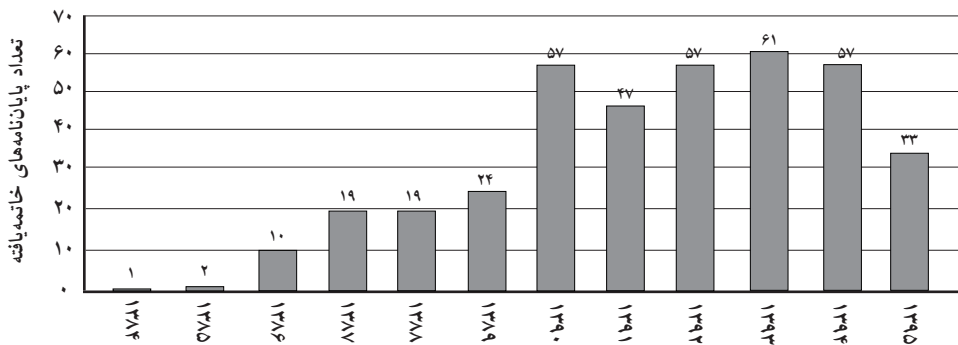
از تحلیل رژیم فناوری نانو الیاف چنین برمی‌آید که این حوزه از فناوری، قابلیت ارائه فرصت‌های فناوری با تعداد زیاد و با تنوع بالا را دارد، درعین حال صیانت‌پذیری و انباشت‌پذیری این فناوری در سطح بنگاه، به‌ویژه در حوزه تجهیزات آزمایشگاهی نسبتاً پایین است. چنین رژیمی قاعداً با تعدد فناوران و جریان بالایی از ورود و خروج آن‌ها روبرو است. الگوی نوآوری در این شرایط، با الگوی «تخریب خلاق»^{۱۱} یا الگوی نوآوری «شومپتری نوع ۱»^{۱۲} تطابق دارد. در فناوری‌هایی با چنین رژیمی، فناوران جدید با سهولت بالاتری وارد عرصه شده و روش‌های جدید تولید را به چالش می‌کشند و شرکت‌های جاافتاده در بازار را با مشکلات رقابت مواجه می‌کنند. چنین الگویی در مقابل الگوی نوآوری «تجمع خلاق»^{۱۳} یا الگوی «شومپتری نوع ۲»^{۱۴} قرار دارد که در رژیم‌های فناوری با فرصت‌های اندک و صیانت‌پذیری و انباشت‌پذیری بالا حاکم است و فناوران و نوآوران جدید با موانع متعددی برای ورود مواجه‌اند و محوریت در آن با شرکت‌های بزرگ و جاافتاده است (Breschi & Malerba, 1997; Breschi, Malerba et al., 2000; Malerba, 2002).

واقعیت‌های میدانی در بخش نانو الیاف ایران، تطابق بالایی با این مبانی نظری دارد؛ ورود افراد فناور به عرصه ساخت تجهیزات آزمایشگاهی الکترونیسی برای تولید نانو الیاف به‌گونه‌ای است که شرکت‌های فعال در این بخش همگی از تعدد فناوران جدید شکایت دارند و یکی از مشکلات متولیان دولتی،

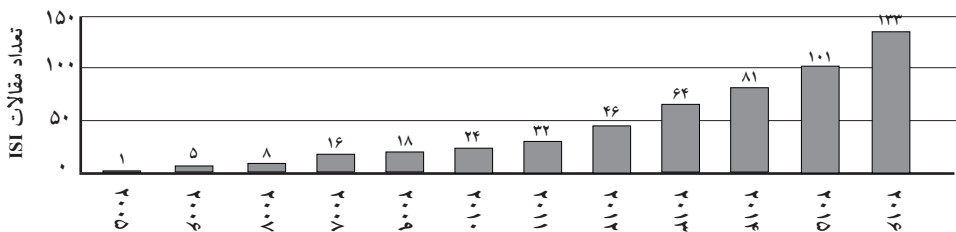
جدول (۵): ابعاد مختلف رژیم فناوری نانو الیاف

منابع	تأثیر بر فرصت‌های همپایی	معرفی	مؤلفه رژیم فناوری
(Kannan, et al., 2016; Li & Wang, 2013; Mo3hammadzadehmoghadam, et al., 2016; Ramakrishna, 2005; Sarkar, et al., 2010, Tomaszewski & Szadzowski, 2005)	فرصت‌های متعدد و متنوع برای نوآوری و همپایی در فناوری نانو الیاف وجود دارد، که منجر به تشدید ورود نوآوران جدید می‌شود.	تنوع روش‌های تولید نانو الیاف مبتنی بر فناوری الکتروریسی شامل: ریسندهی بدون نازل، چندنازله، چند حفره‌ای، با جت هوا و ریسندهی دورانی تنوع مولفه‌های مؤثر بر ویژگی‌های محصول تولیدی شامل: تغییر و بهبود در تجهیزات تولید، تغییر در نوع و مولفه‌های محلول پلیمری، تغییر در مولفه‌های عملیاتی تنوع بالای کاربردهای نانو الیاف در صنایع مختلف از جمله در: بازارهای زیستی و پزشکی، فیلتراسیون، مواد، بازار نساجی، حسگرها، باتری	فرصت‌های فناوری نانو الیاف
(Nascimento, et al., 2015)	سادگی تقلید، امکان ورود فناوران جدید را بالا می‌برد	ابزار پتنت قابلیت بیشتری برای صیانت از نوآوری‌ها دارد تا ابزار راز تجاری. تقلید از محصولات موجود، نسبتاً آسان است.	صیانت‌پذیری
مصاحبه با فعالان و مشاهدات مستقیم پژوهشگر	ورود و تقلید به حوزه تجهیزات آزمایشگاهی ساده تراز تجهیزات صنعتی است.	انباشت پذیری فناوری در برخی از اجزای سیستم از جمله بخش ولتاژ بالا، به‌خصوص در ماشین‌آلات الکتروریسی صنعتی بالاتر است	انباشت‌پذیری
	موفقیت در همپایی نیازمند گردهم‌آوری تخصص‌های چندگانه است.	فناوری الکتروریسی بر یک پایه علمی ساده در مهندسی پلیمر استوار است اما پیاده‌سازی عملیاتی آن، مستلزم گرد هم آمدن تخصص‌های چندگانه است.	ماهیت پایه دانشی

مدیریت تنش‌های بین بازیگران متعدد این عرصه است. روند انجام پایان‌نامه‌های تحصیلات تکمیلی در فناوری نانو الیاف و روند انتشار مقالات ISI به‌وسیله‌ی محققان ایرانی به ترتیب در شکل (۲) و شکل (۳) ارائه شده است^{۱۵} (StatNanao, 2018). حدود ۴۶۰ پایان‌نامه نیز وجود دارد که در زمان انجام این پژوهش، یا در حال اجرا بوده‌اند یا اطلاعات آن‌ها در بانک اطلاعات فناوری نانو وارد نشده است. اطلاعات مقالات ۲۰۱۷ نیز در زمان انجام این پژوهش هنوز تکمیل نشده است. این روند افزایشی محققان که تعداد زیادی از آن‌ها در مسیر انجام تحقیقات خود، حداقل یک نمونه دستگاه آزمایشگاهی



شکل (۲): روند آماری انجام پایان‌نامه‌های تحصیلات تکمیلی نانو الیاف در ایران



شکل (۳): روند آماری انتشار مقالات ISI مرتبط با نانو الیاف به وسیله‌ی محققان ایرانی

برای تولید نانو الیاف می‌سازند، تطبیق بالایی با الگوی تخریب خلاق دارد.

حوزه دانشی نانو الیاف یک حوزه عام، نسبتاً ضمنی و وابسته به حوزه‌های دانشی متنوع است. برسکی و مالربا (۱۹۹۷) روش‌های انتقال غیررسمی، مذاکره رودرو، آموزش‌های شخصی و جابه‌جایی نیروی انسانی را از روش‌های غالب در انتقال فناوری در چنین شرایطی می‌دانند (Breschi & Malerba, 1997). مرور تجربه یادگیری فناوری از منابع خارجی در بخش نانو الیاف ایران نیز همین الگو را تایید می‌کند، زیرا فناوران این حوزه، حضور در نمایشگاه‌های خارجی را از جمله ابزارهای کارآمد در یادگیری فناوری دانسته، در مصاحبه‌ها بر آن تأکید داشتند. همچنین این تعاملات به‌عنوان یکی از کانال‌های مؤثر در یادگیری فناوری و غلبه بر مشکلات فنی در مسیر توسعه تجهیزات صنعتی در یکی از شرکت‌های داخلی، مورد تأکید قرار گرفته است (حسینی، ۱۳۹۵). این الگو نشان می‌دهد که کانال‌های غیررسمی، جایگاه ویژه‌ای در انتقال فناوری در این بخش دارند. بنابراین مؤلفه‌های رژیم فناوری نانو الیاف را می‌توان به‌طور خلاصه در قالب جدول (۶) نمایش داد.

جدول (۶): مؤلفه‌های رژیم فناوری نانو الیاف

<p>فرصت‌ها</p>	<p>سطح: فرصت‌های فناوری در نانو الیاف بسیار زیادند. فراگیری: فرصت‌های فناوری فراگیری بالایی دارند و در صنایع متعددی از پزشکی و مهندسی بافت تا انرژی و ماسک شخصی و... وجود دارند. تنوع: در سه حوزه تجهیزات، مواد و مولفه‌های عملیاتی، فرصت‌های فناوری متنوع وجود دارد. منابع: تجهیزات و فعالیت‌های تحقیقاتی از جمله منابع فرصت‌ها هستند.</p>
<p>صیانت‌پذیری</p>	<p>سطح: نوآوری‌های مرتبط با تجهیزات، صیانت‌پذیری بالاتری نسبت به نوآوری‌های مرتبط با مواد و مولفه‌های عملیاتی دارند؛ اما در مجموع، صیانت‌پذیری فناوری پایین است. ابزارها: پتنت از جمله ابزارهای صیانت از داشته‌های فناوری شرکت‌هاست.</p>
<p>انباشت‌پذیری</p>	<p>انباشت‌پذیری در تجهیزات آزمایشگاهی پایین است و در حوزه تجهیزات صنعتی بالاتر است.</p>
<p>پایه دانشی</p>	<p>ماهیت: دانش پایه از نوع عام و ترکیبی از دانش صریح و ضمنی است. پیچیدگی: فناوری تولید نیازمند تخصص‌های چندگانه از جمله شیمی، مواد، مکانیک، مکترونیک و سم‌شناسی است.</p>

۵-۲- رژیم بازار نانو الیاف

بازار نانو الیاف در ایران تا زمان انجام این مطالعه عمدتاً متمرکز بر بازار فیلتراسیون هوا و بازار تجهیزات آموزش و پژوهش است. از ویژگی‌های این بازار، بزرگی بازار فیلترهای هوا در بخش‌های انرژی، خودرو و ماسک شخصی است. سالانه بیش از ۷۴ هزار مگاوات انرژی در نیروگاه‌های کشور تولید می‌شود (توانیر، ۱۳۹۵) از آنجا که همه این نیروگاه‌ها و واحدهای پتروشیمی نیاز حتمی و مستمر به فیلتر هوادارند و نانو الیاف قابلیت بسیار بالایی در ارتقای عملکرد فیلترهای هوا از خود نشان داده است، این بازار می‌تواند نقشی تعیین‌کننده در بخش نانو الیاف در ایران ایفا کند. در زمان انجام این مطالعه بخش بسیار کوچکی از این بازار، نیاز خود به فیلترهای هوا را از طریق نانو فیلترهای تولید داخل تأمین می‌کنند. نیروگاه‌ها و پتروشیمی‌ها که تا قبل از تولید نانو فیلترها در ایران، فیلتر مصرفی خود را از برندهای معروف خارجی تأمین می‌کردند، مقاومت بسیار جدی در مقابل جایگزینی آن‌ها با نانو فیلترهای تولید داخل نشان می‌دهند. این در حالی است که طبق تایید مراکز معتبری همچون آزمایشگاه آلستروم ایتالیا، راندمان فیلتراسیون و تنفس‌پذیری نانو فیلترهای داخلی، نسبت به فیلترهای غیر نانو که در صنایع مذکور استفاده می‌شود، تفاوت و برتری خیلی بالایی دارد. شرکت‌های تولیدکننده داخلی علیرغم مزیت قیمتی و برتری کیفی نانو فیلترها نسبت به فیلترهای غیر نانو، شرایط سختی برای کسب سهم از بازار داخلی دارند و مصرف‌کننده صنعتی به راحتی حاضر به جایگزین کردن تأمین‌کننده داخلی به جای تأمین‌کننده

خارجی نیست. لذا به وضوح دیده می‌شود که یکی از چالش‌های بزرگ همپایی شرکت‌های داخلی در این بازار، وابستگی شدید به برند است.

همان‌گونه که لی و همکاران (۲۰۱۷) در تحلیل همپایی در صنعت گوشی موبایل در چین بیان داشته‌اند، وجود بازار بزرگ داخلی، یکی از مؤلفه‌های مؤثر بر موفقیت همپایی است. در بخش نانو الیاف در ایران نیز بزرگی بازار حوزه انرژی می‌تواند به‌عنوان یک پیشران مؤثر در موفقیت همپایی عمل کند، اما برخلاف بازار گوشی موبایل در چین که وابستگی پایین مشتریان به برند موجب تسهیل در بهره‌گیری شرکت‌های محلی از بازار کشورشان شده است (Lee, et al., 2017)، در بازار فیلترهای نیروگاهی در ایران، وابستگی به برند به‌عنوان یک مانع جدی در همپایی شرکت‌های داخلی عمل می‌کند.

یکی دیگر از محورهای تحلیل نقش بازار در همپایی، تأکید بر نقش مشتری به‌عنوان منبع یادگیری است. صنعت تولیدکننده فیلترهای نیروگاهی علاوه بر ایجاد بازار برای فناوری الکترونیسی، نقشی مؤثر در توسعه این فناوری داشته است؛ به طوری که تعامل فنی بین مشتری و توسعه‌دهنده فناوری، هم باعث رفع مشکلات اجزای سیستم شده است و هم سطح توانمندی‌های فنی توسعه‌دهنده فناوری را ارتقا داده است. البته طبق اظهارات طرف فناوری و شرکت صنعتی بهره‌بردار، این تعامل بسیار چالشی و سخت شکل گرفت و عدم اعتماد شرکت فناوری به تیم فنی شرکت صنعتی، مانع از ارائه اطلاعات برای رفع نقایص و ارتقای سیستم می‌شد. هر دو طرف اظهار داشتند که با گذشت زمان و ایجاد اعتماد دوطرفه عملاً رفع مشکلات سیستم به‌صورت همکاری تیمی انجام می‌شد. از این جهت می‌توان این مورد را تأییدکننده این دیدگاه دانست که مشتری را به‌عنوان یکی از منابع یادگیری می‌داند (Kim, 1980).

دیگر بازار بزرگ نانو الیاف، بازار فیلتر خودرو است. سازندگان فیلتر خودرو در ایران همگی کاغذ فیلتر را از خارج خریداری و آن را پکیج می‌کنند و انواع فیلتر خودرو را تولید می‌کنند. تولیدکنندگان تجهیزات الکترونیسی، قبل از اینکه بازار فیلترهای نیروگاهی را هدف بگیرند، برای استفاده از نانو الیاف در ارتقای کیفیت و عملکرد فیلترهای خودرو تلاش فراوانی کردند؛ اما تلاش برای متقاعد کردن این شرکت‌ها جهت استفاده از فناوری نانو الیاف برای بهبود عملکرد محصولاتشان با موفقیت همراه نبود. یکی از عوامل این عدم موفقیت، این بود که مزیت فیلترهای بهبودیافته با نانو الیاف نسبت به فیلتر معمولی، ارتقای طول عمر فیلتر است؛ اما این تفاوت نه‌تنها برای تولیدکنندگان سنتی فیلتر خودرو، مزیت محسوب نمی‌شد، بلکه آن را عاملی با اثر منفی در بازار خود می‌دیدند؛ زیرا به نظر آن‌ها، با افزایش عمر فیلتر خودرو، امکان افزایش قیمت آن وجود نداشت و درعین حال، میزان مصرف سرانه فیلتر هر خودرو را کم می‌کرد. فیلتر سازان به دنبال مزیت رقابتی از نوع کاهش قیمت تمام‌شده محصول می‌گشتند ولی فناوری

نانو الیاف چنین مزیتی را به همراه نداشت. ساختار سنتی بازار فیلتر خودرو و نبود رقابت فنی و کیفی در این بازار، موجب چرخش یک شرکت فناور به سمت بازار فیلترهای نیروگاهی شد (حسنی، ۱۳۹۵). اما در سال ۱۳۹۵ اولین نشانه‌های تغییر در بازار فیلتر خودرو و ایجاد یک پنجره فرصت بازار نمایان شد. در آن سال یک شرکت کوچک بدون اینکه فناوری نانو الیاف را به زنجیره تولید فیلتر خودرو ارائه کند، به صورت مستقل اقدام به تولید محصول نهایی فیلتر خودروی بهبودیافته با نانو الیاف و عرضه آن به بازار کرد (ستاد فناوری نانو، ۱۳۹۵b). این محصول زمینه ایجاد تغییر در بازار فیلتر خودرو را فراهم کرد، به گونه‌ای که برخی از فیلتر سازهای سنتی در اواخر سال ۱۳۹۵ و اوایل ۱۳۹۶ نسبت به ارتقای محصولات خود با استفاده از نانو الیاف تمایل نشان داده و به دنبال خرید و نصب تجهیزات صنعتی الکترونیسی بر روی خط تولید خود هستند. پیش‌بینی می‌شود که در سال‌های آینده با توسعه این فناوری و با ارتقای استانداردهای آلاینده‌های خودروها در ایران، شرکت‌های با فناوری پایین که فعلاً بازار داخلی فیلترهای خودرو را در اختیار دارند، با چالش بازار مواجه شوند و گرایش جدی‌تری نسبت به فناوری نانو الیاف نشان دهند. این الگو که در آن، نوآوران تازه‌وارد با تکیه بر فناوری جدید، شرکت‌های جاافتاده در بازار را به چالش می‌کشند، مؤید برقراری الگوی تخریب خلاق در بخش نانو الیاف است.

دیگر فرصت بازار برای همپایی شرکت‌های فعال در تولید نانو الیاف ایران، وجود چالش زیست‌محیطی ریزگردها در بخش بزرگی از ایران، عراق و عربستان است. این معضل زیست‌محیطی می‌تواند به عنوان یک پیشران بزرگ برای توسعه بازار نانو الیاف عمل کند. فعالیت چند شرکت تولیدکننده ماسک‌های تنفسی بهبودیافته با نانو الیاف (ستاد فناوری نانو، ۱۳۹۵b) نشان‌دهنده پتانسیل بالای این پنجره فرصت در تسریع همپایی شرکت‌های فعال در بخش نانو الیاف ایران است.

۵-۳- نقش دولت

ابزارهایی که دولت در سال‌های گذشته برای توسعه فناوری نانو الیاف به کار برده است، عمدتاً در قالب برنامه‌های موجود در اسناد راهبردی توسعه فناوری نانو (ستاد فناوری نانو، ۱۳۹۵a؛ هیئت دولت، ۱۳۹۶) اجرا شده است. مهم‌ترین این ابزارها شامل موارد ذیل است:

۵-۳-۱- حمایت از تحقیقات دانشگاهی

حمایت از انجام پایان‌نامه‌ها و انتشار مقالات علمی با موضوع فناوری نانو از سال ۱۳۸۳ تاکنون، در کنار راه‌اندازی مقاطع تحصیلات تکمیلی فناوری نانو در دانشگاه‌های مختلف و همچنین راه‌اندازی رشته خاص ساختارهای نانو لیفی در دانشگاه صنعتی امیرکبیر از سال ۱۳۸۸، موجب ورود محققان دانشگاهی

فراوانی به این عرصه از فناوری شده است.

همانگونه که مالربا تبیین کرده است، ایجاد دانشکده‌های تخصصی در دانشگاه‌ها و ایجاد رشته‌های دانشگاهی، از جمله سازوکارهای افزایش تنوع در نظام‌های بخشی است (Malerba, 2002). با توجه به رژیم فناوری نانو الیاف و سهولت ورود فناوران جدید، این برنامه‌های حمایتی عملاً تعدد کنشگران دانشگاهی در این عرصه را افزایش می‌دهد.

۵-۳-۲- پیش خرید تجهیزات

طی سال‌های گذشته، ستاد فناوری نانو اقدام به پیش خرید تجهیزات آزمایشگاهی از فناورانی می‌کرد که موفق به ساخت یک نمونه آزمایشگاهی از یکی از تجهیزات فناوری نانو می‌شدند. این ابزار از سال ۱۳۸۷ با پیش خرید تجهیزات الکتروروسی رومیزی، در زمینه نانو الیاف نیز به کار گرفته است. این برنامه عمدتاً باهدف حمایت از تحقیق و توسعه برای کسب توانمندی‌های فنی لازم جهت ساخت تجهیزات و به‌عنوان یک ابزار تقویت سمت عرضه فناوری مورد استفاده قرار گرفته است.

۵-۳-۳- ارائه یارانه به خریداران دانشگاهی و آموزشی

اجرای یک برنامه یارانه خرید به‌وسیله‌ی دولت که از سال ۱۳۸۶ در ستاد فناوری نانو شروع شده (ستاد فناوری نانو، ۱۳۸۶) و از سال ۱۳۹۰ در قالب نمایشگاه مواد و تجهیزات آزمایشگاهی ساخت ایران توسعه یافته است (معاونت علمی و فناوری، ۱۳۹۵) نیز نقش مشهودی در توسعه بازار داخلی و نیز توسعه فناوری ساخت تجهیزات آزمایشگاهی الکتروروسی داشته است.

همانگونه که مالربا و نلسون در تحلیل سیاست‌های دولت برای همپایی در شش صنعت، بر اهمیت پویایی سیاست‌های دولت، متناسب با رشد و پویایی در بخش مورد نظر تأکید کرده‌اند، ماهیت فرآیندی و غیر ایستای همپایی ایجاب می‌کند که همراه با تکامل و رشد بازیگران در یک بخش، سیاست‌های دولت نیز تکامل یابد (Malerba & Nelson, 2008). در برنامه مذکور نیز با همین رویکرد، مقرراتی برای افزایش حمایت از محصولات دارای نوآوری وضع شده است. به این نحو که میزان یارانه متناسب با درجه نوآوری محصولات، به‌صورت پلکانی تنظیم شده و یارانه خرید محصولاتی که نتوانند در یک دوره مشخص ارتقای فنی یابند کاهش می‌یابد (معاونت علمی و فناوری، ۱۳۹۵). این حمایت‌های پلکانی، شرکت‌ها را به شناسایی و بهره‌برداری از پنجره فرصت‌های فناورانه سوق می‌دهد و مانع از ایستادن آن‌ها در فناوری‌های سطوح پایین می‌شود. جدا از پویایی سیاست‌های دولتی، اگر این پنجره فرصت یارانه دولتی با سایر الزامات همپایی همراه باشد، می‌تواند منجر به رشد شرکت‌های نوآور در عرصه رقابت

خارجی شود، ولی صرف ورود به همپایی با حمایت‌های دولتی اگر با ارتقای محصولات همراه نباشد منجر به پیش افتادن شرکت‌های محلی در رقابت با پیشروهای جهانی نخواهد شد (Lee & Malerba, 2016).

۵-۳-۴- حمایت از اخذ تأییدیه‌های فنی و استانداردها

این برنامه در قالب ارائه خدمات آموزشی و مشاوره‌ای و ارائه یارانه ۸۰ درصدی برای دریافت استانداردهایی همچون ISO و CE و تأییدیه‌های فنی انجام می‌شود (موسسه خدمات فناوری تا بازار ایران، ۱۳۹۶).

۵-۳-۵- تأمین مالی جهت ساخت تجهیزات صنعتی

معمولاً صنایع نسبت به توانمندی ساخت تجهیزات صنعتی در شرکت‌های کوچک و دانش‌بنیان اطمینان ندارند، این شرکت‌ها نیز عموماً توان مالی لازم برای ساخت این تجهیزات، بدون سفارش و تأمین مالی به‌وسیله‌ی خریدار را ندارند. ستاد فناوری نانو به‌منظور کسب اعتماد مشتریان صنعتی، از ابزار ارائه‌ی وام به شرکت‌های فناور و دریافت آن، پس از فروش تجهیزات استفاده می‌کند. کارکرد این حمایت‌ها غالباً کمک به کسب اعتماد مشتریان صنعتی بوده است. (حسنی، ۱۳۹۵).

۵-۳-۶- حمایت از حضور در نمایشگاه‌های خارجی

یکی دیگر از برنامه‌ی دولت در راستای آماده‌سازی شرکت‌هایی که موفق به کسب سهمی از بازار داخلی شده‌اند، برای ورود به بازارهای خارجی، حمایت از حضور آنان در نمایشگاه‌های فناوری و صنعتی در خارج از کشور است. (ستاد فناوری نانو، ۱۳۹۴؛ ستاد فناوری نانو، ۱۳۹۵a). با توجه به آنچه در تشریح ماهیت پایه دانشی نانو الیاف و اهمیت روش‌های غیررسمی در انتقال فناوری در چنین حوزه‌هایی بیان شد، این برنامه دولتی نقش مؤثری در یادگیری فناوری و کاهش فاصله فناورانه بین کنشگران داخلی و رقبای خارجی دارد (Breschi & Malerba, 1997). شرکت‌های مورد مطالعه در این پژوهش نیز بر نقش بسیار جدی این ارتباطات در یادگیری ابعاد فنی، کسب‌وکاری و حتی رفتارهای عمومی تأکید فراوان دارند.

۵-۳-۷- حفاظت از بازار داخلی در مقابل رقبای خارجی

همان‌گونه که در تحلیل رژیم بازار نانو الیاف بیان شد، برای حفاظت از بازار محصولات صنعتی فناوری نانو الیاف، ابزار مشخصی در کشور استفاده نشده است. بازار بسیار بزرگ حوزه انرژی می‌تواند به‌عنوان یک پنجره فرصت کارآمد برای توسعه همپایی در فناوری نانو الیاف عمل کند، لیکن کنشگران این فناوری معتقدند که قوانین و مقررات داخلی از جمله «قانون حداکثر استفاده از توان تولیدی و خدماتی

در تأمین نیازهای کشور» تأثیر چندانی در استفاده از ظرفیت بازار بزرگ داخلی در این حوزه نداشته و نتوانسته است سهم خاصی از بازار فیلترهای مورد استفاده در این صنعت را به نانو فیلترهای تولید داخل اختصاص دهد.

همان‌گونه که در جدول (۱) ارائه شد، مالربا و نلسون (۲۰۰۸) در تحلیل همپایی در چند بخش در کشورهای مختلف، ابزارهایی را برای ایفای نقش دولت در فرآیند همپایی بیان و تحلیل کرده‌اند که شامل حمایت از تحقیق و توسعه؛ تقویت فضای رقابت؛ محافظت از شرکت‌های داخلی در مقابل رقبای خارجی؛ ایجاد مراکز تحقیقاتی دولتی و حمایت از کارآفرینی است (Malerba & Nelson, 2008). مقایسه ابزارهای دولتی در ایران با این ابزارها، حاکی از تعدد و تنوع برنامه‌های دولتی در حوزه تجهیزات آزمایشگاهی الکتروروسی است که از نقاط قوت مداخلات دولتی به شمار می‌رود، اما موفقیت در حفاظت از بازار داخلی در حوزه تجهیزات صنعتی، چندان مشهود نیست و برنامه دولتی مشخصی در این زمینه دیده نمی‌شود. کیم (۱۹۹۸) نیز در تحلیل همپایی شرکت هیوندایی، هفت اصل را برای نقش‌آفرینی دولت در جدول (۱) بیان کرده است که تمرکز آن‌ها بر حمایت‌های منوط به همپایی بازار است. با مقایسه بین نقش دولت در ایران با این اصول نیز، ضعف ابزارهای حمایتی دولتی برای حفاظت از بازار داخلی در حوزه محصولات صنعتی نانو الیاف مشهود است (Kim, 1998).

۴-۵- فرصت‌های نهادی

شرکت‌ها برای ورود به بازار صادرات باید توانمندی‌های مکمل فراوانی از جمله امکان برقراری ارتباط مالی با خریداران خارجی را کسب کنند؛ اما عدم توفیق در گشایش حساب در بانک‌های خارجی به علت تحریم بودن بانک‌های ایرانی، یکی از مشکلات شرکت‌های داخلی است. شرکت‌های فناور در سال‌های گذشته از کشورهایی نظیر عراق، مکزیک، سوریه، هند، آفریقای جنوبی، ترکیه، انگلستان، آلمان و آمریکا، درخواست‌هایی برای خرید تجهیزات الکتروروسی دریافت کرده‌اند که به علت مسائل بانکی نتوانسته‌اند به‌طور مستقیم به همه درخواست‌ها پاسخ مثبت بدهند. یکی از این شرکت‌ها برای عبور از موانع و تداوم یافتن مسیر همپایی، یک شرکت با سرمایه‌گذاری مشترک در مالزی ایجاد کرد و توانست تا حدی مسیر صادرات محصول رومیزی خود را هموار کند. از سوی دیگر تحریم‌ها علیه ایران، اثرات مثبتی نیز در توسعه بازار داخلی شرکت‌ها در بخش نانو الیاف داشته است. یک شرکت صنعتی تولیدکننده فیلترهای نیروگاهی، قبل از توسعه توانمندی ساخت تجهیزات صنعتی الکتروروسی در ایران، برای خرید یک سیستم الکتروروسی از کشور چک اقدام کرده بود. علیرغم آمادگی طرف ایرانی برای پرداخت قیمت

پیشنهادی طرف خارجی که بالاتر از قیمت متعارف این سیستم بود، شرکت خارجی اعلام کرد که به علت تحریم‌های اقتصادی علیه ایران، حاضر به فروش این سیستم به ایران نیست. در چنین شرایطی، یک شرکت انتقال فناوری که با حمایت ستاد ویژه توسعه فناوری نانو شکل گرفته بود، شرکت صنعتی را از وجود توانمندی تولید چنین سیستمی در داخل کشور مطلع کرد و به هم‌رسانی^{۱۶} بین شرکت فناوری و شرکت صنعتی را انجام داد (حسینی، ۱۳۹۵). این اقدام منجر به یک ارتباط فنی و تجاری مستمر بین شرکت فناوری و شرکت صنعتی شد و تا زمان انجام این مطالعه، چهار سیستم صنعتی تولید نانو الیاف به وسیله‌ی شرکت فناوری ساخته شده و در شرکت صنعتی نصب و راه‌اندازی شده است. این همکاری زمینه توسعه توانمندی‌های طراحی و ساخت این تجهیزات در این بخش را به گونه‌ای فراهم کرده است که شرکت ایرانی موفق به صادرات این سیستم به کره جنوبی و مالزی شده و در زمان انجام این پژوهش، مقدمات صادرات چندین سیستم به کشور چین را فراهم کرده است.

تیم سردبیری نشریه ACS Nano نیز پس از بازدیدی که از ایران داشتند، در سرمقاله‌ی این نشریه بر تأثیر مثبت تحریم‌های خارجی بر ارتقای توانمندی‌های شرکت‌های ایرانی در تولید تجهیزات فناوری نانو تأکید کرده‌اند (Khademhosseini et al., 2016).

بنابراین وجود عوامل سیاسی، از یک سو با ایجاد برخی محدودیت‌ها برای ورود رقبای خارجی به بازار ایران، فرصت بهره‌برداری بیشتر از بازار داخلی را برای شرکت‌های محلی فراهم می‌کند و از سوی دیگر با ایجاد مانع برای صادرات محصولات شرکت‌های داخلی، بر مسیر رشد آن‌ها تأثیر منفی دارد. مجید پور نیز در تحلیل اثرات تحریم‌ها بر همپایی در شرکت مپنا، بر وجود اثرات دوگانه تأکید کرده است (Majidpour, 2016a). البته سازوکار اثر مثبت تحریم‌ها در آن صنعت، از نوع تقویت تصمیمات مدیریتی بوده و در این بخش، از نوع ایجاد فرصت دسترسی به بازار داخلی برای فناوران داخلی است.

۶- جمع‌بندی

در این پژوهش تلاش شد تا عوامل مؤثر بر همپایی در بخش نانو الیاف در ایران، شناسایی و تحت عنوان پنجره فرصت‌های همپایی در چارچوب نظام بخشی نوآوری تحلیل شوند. این عوامل در قالب چهار پنجره شامل پنجره فرصت فناوری، پنجره فرصت تقاضا یا بازار، پنجره فرصت سیاست‌های عمومی یا برنامه‌های دولتی و پنجره فرصت نهادی دسته‌بندی و تحلیل شدند. نتایج پژوهش نشان داد که:

۱. رژیم فناوری نانو الیاف به گونه‌ای است که فرصت‌های متعدد، فراگیر و متنوعی را برای همپایی

شرکت‌های متأخر فراهم می‌کند. این فرصت‌ها شامل تغییرات در تجهیزات تولید، تغییرات در ترکیبات پلیمری و تغییرات در مولفه‌های عملیاتی است. این رژیم موجب تعدد فناوران و کنشگران دانشگاهی در این بخش می‌شود.

۲. بازارهای متنوع و بزرگ داخلی، قابلیت ایجاد فرصت برای تسریع فرآیند همپایی در بخش نانو الیاف را دارد. بزرگ‌ترین این بازارها شامل بازار فیلترهای نیروگاهی و بازار فیلترهای خودرو است. البته وابستگی شدید به برند در بازار فیلترهای نیروگاهی و سنتی بودن بازار فیلترهای خودرو از جمله موانع بهره‌گیری از ظرفیت این بازارها در کمک به همپایی در این بخش است. ورود کنشگران نوآور و جدید به بازار فیلترهای خودرو، از نشانه‌های تغییر در رژیم بازار است و طبق تجربیاتی که محققان در تبیین تغییرات در بخش‌های با الگوی تخریب خلاق منتشر کرده‌اند، پیش‌بینی می‌شود که ورود این نوآوران جدید در آینده موجب تقویت تمایل بازیگران سنتی نسبت به استفاده از فناوری نانو الیاف خواهد شد. تولیدکنندگان نانو فیلترها علی‌رغم همه مقاومت‌های بازار فیلترهای نیروگاهی توانسته‌اند به صورت محدود به این بازار وارد شوند. انتظار می‌رود ترکیب توانمندی فنی و مزیت قیمتی تأمین‌کنندگان داخلی موجب افزایش اعتماد به برند داخلی و افزایش سهم از این بازار شود.

۳. برنامه پرداخت یارانه دولتی به خریداران تجهیزات الکترونیسی تولید داخل، نقش مؤثری در بازار سازی در این بخش داشته است. ایجاد تناسب بین میزان یارانه و درجه پیچیدگی فناوری با سازوکار پلکانی، موجب ترغیب شرکت‌ها و ارتقای مستمر فناوری و جلوگیری از قفل‌شدگی آن‌ها در یک سطح از فناوری شده است. برنامه‌های حمایت دولتی در موفقیت شرکت‌ها در مراحل ورود به سیکل همپایی و همپایی تدریجی مؤثر است ولی شرکت‌ها برای طی کردن موفق یک سیکل همپایی باید بتوانند سهم خود از بازارهای جهانی را افزایش دهند و صرفاً متکی بر بازارهای یارانه‌ای داخلی باقی نمانند.

۴. تحریم‌های خارجی علیه ایران از یکسو حضور تأمین‌کنندگان خارجی تجهیزات تولید نانو الیاف را در بازار ایران محدود کرده است و فرصت حضور و استفاده از این بازار برای نوآوران داخلی را فراهم کرده است، از سوی دیگر فرصت استفاده از بازارهای خارجی را محدود کرده است. مبتنی بر یافته‌های این پژوهش می‌توان چند پیشنهاد سیاستی را به مدیران و کنشگران این بخش ارائه کرد؛

- ویژگی‌های رژیم فناوری نانو الیاف از یکسو و توسعه برنامه‌های آموزشی و دانشگاهی از سوی دیگر، موجب تعدد کنشگران دانشگاهی در این فناوری می‌شود. پیشنهاد می‌گردد ضمن تعدیل برنامه‌های

دانشگاهی،

سیاست‌هایی جهت جلوگیری از تشدید رقابت‌های منفی بین کنشگران این بخش در پیش گرفته شود. ابزارهای ادغام، همکاری‌های راهبردی و بخش‌بندی بازار، می‌تواند در این راستا مورد توجه قرار گیرد. - به نظر می‌رسد قانون حداکثر استفاده از توان تولیدی و خدماتی در تأمین نیازهای کشور، ظرفیت فعال‌سازی بازارهای شبه‌دولتی در حوزه‌های نفت، گاز و پتروشیمی را ندارد. پیشنهاد می‌شود برای استفاده از این پنجره فرصت بسیار بزرگ، برنامه‌های مؤثرتری تدوین شود، زیرا عدم پاسخ‌گویی به موقع به این فرصت بازار، موجب تأثیر منفی آن در رقابت بین شرکت‌های داخلی و رقبای خارجی در فناوری نانو الیاف خواهد شد.

از آنجاکه ایران دارای برنامه ملی برای توسعه فناوری نانو است، پیشنهاد می‌شود حوزه‌های اولویت‌دار این برنامه به صورت عمیق مورد مطالعه قرار گیرد تا با شناخت پنجره‌های فرصت همپایی در هر کدام از آن حوزه‌ها، ابزارهای سیاستی متناسب با آن‌ها طراحی و اجرا شود. فناوری پلازما، فناوری نانو نقره و فناوری نانو پوشش‌ها از جمله فناوری‌های مقیاس نانو هستند که اهمیت بالایی دارند و شرکت‌های فناوری به‌طور گسترده در آن حوزه‌ها فعالیت دارند، لذا پیشنهاد می‌شود که تحلیل فرصت‌های همپایی در این بخش‌ها در اولویت قرار گیرد.

۷- تقدیر و تشکر

نویسندگان از کارشناسان و مدیران ستاد ویژه توسعه فناوری نانو و شرکت‌های فعال در بخش نانو الیاف بابت همکاری صمیمانه در ارائه اطلاعات و اسناد و از چهار نفر از داوران محترم مجله بابت ارائه نظرات و راهنمایی‌های ارزشمند که موجب تقویت ساختار و محتوای مقاله شد سپاس‌گزاری می‌کنند.

References

- Ahmadvand, E., Salami, S.R., Soofi, J.B. and Tabatabaieian, S.H. 2018. Catch-up process in nanotechnology start-ups: The case of an Iranian electrospinning firm. *Technology in Society*.
- Amsden, A. 1989. Asia's next giant : South Korea and late industrialization: *Oxford University Press*.
- Breschi, S. and Malerba, F. 1997. Sectoral innovation systems: technological regimes, Schumpeterian dynamics, and spatial boundaries. *Systems of innovation: Technologies, institutions and organizations*, pp. 130-156.
- Breschi, S. Malerba, F. and Orsenigo, L. 2000. Technological regimes and Schumpeterian patterns of inno-

۸- مراجع

- vation. *The Economic Journal*, 110(463), pp. 388-410.
- Fagerberg, J. and Godinho, M.M. 2005. Innovation and catching-up. *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford University Press, New York , pp. 514-543.
- Fan, P. and Watanabe, C. 2006. Promoting industrial development through technology policy: Lessons from Japan and China. *Technology in Society*, 28(3), pp. 303-320.
- FARIDI, M.R. Naderi, N. and KOOCHAKI, J.A. 2016. Needleless electrospinning apparatus. *Google Patents*.
- Hobday, M. 1995. East Asian latecomer firms: learning the technology of electronics. *World Development* , 23(7), pp. 1171-1193.
- Kang, H. and Song, J. 2017. Innovation and recurring shifts in industrial leadership: Three phases of change and persistence in the camera industry. *Research Policy* ,46(2), pp. 376-387.
- Kannan, B. Cha, H. and Hosie, I.C. 2016. Electrospinning—Commercial Applications, Challenges and Opportunities. In S. Fakirov ed. Nano-size Polymers: Preparation, Properties, Applications. *Cham, Springer International Publishing*. pp. 309-342.
- Khademhosseini, A. Parak, W.J. and Weiss, P.S. 2016. Nanoscience and Nanotechnology around the World. *ACS nano*, 10(5), pp. 4883-4884.
- Kiamehr, M. Hobday, M. and Hamed, M. 2015. Latecomer firm strategies in complex product systems (CoPS): The case of Iran's thermal electricity generation systems. *Research Policy*, 44(6) , pp. 1240-1251.
- Kim, J.Y. Park, T.Y. and Lee, K. 2013. Catch-up by indigenous firms in the software industry and the role of the government in China: A sectoral system of innovation (SSI) perspective. *Eurasian Business Review* , 3(1), pp. 100-120.
- Kim, L. 1980. Stages of development of industrial technology in a developing country: a model. *Research Policy*, 9(3), pp. 254-277.
- Kim, L. 1997. Imitation to innovation: The dynamics of Korea's technological learning: *Harvard Business Press*.
- Kim, L. 1998. Crisis construction and organizational learning: Capability building in catching-up at Hyundai Motor. *Organization science*, 9(4), pp. 506-521.
- Lee, J. 1996. Technology imports and R&D efforts of Korean manufacturing firms. *Journal of Development Economics*, 50(1), pp. 197-210.
- Lee, K. Gao, X. and Li, X. 2017. Industrial catch-up in China: a sectoral systems of innovation perspective. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 10(1), pp. 59-76.
- Lee, K. and Lim, C. 2001. Technological regimes, catching-up and leapfrogging: findings from the Korean industries. *Research Policy*, 30(3), pp. 459-483.
- Lee, K. and Malerba, F. 2016. Catch-up cycles and changes in industrial leadership: Windows of opportunity and responses of firms and countries in the evolution of sectoral systems. *Research Policy*.

- LF Nascimento, M. et al. 2015. A literature investigation about electrospinning and nanofibers: historical trends, current status and future challenges. *Recent patents on nanotechnology*, 9(2), pp. 76-85.
- Li, Z. and Wang, C. 2013. One-dimensional nanostructures: electrospinning technique and unique nanofibers: *Springer*.
- Majidpour, M. 2011. The Dynamics of Technological Catching-up: The Case of Iran's Gas Turbine Industry. *University of Sussex*.
- Majidpour, M. 2016a. International technology transfer and the dynamics of complementarity: A new approach. *Technological Forecasting and Social Change*.
- Majidpour, M. 2016b. Technological catch-up in complex product systems. *Journal of Engineering and Technology Management, Volume (41)*, pp. 92-105.
- Malerba, F. 2002. Sectoral systems of innovation and production. *Research Policy*, 31(2), pp. 247-264.
- Malerba, F. and Nelson, R. 2008. Catching up in different sectoral systems. *Globelics working paper series*.
- Malerba, F. and Orsenigo, L. 1993. Technological Regimes and firm behavior. *Industrial and Corporate Change*, 2(1), pp. 45-66.
- Mathews, J. 1995. High-Technology Industrialization in East Asia: The Case of the Semiconductor Industry in East Asia (*Taipei: Chung-Hua Institute for Economic Research*).
- Mathews, J.A. 2002. Competitive advantages of the latecomer firm: A resource-based account of industrial catch-up strategies. *Asia Pacific Journal of Management*, 19(4), pp. 467-488.
- Mazzoleni, R. and Nelson, R.R. 2007. Public research institutions and economic catch-up. *Research Policy*, 36(10), pp. 1512-1528.
- Mirzaei, E. Majidi, R.F. Sarkar, S. and Rezayat, S.M. 2015. Electro spun nanofibrous wound dressing and a method of synthesizing the same. *Google Patents*.
- Mohammadzadehmoghadam, S. et al. 2016. Electrospinning: Current Status and Future Trends. In S. Fakirov ed. Nano-size Polymers: Preparation, Properties, Applications. *Cham, Springer International Publishing*. pp. 89-154.
- Mu, Q. and Lee, K. 2005. Knowledge diffusion, market segmentation and technological catch-up: The case of the telecommunication industry in China. *Research Policy*, 34(6), pp. 759-783.
- Niosi, J. and Reid, S.E. 2007. Biotechnology and nanotechnology: science-based enabling technologies as windows of opportunity for LDCs? *World Development*, 35(3), pp. 426-438.
- Perez, C. and Soete, L. 1988. Catching up in technology: entry barriers and windows of opportunity. *Technical change and economic theory*, pp. 458-479.
- Radošević, S. 1999. International Technology Transfer and Catch-up in Economic Development: Edward Elgar.
- Ramakrishna, S. 2005. An introduction to electrospinning and nanofibers: *World Scientific*.
- Ramani, S.V. Chowdhury, N. Coronini, R. and Reid, S.E. 2011. On India's plunge into Nanotechnology:

- What are good ways to catch-up? *UNU-MERIT Working Paper Series*(2011-020).
- Roco, M.C. Mirkin, C.A. and Hersam, M.C. 2011. Nanotechnology research directions for societal needs in 2020: summary of international study. *Journal of Nanoparticle Research*, 13(3), pp. 897-919.
- Sarkar, K. et al. 2010. Electrospinning to forcespinning™. *Materials Today*, 13(11), pp. 12-14.
- Shin, J.S. 2016. Dynamic catch-up strategy, capability expansion and changing windows of opportunity in the memory industry. *Research Policy*.
- StatNanao. 2018. StatNano [online]. Available at: <http://statnano.com/strategicplans> [Accessed 2018/03/15 2018].
- Thavasi, V. Singh, G. and Ramakrishna, S. 2008. Electrospun nanofibers in energy and environmental applications. *Energy & Environmental Science* 1(2) 205-221.
- Tomaszewski, W. and Szadkowski, M. 2005. Investigation of electrospinning with the use of a multi-jet electrospinning head. *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, 13(4), p. 22.
- Wong, P.K. 1999. National innovation systems for rapid technological catch-up: An analytical framework and a comparative analysis of Korea, Taiwan, and Singapore. DRUID Summer Conference held in Rebild.
- Yin, R.K. 2014. Case study research: Design and methods Fifth edition: *Sage publications*.
- Zhang, Z. Jin, J. and Guo, M. 2017. Catch-up in nanotechnology industry in China from the aspect of process-based innovation. *Asian Journal of Technology Innovation*, pp. 1-18.

توانیر. ۱۳۹۵، روند ۱۰ ساله صنعت برق ایران از ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۴. آمار تفصیلی صنعت برق ایران. حسنی، سیدحمزه، قافله باشی، سیدمجتبی و رفیعی، سعیدحسین. ۱۳۹۵. داستان نانو تافته: انتشارات بسیج دانشجویی دانشگاه امام صادق.

ستاد فناوری نانو. ۱۳۸۶. گزارش عملکرد سند راهبرد آینده.

ستاد فناوری نانو. ۱۳۹۰. گزارش عملکرد سند راهبرد آینده.

ستاد فناوری نانو. ۱۳۹۱. a. راهبرد آینده: راهبرد دهساله توسعه فناوری نانو در جمهوری اسلامی ایران - سند تکمیلی سوم. ستاد ویژه توسعه فناوری نانو.

ستاد فناوری نانو. ۱۳۹۱. b. گزارش عملکرد سند راهبرد آینده.

ستاد فناوری نانو. ۱۳۹۲. گزارش عملکرد سند راهبرد آینده.

ستاد فناوری نانو. ۱۳۹۳. گزارش عملکرد سند راهبرد آینده.

ستاد فناوری نانو. ۱۳۹۴. گزارش عملکرد سند راهبرد آینده.

ستاد فناوری نانو. ۱۳۹۵. a. گزارش عملکرد سند راهبرد آینده.

ستاد فناوری نانو. ۱۳۹۵. b. محصولات فناوری نانو ساخت ایران - ویرایش سوم: ستاد ویژه توسعه فناوری نانو.

شبکه چهار سیما. ۱۳۹۵. صفر تا صد؛ فناوران نانومقیاس. صفر تا صد. ۱۷ دقیقه.

شرکت ملی صنایع پتروشیمی. ۱۳۹۶. عملکرد صنعت پتروشیمی [online]: روابط عمومی شرکت ملی صنایع پتروشیمی.

Available at: <http://www.nipna.ir/fa/newsagency/15053/> [Accessed June 13 2017].

فروندی، محمدجواد... ۱۳۹۲. سخنرانی مدیر طراحی شرکت بهران فیلتر در مجمع اقتصاد نانو

[online]. Available at: <http://news.nano.ir/1/447401395/>.

فریدی مجیدی، رضا. ۱۳۸۷. مصاحبه با ماهنامه فناوری نانو.

معاونت علمی و فناوری. ۱۳۹۵. a. نمایشگاه تجهیزات و مواد آزمایشگاهی ساخت ایران، دستورالعمل ارزیابی فنی محصولات

[online]. Available at: <http://iranlabexpo.ir/index.php?ctrl=page&id=13011395>.

معاونت علمی و فناوری. ۱۳۹۵. b. نمایشگاه تجهیزات و مواد آزمایشگاهی ساخت ایران، لیست محصولات

[online]. Available at: <http://iranlabexpo.ir/index.php?ctrl=products&lang=11396>

موسسه خدمات فناوری تا بازار ایرانیان ۱۳۹۵. جهش ۱؛ فناوران نانومقیاس. جهش. ۴۰ دقیقه.

موسسه خدمات فناوری تا بازار ایرانیان. ۱۳۹۶. خدمات به شرکت‌های فناوری نانو

[online]. Available at: http://tmisc.ir/index.php?ctrl=static_page&lang=1&id=2336§ion_id=351396

هیئت دولت. ۱۳۹۶. سند گسترش کاربرد فناوری نانو در افق ۱۴۰۴.

1. Gradual catch up
2. Latecomer
3. Level
4. Variety
5. Pervasiveness
6. Sources
7. Appropriateness
8. Cumulativeness
9. Data Unit
10. Data Triangulation
11. Creative Destruction
12. Schumpeter Mark I
13. Creative Accumulation
14. Schumpeter Mark II

۱۵. اطلاعات پایان‌نامه‌ها و مقالات ISI محققان ایرانی در فناوری نانو الیاف، با جستجوی عبارات زیر در بخش بانک‌های اطلاعاتی پایگاه استت نانو (www.statnano) استخراج شده است؛

- پایان‌نامه‌ها: عبارت (نانوالیاف OR الکتروریسی OR نانوفیبر) در عنوان یا کلمات کلیدی پایان‌نامه‌ها.

- مقالات ISI: عبارت (nanofib* OR electropin* OR electrospun) در عنوان یا کلمات کلیدی مقالات.

16. Matchmaking