

سیستم های نوآوری فناورانه و دیدگاه چندسطحی: به سوی چارچوبی یکپارچه

نویسندگان: جاشن مارکارد، برنارد ترافر

مترجم: آیدا پوریان‌سب

چکیده

سیستم های نوآوری فناورانه و چارچوب چندسطحی مفاهیم به هم نزدیک و مرتبطی در مطالعات گسترده ی تغییرات فناورانه هستند. آنها بر پایه ی ریشه های نظری مشترکی بنا شده اند و آثار تجربی مشابهی را تحلیل میکنند. اگرچه، اینها در پژوهش های مستقلی توسعه یافته اند ولی در چند سال اخیر به هم گره خورده اند. این مقاله هر دو مفهوم را بررسی می کند و تفاوت ها و شباهت هایشان را مشخص می نماید. با این پس زمینه، ما ابتدا عناصر مسیرمان به سوی چارچوبی یکپارچه را با ترکیب نقاط قوت هر دو رویکرد به دست می آوریم که این امکان را فراهم می آورد درک بهتری از فرایندهای نوآوری رادیکال و دگرگونی های اجتماعی فنی داشته باشیم.

۱. مقدمه

تحلیل فرایندهای نوآوری رادیکال و دگرگونی های اساسی در کل بخش های اقتصادی، یکی از زمینه های پژوهشی کلاسیک در ادبیات نوآوری است. درکی بهبودیافته از این فرایندها بسیار حائز اهمیت و در عین حال دشوار است. اهمیتش به خاطر عواقبی است که برای تأمین کنندگان، تولیدکنندگان و مشتریان در یک زمینه ی خاص و هم چنین سیاست گذاران و جامعه در مجموع دارد. و دشوار است از آن جهت که فرایندهای نوآوری اساسی پیچیده اند چرا که معمولاً به توسعه ی مشترک اوضاع جدید اجتماعی فنی، ساختارهای جدید بازار، بازیگران جدید و تنظیمات نهادی جدید بستگی دارند. به علاوه، نوآوری و فرایندهای گذار بزرگ تر به شرایط بافتاری تاریخی و فاصله ای بستگی دارند، که چالشی قوی را با سازه ی نظری و روش شناسی پژوهشی آنها رویاروی می کند که هدفشان یافته های تجربی عمومی است.

پژوهشگران نوآوری، برای تحلیل فرایندهای دگرگونی اساسی، رویکردشان را حداقل از دو دیدگاه متفاوت مطرح می کنند. هم تمرکزشان بر دورنماها و پویایی های یک نوآوری خاص است (برای مثال فناوری پیل سوختی) که پتانسیل مشارکت دانشی در تغییرات گسترده ی آتی را دارد. مثل "دیدگاه فناوری نوظهور" که معمولاً درباره ی محرک ها و موانع اشاعه ی موفق یک فناوری یا محصول خاص است. سپس سازه ی نظری بر شناسایی الگوهای عمومی مشترک در فرایندهای گوناگون نوآوری تمرکز می کند. یک رویکرد جایگزین، می تواند بررسی فرایندهای گذار گسترده تر در یک سطح متراکم تر باشد (برای مثال تأمین الکتریسیته ی عمومی)، که شامل انواع نوآوری ها می شود، نوآوری هایی که احتمالاً موجب جانشینی فناوری های جانشین و دگرگونی ساختارهای بخشی می شود. در این "دیدگاه گذار"، پرسش اصلی این است که کدام عوامل این فرایندهای دگرگونی را تحریک می کنند. عمومی شدن، می تواند حاصل مقایسه ی دگرگونی های مختلف باشد.

در حقیقت، هر دو دیدگاه، به درک عمیق تر نوآوری رادیکال و فرایندهای دگرگونی کمک می کنند و موجب نتیجه گیری های مشابه می شوند. هر دو رویکرد همچنین همدیگر را تکمیل می کنند. در ادبیات نوآوری، دو رشته ی عمده ی کار مفهومی و تجربی دو دیدگاه متفاوت را نشان می دهد: رویکردهای سیستم نوآوری و ادبیات گذارهای فناورانه.

مفهوم سیستم های نوآوری در سطوح مختلف اهداف گوناگون تحلیلی تعریف شده است (کارلسون و همکاران ۲۰۰۲؛ کارلسون ۲۰۰۶؛ چانگ و چن ۲۰۰۴؛ ادکوئیست ۱۹۹۷). در ادامه، ما بر نقش تحلیل فرایندهای نوآوری رادیکال تمرکز خواهیم کرد. سیستم های نوآوری از کارهای بازیگران و نهادهایی ترکیب شده است که نوآوری ها را توسعه و اشاعه می دهند و از آنها استفاده می کنند (برای مثال، کارلسون و استانکویکز ۱۹۹۵؛ ادکوئیست ۲۰۰۵؛ مالربا ۲۰۰۲). سیستم های نوآوری گوناگونی را با کارکردهایی که آنها در نظر گرفته اند می توان ارزیابی و مقایسه کرد (برگک و همکاران ۲۰۰۵؛ هکرت و همکاران ۲۰۰۷؛ جانسون ۲۰۰۱؛ نگرو و همکاران ۲۰۰۷). کارکردها، ویژگی های نوظهوری از اثرات متقابل بین بازیگران و نهادها هستند. با ارزیابی این کارکردها می توان به توصیه های سیاستی دست یافت، برای مثال، برای پشتیبانی از توسعه ی یک فناوری خاص (همان).

ادبیات گذار های فناورانه، دومین جریانی است که در سال های اخیر توجه زیادی را به خود جلب کرده است، و مفاهیمی مانند رژیم های اجتماعی فنی، جا ویژه ها و نماهای کلی را مطرح می کند که از چارچوب چندسطحی در مطالعه ی رژیم های دگرگونی به دست می آیند (الزن و همکاران ۲۰۰۴؛ گیلز ۲۰۰۲؛ راون ۲۰۰۷؛ ریپ و کمپ ۱۹۹۸؛ اسمیت و همکاران ۲۰۰۴؛ ون دن ان و کمپ ۱۹۹۹). چارچوب چندسطحی، گذارهای فناورانه را به عنوان فرایندهای تعاملی تغییر در سطح خرد جاویژه ها و سطح میانی رژیم های اجتماعی فنی در نظر می گیرد که هر دو در نمای کلی گسترده تری از عوامل در سطح کلان جاسازی شده اند (گیلز ۲۰۰۲، ۲۰۰۵؛ وربونگ و گیلز ۲۰۰۷). چارچوب گذارهای فناورانه از توصیه های مداخلات سیاستی و مسائل حاکمیتی گسترده تر با توضیح مفاهیمی مثل مدیریت جاویژه ی راهبردی (هوگما و همکاران ۲۰۰۲؛ کمپ و همکاران ۱۹۹۸؛ اسمیت ۲۰۰۳؛ ترافر و همکاران ۲۰۰۳) یا مدیریت گذار (کمپ و لوربچ ۲۰۰۶؛ کمپ و رتمنز ۲۰۰۵) الهام گرفته است. این دو رشته کاملاً مستقل از هم ظاهر شده اند هر چند هدف شان توضیح آثار تجربی مشابه است و بر پایه ی زمینه های مفهومی مشترکی بنا شده اند. هر دوی اینها اهمیت شبکه ها و فرایندهای یادگیری را با نقش حیاتی نهادها در فرایندهای نوآوری موفق نشان می دهند. هر دو آثاری مثل وابستگی به مسیر، قفل شدگی، وابستگی متقابل، غیرخطی بودن و پویایی های جفتی را تأیید می کنند. به طور کلی، هر دو مفهوم ریشه در نظریه پردازی اقتصاد تکاملی دارند. در حالی که برخی ها این بحث را مطرح می کنند که نظریه ی سیستم در علوم اجتماعی یا طبیعی از نظریه ی تکاملی کاملاً متفاوت است (مالربا، ۲۰۰۲)، این در مورد چارچوب سیستم های نوآوری صدق نمی کند. در عوض، پژوهشگران سیستم نوآوری به وضوح به نظریه ی تکاملی ارجاع می دهند (کارلسون و استانکویکز ۱۹۹۱؛ چمینید و ادکوئیست ۲۰۰۵؛ ادکوئیست ۱۹۹۷؛ مالربا ۲۰۰۲).

اشتراک بیشتر بین رویکرد سیستم ها و چارچوب چندسطحی این است که پژوهشگران هر دو زمینه معمولاً دیدگاهی بین رشته ای دارند و خواص بافتارهای فاصله ای و تاریخی را در نظر می گیرند. در نهایت، هر دوی این چارچوب ها به چندین سال توسعه ی نظری و موردکاوی های تجربی بسیار گسترده ای تکیه دارند که آنها را آزمایش و پالایش کرده اند. هر دوی اینها نیز به سوی سیاست گذاری نوآوری توسعه یافته اند.

با توجه به اشتراکات موجود، این سوال مطرح می شود که چگونه این دو چارچوب به هم مرتبط می شوند و آیا توازی ها و جنبه های مکمل شان را می توان استخراج کرد؟ به علاوه، علائم نشان می دهند فاصله ی بین این دو رویکرد رو به کاهش است. با اینکه هر کدام برای نمایش دیدگاه های کاملاً مجزایی به کار می روند، پژوهشگران برای مثال شروع کرده اند که رویکرد چندسطحی را برای فناوری های نوظهور هم به کار ببرند (گیلز و راون ۲۰۰۶؛ راون و گیلز ۲۰۰۶). در نتیجه این سوال مطرح می شود که آیا مفهوم چندسطحی، بینش هایی را به دست می دهد که رویکرد سیستم های نوآوری از آن غفلت می کند و برعکس.

در این مقاله، ما اشتراکات مفهومی رویکرد سیستم های نوآوری و چارچوب چند سطحی را درباره ی کاربردشان در نوآوری هایی با تأثیرات گسترده (far reaching) و فرایندهای دگرگونی می یابیم. ما نقاط قوت و کمبودهای موجود در تعاریف و شرح تجربی مفاهیم اصلی را نشان می دهیم. بر این اساس، در نهایت مفهوم "سیستم های نوآوری فناورانه" ای را ارائه می دهیم که امکان یکپارچه کردن چارچوب چندسطحی و مفهوم سیستم نوآوری را برای مطالعات نوآوری های در حال ظهور و دور رس فراهم می کند.

این مقاله بدین صورت ساختار یافته است. در بخش های ۲ و ۳، دو بدنه ی ادبیات را به همراه اصطلاحات و مفاهیم اصلی شان بررسی می کنیم. به ویژه، ما بر روی تنوع تعبیر اصطلاحات کلیدی کار می کنیم و درباره ی موضوع کاربرد تجربی این مفاهیم بحث می کنیم. بخش ۴، اشتراکات و تفاوت های بین مفاهیم کلیدی هر دو چارچوب (سیستم ها، رژیم ها، جاویژه ها) را نشان می دهد. هم چنین، ما درباره ی کمبودهای هر رویکرد در شناسایی فضای هم افزایی و تکمیل کنندگی بحث می کنیم. بخش ۵، مسیر پژوهش را به سوی چارچوبی یکپارچه می برد و "سیستم های نوآوری فناورانه" (TIS) را در باریکه ای از مفاهیم سیستمی موجود تعریف می کند. ما هم چنین مجموعه ای مقدماتی از معیارهای حداقلی مناسب برای زمینه ی تجربی مشخص می کنیم که کاربرد مفهوم TIS در آن معنادار باشد. این گام ها اجازه ی پر کردن شکاف بین این دو رویکرد را می دهد و ما را به ترجمه ی مشترکی از بینش ها می رساند. بخش ۶، به نتیجه گیری بازتابی از یافته ها و پیشنهادهای ما می پردازد.

۲. رویکردهای سیستم نوآوری برای تحلیل های خاص فناوری

سیستم های نوآوری برای اهداف مختلف تحلیلی در سطوح مختلفی تعریف شده اند. سیستم های نوآوری ملی، اولین مفهومی بودند که در ادبیات نوآوری مطرح شدند. این مفهوم، ریشه در نظریه پردازی اقتصاد تکاملی در تغییرات اجتماعی فنی دارد و توسط لاندوال (۱۹۹۲)، فریمن (۱۹۹۷) و نلسون (۱۹۹۳) مطرح شده است. بعداً سیستم های منطقه ای و سیستم های بخشی نوآوری و تولید مانند سیستم های فناورانه بر چنین پایه ای به عنوان دیدگاه های مکمل مطرح شدند (کارلسون و همکاران ۲۰۰۲؛ کارلسون ۲۰۰۷؛ چانگ و چن ۲۰۰۴؛ و ادکوئیست ۱۹۹۷؛ را ببینید). تمرکز ادبیات بر سیستم های نوآوری ملی در ۲۰ سال گذشته بیشترین سهم را با تعلق ۵۰٪ انتشارات، سیستم های نوآوری منطقه ای ۱۹٪ و سیستم های نوآوری بخشی ۶٪ داشته است (کارلسون، ۲۰۰۷). در یک دید وسیع تر، مفهوم سیستم های فنی بزرگ (LTS) هم به عنوان عضوی از خانواده ی رویکردهای سیستم نوآوری در نظر گرفته می شود (گیلز، ۲۰۰۴) با اینکه فرایندهای نوآوری و تفکر تکاملی، نقشی غالب در ادبیات LTS ایفا نمی کنند.

با توجه به علاقه ی ما درباره ی فرایندهای نوآوری رادیکال، ما در ادامه بر مفاهیم سیستمی تمرکز می کنیم که برای دیدگاه خاص فناوری در فرایندهای نوآوری توسعه یافته اند. تمرکز تحلیلی ما بر مفهوم سیستم های فناورانه (کارلسون و استانکویکز، ۱۹۹۵) است، که آنها را با مفهوم کلی سیستم های نوآوری (ادکوئیست، ۲۰۰۵) و سیستم های بخشی نوآوری (مالربا، ۲۰۰۲) مقایسه می کنیم.

یک سیستم، در کل، موجودیتی متشکل از عناصری است که با هم در تعامل اند. سیستم، یک مدل واقعی طراحی شده برای اهداف تحلیلی است. این تعریف، تفاوت بین سیستم و محیطش را نشان می دهد. سیستم ها با ساختارشان توصیف می شوند که شامل مرزهای سیستم، تعداد و انواع عناصر سیستم، روابط بین آنها و روابط بین سیستم و محیطش می شود. سیستم های نوآوری، به ویژه، می توانند به عنوان مجموعه ای از سازمان ها و نهادها و روابط بین شان شناخته شوند (ادکوئیست، ۲۰۰۵).

سازمان ها (یا بازیگران یا نماینده ها) معمولاً بنگاه های خصوصی و زیرواحدهای بنگاه، نماینده های دولتی یا غیر دولتی، دانشگاه ها، امکانات پژوهشی، سرمایه گذاران خطرپذیر، انجمن ها و غیره را در بر می گیرند. از سوی دیگر، نهادها را می توان به عنوان قواعد بازی در نظر گرفت که شامل قوانین و مقررات، هنجارهای اجتماعی فرهنگی و همچنین فنی، استفاده از الگوها و انتظارات مشترک می شود.

روابط بین اجزاء سیستم، مثلاً بین بازیگران، بین نهادها و همچنین بین بازیگران و نهادها متعدد است. بازیگران ممکن است با هم رقابت کنند ولی همکاری هم دارند (یا با هم شبکه می سازند) یا ممکن است با هم تعامل داشته باشند مثلاً کالا، خدمات یا دانش مبادله کنند. نهادها ممکن است همدیگر را حمایت کنند ولی ممکن است با هم در تضاد هم باشند (ادکوئیست، ۲۰۰۵). به علاوه، ممکن است سلسله مراتب خاصی در چینش نهادی وجود داشته باشد. نهادها مشوق هایی را برای بازیگران در نظر می گیرند تا فعالیت های خاصی را انجام دهند و از انجام فعالیت های خاصی پرهیز کنند. می توان در استعاره گفت که بازیگران در بافتار نهادی جاسازی شده اند. هرچند، بازیگران هم می توانند عامدانه نهادهای موجود را تغییر دهند یا تعدیل کنند یا نهادهای جدید خلق کنند. این بدین معناست که یک رابطه ی دوگانه ی سوژه-اژه بین بازیگران و نهادها وجود دارد ("جاسازی مشترک"، ادکوئیست و جانسون ۱۹۹۷).

سیستم های نوآوری، که به یک فناوری یا محصول خاص منتسب می شوند در ادبیات، با عنوان سیستم های فناورانه (TS) از آنها یاد شده است. مطالعات زیادی به کارلسون و استانکویکز (۱۹۹۱) استناد کرده اند که سیستم های فناورانه را به صورت زیر تعریف نموده اند:

"شبکه ای از نماینده ها که در یک حوزه ی اقتصادی/صنعتی خاص تحت زیرساخت نهادی خاصی تعامل دارند و درگیر تولید، اشاعه و استفاده از فناوری هستند."

این تعریف، تمایز روشنی بین فناوری های جدید و جالفتاده قائل نمی شود، ولی در مقام تحلیل، نوآوری های رادیکال با فناوری های جالفتاده تفاوت دارند. "تولید" به طور خاص به فناوری های جدید اشاره می کند، "اشاعه و استفاده" هم شامل فناوری های جالفتاده می شود. واضح بگوییم، کارلسون و استانکویز (۱۹۹۵) سیستم فناورانه را به عنوان موجودیتی تعریف کردند که چیزهای نو می سازد و همزمان از فناوری های جالفتاده پشتیبانی می کند. هرچند این تمایز برای نوآوری های تدریجی، اهمیت چندانی ندارد، ما فکر می کنیم در تحلیل نوآوری های رادیکال مهم باشد. رویکرد سیستم های بخشی نوآوری و تولید (SSI) مشارکت جالبی درباره ی همین موضوع دارد و به وضوح محصولات جدید و جالفتاده را در تعاریفش از هم متمایز می سازد و می گوید:

"... از آنجا که مفهوم سیستم های بخشی شامل نوآوری و تولید مرتبط با تقاضا و فرایندهای بازار می شود، برای اهداف تحلیلی می توان سیستم نوآوری بخشی را جدا از سیستم تولید بخشی و سیستم توزیع بازار بخشی بررسی کرد" (مالر ۲۰۰۲).

در نتیجه هر دو مفهوم TS و SSI را به گونه ای تفسیر می کنیم که شامل یک بخش نوآوری باشند که محصولات (یا فناوری های) جدیدی را خلق می کند، اشاعه می دهد و از آنها استفاده می کند. بخش بعدی شامل خلق نوآوری های تدریجی، مثل بهبود مستمر فرایندهای تولید در یک سیستم یا بخش مورد نظر می شود. این بخشی است که به آرامی در یک گذرگاه فناورانه رخ می دهد و چالش های اساسی بیرونی را در نظر نمی گیرد. از سوی دیگر، بخش نوآوری سیستم، ممکن است درباره ی نوآوری های رادیکال باشد که موجب دگرگونی های چشمگیر در بخش تولید جالفتاده یا حتی نوظهور در یک سیستم جدید تولید می شوند. درچنین وضعیت هایی، ما هم انتظار داریم بازیگران، شبکه ها و نهادهای درگیر در فرایندهای نوآوری رادیکال با فعالیت های

اجرای یک سیستم جالفتاده یکسان نباشند، هرچند ممکن است در جاهایی همپوشانی داشته باشند (برای مثال در سطح بنگاه که شامل واحدهای مختلف کسب و کار می شود). در نتیجه، یک شناسه ی صریح و روشن برای بخش نوآوری سیستم ها ضروری است. ادکوئیست (۲۰۰۵) با تمرکز بر بخش نوآوری، رویکرد سیستم های نوآوری (SI) را چنین مطرح کرده است:

"یک سیستم نوآوری ، کارکردی دارد، یعنی این سیستم اجرا می شود یا به چیزی می رسد. کارکرد اصلی در سیستم های نوآوری این است که فرایندهای نوآوری را دنبال کنند یعنی نوآوری ها را توسعه دهند، اشاعه دهند یا از آنها استفاده کنند."

چالش دیگر این مفهوم پایه ای این است که، آیا خود نوآوری، مثلا یک فناوری یا محصول، باید بخشی از سیستم نوآوری باشد یا نه. برخی رویکردها مانند SSI و LTS ، این فناوری ها و محصولات را به عنوان اجزاء کامل سیستم در نظر می گیرند. در مقابل، مفهوم سیستم های فناورانه و رویکرد سیستم های نوآوری ادکوئیست (۲۰۰۵) چنین نیستند. به جایش، آنها نوآوری را درکل، یا فناوری جدید را به طور خاص، به عنوان خروجی سیستم در نظر می گیرند. ادکوئیست (۲۰۰۴) این برش تحلیلی را به عنوان تمایزی بین عوامل موثر و نتایج فرایند نوآوری در نظر می گیرد:

"...من باور دارم که تمایز قائل شدن بین متغیرهای مستقل و وابسته مفید است... بدین معنی که مهم است تمایزی بین عوامل موثر بر نوآوری و گرایش به نوآوری (یا نوآوری ها) و عواقب و نتایج نوآوری قائل شویم."

ما فکر می کنیم چنین تمایزی، باید به عنوان یک انتخاب تحلیلی در نظر گرفته شود. در واقعیت، نتایج فرایند نوآوری مستقیما به عوامل موثرش بر می گردد. به خاطر این تعامل نزدیک و مهم، ما خود نوآوری را به عنوان بخشی از سیستم در نظر می گیریم، که واقعا با دیگر عناصر سیستم فرقی ندارد، به جز اینکه عنصری است که پژوهشگر نوآوری تمایل بیشتری برای مطالعه درباره ی آن دارد.

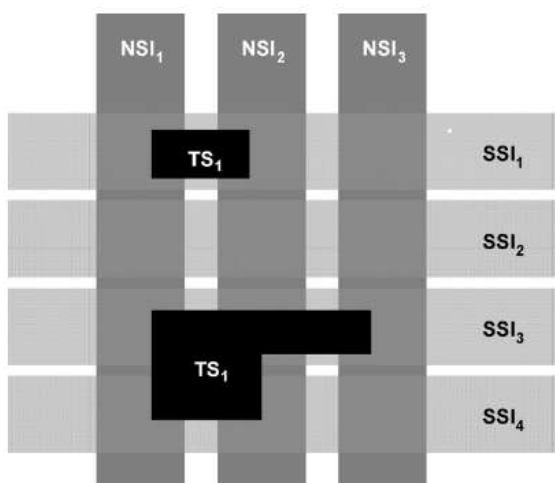


Fig. 1. Potential relationship between national (NSI) and sectoral (SSI) systems of innovation and a technological system (TS).

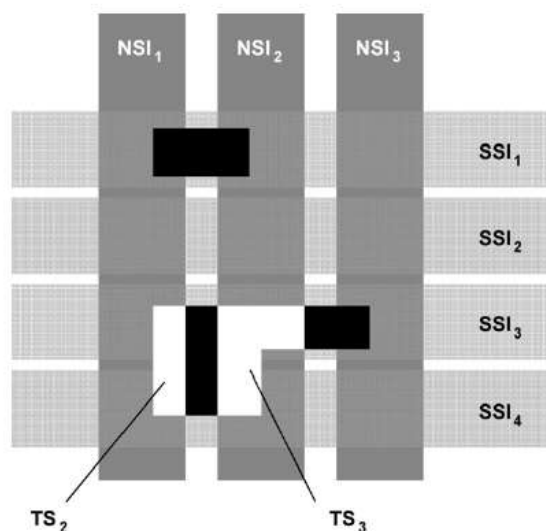


Fig. 2. Example of a delineation of two 'sub'-TS in spatial and sectoral terms.

مسئله ی چگونگی توصیف سیستم نوآوری، برای مثال، تفاوت قائل شدن بین سیستم و محیطش، هم مهم است و هم چالشی. از آن جهت مهم است که این توصیف بر یافته ها تأثیر می گذارد و از آن جهت چالشی است که هیچ شیوه ی درست و نادرستی برای ترسیم مرزهای سیستم وجود ندارد، و باید این را در نظر گرفت که سیستم یک سازه ی نظری است که در بافتار یک پژوهش خاص به کار می رود و تعریف می شود.

اول از همه، توصیف سیستم به مفهوم انتخابی سیستم بستگی دارد. ، برای مثال، سیستم های ملی یا منطقه ای نوآوری، در درجه ی اول بر اساس مکان شان مشخص می شوند و عموماً شامل سازمان ها و نهادهای یک منطقه ی ارضی خاص می شوند که در تأثر و تعامل با هم هستند. در مقابل، سیستم های بخشی را می توان در ساختارهای صنعتی مشخص کرد که معمولاً مرزهای جغرافیایی را قطع می کنند. شکل ۱ را ببینید. سیستم های فناورانه هم معمولاً مثل سیستم های بخشی، مرزهای جغرافیایی را قطع می کنند. در اینجا، این توصیف باید ساختار یک فناوری خاص را در زمینه ی دانش، یا محصول یا بازار در نظر بگیرد (کارلسون و همکاران، ۲۰۰۲). توصیف سیستم، موضوعی چالشی است چراکه فناوری های متفاوت یا زمینه های دانشی متفاوت در واقعیت تجربی در هم تنیده اند و ما اغلب با زنجیره های فناوری در زمینه های خاص رویاروی هستیم.

برای مثال، در مورد فناوری پیل سوختی، ما باید بدانیم که تحلیل مان را فقط بر دستگاه تبدیل انرژی و فناوری کاتالیست خاص متمرکز کنیم یا بر فناوری های کمکی خنک کننده، کنترل برق، تبدیل برق، تبادل گرما و غیره متمرکز شویم. آیا باید مطالعه مان را به یک فناوری کاتالیست محدود کنیم یا همه ی فناوری های کاتالیست موجود و انواع پیل های سوختی متناظر را در نظر بگیریم؟ یا باید بر تمام فناوری های پیل سوختی در زمینه ی کاربردی خاصی تمرکز کنیم، برای مثال، پیل های سوختی سیار، ثابت، یا قابل حمل.

این پرسش ها نمونه هایی برای انتخاب عمومی بین گستره یا عمق تحلیل و تمام یا برخی از کاربردهای یک زمینه خاص فناورانه هستند (برگ و همکاران، ۲۰۰۵). یک پاسخ عمومی برای چگونگی برخورد با این انتخابها این است که توصیف سیستم به گستره ی پرسش پژوهش و هدف تحلیل بستگی دارد. برای مثال، در شکل ۲، دو سیستم فناورانه که می توانند به عنوان اجزاء یک کل بزرگ تر در نظر گرفته شوند (TS۱)، در فواصل جغرافیایی و بخشی به شکل TS۲ و TS۳ آمده اند. باز هم فناوری پیل سوختی را در نظر بگیرید که می تواند کاربردهای سیار، ثابت و یا قابل حمل داشته باشد. TS۱، سیستم فناورانه ی پیل های سوختی را به عنوان یک کل نشان می دهد، TS۲ می تواند سیستم پیل های سوختی ثابت و قابل حمل را در آمریکا، و TS۳ سیستم پیل های سوختی سیار را در ژاپن نشان دهد. چنین تنظیماتی می تواند برای مقایسه ی عملکرد سیستم های فناورانه در کشورهای مختلف به کار رود.

۲,۳ تحلیل سیستم های نوآوری در قالب کارکردها و فعالیت ها

در سال های اخیر، شناسایی و ارزیابی کارکردها، یا فعالیت های سیستم های نوآوری توجه زیادی را به خود جلب کرده است. این "دیدگاه کارکردی" در سیستم های نوآوری بر اهمیت آنچه سیستم انجام می دهد یا چگونه این کار را انجام می دهد یا چگونه تشکیل شده و ساختار یافته است، تأکید دارد (برگ و همکاران، ۲۰۰۵). ساختار و کارکرد، دو سوی در هم تنیده ی یک موضوع هستند، یعنی سیستم. ساختار سیستم، بر کارکردش تأثیر دارد و برعکس. ولی این رابطه، مبهم و دوطرفه است، بدین معنا که سیستم هایی که به لحاظ ساختاری متفاوت اند ممکن است کارکردهای مشابهی داشته باشند و برعکس. در نتیجه، ساختار بهینه ای برای اطمینان از یک سیستم اجرایی خوب نیست (ادکوئیست ۲۰۰۵؛ مالربا ۲۰۰۲). هنوز یک سیستم می تواند بهتر یا بدتر از

سیستم دیگری کار کند. و کلید مقایسه ی عملکردی سیستم های نوآوری، ارزیابی آنها در قالب کارکردهایشان است. پژوهشگران در مقایسه ی سیستم ها نهایتاً توانسته اند به توصیه های سیاستی با هدف بهبود عملکرد سیستمی برسند یا ساختارهای مسدودکننده ی کارکردهای سیستمی را حذف کنند (برگک و همکاران ۲۰۰۴؛ ادکوئیست ۲۰۰۵).

با در نظر گرفتن اینکه کارکرد کلی سیستم می تواند در تولید، اشاعه و استفاده از فناوری تصویر شود، زیرکارکردهای گوناگونی به سیستم های نوآوری منسوب می شوند ، مثلاً تولید و اشاعه ی دانش، راهنمای فرایندهای جستجو یا ایجاد بازارها. کیفیت زیرکارکردها به فعالیت ها یا اثرات مجموعه ی خاصی از اجزاء سیستم (یا حتی همه ی سیستم) و روابطشان بستگی دارد. کیفیت کارکرد کلی سیستم به کیفیت تعامل زیرکارکردها بستگی دارد. از آنجا که زیرکارکردها از یکدیگر مستقل نیستند این مبهم است که چگونه به کارکرد کلی سیستم افزوده می شود.

مقالات تجربی و مفهومی، زیرکارکردهای گوناگونی را برای تحلیل سیستم های نوآوری مطرح کرده اند (برگک و همکاران ۲۰۰۵) و هکرت و همکاران (۲۰۰۷) را ببینید). مشابه مفهوم کارکردها، برخی نویسندگان هم فعالیت ها را برای تحلیل سیستم های نوآوری مطرح کرده اند . چمپنید و ادکوئیست ۲۰۰۵؛ ادکوئیست ۲۰۰۵؛ لیو و وایت ۲۰۰۱). فعالیت ها به عنوان "عوامل موثر بر توسعه، اشاعه و استفاده از فناوری ها" توصیف شده اند. برای مقایسه ی زیرکارکردهای مطرح شده ی متفاوت، جدول ۱ را ببینید.

جدول ۱

زیرکارکردهای _فعالیت های_ سیستم های نوآوری

هکرت و همکاران (۲۰۰۷)	برگک و همکاران (۲۰۰۵)	چمپنید و ادکوئیست (۲۰۰۵)
فعالیت های کارآفرینانه	تجربه های کارآفرینانه	خلق و تغییر سازمان ها
توسعه ی دانش	توسعه و اشاعه ی دانش	خدمات پژوهش و توسعه
اشاعه ی دانش		خدمات تحصیلات و آموزشی
راهنمای جستجو	تأثیر بر مسیر جستجو	بیان ملزومات کیفیت از جانب تقاضا
ایجاد بازار	ایجاد بازار	ایجاد بازارهای محصولات جدید
بسیج منابع	بسیج منابع	فعالیت های انکوباتوری
		تأمین مالی فرایندهای نوآوری
		خدمات مشاوره
ایجاد حقانیت	مشروعیت	ایجاد/ تغییر نهادها
	توسعه ی اثرات بیرونی مثبت	شبکه سازی و یادگیری تعاملی

۲.۴ ارزیابی عملکرد سیستم

ارزیابی های عملکرد سیستم می تواند در سطح سیستم ها و زیرسیستم ها انجام شود. یک شاخص رایج در عملکرد کلی سیستم فناورانه، اشاعه ی فناوری نوآورانه یا محصول تحت بررسی است. اگرچه در بیشتر موارد، اشاعه ی نوآوری مشخصاً به عنوان شاخص اصلی عملکرد سیستم به کار می رود. کارلسون و همکاران (۲۰۰۲) چالش های ارزیابی عملکرد سیستم را به گونه ای واضح و

سیستماتیک نشان می دهند. این نویسندگان تفاوت آنها را بر اساس (۱) سطح تحلیل، مثلاً فناوری مورد توجه است یا محصول و (۲) بلوغ سیستم مطرح می کنند.

اگر یک زمینه ی فناوری یا دانش مورد توجه باشد، تولید و اشاعه ی دانش به عنوان کارکرد اصلی اندازه گیری عملکرد در نظر گرفته می شود. با اینکه شاخص های پتنت و کتابسنجی ممکن است در این باره اول به ذهن برسند، اما این شاخص ها عملکرد اقتصادی حاصل از استفاده ی این دانش را لحاظ نمی کنند. از سوی دیگر، اگر یک محصول مورد توجه باشد، نرخ اشاعه یا سهم بازار به عنوان شاخص مطرح می شوند. هرچند این دو شاخص برای سیستم های نوآوری نوظهور مناسب نیستند که در آنها تولید دانش و خلق تنوع، اهمیت بیشتری از اشاعه دارد. در نتیجه، در این موارد، کارلسون و همکارانش (۲۰۰۲) مجموعه یا شاخص های چندگانه خاص فناوری را توصیه می کنند که تولید، اشاعه و استفاده از دانش را پوشش می دهد. به رغم این نظرات مطرح شده، نویسندگان می گویند به پژوهش های بیشتری برای اندازه گیری عملکرد سطح سیستم نیاز است.

جدول ۲

شاخص های اندازه گیری عملکرد در سطح زیرکارکردهای سیستم نوآوری

کارکرد سیستم	هکرت و همکاران (۲۰۰۷)	برگ و همکاران (۲۰۰۵)
فعالیت های کارآفرینانه	شمار داوطلبان جدید؛ شمار تنوع	شمار داوطلبان و بنگاه های جافتاده ی متنوع؛ شمار
تجربه های کارآفرینانه	فعالیت های انکوباتوری؛ شمار تجربه ها	انواع مختلف کاربردها؛ عمق فناوری های استفاده شده
توسعه ی دانش	پروژه های پژوهش و توسعه؛ پتنت ها؛ سرمایه گذاری های پژوهش و توسعه؛ شمار کارگاه های آموزشی؛ کنفرانس ها؛ اندازه ی شبکه و تراکم آن	کتابسنجی ها؛ تعداد، اندازه و هدف پروژه های پژوهش و توسعه؛ پتنت ها؛ نمودارهای یادگیری
راهنمای جستجو	اهداف مصوب دولت؛ شمار مقالات منتشر شده که توقعات را بالا برده اند	باور به پتانسیل رشد؛ مشوق های مالیاتی (عوامل قیمتی)؛ فشار مقررات گذاری؛ علائق مشتریان عمده
ایجاد بازار	شمار بازارهای جاویژه؛ رژیم های مالیاتی خاص؛ استانداردهای زیست محیطی	اندازه ی بازار؛ گروه های مشتری؛ راهبردهای بازیگران؛ نقش استانداردها؛ فرایندهای خرید؛ کاربران عمده
بسیج منابع	[بازیگران اصلی داخلی دسترسی به منابع را مشکل ساز می دانند]	حجم سرمایه و سرمایه ی خطرپذیر؛ حجم و کیفیت منابع انسانی؛ دارایی های مکمل
ایجاد حقانیت	برخاستن و رشد گروه های علاقه مند و اقدامات لابی گرانه	[همترازی با مشروعیت فعلی؛ استانداردها؛ چشم اندازها و انتظارات؛ انتشار در روزنامه ها]

۳. چارچوب چندسطحی برای تحلیل گذارهای فناورانه

چارچوب چندسطحی، گذارهای فناورانه را با نقش فرایندها در سه سطح مختلف توضیح می دهد (گیلز، ۲۰۰۲، ۲۰۰۵). مفهوم کلیدی این چارچوب، رژیم اجتماعی فنی، یک ساختار منسجم و با اجزاء وابسته به هم و پاینده در سطح میانی است که با محصولات و فناوری های جا افتاده، ذخایر دانشی، تجربه های کاربران، انتظارات، هنجارها و مقررات مشخص می شود. از دیدگاه تکاملی، یک رژیم، محیطی انتخابی برای توسعه ی فناورانه در یک زمینه یا بخش خاص را ارائه می نماید، از این جهت، محدودیت عمده ای برای نوآوری های رادیکال در امر اشاعه وجود دارد. نوآوری های رادیکال، اگر توسط جاویژه ها از فشارهای انتخابی غالب محافظت شوند، می توانند اتفاق بیفتند. جاویژه ها سطح خرد این چارچوب را نشان می دهد. سطح کلان، یا همان نمای کلی، شامل مجموعه ای عوامل می شود که بر فرایندهای نوآوری یا گذار تأثیر می گذارند ولی به سختی (یا در طولانی مدت) از آنها تأثیر می گیرند. انسجام رژیم به تناسب ضرورت هایش در رویارویی با عامل بیرونی در یک محدوده ی فاصله ای تاریخی پشتیبانی می شود. اگرچه عوامل سطح نمای کلی، می توانند تغییر کنند و تغییر می کنند. در نتیجه آنها ممکن است به رژیم فشار بیاورند. این اجبارها ممکن است رژیم را تضعیف یا بی ثبات کند و به انسجام عناصر آن لطمه بزند. تحت یک رژیم قوی و پاینده ی اجتماعی فنی، نوآوری های رادیکال به سختی برای فرا رفتن از سطح جاویژه فرصت می یابند، آنها ممکن است در نهایت، زمانی که رژیم ضعیف است بتوانند پیشرفت غیر منتظره ای داشته باشند. یک فرایند گذار، یا تغییر رژیم، درگیر تغییرات در فناوری ها و مصنوعات فناورانه و هم چنین تجربه های کاربران، سیاست ها، بازارها، ساختارهای صنعتی و زیرساخت های پشتیبان می شود (گیلز، ۲۰۰۲). به طور ویژه، گذارها، تغییرات در طول یک زنجیره ی ارزش خاص (تغییرات عمودی) و در هر بخش از زنجیره ی ارزش (تغییرات افقی) را در بر می گیرند (مارکارد و ترافر، ۲۰۰۶). در حقیقت، آنها ممکن است کل تنظیمات یک زنجیره ی ارزش جاافتاده را هم تغییر دهند.

۳.۱ مفاهیم کلیدی

۳.۱.۱ رژیم های اجتماعی_فنی

در هسته ی ادبیات گذارهای فناورانه، مفهوم رژیم های فناورانه یا اجتماعی_فنی وجود دارد. ریپ و کمپ (۱۹۹۸) یک رژیم فناورانه را چنین تعریف می کند:

"... گرامر یا مجموعه قوانین ترکیب شده در پیچیدگی دانش های علمی، تجربه های مهندسی، فناوری های فرایند تولید، ویژگی های محصول، مهارت ها و رویه ها، و نهادها و زیرساخت هایی که در مجموع یک فناوری را شکل می دهند..." (کمپ و همکاران، ۲۰۰۱).

این تعریف، بر وجهه ی نهادی رژیم به عنوان یک خروجی به هم پیوسته می نگرد که نمی تواند با اراده و خواست دیگران تغییر کند (کمپ و همکاران، ۲۰۰۱). در حقیقت، رژیم به مجموعه ای قواعد محدود شده است که در قالب فناوری های فرایند تولید

و محصولات و هم چنین تجربه های مهندسی اکتشاف های پژوهشی، تجربه های کاربران و غیره نمود می یابد. این مفهوم، با مفهومی که نلسون و وینتر (۱۹۸۲) از رژیم مطرح می کنند متفاوت است، تعریف آنها از رژیم بر اکتشاف های جستجو و طراحی تأکید داشت. مالربا و اورسنیگو (۱۹۹۳) بر ویژگی های دانشی برای توضیح تفاوت های الگوهای نوآوری بخشی استفاده کردند. مفهوم رژیم به زعم ریپ و کمپ، گسترده تر است و بر جنبه های تقاضا و مسائل اجتماعی تأکید دارد (کمپ و همکاران ۲۰۰۱). گیلز (۲۰۰۲) اصطلاح رژیم اجتماعی فنی را برای برجسته تر کردن این تمایز به کار می برد و تأکید می کند که این رژیم نه فقط برای مهندسان یا دانشمندان بلکه برای تمام افراد کسب و کاری، کاربران نهایی، سیاست گذاران، گروه های علاقه مند اجتماعی، انجمن ها و غیره است. به اشتراک گذاری قوانین و تجربه هاست که یک رژیم را شکل می دهد. در تمام این تعاریف، نه فناوری ها و نه بازیگران یا شبکه های بازیگران، خودشان جزئی از رژیم نیستند. بلکه فناوری ها و محصولات در قالب "قواعد و قوانین" و روال هایی که بازیگران باید اجرا کنند، تجسم می یابند و رژیم را شکل می دهند.

۳.۱.۲ جایزه ها

جایزه ها و نمای کلی، عناصر مکمل رژیم ها در مفهوم چندسطحی هستند. جایزه ها، سطح محلی فرایند نوآوری را نشان می دهند و به فضاهای محافظت شده و مکان های انکوباتوری اشاره دارند که در آنها فناوری های جدید یا تجربه های اجتماعی فنی جدید ظهور می یابد و جدا از فشارهای انتخاب بازارها یا رژیم های "طبیعی" توسعه می یابد (گیلز ۲۰۰۵، کمپ و همکاران ۱۹۹۸).

"یک جایزه می تواند به عنوان قلمروی (زیست بوم) کاربردی مجزایی تعریف شود که در آن بازیگران برای کار با کارکردهای خاص آماده می شوند، مسائل سخت و بهای بالاترشان را می پذیرند، و مشتاق به سرمایه گذاری در بهبودهای فناوری جدیدی و توسعه ی بازارهای جدید هستند" (هوگما و همکاران ۲۰۰۴).

تا وقتی که در یک بافتار مطالعاتی نوآوری، فناوری ها و محصولات نوین مد نظر باشند، باید توجه کرد که جایزه ها میزبان فناوری های قدیمی هم هستند که برای زمانی وجود دارند و در یک محیط جایزه ی پاینده جاافتاده اند. بین دو نوع اساسی از جایزه ها با توجه محیط انتخاب خاص شان می توان تمایز قائل شد. در بازارهای جایزه، معیارهای انتخابی خاصی وجود دارد، برای مثال، بافتارهای کاربردی خاص یا ترجیحات مشتری که از بافتار ها یا تجربه های "معمول" به طور چشمگیری انحراف دارند. به عبارت دیگر، جایزه های بازار، را می توان به عنوان "هنجارشکن های طبیعی" در رژیم ها دانست. هوگما و همکارانش تأکید دارند که در جایزه های بازار، تعاملات بازارهای قاعده مند در قالب رویه ها و کاربران فناوری های جدید غالب می شود (هوگما ۲۰۰۲). از سوی دیگر، جایزه های فناورانه، عامدانه توسط بازیگران ایجاد می شوند و توسط نهادهای خاص پشتیبانی می شوند (گیلز، ۲۰۰۵). این بازیگران شامل اعضای رژیم و هم چنین بیگانگان و سیاست گذاران و هم چنین کارآفرینان و دیگر بازیگران می شود. در جایزه های فناورانه، مزیت های بالقوه ی فناوری جدید هنوز غیرقطعی است و بین بازیگران جایزه ها هنوز مشترک نیست (هوگما و همکاران، ۲۰۰۲).

اگر مفهوم گسترده ی رژیم را در نظر بگیریم، جایزه ها و رژیم ها، مشابهت های بافتاری به یکدیگر دارند (بالا را بخوانید). با این وجود، جایزه ها تفاوت های بسیاری هم با رژیم ها به لحاظ سطح تجمع و پایداری شان دارند:

"... جایزه های فناورانه و رژیم های اجتماعی فنی، ضمن داشتن ساختارهای مشابه در اندازه و پایداری شان تفاوت هایی دارد... هر دوی جایزه ها و رژیم ها، کاراکتر زمینه های سازمانی (جامعه ی گروه های متعامل) دارند. در رژیم ها، این جوامع، بزرگ و پاینده هستند در حالی که در جایزه ها کوچک و ناپاینده اند. جوامع جایزه ها و رژیم ها، قواعد خاص مشترکی دارند که اقدامات شان را

همانگونه می‌کند. در رژیم‌ها این قواعد پاینده و مفصل اند؛ و در نوآوری‌های جاویژه ناپاینده و "در دست تکمیل اند" (گیلز و اسکات ۲۰۰۷).

۳.۱.۳ نمای کلی

نمای کلی، محیط بیرونی فرایندها و عواملی را نشان می‌دهد که بر رژیم‌ها و جاویژه‌ها تأثیر می‌گذارند. در ادبیات، نمای کلی چنین تعریف شده است:

"... مجموعه‌ای از عوامل ناهمگن مانند قیمت‌های نفت، رشد اقتصادی، جنگ، مهاجرت، ائتلاف سیاسی، ارزش‌های فرهنگی، و مسائل زیست‌محیطی." (گیلز ۲۰۰۲)

به طریق مشابه، کمپ و رتمنز (۲۰۰۵) هم نمای کلی را به عنوان متغیرهای پس‌زمینه‌ای در نظر گرفتند که از فرایندهای گذار می‌گذرد ولی به شدت مستقل و خودگردان است. در حالت عمومی‌تر، می‌توانیم نمای کلی را به عنوان سایر عواملی در نظر بگیریم که بر نوآوری‌های تولید تأثیر دارند بدون اینکه تحت تأثیر خروجی فرایندهای نوآوری در کوتاه مدت یا میان مدت قرار بگیرند. (از این جهت می‌گوییم سایر عوامل که بر نوآوری و فرایندهای تولید تأثیر دارند ولی منطقی‌نیت وان آنها را به جاویژه‌ها یا رژیم نسبت داد).

۳.۲ توصیف تجربی رژیم‌ها

تعریف و توصیف یک رژیم چالشی است چرا که سطوح مختلف تحلیل برای موارد تجربی متفاوتی مناسب است (برکوت و همکاران، ۲۰۰۴). رژیم‌های اجتماعی فنی ممکن است در سطح بخشی یا زیربخشی یا سطح فناوری‌های خاص تعریف شود. برای مثال، در زمینه‌ی تأمین الکتریسیته، می‌توان به رژیم غالب تولید برق متمرکز به منظور نشان دادن طبیعت رادیکال تولید برق غیرمتمرکز که اکنون فقط در جاویژه‌ها موجود است، اشاره کرد. یک راه دیگر، تشخیص گزینه‌های سوختی دیگر و رژیم‌های موجود انرژی هسته‌ای، سوخت‌های فسیلی و منابع تجدیدپذیر است. متشابه‌ها ما می‌توانیم تفاوت بین رژیم‌ها را بر پایه‌ی فناوری‌های مبدل بیان کنیم، برای مثال، رآکتورهای انرژی هسته‌ای، توربین‌های بخار آب، توربین‌های برقی، و حتی توربین‌های بادی.

با وجود این چالش‌ها، جای تعجب نیست که، اگرچه مقالات زیادی مستقیماً بر اساس مفهوم چندسطحی هستند ولی سر و کارشان را با مفهوم رژیم دقیقاً اثبات نکرده‌اند.

آنها درباره‌ی تعیین تجربی رژیم (ها) (گیلز ۲۰۰۲، ۲۰۰۶؛ روان ۲۰۰۴) یا اجزاء تشکیل‌دهنده‌ی رژیم در قبل و بعد از یک گذار (گیلز، ۲۰۰۵) چیز زیادی نگفته‌اند. به علاوه، بازتاب یا حتی توجیهی نیاورده‌اند که چرا مفهوم رژیم به شیوه‌ی خاص به کار می‌رود، مثلاً برای سطح بخش‌های صنعتی در یک کشور منتخب (راون ۲۰۰۴، ۲۰۰۶؛ گیلز ۲۰۰۷).

۴. مقایسه‌ی مفاهیم کلیدی

در این بخش ما مفاهیم کلیدی ادبیات سیستم‌های نوآوری و گذارها را برای نشان دادن چگونگی ارتباط و چگونگی مکمل بودن شان، با یکدیگر مقایسه می‌کنیم. ما سیستم‌های فناورانه، سیستم‌های نوآوری بخشی، رژیم‌های اجتماعی فنی و جاویژه‌ها را با توجه به مفاهیم پایه‌ای و سطح تجربی تجمع کاربردها، و ارتباط شان با مفاهیم نوآوری و دگرگونی، تحلیل می‌کنیم. جدول ۳ را ببینید.

مفهوم کلیدی	سطح تجمع	نقش نوآوری
سیستم فناوریانه (TS) بازیگران، شبکه ها، و نهادها (جیکوبسون و برگک ۲۰۰۴)	زیاد تا متوسط (فناوری ها، بافتارهای کاربردی چندگانه)	"بخش نوآوری": تولید، اشاعه، و استفاده از فناوری های جدید "بخش تولید": اشاعه و استفاده از فناوری های جاافتاده
رژیم	مجموعه قواعد برای گروه های مختلف اجتماعی (گبلز ۲۰۰۲)	راهنمای فرایندهای نوآوری: انتخاب بهبودهای تدریجی محصولات جاافتاده بیش از محصولات و فناوری های کاملاً جدید
	دانش، تجربه ها و رویه ها، نیازهای کاربران، نهادها، فناوری ها و زیرساخت ها (هوگما و همکاران ۲۰۰۲)	
جاویژه	بازیگران، شبکه ها، نهادهای پشتیبان (بیرونی) (هوگما و همکاران ۲۰۰۲)	کم (شبکه های نوآوری، بافتار کاربردی واحد)
		فراهم کردن محیط انتخابی جایگزین و محافظت از نوآوری ها

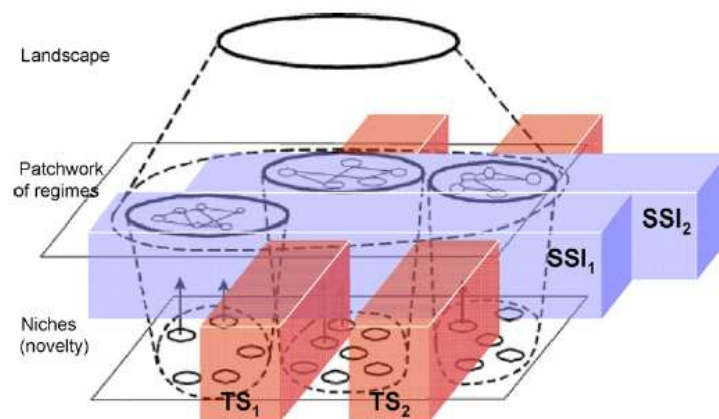


Fig. 3. Interrelation between technological systems (TS), sectoral systems of innovation (SSI) and the multi-level framework (adaptation of Fig. 3 in Geels, 2002).

۴,۲ نقاط قوت و ضعف

نقاط قوت چارچوب چندسطحی این است که فرایندهای نوآوری و گذار می توانند توسط اثرات متقابل پاینده سازی ساز و کارها در سطح رژیم و ناپاینده سازی فشارهای نمای کلی در ترکیب با ظهور نوآوری های رادیکال در سطح جاویژه، توصیف شوند. در نتیجه، این چارچوب فضایی را برای احتمالاتی نظیر شوک های بیرونی یا تغییرات ساختار شکن در سطح نمای کلی خالی می گذارد (گیلز و ساکات ۲۰۰۷). اگرچه، این رویکرد، وقتی در قالب نقش ها و راهبردهایی می آید که بازیگران متفاوت ایفا می کنند، قدرت کمتری دارد، ولی در این فرایندها، تعامل (رابطه ی دوطرفه ی) بازیگران و نهادها یا نماینده ها از بازیگران یا گروه های بازیگران مختلف بهره مند می شود (اسمیت و همکاران، ۲۰۰۵). این موضوع دوباره به این بر می گردد که منابع چگونه در بین بازیگران توزیع شده است، چگونه اعطای منابع، توسعه ی شبکه ها و پتانسیل نوآوری بازیگران را توضیح می دهد.

به علاوه، رویکرد چندسطحی در تحلیل نوآوری های نوظهور شدیداً به سطح جاویژه محدود می شود. این مسئله به سه دلیل مشکل ساز است. اول اینکه، شکافی در پیچیدگی و تجمع فرایندی بین جاویژه و رژیم وجود دارد و توضیح اندکی برای پویایی های فراتر از سطح جاویژه مانند اثرات مکمل توسعه در جاویژه های مختلف یا ظهور نهادهای فراتر از جاویژه مطرح شده است. تمایز تحلیلی بین جاویژه های فناورانه و بازار به همراه اشاعه ی مفهوم "نباشت جاویژه"، اولین پیشنهاد را برای پر کردن این شکاف نشان می دهد. دوم اینکه، مفاهیم و ابزارهای بررسی پویایی های نوآوری در سطح جاویژه کمتر از مفاهیم و ابزارهای توسعه یافته در مطالعات سیستم های نوآوری، تشریح شده اند. تلاش های اخیر برای رویارویی با این چالش به سه فرایند کلیدی برای تحلیلی پویایی های سطح جاویژه در قالب یادگیری، ایجاد شبکه و ایجاد انتظارات منتهی شد (گیلز و راون ۲۰۰۶؛ گیلز و اسکات ۲۰۰۶). به این فرایندهای خاص باید توجه خاصی هم مبذول شود. در نهایت، بازیگران و راهبردها سازان در تعریف و تعیین جاویژه ها توجه کمی را به خود اختصاص داده اند.

۵. به سوی یک چارچوب یکپارچه برای تحلیل فرایندهای نوآوری

رویکرد سیستم های نوآوری و چارچوب چندسطحی، دیدگاه های مختلفی را درباره ی فرایندهای نوآوری و دگرگونی های اجتماعی_فنی ارائه می دهند. اگرچه این دو به لحاظ مفاهیم اساسی و ریشه های نظری، مقایسه پذیر هستند ولی مشابهت های مشترک و نقاط قوت مکملی دارند. این جنبه ها ما را به سوی چارچوبی ترکیبی می برد که مزایایی _برای کارهای تحلیلی خاص_

فراتر از شایستگی های هر رویکرد دارد. توسعه ی این چارچوب ترکیبی تلاشی می خواهد که از حد محدودیت های این مقاله فراتر است. این پروپوزال، به چند مورد آزمایش تجربی برای نشان دادن مزایایش نسبت به هر دو رویکرد بالا نیاز دارد. بر اساس بررسی های بالا، از پژوهش های اخیر سیستم های نوآوری و سیستم های گذار، ما می توانیم مختصراً شماری از مسائل مفهومی را مشخص کنیم که یک چارچوب ترکیبی باید بدان بپردازد. به علاوه، ما تعریف خاصی از سیستم های نوآوری فناورانه ارائه می دهیم که می تواند ترجمه ی نتایج حاصل از مطالعات دیدگاه چندسطحی را آسان کند.

به منظور بیش از حد پیچیده نشدن یا همپوشانی نداشتن چارچوب ترکیبی، این چارچوب باید ارتباط، نیاز و حوزه ی کاربرد هر یک از عناصر مفهومی اش را مشخص کند. این عناصر باید به گونه ای تعریف شوند که با هم تداخل نداشته باشند و روابط بین عناصر مختلف باید روشن باشد. از این مهمتر، چنین چارچوبی باید برای انواع مختلف نوآوری ها کاربردی باشد و باید پویایی های نوآوری را در سطوح مختلف بگیرد، مثلاً ایجاد راهبرد یا تعامل بازیگران و هم چنین ظهور و رشد یک سیستم نوآوری در کل. در نهایت، یک رویکرد ترکیبی، اگر برخی یا تمام جنبه های شناخته شده به عنوان کمبودهای هریک از این چارچوب ها را لحاظ کند می تواند بسیار سودمند باشد:

- در نظر گرفتن فرایندهای نوآوری صریح تر (راهبردها، نماینده ها)،
- در نظر گرفتن وابستگی متقابل مشترک بین بازیگران و نهادها،
- توسعه ی مقایسه های عملکرد ثابت به منظور ارائه ی توصیه درباره ی چگونگی پشتیبانی از توسعه ی نوآوری های خاص،
- فراهم کردن امکان شناسایی و ارزیابی سیستماتیک عوامل گسترده (رویدادها، توسعه ها، تأثیرات نهادها، رفتار بازیگران و غیره) که بر فرایندهای نوآوری تأثیر دارند.

تحلیل های ما هم چنین نشان داده اند یک چالش مهم برای "چارچوب ترکیبی" این حقیقت است که تعاریف غالب TIS و SSI شامل ویژگی های جاویژه ها و رژیم ها می شود. تمایز بین سیستم های تولید، فرایندهای نوآوری تدریجی و ساختاری نوآوری رادیکال تقریباً خیلی واضح نیست. پس ایجاد محصولات یا فناوری های کاملاً جدی و استفاده از محصولات و فناوری های جا افتاده ممکن است به صورت ضمنی در سیستم اتفاق بیفتد. این مفهوم با دشواری های تحلیلی، به ویژه در ورود نوآوری های رادیکال مواجه است، چراکه سیستم های محصولات جاافتاده اغلب موانع سختی برایشان می سازند. در نتیجه، نوآوری های رادیکال اغلب توسط شبکه های بازیگرانی ترویج می شوند که همپوشانی اندکی با ساختارهای بازیگران غالب در یک بخش یا زمینه ی فناورانه دارند. اگر بکوشیم سیستم های نوآوری را به شیوه ای تعریف کنیم که شامل بازیگران مخالف، بیگانگان و بحران های یک فناوری خاص باشد، مفهوم سیستم نوآوری احتمالاً برای هر فرایند و ساختار مختلف در یک پرنتر توصیفی مجزا قرار می گیرد. پس، قدرت روشننگری اش را از دست می دهد.

بنابراین ما تعریف مفهوم سیستم نوآوری را بر اساس موارد زیر ارائه می دهیم: (۱) این مفهوم بر کارکرد سیستم نوآوری تمرکز دارد. (۲) یک دیدگاه خاص فناوری (یا خاص محصول) را به کار می برد و (۳) سیستم را به بازیگران، نهادها و شبکه های پشتیبان فرایند نوآوری محدود می کند، برای این منظور ما مفهوم خاص سیستم های نوآوری فناورانه را مطرح می کنیم.

یک سیستم نوآوری فناورانه، مجموعه ای از شبکه ها، بازیگران و نهادهاست که به طور مشترک در یک حوزه ی فناورانه ی خاص در تعامل اند و در تولید، اشاعه و استفاده از انواع فناوری ها و/یا محصولات جدید مشارکت دارند.

ما کاربرد این تعریف را به شیوه ای مفهومی و نه توصیفی پیشنهاد می کنیم. این نشان می دهد که ما توقع نداریم سیستم نوآوری فناورانه (TIS) را در هر زمینه ی نوآوری دلخواهی بیابیم. ممکن است در برخی موارد تجربی، که شبکه ها یا جاویژه های نوآوری کوچکی وجود دارند، هیچ نهاد داخلی توسعه نیافته باشد. این شبکه ی بازیگران صلاحیت TIS بودن را ندارد هرچند ممکن است در آینده به این صلاحیت دست یابد. به عبارت دیگر، ما TIS را به عنوان مدلی تفسیر می کنیم که در زمینه های نوآوری در طول یک دوره ی زمانی خاص در توسعه ی یک فناوری متناظر به کار می رود. با ارجاع به برگک و همکارانش، می توانیم بگوییم TIS در جایی از مرحله ی شکل گیری شروع می شود و در جایی از مرحله ی رشد پایان می یابد. در مطالعات ما، یک TIS باید مجموعه ای از شرایط حداقلی را فراهم کند که فهرست زیر را برایش ارائه می دهیم:

(الف) یک TIS، گستره ای از بازیگران مختلف را در بر می گیرد که راهبردهای نوآوری گوناگونی را دنبال می کنند و/یا مجموعه ی منابع گوناگونی را کنترل می کنند. بازیگرانی با انتظارات مشترک یا چشم انداز مشترک با هم متحد می شوند.

(ب) ساختارهای بازیگران در TIS، با تقسیم بندی خاصی از نیروی کار شکل می گیرند. بدین معنی که ما آنها را معمولاً با "زنجیره ی ارزش نوآوری" یا شبکه های نوآوری با انواع بازیگران (بنگاه های) مختلف با وظایف نوآوری مختلف می شناسیم.

(پ) یک TIS با گستره ای از نهادهایش قابل شناسایی است. ویژگی کلیدی TIS نهادهای "درونی" آن است که به عنوان نتیجه ی فعالیت های (برای مثال لای، مدیریت انتظارات، مذاکرات استانداردهای داخلی)، بازیگران سیستم ظاهر می شود.

(ت) TIS هم چنین با درجه ی خاصی از تعاملات بازار شناخته می شود، اگرچه بازار ممکن است نابالغ باشد. یک خصوصیت کلیدی این تعاملات، شمار تأمین کنندگان رقیب و گوناگون است که مشتریان می توانند از میان شان دست به انتخاب بزنند.

همان طور که تعریف و مشخص شده است، یک TIS می تواند در تعامل با یک یا چند رژیم اجتماعی فنی در نظر گرفته شود. شکل ۴ را ببینید. دوباره مورد فناوری پیل سوختی ثابت را در نظر بگیرید، که با ساختارهای تولید الکتریسیته ی مرکزی (رژیم ۱) و بویلرهای غیرمرکزی برای گرمایش (رژیم ۲) تعامل دارد. این رژیم ها ممکن است موانع توسعه و اشاعه ی نوآوری را نشان دهند و همزمان با نوآوری در چالش باشند چرا که می تواند جایگزین بالقوه ای برای محصولات و فناوری های جاافتاده باشد. بسته به هم پوشانی نهادی یا بازیگران مشترک TIS با یک رژیم خاص، مقاومت شدیدتر یا کم تر خواهد شد.

به علاوه، TIS مرکزی احتمالاً با دیگر TIS ها مانند حوزه ی پیل های سوختی سیار در مثال ما تعامل دارد. دو حالت اساسی برای این تعامل ها وجود دارد: رقابت و تکمیل کنندگی. اگر محصولات یا فناوری های هر دو TIS، اهداف مشابهی را در بافتار کارکردی مشابهی به کار برند، این تعامل وجهه ی رقابتی دارد. از سوی دیگر، اگر نوآوری ها هم دیگر را پشتیبانی کنند، مثلاً شبیه فناوری های یک شبکه، این تعامل جنبه ی تکمیل کنندگی دارد. توجه کنید که حتی فناوری رقیب هم اگر بکوشد رژیم غالب را تضعیف کند، ممکن است اثرات تکمیل کنندگی داشته باشد. این تعاملات ممکن است بین سازمان هایی باشد که همزمان جزء چندین TIS هستند. برای نمونه نهادهای پژوهشی، دفترهای مشاوره یا دفاتر دولتی خاص، که باید یک سبد فناوری را مدیریت کنند، سازمان هایی هستند که باید در TIS های گوناگون به طور همزمان درگیر شوند.

در سطح نمای کلی، در مورد پیل های سوختی، عواملی نظیر آزادسازی بازار الکتریسیته، یا قیمت های الکتریسیته، و گاز طبیعی بر TIS (و رژیم ها) تأثیر می گذارد.

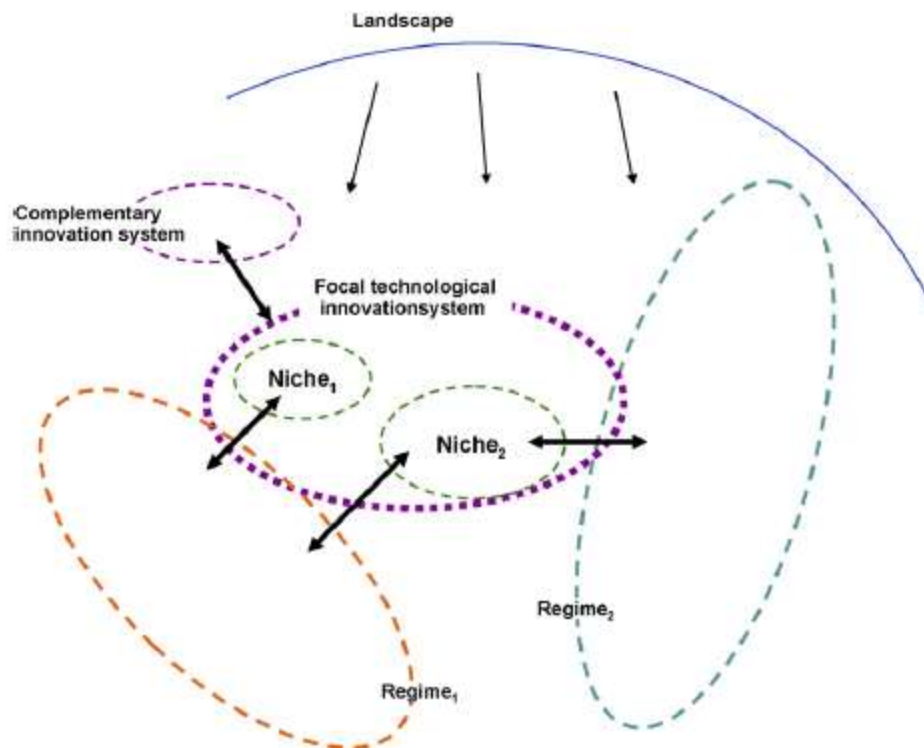


Fig. 4. Technological innovation system and interactions with the conceptual elements of the multi-level framework.

در نهایت، یک TIS معمولاً چندین جاویژه یا بافتار کاربردی مثل سیستم های پیل سوختی ثابت کوچک و متوسط را در بر می گیرند. هرچند یک TIS در کل بیشتر از مجموع جاویژه هایش است چرا که نهادهای درون زاد اضافی وجود دارند که TIS را پاینده می کنند (برای مثال انتظارات کلی از آینده ی فناوری پیل سوختی) یا بازیگرانی وجود دارند که در بافتار جاویژه ها درگیر نمی شوند ولی در TIS مشارکت دارند (برای مثال انجمن های صنعتی). جاویژه ها معمولاً زمینه های آزمایشی مهمی هستند که بازیگران یک TIS اقدامات شان را در آن مجتمع و هماهنگ می کنند. جاویژه ها می توانند حتی مکان هایی باشند که بازیگران (و فناوری های) TIS های مختلف، پروژه های مختلف شان را انجام می دهند یا با هم مبادله می کنند. با رشد جاویژه ها یا ایجاد جاویژه های جدید، TIS متناظر هم ممکن است رشد کند و بالغ شود.

مطمئناً استفاده از اصطلاحات به وضوح تعریف شده و سازگار مشترک، اولین گام ضروری در مسیر چارچوب نظری تغییرات اجتماعی فنی است. هرچند، مساعده های مفهومی بیشتری مورد نیاز است.

۶. خلاصه و نتیجه گیری

رویکرد سیستم های نوآوری و چارچوب چندسطحی، هر دو در مطالعات نوآوری های رادیکال و فرایندهای دگرگونی تنظیمات اجتماعی فنی به کار رفته اند. با وجود اینکه این دو چارچوب بر پایه ی ریشه های نظری مشترکی بنا شده اند و مکمل یکدیگرند، ولی هم پوشانی اندکی در استفاده از این دو چارچوب وجود داشته است. در این مقاله، ما اتفاقات اخیر هر دو زمینه را، با یک نگاه مقایسه ای بررسی نمودیم و مشابهت ها، هم پوشانی های مفهومی، و نقاط ضعف و قوت شان را شناسایی کردیم. انجام این بررسی ها در نهایت ما را به مفهومی فراگیر رساند که برپایه ی تکمیل کنندگی های این دو بود و اجازه ی ترکیب نقاط قوت شان را می

داد. به عنوان یک گام ضروری به سوی یک چارچوب یکپارچه، ما سیستم نوآوری فناورانه را به شیوه ای تعریف کردیم که با مفهوم چندسطحی سازگار باشد. بر اساس این تعریف، یک چارچوب ترکیبی تشریح می شود که چهار عنصر مفهومی مهم را در بر می گیرد. جایزه ها یا بافتارهای کاربردی، که نوآوری های رادیکال در آنها ظهور می یابند یا بالغ می شوند؛ یک سیستم نوآوری فناورانه، که جایزه ها را در بر می گیرد و نهادهای نوظهور و منابع تلفیقی، وجه مشخصه ی آن است؛ رژیم های اجتماعی فنی که ساختار تولید غالب را نمایش می دهند و با TIS در چالش هستند؛ و نمای کلی یا پارامترهایی که بر رژیم ها و نوآوری ها تأثیر می گذارد بدون آنکه خودش تحت تأثیر قرار بگیرد. محیط TIS رژیم ها، سیستم های نوآوری فناورانه ی رقیب یا مکمل و تأثیرات سطح نمای کلی را در بر می گیرد.

از دید ما، این چارچوب چندین منفعت دارد. به طور کلی، این ترکیب، دو رشته ادبیات نوآوری را که چندان به هم مربوط نبودند به یکدیگر پیوند زد و ترجمه ی یکپارچه ی نتایج حاصل از یک دیدگاه را به نتایج دیدگاه دیگر ممکن ساخت. به نظر می رسد که در این چارچوب، منافع هر دو مفهوم چندسطحی و رویکرد سیستم های نوآوری متمر ثمر و قابل بهره برداری باشد. به ویژه، این چارچوب ترکیبی خصوصیات نوآوری رادیکال را نشان می دهد که بین بخش نوآوری سیستم و بخش تولید آن تمایز قائل می شود. از دیدگاه ادبیات گذارهای فناورانه، این چارچوب امکان در نظر گرفتن اثرات فرایندهای نوآوری را فراتر از جایزه های منفرد، ارائه می کند. هم چنین، پایه ای برای تحلیل بازیگرمحور فرایندهای نوآوری به دست می دهد که صریحا راهبردهای بازیگران مختلف، اعطای منابع و نماینده ها را لحاظ می کند. به علاوه، این چارچوب، تحلیل عملکرد بر پایه ی کارکردها را میسر می سازد که تمایز تحلیلی روشنی بین ساختارها و کارکردهای سیستم ایجاد می نماید.

از دیدگاه ادبیات سیستم های نوآوری، چارچوب چندسطحی تکمیل کنندگی مفهوم تعاملات سیستم و محیطش را نمایش می دهد. رشد یک TIS شامل فرایندهایی مانند انشعاب و انباشت جایزه ها، هم ترازای نهادی یا ورود بازیگران، ممکن است به مدل قدرتمندی برای توصیف دگرگونی ها یا حتی گذارهای فناورانه تبدیل شود. هم چنین، محیط سیستم در قالب رژیم های اجتماعی فنی و سیستم های نوآوری فناورانه ی متعامل می توانند به شیوه ی غنی تری نسبت به قبل مورد بررسی قرار گیرند. این چارچوب هم چنین، تعریف مرزهای سیستم را تسهیل می کند. در نهایت، مفهوم جایزه، تمرکز خاصی بر بافتارها دارد که موجب می شود انواع خاصی از فرایندهای نهادینه سازی رخ بدهد. در این بافتار، این چارچوب هم چنین مدلی مفهومی برای تحلیل زمینه های نوآوری نابالغ ارائه می دهد که در آن جایزه ها قابل مشاهده اند ولی یک TIS کلی هنوز وجود ندارد.

به رغم نویدهایی که این چارچوب ارائه می دهد، هنوز باید بیشتر پالایش شود و در مورد های تجربی بیشتری به کار رود. تا کنون، چهار مطالعه در گروه پژوهشی ما در زمینه های مختلف نوآوری شامل ساختمان های هوشمند (کنراد، ۲۰۰۶) پیل های سوختی ثابت (مارکارد ۲۰۰۸) نیروگاه بیوگاز (مارکارد و همکاران) و فناوری غشائی در بخش تخلیه ی فاضلاب (واگلین ۲۰۰۶) انجام شده است. این مطالعات به ما در تشریح ایده های ارائه شده در این مقاله کمک کردند ولی آزمایش واقعی برای این چارچوب انجام نشده است. از همین رو، تحلیل های بیشتری مورد نیاز است که اساس مفهومی شان و به طور سیستماتیک منافع و سختی های این چارچوب یکپارچه شده را به دست بیاورد.