فصلنامه سیاستگذاری عمومی، دوره ۷ ، شماره ۲ ، تابستان ۱۴۰۰ ، صفحات ۷۷-۵۵

مقاله پژوهشی

مقایسه نگرش‌های «سیستم نوآوری فناورانه» و «گذار به پایداری»؛ مورد مطالعاتی: چالش آب در ایران

طاهره میرعمادی[1]

دانشیار سیاستگذاری نوآوری سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران

سهیلا شکرالله زاده

دانشیار مهندسی شیمی سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران

زهره رحیمی راد

دانش آموخته سیاستگذاری علم و فناوری دانشگاه مازندران

(تاریخ دریافت: ۹۹/۱۱/۱۳ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۲/۲)

چکیده

هدف این مقاله، بررسی امکان‌پذیری تلفیق دو نگرش سیستم نوآوری و نگرش گذار است. مقاله با تفاوت‌گذاری بین تلفیق سطحی و تلفیق عمیق، قصد دارد که مبانی اساسی این دو نگرش را بشناسد و اینکه نقاط تفاوت و تشابه آنها کدامند و در صورت تلفیق آنها با یکدیگر، ظرفیت‌های تشریحی، تحلیلی، تبیینی و تجویزی این دو نگرش تا چه حد افزایش می‌یابد. مقاله یک مدل ۹ لایه‌ای برای این مقایسه طراحی می‌کند که در پایان، کاربرد هر دو نگرش را بر روی مورد مطالعاتی چالش آب در ایران تحلیل می‌کند و نتیجه می‌گیرد که تجمیع این دو نگرش به علت تفاوت در مبانی اولیه، تنها در صورت آگاهی به محدودیت‌های نگرش سیستمی، در سطح تلفیق ساده و سطحی امکان‌پذیر است.

واژگان کلیدی: سیستم نوآوری، گذار به پایداری، بررسی تطبیقی، چالش دسترسی به آب.

1- نویسنده مسئول Email: Tamiremadi@yahoo.com

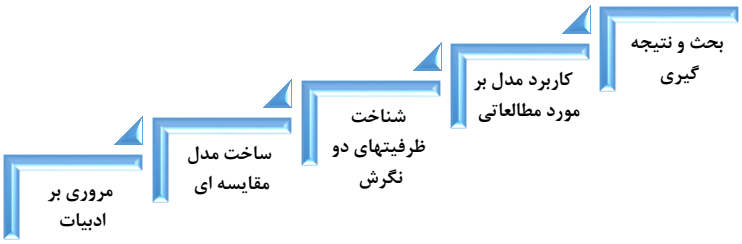
مقدمه

به دنبال ظهور مسائل پیچیده در زمینه محیط‌زیست مانند گرمایش زمین، مقبولیت سیاست‌هایی که تنها با هدف رشد اقتصادی و افزایش تراز تجاری طراحی می‌شوند، روند کاهشی داشته است. چالش‌های بزرگ مانند آلودگی هوا، تنش آبی، ترافیک حمل‌ونقل، نبود امنیت غذایی، گسترش فقر و سرایت بیماری‌های همه‌گیر، اعتماد به انگاره‌های نظری را که درنهایت تنها افزایش منافع بنگاه‌های اقتصادی را مدنظر قرار می‌دهند، متزلزل ساخته است. درنتیجه، نه‌تنها سیاستگذاران کلان و سیاستمداران حرفه‌ای، بلکه جامعه نیز از فعالان سیاست نوآوری این انتظار را دارند که انگاره‌های قبلی را به دور افکنده و جامعه را در رویارویی با این چالش‌ها یاری کنند. برای یک پژوهشگر سیاست‌های نوآوری، این سؤال مطرح است که در عصر چالش‌های بزرگ، اصولاً چگونه باید نقش خود را به‌عنوان یک پژوهشگر مسئول ایفا کند؟ آیا نگرش سیستماتیک به نوآوری که از دهه ۱۹۸۰ به بعد، پارادایم مسلط این حوزه بوده است، باز هم می‌تواند در مواجهه با دغدغه‌های عصر حاضر، انگاره‌های ذهنی مناسبی باشد و یا باید به پارادایم رقیب آن‌که از سال‌های ۲۰۰۰ مطرح شده و با عنوان «نوآوری در سیستم» یا ادبیات گذار به پایداری، شناخته می‌شود، روی آورد و آن‌را سرلوحه برنامه‌های پژوهشی خود قرار دهد[۲]. ورود پارادایم جدید و فروپاشی پارادایم قدیمی در سیر تکامل دیسیپلین‌های علمی از زمان توماس کوهن موردبحث بوده است (کوهن ۱۳۶۹). اما از سوی بعضی از صاحب‌نظران، این که نگرش گذار بتواند کاملاً جایگزین نگرش سیستمی شود مورد تردید است(Raven 2020) . در این مورد گفته می‌شود که نگرش گذار، حوزه مطالعاتی پژوهش‌های نوآوری را گسترده‌تر کرده است، اما هنوز دستاوردی ازنظر عملیاتی و تجویزی به بار نیاورده است. در این رابطه، رویکرد غالب آن است که این دو نگرش، هرچند از بنیان‌های فلسفی متفاوتی سرچشمه می‌گیرند، اما در عمل، رابطه‌ای تکمیلی با یکدیگر دارند و به باید به‌نوعی همدیگر را تکمیل کنند (Markard and Truffer, 2008; Meelan, 2013). یادآوری می‌شود که تجمیع دو نگرش نظری در دو حالت ممکن است: ۱- تجمیع سطحی و ۲- تجمیع اصولی. تجمیع سطحی، حالتی است که بدون ملاحظه به اشتراکات اصول و مبانی، صرفاً به دلیل سودمندی کاربردی آن انجام می‌شود. تجمیع اصولی، زمانی است که دو نگرش در ریشه و مبانی اساسی با یکدیگر اختلاف ذاتی ندارند و در عمل هم ظرفیت‌های نظری یکدیگر را تکمیل می‌کنند (Geels, 2020). ازاین‌جهت، این پژوهش سه پرسش اساسی را مطرح می‌کند: ۱. مبانی اساسی نگرش‌های سیستمی و گذار چیست و شباهت‌ها و تفاوت‌های آنها با یکدیگر کدام است؟۲. ظرفیت‌های تشریحی، تحلیلی، تبیینی و تجویزی این دو نگرش چیست‌اند؟۳. تجمیع این دو نگرش در چه شرایطی امکان‌پذیر است؟

---

۲ - برای راحتی ارجاع، از این پس نگرش سیستم‌های نوآوری ، نگرش سیستمی و نگرش گذار به پایداری، نگرش گذار خوانده می‌شود.

مقاله در دو بخش ادامه می‌یابد: در بخش اول، برای دستیابی به یک مدل مفهومی مقایسه نظری، به مبانی اساسی هر دو نگرش می‌پردازد و سپس در بخش دوم، در یک مطالعه موردی در حوزه چالش آب در ایران، کاربرد هر دو نظریه را باهم سنجیده و پاسخ پرسش‌های خودرا جمع‌بندی می‌کند. گام‌های پژوهش در نمودار ۱ ارائه شده است.



نمودار ۱ – گام‌های پژوهش.

بخش اول: مبانی نظری

مروری بر ادبیات

در ادبیات نظریه‌های نوآوری، رویکرد تلفیق دو نگرش در دو جهت مختلف سیر می‌کند: نخست ادبیاتی که به دلیل داشتن مبانی فلسفی متفاوت، این دو نظریه را مانع الجمع می‌داند و هرگونه تلفیق را تنها به شکل سطحی قبول دارد. در این مورد می‌توان به کونن و لوپز (Coenen and Lopez 2008) اشاره کرد که مخالفت خود در رابطه با تلفیق این دو نگرش را ناشی از اختلاف بنیان‌های فلسفی دو نگرش می‌دانند. اسمیت و همکاران، علت تردید خود نسبت به امکان تجمیع نگرشهای دوگانه را در نگرش محدود نگرش سیستم نوآوری بیان مسئله و قلمرو سیستم تبیین می‌کنند (Berkho, Smith, Stirlig 2005). ترنهایم و گیلز هم به‌عنوان نماینده نگرش چشم‌انداز چندسطحی، روی خوشی به نگرش سیستم نوآوری نشان نمی‌دهند زیرا به گفته آن‌ها، اصرار به داشتن شاخصف این نگرش سیستمی را دچار سطحی‌نگری کرده است (Turnheim *et.al.*2020). دسته دوم، صاحب‌نظرانی هستند که تلفیق را با توجه به شباهت-های نظری و عملی این دو نگرش با یکدیگر امکان‌پذیر و مفید می‌دانند. مقاله مارکارد و ترافر، نماینده بارز این طرز تفکر است که تاکنون به آن بیش از ۱۳۴۸ بار[۳] ارجاع داده شده و ده‌ها بار توسط نویسندگان دیگر، کارایی آن سنجیده شده است (Meelan, 2013; Walz, 2018; Koojiman, 2012 Kohler, 2016). بر اساس این دسته از ادبیات، تلفیق نظری این دو نگرش نه‌تنها ممکن است بلکه ظرفیت‌های نظری و روشی بیشتری را برای پژوهشگر فراهم می‌آورد. با توجه به ادبیات موجود، می‌توان پی برد که معیارهای کسانی که دو نگرش را مانع‌الجمع

۳ – براساس شمارش در صفحه شخصی مارکاد درگوگل، ۱۰ بهمن ۱۳۹۹.

می‌بینند، تفاوت موجود در بنیان‌های نظری آنها است، درحالی‌که مدل‌های تلفیقی که هم‌اکنون در ادبیات موجود است، بیشتر از نگرش سودمندی و کارآمدی توجیه شده‌اند.

ساخت مدل برای مقایسه ظرفیت‌های نظری

یکی از اصول اساسی در مبانی علمی نظریه‌ها آن است که هر نظریه یا نگرش، ریشه در یک جهان‌بینی فلسفی دارد. بسیاری مدل‌های نظری را صرفاً یک ابزار و وسیله می‌بینند که کاربرد آن بدون شناخت ریشه‌های آن در مبانی تفکری و با علم به فایده‌مندی آن امکان‌پذیر است (F. W. Geels 2020)؛ اما گروهی دیگر، استفاده از مبانی فلسفی متفاوت و متعارض را در ساخت یک نظریه موجب بی‌نظمی و گسیختگی آن می‌دانند (Grimes 1999). ما همسو با گروه دوم، در جستجوی مبانی اساسی دو نگرش، هر نگرش را یک مدل لایه‌ای فرض کرده که دارای دانش مرتبط با هستی‌شناسی، معرفت‌شناسی و هدف‌شناسی است. بر اساس استدلال دسته دوم، فرض ما آن است که یک نگرش زمانی منسجم و پایدار است که در بین لایه‌های متفاوت آن هماهنگی وجود داشته باشد. با توجه به تقسیم این لایه‌ها به لایه‌های زیرین، ۹ لایه شناختی از هم تفکیک شده که هریک از لایه‌ها دارای ظرفیتهای متفاوتی از نظر قدرت نظری و عملی هستند.(جدول ۱).

جدول ۱ – ارتباط بین مبانی اساسی نظریه‌ها و ظرفیت‌های نظری آنان

هستی‌شناسی	تعیین حدود قلمرو سیستم تعیین اجزای آن و نحوه نگاشت آن	ظرفیت تشریحی
معرفت‌شناسی	رویکرد پژوهش به ایستایی/ پویایی و فرایندی	ظرفیت تحلیلی
روش‌شناسی	رویکرد به روابط علت و معلول و جمع‌آوری داده	ظرفیت تبیینی
تجویز سیاستی	جمع‌آوری کلیه داده‌ها	ظرفیت تجویزی

شناخت ظرفیت‌های دو نگرش

الف–نگرش سیستم‌های نوآوری

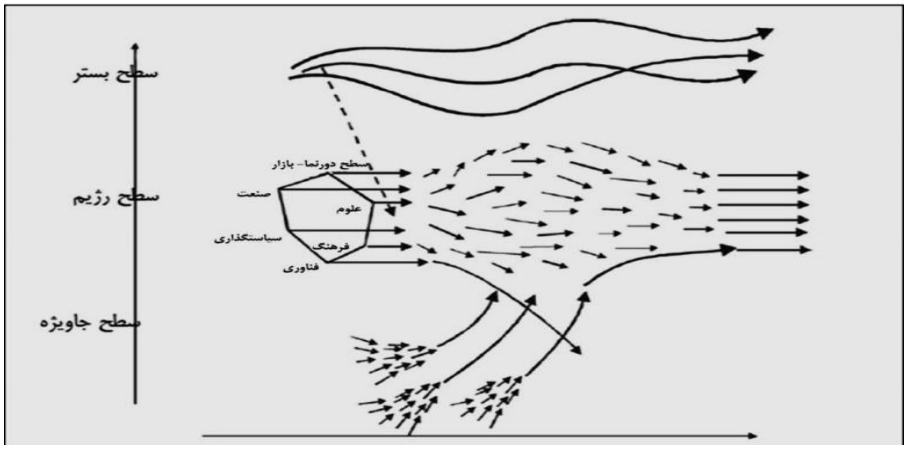
نگرش سیستم‌های نوآوری بیش از سه دهه است که که برگرفته از اقتصاد تکاملی است در دستور کار پژوهش و سیاستگذاری نوآوری کشورها قرار گرفته و توجه محافل علمی را از نگاه

به فناوری به‌عنوان «مصنوع فیزیکی» به «یک سیستم درهم‌تنیده با محوریت فناوری» ارتقا داده و سطح تحلیل را از سطح یک بنگاه به سطح شبکه‌ای از نهادها و سازمان‌ها بالا برده است. نگرش سیستم‌های نوآوری در سطح ملی، منطقه‌ای، بخشی و فناورانه قابل‌بررسی است. در این مقاله، از بین نگرش‌های سیستمی، نگرش سیستم نوآوری فناورانه موردنظر ما است (Bergek et al.,2008). سیستم نوآوری فناورانه، شبکه‌ای از بازیگرانی است که در چارچوب یک فضای نهادی معین به ایجاد، گسترش و کاربرد فناوری مشخص می‌پردازند. تفاوت اصلی این نوع نگرش با بقیه، آن است که به‌جای توجه به جریان کالا و خدمات متعارف، بر شبکه‌های دانشی و توانمندی‌ها تمرکز دارد (Bergek et al, 2008). شناسایی مجموعه بازیگران، شبکه‌ها و نهادهای سیستم، تابعی از ظرفیت تشریحی این نگرش است. تفاوت دیگر سیستم‌های نوآوری فناورانه با سایرین، تأکید بر پویایی فناورانه سیستم است. برای مطالعه این پویایی، علاوه بر اجزای ساختاری، تعاملات کارکردی آن مورد مطالعه قرار می‌گیرد. کارکردهای متداول سیستم نوآوری عبارتند از: ۱- تجارب کارآفرینی، ۲- تولید دانش، ۳- توزیع و انتشار دانش، ۴- هدایت تحقیق، ۵- بازار سازی، ۶- بسیج منابع، ۷- مشروعیت سازی (Makard and Truffer,2008). مطالعه پویایی کارکردی سیستم نوآوری به این نگرش ظرفیت تحلیلی می‌بخشد. مارکارد می‌گوید ادبیات اولیه سیستم‌های نوآوری فناورانه تنها به مرحله ظهور و رشد اولیه یک فناوری توجه کرده است، درحالی‌که می‌توان برای سیستم‌های نوآوری نیز مانند خود فناوری یک چرخه حیات درنظر گرفت که بر اساس آن رابطه کارکردهای سیستم با یکدیگر و رابطه سیستم، با محیط، در دوره‌های مختلف متفاوت باشد (Markard, 2020). بر پایه مجموعه ظرفیت‌های تشریحی، تحلیلی و تبیینی؛ نگرش و منطق هدایت سیستم ازنظر مداخله عمومی شکل می‌گیرد و به نگرش موردنظر ما، ظرفیت تجویزی می‌بخشد. در تعریف اولیه سیستم‌های نوآوری فناورانه، حوزه خاصی از فناوری موردنظر نبوده است. موارد مطالعاتی در چارچوب نگرش سیستم‌های نوآوری فناورانه شامل همه نوع نوآوری فناورانه نوظهور می‌گردید (Bergek *et al.*, 2008). اما در سال‌های بعد بخصوص با آثار هکرت و سورس، این نظریه به‌طرف فناوریهای انرژی‌های تجدیدپذیر متمایل شد (Suurs, 2009) و پس‌ازآن به یکی از سرشاخه‌های ادبیات نوآوری برای رویارویی با چالش‌های پایداری مبدل گردید (Markard, 2012).

ب- نگرش گذار (نوآوری در سیستم)

ظهور اصطلاح سیستم‌های اجتماعی- فنی گویای این حقیقت است که فناوری و مصنوعات فناورانه به‌تنهایی نمی‌توانند کارکردهای اجتماعی داشته باشند؛ بنابراین، نقطه شروع مطالعه باید انسان‌ها و روابط اجتماعی آنان و نه مصنوعات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری فناورانه باشد، چراکه در موقعیت‌های زندگی واقعی ما هرگز با مصنوعات به‌صورت تجریدی روبه‌رو نیستیم، بلکه همیشه با آنها در یک بستر اجتماعی در حال تعامل می‌باشیم (Elzen, *et al*. 2004) . واحد تحلیل

مناسب این نگرش، ترکیب و تعاملی بین«امر فناورانه»[۴]و «امر اجتماعی»[۵] است. کارکرد این شبکه یا سیستم اجتماعی- فنی، رفع نیازهای اجتماعی جامعه، انرژی، آب، حمل‌ونقل، غذا و سلامت و... است و ساختار آن حاوی دو زیرسیستم بزرگ تولیدگران و کاربران است که هر یک به‌نوبه خود از زیر سیستم‌های کوچک‌تری تشکیل شده است. ظرفیت تشریحی نگرش، در تعیین قلمرو سیستم و تشخیص بازیگران آن نهفته است. توانمندی دیگر نگرش گذار، مدیون ظرفیت‌های چشم‌انداز چند سطحی است. در چشم‌انداز چند سطحی، سیستم‌های اجتماعی-فنی به سه سطح تقسیم می‌شود: این سه سطح عبارتند از: ۱- سطح رژیم، ۲- سطح کنام، ۳- سطح دورنما. تعامل این سه سطح با یکدیگر باعث تغییر در سیستم می‌شوند. ظرفیت تحلیلی گذار درگرو تحلیل نحوه اثرگذاری دورنما بر رژیم است و ظرفیت تبیینی آن باعث تشخیص مسیر آینده گذار سیستم در طیف مسیرهای چهارگانه گذار تحت عنوان مسیر تحول، جانشینی فناورانه، بازآرایی و ناراستایی و هم‌راستایی می‌گردد (Geels and Schot,2007). نمودار ۲ چشم‌انداز چند سطحی را نشان می‌دهد.



نمودار ۲ - چشم‌انداز چند سطحی(Geels and Schot,2007) .

با بررسی مختصر تعاریف دو نگرش سیستمی و گذار، تعریف عملیاتی چهار نوع ظرفیت برای دو نگرش استخراج می‌شود که در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲ - تعریف عملیاتی چهار نوع ظرفیت نگرش‌های سیستمی و گذار (منبع: نگارنده)

ظرفیت‌ها	نگرش سیستمی	نگرش گذار
ظرفیت تشریحی	تعیین قلمرو سیستم و نگاشت نهادی	تعیین قلمرو سیستم مرکب از ایجاد، توزیع و کاربران
	ماهیت نوآوری	ماهیت نوآوری
	ساختار	ساختمندی

ظرفیت تحلیلی	تحلیل کارکردها	تحلیل سه سطح کنام، رژیم و دورنما
	پویایی سیستم	گذار سیستم
	مقطع زمانی بررسی: چرخه حیات سیستم	چرخه حیات گذار
	جایگاه بازیگران	جایگاه بازیگران
ظرفیت تبیینی	تشخیص ماهیت کارکردها با توجه به بلوغ سیستم با استفاده از پیمایش نظر خبرگان و روش‌های کمی و کیفی	تبیین مسیر گذار از طریق تأثیر دورنما بر رژیم و درجه بلوغ کنام از طریق تحلیل تاریخی و روش کیفی
ظرفیت تجویزی	از طریق مجموعه ظرفیت‌های بالا	از طریق مجموعه ظرفیت‌های بالا

لایه اول- تعریف قلمروی سیستم و اجزای آن

تعیین قلمرو موضوع مطالعه در هر دو نگرش، از مراحل مقدماتی تعریف سیستم است (Bergek et al, 2008). یک سیستم نوآوری شامل سه جزء بازیگران، شبکه‌ها و نهادهای ساختاری است. ارتباط این سه با یکدیگر باهدف ایفای نقش کارکردهای هفت‌گانه سیستم انجام می‌شود. یک سیستم اجتماعی- فنی شامل فناوری، بازار، الگوی مصرف کاربران، معانی فرهنگی، زیرساخت، سیاست‌ها، ساختارهای صنعتی و زنجیره تأمین و توزیع است. این اجزای ساختاری در سه لایه کنام، رژیم و دورنما قرار می‌گیرند. مهم‌ترین تفاوت بین قلمروشناسی سیستم نوآوری فناورانه و سیستم اجتماعی- فنی آن است که تمرکز سیستم نوآوری عمدتاً بر تولید و انتشار دانش بوده، درحالی‌که در سیستم اجتماعی- فنی، بخش مصرف هم‌تراز با تولید قرار دارد.

لایه دوم- ماهیت نوآوری

نگرش سیستم‌های نوآوری، در رابطه با ماهیت نوآوری از نگرش محدودی برخوردار است و تنها نوآوری‌های فناورانه را مورد بررسی خود قرار می‌دهند. در مطالعات گذار، نوآوری شامل نوآوری فناورانه، سازمانی، نهادی و نوآوری اجتماعی مانند مدیریت تقاضای انرژی می‌شود. به‌علاوه، نوآوری فرهنگی یعنی خلق معانی جدید را نیز در برمی‌گیرد(Geels and Verhees, 2011).

لایه سوم- ساختار یا ساختمندی

سیستم در نگرش سیستمی مرکب از فناوری به‌علاوه بازیگر، شبکه و نهاد می‌باشد اما در نگرش گذار، بازیگران بر اساس ساختمندی در سه سطح کنام، رژیم و دورنما جایابی می‌شوند(Geels, 2007).

لایه چهارم- پویایی سیستم

هر دو نگرش، دارای رویکردی سیستمیک و پویا هستند، ولکن، تفاوت این دو دیدگاه، در تبیین پیشران اصلی این تغییر و تحول است. در نگرش سیستمی به‌عنوان یک تفکر متکی به تکامل‌گرایی، پیشران اصلی، خود فناوری است که در یک چرخه حیات از کودکی به بلوغ و

رشد اولیه و سپس ثبات و آنگاه بلوغ و پیری می‌رسد. در نگرش گذار، این قدرت انطباق سیستم است که در نتیجه چالش‌ها و فشارهای محیط به کار می‌افتد و نوآوری و تحول را ایجاد می‌کند. در نگرش سیستم، حرف اول برای تحول سیستم را تکامل فناوری می‌زند، درحالی‌که در نگرش گذار، تأثیر عوامل خارجی که بخشی از دورنما هستند، عامل اصلی تحولات سیستم است(Rotmans, 2001). در نگرش سیستمی تغییر از درون به وجود می‌آید و آن‌هم حاصل تعاملات بین کارکردها است.در سیستم اجتماعی– فنی تغییر از بیرون از طریق فشار دورنما بر رژیم ایجاد می‌شود. (Kohler, 2019).

لایه پنجم- ماهیت بازیگران

در سیستم نوآوری، شرکت‌ها بازیگران اصلی بوده که برای تضمین بقای خود ناچار به بهره-گیری از نوآوری‌های فناورانه هستند. سایر بازیگران نیز همگی کارکردهای پشتیبانی این بنگاه-داران را دارند و به‌نوعی خود عامل تغییر به شمار می‌روند(Markard and Truffer, 2008). مطالعات گذار، به‌کل بازیگرانی که منافع آن‌ها تحت تأثیرگذار قرار می‌گیرند توجه می‌کند اعم از آن‌ها که از گذار منتفع می‌شوند مانند کارآفرینان و یا در اثر فرایند گذار، آسیب می‌بینند مانند گروه سرمایه‌گذاران در رژیم انرژی کربنی. سیستم نوآوری فناورانه به رقابت بین بازیگران می-پردازد، در نگرش گذار علاوه بر رقابت در بازار، تعارض منافع بین بازیگران سیستم نیز موردتوجه قرار می‌گیرد (Geels, 2020).

لایه ششم- مرحله زمانی بررسی

در نگرش سیستم نوآوری، مطالعات عمدتاً در مرحله طفولیت و شکل‌گیری متمرکز شده است. درواقع، آن‌ها سیستم‌های نوآوری درحال گذار هستند. در مطالعات گذار، سنت مطالعات تاریخی بسیار قوی است و با تکیه‌بر تحقیقات فریمن و پرز، چرخه ظهور و افول بسیاری از فناوری‌ها از انقلاب صنعتی به بعد موردمطالعه قرارگرفته است. طبق این اشاعه فناوری‌های پایدار، در درازمدت اتفاق می‌افتد و رژیم‌ها معمولاً از خود مقاومت نشان می‌دهد. به‌هرحال در هر دو مکتب، این تمایل وجود دارد که به‌طرف جزمیت فناورانه میل کنند و ویژگی‌های رشد تک‌خطی به خود بگیرد. تفاوت دیگر، در نحوه رسیدن فناوری به بلوغ خود در نگرش سیستمی و یا رسیدن کنام‌ها به رژیم یا بلوغ نوآوری است. گنوس و کول می‌گویند که در نگرش چشم‌انداز چند سطحی، زمانی یک نوآوری درحال ظهور تحت حمایت یک کنام، به مرحله رشد خود می‌رسدکه به‌نوعی کل مجموعه رژیم‌ها ارتباط برقرار کرده باشد. حال با توجه به اینکه نگرش سیستم فناورانه، بلوغ نظام فناورانه را تنها ورود به مناسبت بازار تلقی می‌کند، مشخص است که گستره تحلیل نگرش سیستمی با چشم‌انداز چندسطحی تا چه میزان اختلاف دارد (Genus & Coles, A 2008).

لایه هفتم- متد و روش‌شناسی

استفاده از دیدگاه‌های مختلف باعث ایجاد تردید در خصوص انسجام روش‌شناختی مطالعات گذار شده است. مطالعات چشم‌انداز چند سطحی، عمدتاً بر روش‌های تاریخی استوار است. منتقدین این رویکرد می‌گویند که این چارچوب معمولاً از داده‌های دست‌دوم استفاده می‌کند که البته، گاهی هم به‌درستی آن‌ها شبهه وارد شده است (Geels, 2011). روش‌های مورداستفاده زیربخش‌های مدیریت گذار و مدیریت راهبردی کنام نیز به‌طور عمده، روش‌های تعاملی و اقدام پژوهی است (Lopez, 2008) که کمتر قابل‌تعمیم و اعتبار سنجی هستند. در مطالعاتی که بر روش‌شناسی گذار انجام شده، در بخش روش جمع‌آوری داده، ۸۲ درصد مقالات از روش کیفی استفاده کرده‌اند، ۹ درصد کمی و ۹ درصد دیگر از روش‌های آمیخته استفاده شده است (Zolfaghariana, 2019) و در سال‌های اخیر، روش‌های کیفی-مقایسه‌ای[۴] به‌عنوان راه‌حلی برای پر کردن خلأ روش شناختی این نگرش پیشنهاد شده است (Kohler, 2019). رویکرد سیستم نوآوری در بخش روش‌شناختی، موقعیت محکم‌تری دارد، زیرا عمدتا از روش‌های آمیخته استفاده کرده و بخش مهمی از اطلاعات به‌صورت ورودی‌های سیستم مانند تعداد دانشجویان، تعداد محققان و تحلیل روندها و یا خروجی‌های سیستم مانند اختراع‌ها، شاخص‌های آماری هستند. گیلز می‌گوید که رابطه بین پژوهش و سیاست، چالش‌ها و بدبستان‌های زیادی دارد. نظریه برای اینکه به توصیه سیاستی تبدیل شود باید با پارادایم‌های دیگر ممزوج شود و این امر ممکن است به یکپارچگی آن لطمه نظری وارد کند (Turnheim *et al.*, 2020).

لایه هشتم- عرصه ارزش‌شناسی[۵] معطوف به تجویزات سیاستی

علاوه بر این نکات افتراقی بالا، اختلافاتی بین رویکرد سیستم نوآوری و مطالعات گذار در عرصه کاربرد نیز وجود دارد، سیاست نوآوری معمولاً با هدف رشد اقتصادی طرح می‌شود. از آنجاکه بازیگران عمده، صاحبان شرکت‌ها هستند، هدف عرضه نوآوری فناورانه محیط زیستی، درنهایت رشد اقتصادی است، درحالی‌که طراحان سیاست‌های گذار به دنبال کاهش چالش‌های اجتماعی هستند (Floortje Alkemade 2011). سیاست‌های گذار با هدف کسب منافع حداکثری ذینفعان در اجتماع و حداقل آسیب به محیط زیست، در یک مثلث، مسائل جامعه، فناوری و محیط‌زیست طراحی می‌شوند. هماهنگی زیرمجموعه‌های این سیاست بزرگترین رسالت سیاستگذاران می‌باشد. بنابراین، می‌توان گفت که دامنه دخالت سیاستگذاران در نگرش سیستم نوآوری و گذار نیز با یکدیگر انطباق ندارد. تنها زمانی که انتشار یک فناوری هم به رشد اقتصادی بیانجامد و هم به پایداری محیط زیستی توجه داشته باشد، می‌توان گفت که اهداف سیاست‌های نوآوری و گذار بر یکدیگر منطبق‌اند.

4 - Qualitative comparative analysis
5 - Axiology

توجه به بررسی تطبیقی لایه‌های مختلف نه‌گانه، نشان‌دهنده یافته‌های مرور ادبیات ما در لایه‌های نه‌گانه مدل تلفیقی این پژوهش است که در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳ – مدل مفهومی مقایسه نظری و روشی

		نگرش سیستم نوآوری فناورانه	نگرش گذار به پایداری
لایه اول	مرزبندی قلمرو سیستم	تمرکز بر شرایط و خصوصیات عام فناوری و عناصری که تولید دانش را افزایش می‌دهند.	تمرکز هم‌زمان بر ایجاد و مصرف فناوری و نوآوری (مصرف‌کنندگان، شرکت‌ها، صنایع، گروه‌های ذی‌نفوذ)
لایه دوم	ماهیت نوآوری	نوآوری فناورانه	نوآوری فناورانه و اجتماعی و سازمان‌دهی مانند تغییر الگوی موجود به الگوی تولید و مصرف پایدار
لایه سوم	ساختار یا ساختمندی سیستم	شبکه‌ای از فناوری، بازیگران، شبکه و نهادها در حیطه ایجاد فناوری	مرکب از سه سطح کنام، رژیم، دورنما
لایه چهارم	رویکرد پژوهش	پویایی درونی نتیجه تحولات فناوری است.	عامل پویایی فشار بیرونی و تحولات درونی است
لایه پنجم	جایگاه بازیگران	بازیگران موردمطالعه تنها شامل افرادی می‌شوند که از تغییر فناوری دفاع می‌کنند.	عاملیت انسانی به شکل گروه‌ها تعیین می‌یابد و بین گروه‌ها بر سر تغییر و یا سکون تعارض وجود دارد.
لایه ششم	مقطع زمانی مطالعه	تمرکز بر محدوده طفولیت و در حال ظهور فناوری‌ها	درازمدت، در همه عرصه‌های تاریخی و حال و سناریوهای آینده
لایه هفتم	رابطه علت و معلول در تغییر	مدیریت انتظارات و هدایت تحقیق از طریق برنامه‌ریزی راهبردی	مدیریت گذار
لایه هشتم	روش جمع‌آوری داده‌ها	پیمایش–اثباتی–ارزش‌گرایی–کمی–کیفی–آمیخته– مثلثی‌سازی	باز و نامحدود در حوزه روش‌های کیفی هرچند به‌تازگی روش‌های کمی نیز اضافه شده است
لایه نهم	تجویز سیاستی	توسعه فناوری باهدف رشد اقتصادی از طریق رقابت شرکت‌ها/ استفاده از ابزارهای تشویق اقتصادی و مالیاتی	توسعه پایدار و تخفیف چالش‌ها در سطح جهانی/ استفاده از ابزارهای ارتقای آگاهی و مسئولیت‌های شهروندی

با توجه به یافته‌های مدل لایه‌ای نه‌گانه که از بررسی تطبیقی دو نگرش به دست آمد، مشخص شد که موضع هر نظریه در رابطه با محتوای جدول ۳ به چه صورت بوده و ارتباط این دو نگرش در حوزه تشریحی، تحلیلی، تبیینی و تجویزی چگونه می‌باشد. در بخش بعدی، این مدل را در یک مورد مطالعاتی به کار گرفته شده تا ظرفیت‌های دو نگرش با هم مقایسه شوند.

بخش دوم: مورد مطالعاتی- تطبیق ظرفیت‌های دو پارادایم نظری در مورد مطالعاتی چالش دسترسی به آب

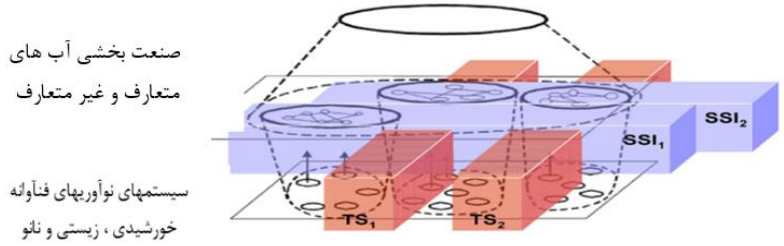
حوزه آب یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های ملی ایران است. در این مطالعه، ما به بررسی مقایسه‌ای دو نگرش موردنظر در حوزه چالش آب می‌پردازیم. برای این کار در پروژه مطالعاتی «چالش دسترسی به آب» تیم پژوهشگران بر دو دسته تقسیم شده و هریک با نگرش مجزا شروع به کار کردند و در پایان بر اساس جدول (۳)، یافته‌ها با هم مقایسه شدند. مقایسه یافته‌های دو تیم پژوهشی به‌خوبی نسبت ظرفیت‌های این دو نگرش را مشخص نمود.

مقایسه نگرش سیستم و نگرش گذار در نوآوری در حوزه آب

نگرش سیستم در رویارویی با چالش آب، مسئله خود را «عدم توسعه فناوری‌های نوین در حوزه آب‌های نامتعارف مانند آب‌شیرین‌کن‌ها و تصفیه پسآب» تبیین نمود. تیم پژوهشی نگرش گذار نیز«عدم دسترسی به آب به‌صورت پایدار و عادلانه» را به‌عنوان مسئله اصلی عنوان نمود.

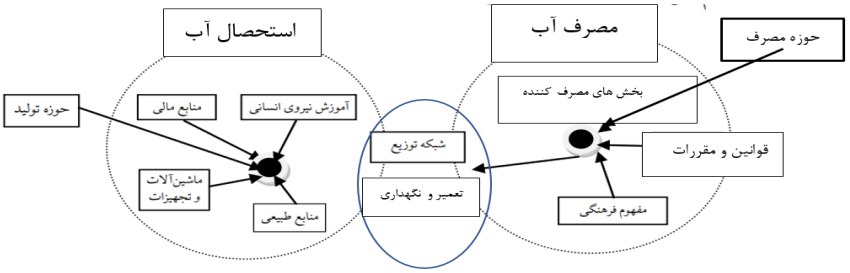
لایه اول- تعیین قلمرو سیستم

الف. نقطه آغاز نگرش سیستم نوآوری همان‌طور که گفته شد، تعیین قلمرو سیستم نوآوری فناورانه در حوزه آب است (Bergek et al, 2008). اگرچه خود صنعت آب یک صنعت قدیمی است، اما به‌طور دائم از طریق نفوذ فناوری‌های نوین در آن، درحال نوشدن و تغییرات نسلی است (Annagret, 2017). در این رابطه فناوری خورشیدی در بخش تأمین نیروی آب‌شیرین‌کن‌ها، فناوری زیستی در غشای زیستی و فناوری نانو برای استفاده از نانوفیلتراسیون در تصفیه پساب صنعتی قابل‌ذکر است. به‌این‌ترتیب، حوزه نوآوری فناورانه، نقاط مماس بین صنعت بخشی آب و فناوری‌های نوین (انرژی خورشیدی، زیست‌فناوری و نانو فناوری و..) هستند (نگاه کنید به نمودار ۳). در این نمودار نقاط مماس بین صنعت بخشی آب‌های متعارف SS_1 و غیرمتعارف S_2 ، سیستم‌های نوآوری فناورانه نوین TS_1,TS_2,TS_3 که در حوزه آب فعال‌اند، نشان داده شده‌اند.



نمودار ۳ – قلمروی مطالعه نگرش سیستم تقاطع سیستم بخشی و سیستم نوآوری فناورانه آب با الهام از Markard and Truffer, (2008).

سیستم اجتماعی قلمرو سیستم اجتماعی– فنی آب، بسیار گسترده‌تر از قلمرو سیستم نوآوری فناورانه است و سه لایه چشم‌انداز، رژیم‌ها –فنی، به‌غیراز کنام‌ها، دو لایه (دورنما و رژیم) را نیز دربر می‌گیرد. یکی از مزایای این گستردگی، رویارویی مستقیم با چالش‌های برخاسته از تغییرات اقلیم به‌عنوان یکی از وجوه دورنمای سیستم است؛ بنابراین به‌طور صریح و نه ضمنی، چالش آب را به‌عنوان یکی از اجزای دورنما موردمطالعه قرار می‌دهد. سیستم فنی –اجتماعی دسترسی آب در ایران، عموماً از دو هسته تولید و مصرف تشکیل شده است. هسته تولید شامل فناوری‌های آب، بازیگران تولید و استحصال آب است. هسته دوم، حوزه مصرف و کاربرد، نیز شامل مصرف‌کنندگان شهری، کشاورزی، صنعتی است. در این میان، با حوزه واسط شامل دولت و دستگاه‌های میانجی نیز مواجهیم (نمودار ۴).



نمودار ۴ – قلمرو و اجزای سیستم اجتماعی–فنی آب با الهام از گیلز (۲۰۰۴).

لایه دوم– تعریف مفهوم نوآوری

در نگرش گذار، تعریف نوآوری به‌مراتب گسترده‌تر است. اگرچه در حوزه انرژی (که بیشتر مطالعات سیستم نوآوری بر روی آن انجام شده) مرز پررنگی بین نوآوری پایدار و غیرازآن وجود دارد، اما در حوزه آب چنین مرزبندی وجود ندارد و هر نوع فناوری نوینی، نوآوری پایدار و یا محیط زیستی محسوب نمی‌شود و در نتیجه چالش دسترسی به آب را حل نمی‌کند. به‌طور مثال، نوآوری‌های فناورانه در حوزه‌هایی که به منابع (سفره‌های) زیرزمینی آب، برای عرضه بیشتر آب فشار وارد کند، مانند پمپ‌های فشارقوی چاه‌های عمیق، نوآوری فناورانه‌ای است که فاقد ارزش‌های محیط زیستی است، زیرا چالش دسترسی به آب را در کوتاه‌مدت و برای ذینفعان محدود حل می‌کند، اما توسعه پایدار منطقه‌ای را در درازمدت به خطر می‌اندازد. همین‌طور، فناوری آب شیرین در مواردی محیط‌زیست را با چالش‌های بزرگی ازنظر پساب روبرو می‌سازد. ازآنجاکه در نگرش گذار، حوزه مصرف نیز در قلمرو سیستم محسوب می‌شود، در مورد مطالعاتی آب، بر اساس این نگرش، نه‌تنها تغییرات حوزه استحصال آب بلکه تحولات مدیریت الگوی تقاضا و توزیع آب مثل هرگونه تغییر الگوی کشت کشاورزی و تقاضای شهری و صنعتی، در مدنظر قرار بگیرد.

لایه سوم- ساختار یا ساختمندی سیستم

در حوزه نگرش سیستمی، ساختار به بازیگران، شبکه‌ها و نهادها تقسیم می‌شود و آن‌ها هم هریک زیرمجموعه‌های دیگری را شامل می‌شوند. در پژوهشی که دراین‌باره انجام شده است، بازیگران، نهادها و شبکه‌ها شناسایی شده‌اند که در جدول (۴) نشان داده شده است.

جدول ۴ - بازیگران سیستم آب در ایران

بازیگران	
سیاستگذاران دولتی	
شورای عالی آب	متشکل از وزرای نیرو، جهاد کشاورزی، صنایع و معادن کشور و رئیس سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، رئیس سازمان حفاظت محیط‌زیست، (رئیس سازمان مدیریت بحران کشور) یک نفر از اعضای کمیسیون کشاورزی، آب و منابع طبیعی با انتخاب مجلس شورای اسلامی به‌عنوان ناظر و دو نفر از متخصصین بخش کشاورزی
مجلس	نهاد ملی قانون‌گذار در حوزه آب
وزارت نیرو (شرکتهای مادر تخصصی مدیریت منابع آب ایران و مهندسی آب و فاضلاب کشور)	برنامه‌ریز و نظارت بر چگونگی استحصال و توزیع آب
وزارت جهاد کشاورزی	برنامه‌ریزی و هماهنگی انطباق الگوی کشت مناسب هر منطقه متناسب با منابع آبی
وزارت صنعت	شناسایی صنایع آبر، اولویت‌بندی میزان و سهمیه مصرف آب در هر صنعت بر اساس ارزش‌افزوده اقتصادی متناسب با شرایط اقتصادی و اجتماعی کشور
سازمان محیط‌زیست	تنظیم‌کننده و اجراکننده مقررات محیط زیستی
حوزه خصوصی	
پیمانکاران و مشاوران	پیمانکاران که به گروه‌های سدساز و شبکه آبیاری تحت‌فشار تقسیم می‌شوند. گروه مشاوران و طراحان تأسیساتی مثل آب و فاضلاب شهری
تولیدکنندگان، فناوران وسرمایه‌گذاران خصوصی	تأمین منابع مالی جهت ورود فناوری‌های جدید انجام تحقیق و توسعه
شرکت‌های دانش‌بنیان	شرکتهای فعال حوزه‌های تصفیه آب و آب‌شیرین‌کن‌ها
دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی	خلق دانش کاربردی موردنیاز جهت ارتقاء صنعت

	آموزش نیروی انسانی ماهر
مراکز واسط مانند انکوباتورها، شتاب‌دهنده‌ها و مراکز نوآوری پارک‌های صنعتی و آزمایشگاه‌های مرجع و مراکز استاندارد	ارائه‌دهنده فضا، مشاوره و منتورینگ
رسانه‌های خبری	فرهنگ‌سازی استفاده بهینه از منابع آب
اندیشکده‌ها و پژوهشکده‌ها	انجام تحقیقات و پژوهش‌ها در حوزه‌های حکمرانی و سیاستگذاری آب مانند پژوهشکده مهندسی و مدیریت آب تربیت مدرس و اندیشکده ها به‌عنوان تولیدکننده فکر و اندیشه نوین در حوزه آب مانند پایگاه خبری آب ایران شبکه محیط‌زیست و منابع کشور، اندیشکده تدبیر آب ایران
نشریات تخصصی	نشریه تخصصی منابع آب، نشریه آبفای کشور، نشریه تخصصی منابع آب، نشریه آبفای کشور

به‌غیراز بازیگران، شبکه‌ها و نهادهای حوزه آب نیز در این تحقیق شناسایی‌شده‌اند.

جدول شماره ۵ – شبکه‌ها و نهادهای رسمی و غیررسمی سیستم آب

شبکه‌ها	
رسمی(داخلی)	انجمن هیدرولیک ایران، انجمن مهندسی و علوم منابع آب
غیررسمی	شبکه‌سازی صنعت حوزه نانو فناوری و صنعت آب
نهادها	
رسمی	سیاست‌ها و قوانین مرتبط با آب
غیررسمی	رویدادها: فراخوان چالش نوآوری طرح و ایده ارتقاء کیفی آب آشامیدنی

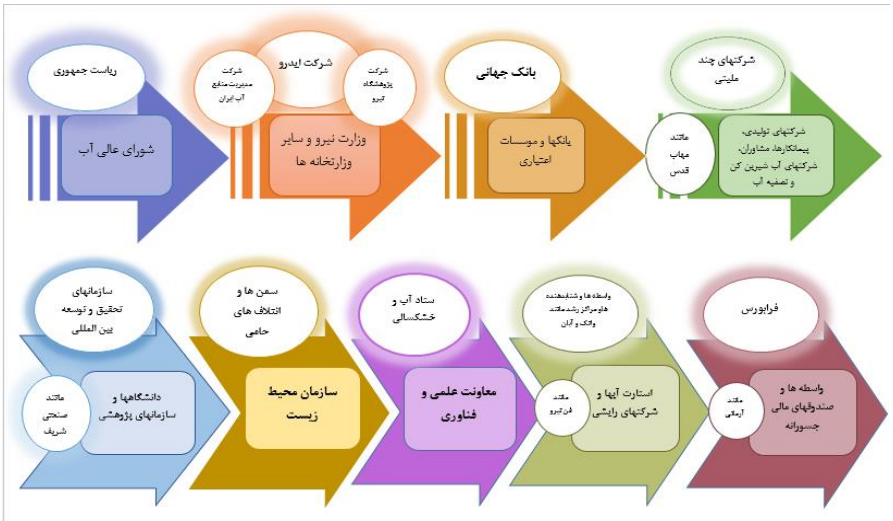
لایه چهارم- ماهیت پویایی سیستم

درحالی‌که در سیستم نوآوری، پویایی امری درون سیستمی تلقی می‌شود و شکست داخل سیستم را از طریق بازخورد منفی تعامل کارکردها رهگیری می‌نماید، نگرش گذار پویایی سیستم را نتیجه فشار دورنما (به‌عنوان یک عامل بیرونی–درونی، در اینجا خشکسالی و عدم دسترسی به آب) برای تغییر و تحول سیستم تعیین‌کننده تلقی می‌کند. در مطالعه نگرش گذار، نشان داده می‌شود که اثرگذاری دورنما بر رژیم، به‌صورت سازواره و مستقیم نیست بلکه از طریق تغییر انتظارات مردم به مانایی رژیم اجتماعی- اقتصادی و تغییر نهادهای ادراکی –فرهنگی، هنجاری و یا تغییرات قوانین و مقررات است. اگر این انتظار کم شود، رژیم فعلی آب مبتنی بر تأکید بر

عرضه آب‌های زیرزمینی متزلزل شده و منابع علاوه بر حمایت از کنام‌های فناورانه (به‌طور مثال در حوزه آب‌شیرین‌کن‌ها و دستگاه‌های تصفیه آب، به‌طرف تغییر الگوی مصرف در کشاورزی، صنعت و مصرف شهری حرکت می‌کنند.

لایه پنجم- ماهیت بازیگران

نقد نگرش مدیریت گذار بر شناخت اجزای نهادی سیستم نوآوری آن است که تفاوت بین اهداف و انگیزه‌های بازیگران را مشاهده نمی‌کند، چراکه ما عمدتاً با دو نوع بازیگر، شبکه و نهاد مواجه هستیم. اول: بازیگران شبکه‌ها و نهادهایی که صنعت فعلی آب را اداره می‌کنند. این بازیگران عبارت‌اند از شورای عالی آب و بازیگران عضو آن مانند وزارتخانه‌های دولتی و در رأس آن وزارت نیرو، پیمانکاران که به گروه‌های سدساز، کانال‌ساز و مجریان شبکه آبیاری (شبکه آبیاری تحت‌فشار) تقسیم می‌شوند، گروه مشاوران و طراحان که به‌طور تخصصی عمل می‌کنند و شامل تأسیسات مثل آب و فاضلاب شهری و روستایی هستند و سرمایه‌گذاران خصوصی. دوم: بازیگران شبکه‌ها و نهادهایی که به دنبال تغییر فناورانه و نوآورانه در این صنعت می‌باشند که شامل دانشگاه‌ها، سازمان‌های پژوهشی، سازمان حفاظت محیط‌زیست، شرکت‌های دانش‌بنیان و صندوق‌های ریسک‌پذیر، اندیشکده تخصصی و غیره می‌باشند. گرایش لایه اول به تثبیت وضع موجود و یا تغییر تدریجی از طریق بهبود بهره‌وری در استحصال آب منابع زیرزمینی (ساخت سد و انتقال آب) می‌باشد. گرایش لایه دوم، بیشتر در تغییر وضعیت و کار در حوزه آب‌های غیرمتعارف و بازچرخانی آب می‌باشد و بیشتر از بازیگران لایه اول با نگرش‌های توسعه پایدار و محیط زیستی هم‌راستا است. نمودار (۵) تفکیک این بازیگران از هم را نشان داده است (نگاه کنید به نمودار۵).



نمودار ۵ – تفکیک بین بازیگران در حوزه‌های رژیم و یا کنام.

لایه ششم- مرحله زمانی

نگرش سیستمی، دارای چشم‌انداز زمانی کوتاه‌تری است. در نگرش سیستمی توجه اصلی به دوره طفولیت و رشد اولیه فناوری معطوف است. در نگرش گذار، فناوری از نضج و تکوین در کنام‌ها تا دوره تثبیت و افول در رژیم‌ها را زیر نظر دارد.

لایه هفتم- مدیریت تغییر

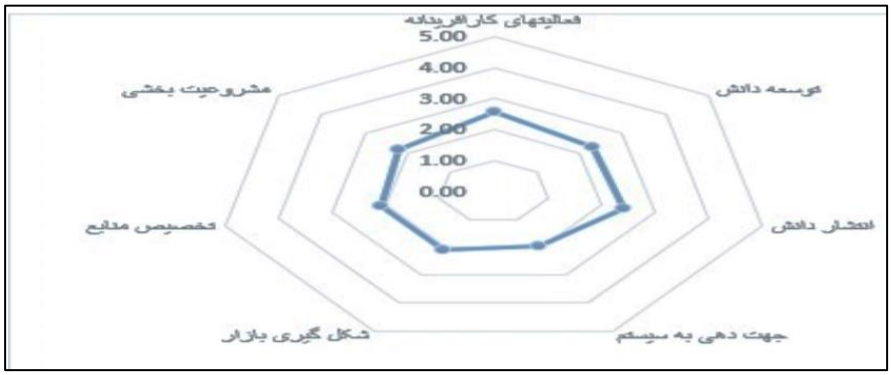
در نگرش سیستمی، تغییر از طریق برنامه‌ریزی استراتژیک و مداخله دولت به شکل احکام برنامه‌ای متجلی می‌شود و به‌عنوان‌مثال می‌توان به ماده ۳۶ قانون برنامه‌وبودجه ششم اشاره کرد که حاکی از استفاده از آب‌شیرین‌کن به میزان ۳۰ درصد برای استحصال آب آشامیدنی مناطق نوار جنوبی حاشیه دریای عمان است. در نگرش گذار به پایداری، مداخله دولتی نقش کمی دارد و افزایش آگاهی عمومی در صرفه‌جویی در مصرف و تشویق تشکل‌های آب بران در تشکیل نهادهای خودتنظیمی برای مدیریت کشت‌های کشاورزی به‌صورت پررنگ‌تر عنوان می‌شود.

لایه هشتم- روش دستیابی به داده‌ها

در این مورد هر دو گروه از روش‌های مطالعه کتابخانه‌ای، پیمایش و تحلیل‌های آماری و مصاحبه‌های عمیق استفاده کرده‌اند و تفاوت زیادی ندارند. البته در نگرش گذار، مرحله تحلیل و بررسی اسناد و مدارک تاریخی و داده‌های کلان اقتصادی دست‌دوم اهمیت بیشتری داشت.

لایه نهم- تجویزات سیاستی

نگرش سیستمی در یک بررسی بر مبنای پرسشنامه و مصاحبه عمیق با خبرگان مشخص کرد که اولاً کلیه کارکردهای سیستم نوآوری درشرایط ضعیف و بسیار ضعیف قراردارند. به‌علاوه، در بین کارکردها تفاوت‌های معنی‌داری وجود دارد به این صورت که کارکردهای هدایت تحقیق، بازارسازی و بسیج منابع و مشروعیت به‌مراتب از کارکردهای سیستم چون ایجاد دانش، انتشار دانش و تجربیات کارآفرینی در وضعیت بدتری قرار دارند.



نمودار ۶ – شکست کارکردی حوزه نوآوری‌های فناورانه آب در ایران.

ادبیات گذار، مفهوم شکست گذار را از ادبیات سیستمی امانت می‌گیرد و این سازه مفهومی را تعمیق می‌بخشد(Weber and Rohracher, 2012). بر این اساس، شکست گذار به چهار شکست زیرمجموعه تقسیم می‌شود که عبارت است از: ۱–شکست جهت‌گیری، ۲– شکست هماهنگی،۳– شکست تقاضا و ۴– شکست تفکر تأملی (میرعمادی، ۱۳۹۸). رابطه بین مفهوم شکست در نگرش سیستمی و شکست در نگرش گذار موضوع بسیار مهمی است. مفهوم شکست‌های چهارگانه گذار، تعمیق یکی از شکست‌های نوآوری است که ارتباط تنگاتنگ با شکست‌های دیگر سیستم نوآوری دارد. برای توضیح آن باید بگوییم که در نتیجه‌گیری از تعامل اجزای نگاشت نهادی و پویایی کارکردی مشخص گردید که درحالی‌که تحقیقات دانشگاهی (کارکرد دوم) و انتشار آنها در سطح ترویجی و شبکه‌های علمی در وضعیت ضعیف و نسبتاً ضعیف قرار دارد و وضعیت کارکرد تجربیات کارآفرینی که به تشکیل تعدادی از شرکت‌های دانش‌بنیان انجامیده است، هم همین‌طور است؛ اما کارکردهای سیستم بزرگ‌تر یعنی کارکردهای چهارم، پنجم، ششم و هفتم (که وضعیت آن‌ها ملهم از حکمرانی، سیاست‌های اقتصادی، توسعه منطقه‌ای و اجتماعی است)، به‌مراتب ضعیف‌تر است و به دلیل همین ضعف، سازوکارهای ایجاد تنوع و انتخاب در سیستم، معیارهای واقعی ندارد و عملاً، بروندادهای سیستم آموزش عالی و تحقیقات توسط کارکردهای تخصیص منابع، بازارسازی، مشروعیت نوآوری پشتیبانی نمی‌شود. ازاین‌جهت، در سیستم دور باطل به وجود آمده و شکست حکمرانی را بیش‌ازپیش تعمیق می‌بخشد؛ بنابراین، مادامی‌که کارکردهای چهارم، پنجم، ششم و هفتم یعنی کارکردهای مربوط به حکمرانی کلی جامعه در وضعیت ضعیفی باشد، افزایش راندمان کارکردهای تولید، توزیع دانش و تجارب کارآفرینی (کارکردهای اول، دوم و سوم) مارا با شکست‌های جهت‌گیری، هماهنگی سیاست‌ها، شکست تقاضا و تفکر تأملی روبرو می‌سازد. در جدول (۶) خلاصه یافته‌های پژوهشی در کلیه لایه‌های نه‌گانه دیده می‌شود.

جدول ۶ – خلاصه یافته‌های پژوهشی

	نگرش سیستم نوآوری فناورانه	نگرش گذار به پایداری	نوع ظرفیت	مقایسه بین دو نگرش	نگرش سیستم نوآوری فناورانه
اول	تعیین قلمروی سیستم	تمرکز بر نوآوری فناورانه آب که شامل نقاط تماس بین فناوری‌های نوین با صنعت آب می‌شود	تمرکز هم‌زمان بر ایجاد و مصرف فناوری و نوآوری (مصرف‌کنندگان، شرکت‌ها، صنایع، گروه‌های ذی‌نفوذ)	ظرفیت تشریحی	نگرش گذار بسیار وسیع‌تر از نگرش سیستمی
دوم	تعریف ماهیت نوآوری	تمرکز بر توسعه فناوری‌های آب که در کوتاه‌مدت موجب افزایش استحصال آب می‌شوند	تغییر الگوی موجود به الگوی تولید و مصرف پایدار	ظرفیت تشریحی	نگرش گذار بسیار وسیع‌تر از نگرش سیستمی
سوم	ساختار یا ساختمندی سیستم	دانشگاه‌ها، صنعت آب و شبکه‌های همکاری آب	بازیگران به دولایه طرفداران تغییر مانند استارت آپ‌ها و طرفداران وضع موجود مانند مدیریت فعلی تقسیم می‌شوند	ظرفیت تشریحی	نگرش گذار بسیار وسیع‌تر از نگرش سیستمی
چهارم	ماهیت پویایی سیستم	پویایی از طریق تعامل کارکردها به دست می‌آید	پویایی نتیجه فشار دورنما بر رژیم و آمادگی کنامها ایجاد می‌شود	ظرفیت تحلیلی	نگرش گذار بسیار وسیع‌تر از نگرش سیستمی اما مبهم‌تر از نگرش سیستمی است. برعکس نگرش سیستمی بسیار روشن‌تر از نگرش گذار
پنجم	ماهیت بازیگران	عاملیت انسانی تنها در نقش کارآفرین, پژوهشگران متجلی است	عاملیت انسانی به شکل گروه‌ها مشاهده می‌شود و در بخش تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان قابل‌مشاهده هستند. تعارض منافع و یا تعارض سیاست‌ها نیز ازجمله موضوعات مطالعه می‌باشند	ظرفیت تحلیلی	نگرش گذار بسیار عمیق‌تر از نگرش سیستمی است.
ششم	مرحله زمانی	تمرکز بر محدوده طفولیت و در حال ظهور فناوری‌ها	درازمدت، در همه عرصه‌های تاریخی و حال و سناریوهای آینده	ظرفیت تحلیلی	نگرش گذار بسیار درازمدت-تر اما مبهم‌تر از نگرش سیستمی

هفتم	مدیریت تغییر	مداخله دولت برای افزایش تحقیقات حوزه آب	مدیریت مصرف آب	ظرفیت تبیینی	نگرش گذار بسیار وسیع‌تر اما با صراحت و شفافیت کمتر.
هشتم	روش دستیابی به داده‌ها	پیمایش–اثباتی–ارزش‌گرایی–کمی–کیفی–آمیخته - مثلثی‌سازی	باز و نامحدود در حوزه روش‌های کیفی هرچند به‌تازگی روش‌های کمی نیز اضافه شده است	ظرفیت تبیینی	نگرش سیستمی به پیمایش و شاخص‌های آماری متکی است و نگرش گذار به تحلیل تاریخی
نهم	تجویز سیاستی	تجویزات سیاستی مبتنی بر شکست	تجویزات سیاستی از طریق مدیریت راهبردی کنام و مدیریت گذار	ظرفیت تجویزی	نگرش سیستمی بسیار صریح‌تر و روشن‌تر از دیدگاه گذار

نتیجه‌گیری

این مقاله باهدف روشن کردن رابطه نظری – روشی دو نگرش سیستمی و گذار انجام گرفت. در این راستا سه سؤال مشخص شد: اول این‌که این دو نظریه دارای چه مبانی نظری هستند و رابطه بین این دو مبانی چگونه است و دوم اینکه ظرفیت‌های نظری و روشی این دو نگرش چه نسبتی باهم دارند و تفاوت آن‌ها در کاربرد چگونه مشخص می‌شود. مورد مطالعاتی برای بررسی کاربرد این دو نظریه چالش دسترسی به آب در نظر گرفته شده بود. مرور ادبیات نشان داد که بین پارادایم سیستم نوآوری و گذار، گفتگو و تعامل برقرار است. وجود این گفتگو، دال براین حقیقت است که رابطه این دو نظریه نه هماهنگی کامل است و نه تضاد کامل. درواقع این دو نظریه، در حوزه مبنایی خود دارای تفاوت‌ها و اشتراکاتی می‌باشند که فضای گفتگوی نظری را فراهم می‌کند. برای شناسایی نقاط اشتراک و افتراقات، بر اساس مورد مطالعاتی که انجام گرفت مشخص شد که نگرش گذار به نسبت نگرش سیستمی در حوزه‌های مرزبندی سیستم، ماهیت نوآوری، ساختار، ماهیت بازیگران، مدیریت تغییر از چشم‌اندازی وسیع‌تر و عمیق‌تری برخوردار می‌باشد. از این نظر، ظرفیت‌های تشریحی و تحلیلی مطالعات گذار بسیار متعالی‌تر از نگرش سیستمی است؛ اما در حوزه ظرفیت تحلیلی (رویکرد پژوهش و مرحله زمانی) که اختصاصاً به تحلیل کارکردهای سیستم می‌پردازد، این رابطه تا حدودی برعکس می‌گردد و بر همین اساس در حوزه‌های تبیینی و تجویزی نیز مطالعات گذار وسیع‌تر و عمیق‌تر، اما نگرش سیستمی دارای تصویری روشن‌تر و با دقت بالاتر می‌باشد. همان‌طور که دیدیم در نگرش سیستم‌های نوآوری، در گام اول در بیان مسئله، مشکل اصلی، عدم توسعه فناوری‌های آب‌های غیرمتعارف تلقی

گردید، درحالی‌که در نگرش گذار، مسئله اصلی پژوهش دسترسی عادلانه آب بود. در نگرش سیستمی، رشد و توسعه فناوری به‌طور خودبه‌خود امری مطلوب تلقی می‌گردد، درحالی‌که در نگرش گذار، فناوری تنها می‌تواند جزئی از مجموعه راه‌حل‌ها باشد و حتی در مواردی، خود به مشکل بیافزاید، مثلاً برخی فناوری‌ها (مانند فناوری‌های آب‌های نامتعارف) خود آلوده‌کننده محیط‌زیست هستند. این امر نشان می‌دهد که پژوهشگران با انتخاب نگرش سیستمی به‌طور ناخودآگاه درمان چالش‌های بزرگ محیط زیستی را تنها درگرو توسعه فناوری می‌بیند و تجویزات سیاستی که در حوزه مدیریت تقاضا، الگوی مصرف و حوزه‌های فرهنگی-سیاسی تعریف‌شده و مستقیماً به حکمرانی مرتبط است، نادیده می‌انگارند. بنابراین، اگرچه به نظر می‌رسد که یافته‌های مقاله، مدل‌های تلفیقی برای بهره‌برداری از ویژگی‌های مثبت هر دو نگرش را تائید می‌کند و نتیجه می‌گیرد که ترکیب این دو نگرش در یک مدل تلفیقی، بدون توجه به تفاوت‌های مبانی نظری آن‌ها، تنها به‌صورت مقطعی و سطحی و زمانی امکان‌پذیر است، اما درواقع آن را تنها زمانی مجاز می‌داند که پژوهشگر از محدودیت نگرش سیستمی آگاه بوده و بصورت عامدانه بر توسعه فناوری متمرکز شود. در غیر این صورت، دستاوردی جز نوعی تقلیل‌گرایی و ساده‌سازی مسئله چالش‌های محیط زیستی نخواهد داشت. با توجه به این‌که در شرایط فعلی، مقالات زیادی در حوزه نظری در رابطه با امکان تلفیق دو نگرش سیستمی و گذار منتشر می‌شود، آشنایی حداقل در سطح مقدماتی با مبانی نظری نگرش‌های سیستمی ضروری به نظر می‌رسد. کما اینکه این پژوهش نشان می‌دهد که حداقل در حوزه دسترسی به آب، تلفیق این دو نگرش بدون توجه به اختلاف مبانی بنیادین آنها، ریسک زیادی در پی دارد. البته، این پژوهش تنها یک کار مقدماتی است و بدون تردید باید پژوهش‌های دیگری در حوزه سایر چالش‌های محیط‌زیست مانند آلودگی هوا و یا انرژی انجام شود تا بتوان در این رابطه حکم کلی داد. از این نظر، پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های دیگری، کاربرد مدل مقایسه‌ای ارائه‌شده در حوزه‌های دیگر چالش‌های بزرگ اعتبار سنجی شود.

قدردانی

نویسندگان از ارزیابان این مقاله که با راهنمایی‌های سازنده باعث بهبود نسخه اولیه مقاله شدند تشکر می‌کنند. این مقاله با استفاده از نتایج تحقیقی که با گرنت سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران انجام پذیرفته، تدوین شده که بدین‌وسیله از سازمان مزبور سپاسگزاری می‌شود.

منابع

۱ – کوهن, توماس. ۱۳۶۹. ساختار انقلابات علمی (مترجم احمد آرام). تهران : سروش.

۲ – میرعمادی, طاهره. ۱۳۹۸. "روندهای نوآیند در سیاست".

3- Andersen, M. M. 2004. "An innovation system approach to eco-innovation-Aligning policy rationales."

4- Bergek, A, S Jacobsson, and B Carlsson. 2008. "Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis." Research policy 37 (3): 407-429.
5- Binz, C., Truffer, B., & Coenen, L. (. 2014. "Why space matters in technological innovation systems—Mapping global knowledge dynamics of membrane bioreactor technology." Research Policy, 43(1) 138-155.
6- Coenen, Lars, and Fernando J.Díaz Lopez. 2008. "competitiveness, Comparing systemic approaches to innovation for sustainability and sustainability and competitiveness." DIME International Conference "Innovation, Sustainability and Policy. Delft Netherlands: TNO Built Environment and Geosciences.
7- Edquist, C. 2005. systems of innovation: perspectives and challenges. [book auth.] J., Mowery, D.C., Nelson, R.R. (Eds.), Fagerberg. The Oxford Handbook of Innovation. New York: Oxford University Press.
8- Elzen, Boelie, Frank W. Geels, Peter S. Hofman, and Ken Green. 2004. "Socio-technical scenarios as a tool for transition policy: An example from the traffic and transport domain." System Innovation and the Transition to Sustainability 251-281.
9- F.W. Geels, A. McMeekina, B. Pflugar. 2020. "Socio-technical scenarios as a methodological tool to explore social and political feasibility in low-carbon transitions: Bridging computer models and the multi-level perspective in UK electricity generation (2010–2050)." Technological forecasting and social change.
10- Floortje Alkemade, Simona Negro and Marko P. Hekkert. 2011. "Transition policy and innovation policy: friends or foes?" Innovation studies; Utrecht University Paper presented at the DIME Final Conference,, 6-8 April . Utretcht : Utrecht university press.
11- Frank W. Geels, Frans Berkhout and Detlef P. van Vuuren. 2016,. "Bridging different analytical approach for sustainability transition ." Nature : Climate change | DOI: 10.1038/NCLIMATE2980.
12- Geels, F. 2004. "From sectoral systems of innovation to socio-technical systems,Insights about dynamics and change from sociologyand institutional theory." Research Policy 33: 897–920.
13- Geels, F. W. 2002. "Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study." Research policy 31 (8-9): 1257-1274.
14- Geels, F. W. 2020. "Micro-foundations of the multi-level perspective on socio-technical transitions: Developing a multi-dimensional model of agency through crossovers between social constructivism, evolutionary economics and neo-institutional theory." technological Forecasting and social change. 152 119894.
15- Geels, F. W., & Schot, J. T. 2007. "ypology of sociotechnical transition pathways." Research policy, 36(3), 399-417.
16- Geels, F. W., and B. Verhees. 2011. "Cultural legitimacy and framing struggles in innovation journeys: a cultural-performative perspective and a case study of Dutch nuclear energy (1945–1986)." Technological Forecasting and Social Change 78 (6): 910-930.
17- Geels, F. W., Kern, F., Fuchs, G., Hinderer, N., Kungl, G., Mylan, J., ... & Wassermann, S. 2016. "The enactment of socio-technical transition pathways: a reformulated typology and a comparative multi-level analysis of the German and UK low-carbon electricity." (Research policy) 45 (4).
18- Geels, F.W. 2005. "The dynamics of transitions in socio-technical systems: a multi-level analysis of the transition pathway fromhorse-drawn carriages to automobiles (1860–1930)." Technology Analysis & Strategic Management 17 (4): 445–476.
19- Geels, Frank. 2011, . "The multi-level perspective on sustainability transitions: Responses to seven layers." Environmental innovation and social transition,(1): 1 24-40.
20- Genus, A., & Coles, A. M. 2008. "Rethinking the multi-level perspective of technological transitions." Research Policy 1436-1445.
21- Govindan, K. 2018. "Sustainable consumption and production in the food supply chain: A conceptual framework." International Journal of Production Economics 195: 419-431.
22- Grimes, Marrian Lewis and Andrews. 1999. "Metatriangulation : BUILDING THEORY." Academy review of management, 4 (24) 672-690.
23- Jansma, S. R., J. F. Gosselt, and M. D. de Jong. 2018. "Technological start-ups in the innovation system: an actor-oriented perspective." Technology analysis & strategic management 30 (3): 282-294.
24- Kanda, W., P. del Río, O. Hjelm, and D. Bienkowska. 2019. "A technological innovation systems approach to analyse the roles of intermediaries in eco-innovation." Journal of Cleaner Production 277: 1136-1148.

25- Kemp, R., and J. Rotmans. 2005. Transition management: managing the co-evolution of technical, environmental and social systems. In K. Weber, Towards Environmental Innovation Systems. Heidelberg: Springer.
26- Köhler, J., Braungardt, S., Hettesheimer, T., Lerch, C., Nabitz, L., Sartorius, C., & Walz, R. . 2016. The dynamic simulation of TIS functions in transitions pathways . Fraunhofer ISI Discussion Papers-Innovation Systems and Policy Analysis.(No. 48).
27- Köhler, J., Geels, F. W., Kern, F., Markard, J., Onsongo, E., Wieczorek, A., ... & Fünfschilling, L. 2019. " An agenda for sustainability transitions research: State of the art and future directions." Environmental Innovation and Societal Transitions, 31, .
28- Köhler, Jonathan et al. 2019. "An agenda for sustainability transitions research: State of the art and future directions." Environmental Innovation and Societal Transitions .
29- Kooijman, M., Meer, P., Moors, E. H. M., Schellekens, H., & Hekkert, M. P. . 2012. "Understanding transition dynamics using a combined TIS-MLP approach." In STS-conferences. August : Technical University of Denmark.
30- Kuhlman, Stefan. 2018. "Next-Generation Innovation Policy and Grand Challenges." Science and Public policy S, Volume 45, Issue 4, August 2018, 448–454.
31- Liu, G. 2017. Government Intervention in Technological Innovation System in Catching-up Context: Comparative Case Study. Manchester: Manchester University (Doctoral dissertation).
32- Lopez, Lars CoenenFernando Javier Diaz LopezFernando Javier Diaz. 2008. "competitiveness, Comparing systemic approaches to innovation for sustainability and sustainability and competitiveness." DIME International Conference “Innovation, Sustainability and Policy. Delft Netherlands: TNO Built Environment and Geosciences.
33- Markard, , J, and B Truffer. 2008. "Technological innovation systems and the multi-level perspective: Towards an integrated framework. Research policy." Research policy 37 (4): 596-615.
34- Markard, J. 2020. "The life cycle of technological innovation systems." Technological Forecasting and Social Change, 15 119407.
35- Markard, J., Raven, R., & Truffer, B. 2012. "Sustainability transitions: An emerging field of research and its prospects." Research policy, 41(6) 955-967.
36- Meelan, T and Frala. 2013. "Towards an integrated framework for analysing sustaianable innovation policy." Technological analysis & strategic 957-970.
37- Mohammadreza Zolfaghariana, Bob Walrave, Bob Roven, George Romme. 2019. "Studying transitions: Past, present, and future." Research Policy (48):9.
38- Moro, Mariú Abritta. 2018. An Evolutionary Approach to Water Innovation: Comparing the Water Innovation,Comparing the Water Innovation Systems in China. Lyngby: Technical University of Denmark .
39- Paula Kivimaa, Wouter Boon, Sampsa Hyysalo, Laurens Klerk. 2019. "Towards a typology of intermediaries in sustainability transitions: A systematic review and a research agenda." Research Policy ,48 1065-1075.
40- Planko, J., J. Cramer, M. P. Hekkert, and M. M. Chappin. 2017. "Combining the technological innovation systems framework with the entrepreneurs’ perspective on innovation." Technology Analysis & Strategic Management 29 (6): 614-625.
41- Rånge, M., and M. Sandberg. 2016. "Windfall gains or eco-innovation?‘Green’evolution in the Swedish innovation system." Environmental Economics and Policy Studies 18 (2): 229-246.
42- Raven, R., & Walrave, B. 2020. "Overcoming transformational failures through policy mixes in the dynamics of technological innovation systems." Technological Forecasting and Social Change, 153, 119297.
43- Roberts, C., and F. W. Geels. 2019. "Conditions and intervention strategies for the deliberate acceleration of socio-technical transitions: lessons from a comparative multi-level analysis of two historical case studies in Dutch and Danish heating." Technology Analysis & Strategic Management 31 (9): 1081-1103.
44- Rohracher, K.Mathias Weber and Herald. 2012. "legitimizing research, technology and innovation for transformative change ." Research policy, 41 1037-1047.
45- Rotmans, J., Kemp, R., & Van Asselt, M. 2001. " More evolution than revolution: transition management in public policy." Foresight-The journal of future studies, strategic thinking and policy, 3(1) 15-31.

46- Sattar, U. 2020. "How Socio-Technical Landscape Can Innovate Energy Transitions in Cities? A Conceptual Framework." Int. J. Res. Innov. Soc. Sci 210-214.
47- Saunders, M. N. K., Lewis, Philip, Thornhill, Adrian. 2019. Research methods for business students. New york: Pearson Edition Academic, 8th edition.
48- Smith, A., & Stirling, A. 2010. "The politics of social-ecological resilience and sustainable socio-technical transitions." Ecology and Society,15(1).
49- Smith, A., A. Stirling, and F. Berkhout. 2005. "The governance of sustainable socio-technical transitions." Research policy 34 (10): 1491-1510.
50- Steinmueller, Johan Schot. Edward. . 2018. "Three frames for innovation policy: R&D, systems of innovation and transformative change." Research Policy. 47 Vol. 9, PP.1554-1567.
51- Suurs, R. A. 2009. Motors of sustainable innovation: Towards a theory on the dynamics of technological innovation system. Utretcht: Utretcht University.
52- Suurs, R. A., and M. P. Hekkert. 2009. "Cumulative causation in the formation of a technological innovation system: The case of biofuels in the Netherlands." Technological Forecasting and Social Change 76 (8): 1003-1020.
53- Tolk, Andereas. 2012. Ontology, Epistemology, and Teleology for Modeling and Simulation: Philosophical Foundations for Intelligent M&S Applications. Norfolk: Old Dominion University .
54- Tukker, A., M. Charter, C. Vezzoli, E. Stø, and M. Andersen. 2017. "System innovation for sustainability 1: Perspectives on radical changes to sustainable consumption and production." Routledge.
55- Turnheim, B., Asquith, M., & Geels, F. W. 2020. " Making sustainability transitions research policy-relevant: Challenges at the science-policy interface." Environmental Innovation and Societal Transitions,, 34 ed.
56- Walz, R. 2018. " New developments in eco-innovation researchTowards a dynamic understanding of innovation systems: An integrated TIS-MLP approach for wind turbines." In New developments in eco-innovation research, 277-295. Cham: Springer, .
57- Wang, C., P. Ghadimi, M. K. Lim, and M. L. Tseng. 2019. "A literature review of sustainable consumption and production: A comparative analysis in developed and developing economies." Journal of Cleaner Production 206: 741-754.
58- Weber, K. M., & Rohracher, H. . 2012. "Legitimizing research, technology and innovation policies for transformative change: Combining insights from innovation systems and multi-level perspective in a comprehensive ‘failures’ framework." Research Policy, 41 (6) 1037-1047.
59- Wieczorek, A. J., and M. P Hekkert. 2012. "Systemic instruments for systemic innovation problems: A framework for policy makers and innovation scholars." Science and Public Policy 39 (1): 74-87.