|  |  |
| --- | --- |
| Journal of  **Improvement Management**  Vol. 12, No. 4, Winter 2019  (Serial 42) | D:\MADAD\بهبود\لوگو-لاتین.bmp |
|  | |

**Development of a Comprehensive Framework to Analyse Systems of Energy and Environmental Innovation**

**Seyed\_Iman\_Miremadi**1[[1]](#footnote-1)★, **Yadollah\_Saboohi**2, **Hossein\_Khajepuor**3

1- Postdoctoral Researcher, Graduate School of Management and Economics, Sharif University of Technology, Tehran, Iran

2- Professor, Depertment of Energy Engineering, Sharif University of Technology, Tehran, Iran

3- Ph.D. Depertment of Energy Engineering, Sharif University of Technology, Tehran, Iran

**Abstract**

Economic, social and technological changes with their impacts on environmental issues have received increasing notice in the years to come. The relationship between the historical approach of the development of technology and innovation processes will create a profound attitude to the issue of technological change and innovation. On the other hand, with respect to the various social and environmental issues, technological innovation and the development of eco-innovation are essential for tackling climate change in the near future. The present study, therefore, has tried to analyze the role of government in the governancing of eco-innoavtion and their supportive policies by carefully examining the evolution of innovation processes, while presenting a comprehensive framework for analyzing the energy and environmental innovation system. Integration, integrity and comprehensiveness of the proposed framework is some of the research advantages that can be considered for policy and planning in this area. Finally, some policy lessons at country level and recommendations for further research are given. As an example, considering the findings out of the critical analysis of the previous energy efficiency policies in a historic manner, the energy efficiency and environment market has been designed.

**Keywords:** Eergy Innovation System, Eco-Innovation, Integrated Analysis, Innovation Processes, Energy Policy

|  |  |
| --- | --- |
| D:\MADAD\بهبود\لوگو نشريه بهبود مديريت.JPG  **دوره 12، شماره 4**  **(پياپي: 42)**  **زمستان 1397** | **توسعه چارچوبي به هم پيوسته و جامع جهت تحليل و بهبود نظام نوآوري انرژي و محيط زيست**  نوع مقاله: پژوهشی (تاریخ دریافت: 20/7/97 تاریخ پذیرش: 1/12/97) |

|  |  |
| --- | --- |
| **سيد ايمان ميرعمادي**🕿 | محقق پسادكتري، دانشكده مديريت و اقتصاد، دانشگاه صنعتي شريف، تهران |
| **يداله سبوحي** | استاد دانشكده مهندسي انرژي، دانشگاه صنعتي شريف، تهران |
| **حسين خواجه‌پور** | دكتري دانشكده مهندسي انرژي، دانشگاه صنعتي شريف، تهران |

**چكيده[[2]](#footnote-2)**

تحولات اقتصادي، اجتماعي و فناورانه و تأثير آنها بر مسائل زيست‌محيطي از موضوعات مهم دو دهه اخير محسوب مي‌شود. برقراري ارتباط بين رويكرد تاريخي توسعه فناوري و فرآيندهاي نوآوري باعث ايجاد يك نگرش عميق به مسئله تغييرات فناوري و نوآوري خواهد شد. از طرف ديگر با توجه به مسائل گوناگون اجتماعي و زيست‌محيطي، نوآوري فناورانه و توسعه نظام نوآوري انرژي يك ضرورت براي توسعه اقتصادي كشورها به شمار مي‌آيد. مقاله حاضر تلاش كرده با بررسي سير تكامل فرآيندهاي نوآوري، چارچوبي جامع و يكپارچه براي تحليل نظام نوآوري انرژي و محيط زيست پيشنهاد دهد. همچنين با راهبرد مطالعه موردي توصيفي، ضرورت نگاه مبتني بر رهيافت تاريخي به شرايط امروز بخش انرژي كشور با هدف سياست‌گذاري مؤثر و جهت‌گيري مناسب نظام نوآوري انرژي و محيط زيست نشان داده شده و بر مبناي تحليل تاريخي بخش انرژي و درس‌هاي گرفته‌شده از سياست‌هاي افزايش بهره‌وري آن در كشور، طرح بازار بهينه‌سازي انرژي و محيط زيست، ارائه گرديده است. انتظار مي‌رود طرح بازار بهينه‌سازي انرژي و محيط زيست بتواند نقش مؤثري در ارتقاء كارايي بخش انرژي كشور ايفاء نمايد. به هم پيوستگي، يكپارچگي و جامعيت چارچوب پيشنهادي از جمله دستاوردهاي علمي اين پژوهش است كه مي‌تواند براي سياست‌گذاري و برنامه‌ريزي در اين حوزه مورد استفاده قرار گيرد. سياست‌هاي حمايتي و راهكارهاي پيشنهادي براي بهبود نظام نوآوري انرژي نيز به عنوان ديگر يافته‌هاي منتج از چارچوب مفهومي پژوهش است.

**واژگان كليدي:** نظام نوآوري انرژي، نوآوري سازگار با محيط زيست، فرآيندهاي نوآوري، سياست‌گذاري انرژي، رهيافت تاريخي

**1- مقدمه**

برقراري ارتباط ميان رويكرد تاريخي توسعه فناوري و نظام‌هاي ملي نوآوري، يك نگرش عميق به موضوع تغييرات فناوري و فرآيندهاي نوآوري ايجاد مي‌كند. مطالعات زيادي نشان داده‌اند كه تغييرات و توسعه فناوري لزوماً يك مسئله فني و مهندسي نيست [31] و به تغييرات گسترده‌اي در ديگر شئون نظير نگرش‌ها، نهادها، قوانين و مقررات و حتي نحوه اداره سازمان‌ها نيازمند است [25]. از دل چنين پيوندي، مفهوم نظام ملي نوآوري توسعه يافت و چگونگي سازوكارهاي نوآوري در كشورهاي مختلف مورد بررسي قرار گرفت. پيشرفت دانش فناورانه به عنوان يكي از مهم‌ترين عوامل مؤثر در رشد اقتصادي و بهره‌وري بلندمدت همواره مورد توجه بوده و به تبع آن، فرآيندهاي نوآوري و شناسايي اقدامات لازم براي تأثيرگذاري بر تغييرات فناوري نيز همواره از موضوعات مورد علاقه دولت‌ها و محققان به شمار رفته است [19].

نوآوري همانطور كه بايره [7] نيز بيان كرده از مهم‌ترين موضوعاتي است كه در اغلب علوم و كاربردهاي صنعتي مورد توجه قرار مي‌گيرد. نظريه‌هاي نوآوري تنها در يك مكتب يا مفهوم مشخص ريشه ندارند و از رشته‌هاي مفهومي و زمينه‌هاي تحقيقاتي متنوعي مانند اقتصاد رفتاري، انرژي و محيط زيست و رويكردهاي اجتماعي‌فني نشأت مي‌گيرند. گاهاً از آن به عنوان اختراع يا نوعي كشف در چرخه توسعه محصول و يا يك فرآيند جديد ياد مي‌شود اما در اغلب اوقات از آن براسي توصيف مراحل مختلف توسعه فناوري استفاده مي‌شود. از اين رو نوآوري ممكن است يك فرآيند پيونددهنده تغييرات فني، اجتماعي و سياستي نيز محسوب شود.

با وجود اختلافات و تفاوت‌هاي موجود در نظريه‌هاي نوآوري، هم‌اكنون اين درك مشترك حاصل شده كه فناوري‌ها در يك فرآيند چندمرحله‌اي از تحقيق و توسعه پايه‌اي و كاربردي تا تجاري‌سازي كامل، مسير توسعه را طي مي‌نمايند كه اگر اين مراحل با موفقيت طي شوند فناوري مي‌تواند در يك چارچوب نظارتي به رقابت بپردازد [16]. در ادامه توضيح داده خواهد شد كه جريان دانش جرياني دوطرفه است و مي‌تواند بازخوردهايي از بازار به مرحله تحقيقاتي نيز داشته باشد. اين بدان معنا است كه فشار فناوري از سمت تحقيق و توسعه و كشش بازار از سمت تقاضاي مصرف‌كنندگان، مي‌توانند توسط بازخوردهاي بين مراحل مختلف و تحت تأثير شرايط محيطي مانند سياست‌هاي دولتي و در دسترس بودن سرمايه، تقويت يا مهار شوند.

هدف اصلي اين مقاله، ارائه چارچوبي يكپارچه و نظام‌مند براي تحليل نظام نوآوري انرژي و محيط زيست است. سپس نقش دولت‌ها در تحقق نوآوري‌هاي انرژي و سازگار با محيط زيست و سياست‌هاي پيشنهادي در اين خصوص مورد بحث و بررسي قرار مي‌گيرد. همچنين نحوه شكل‌گيري بازار بهينه‌سازي انرژي و محيط زيست به عنوان يك مطالعه موردي توضيح داده خواهد شد. بر اين اساس، ضرورت رهيافت تاريخي در شناسايي وضع موجود بخش انرژي كشور با هدف جهت‌دهي مناسب به سمت و سوي نظام نوآوري انرژي و محيط زيست كشور به بحث گذاشته شده است. در اين مقاله نشان داده شده كه پيشرفت‌ها در نظريه نوآوري، بينش‌هاي جديدي را در مورد ساختارها و فرآيندهاي نوآوري به ارمغان آورده كه مي‌تواند توسعه نوآوري‌هاي انرژي و گذار راديكالي به سمت سيستم‌هاي انرژي پايدار را با سرعت بيشتري محقق كند.

در بخش دوم پژوهش حاضر سير تكامل نظريه‌هاي نوآوري در گذر زمان، مورد بحث قرار مي‌گيرد. در بخش سوم روش‌شناسي پژوهش و در بخش چهارم، چارچوب مفهومي ارزيابي نظام نوآوري انرژي و محيط زيست ارائه مي‌گردد. رهيافت تاريخي به حوزه انرژي و محيط زيست كشور و مطالعه موردي نظام نوآوري مؤثر در بخش انرژي، بازار بهينه‌سازي انرژي و محيط زيست، در بخش پنجم مورد بحث قرار مي‌گيرد. در بخش ششم راهكارهايي براي بهبود بخش‌هاي مختلف نظام نوآوري انرژي در ايران پيشنهاد و نهايتاً در بخش هفتم، نتيجه‌گيري و جمع‌بندي مقاله ارائه خواهد شد.

**2- سير تكامل فرآيندهاي نوآوري در گذر زمان**

در اين بخش، سير تطور نظريه‌هاي نوآوري ارائه شده تا دركي نظام‌مند از فرآيند نوآوري و اقتضائات آن حاصل گردد و سپس مبتني بر آن، چارچوب تحليلي يكپارچه نظام نوآوري انرژي توسعه داده شود.

**2-1) تا سال 1950: شومپيتر**

نخستين تحليل نظام‌مند بر روي فرآيند نوآوري توسط جوزف شومپيتر در نيمه اول قرن بيستم انجام گرفت كه وي سه مرحله از اين فرآيند را شناسايي كرد: اختراع، نوآوري و نفوذ. در نگاه شومپيتر، اختراع، اولين نمايش از ايده، نوآوري، اولين كاربرد تجاري يك اختراع در بازار و سرانجام نفوذ، گسترش فناوري در سراسر بازار است. به طور معمول، فرآيند نفوذ با يك منحني Sشكل نشان داده مي‌شود كه در آن فرآيند نوآورانه با تمركز بر موقعيت بازار به آرامي آغاز و سپس با نرخي افزايشي و با تمركز بر تغييرات بهبوددهنده و كاهش هزينه‌ها تا سطح اشباع ادامه مي‌يابد [39]. منحني‌هايS شكل پيشرفت فناوري براي طيف وسيعي از فناوري‌ها از جمله اتومبيل‌ها، كشتي‌ها، نيمه‌هادي‌ها، موتورهاي بخار و بسياري فناوري‌هاي انرژي بسط داده شده‌اند.

از فرآيند ذكرشده اغلب به عنوان "مدل خطي نوآوري" ياد مي‌شود كه سه مرحله پيوسته از تحقيقات پايه‌اي، توسعه فناوري و نفوذ فناوري را دربر مي‌گيرد. اين مدل نشان مي‌دهد كه پيشرفت در پژوهش‌هاي علمي، سرعت و جهت نوآوري را مشخص و مسير بهينه بهبود فناوري‌هاي جديد را به همراه صرفه‌جويي در منابع تحقيق و توسعه نمايان مي‌سازد. برخي منتقدين معتقدند كه شومپيتر علاقه بيشتري به علل موفقيت نوآوري نسبت به نتايج آن داشته است [38].

**2-2) دهه 1950 تا دهه 1960: فشار فناوري در برابر كشش تقاضا**

از جمله انتقادات وارده به نظريه فشار فناوري، تأثيرگذاري قيمت‌ها و ديگر متغيرها بر سودآوري در يك شرايط اقتصادي مشخص است. انتقادات ديگر نيز اشاره به تأكيد بر پيشرفت يك‌طرفه در مراحل نوآوري دارد كه با نظريه‌هاي پيچيده در مورد بازخوردگيري و تعاملات شبكه‌ها ناسازگار است [36]. از طرف ديگر در دهه‌هاي 1950 و 1960 براي اولين بار مطرح شد كه تقاضاي محصولات و خدمات يك پيشران جدي براي فعاليت‌هاي نوآوري به شمار مي‌آيد كه به آن اصطلاحاً كشش تقاضا گفته مي‌شود. در اين حالت عوامل اقتصادي، سرعت و جهت نوآوري را هدايت مي‌كنند. تغييرات در تقاضاي بازار فرصت‌هايي را براي بنگاه‌ها فراهم مي‌كند تا در فرآيندهاي نوآوري سرمايه‌گذاري و نيازهاي مرتبط را برآورده نمايند. يك انتقاد مهم به رويكرد كشش تقاضا اين است كه تقاضا نمي‌تواند به همان خوبي كه تغييرات تدريجي فناوري را توضيح مي‌دهد تغييرات ناگهاني و مخرب را نيز تبيين و به نوآوري‌هاي كليدي فرآيند توجه كند [17].

**2-3) دهه 1950 تا دهه 1960: نوآوري در سطوح سازماني و ملي**

در طول دهه‌هاي 1950 و 1960 پژوهش‌هاي نظري به سمت گسترش ديدگاه خود به منابع نوآوري حركت كردند كه بخشي از آنها بر چگونگي ارتقاء نوآوري در سازمان‌ها از طريق مديريت مؤثر بخش‌هاي تحقيق و توسعه و فعاليت‌هاي مرتبط با آن تمركز داشتند. علاوه بر آن، اهميت اقتصاد كلان براي درك نوآوري در پژوهش‌هاي سولو مورد بررسي قرار گرفت و ديگران اهميت نسبي عوامل مختلف در رشد اقتصاد ملي را تحليل كردند [41]. او عقيده داشت كه سهم اصلي در رشد اقتصادي، افزايش بهره‌وري سرمايه و نيروي كار نيست و به مؤلفه ناشناخته‌اي تحت عنوان تغييرات فني اعتقاد داشت كه پيشرفت دانش در نتيجه كاربرد اقتصادي را منعكس مي‌كرد.

پس از آن نلسون در 1959 به اين سؤال پرداخت كه آيا ميزان سرمايه‌گذاري در تحقيق و توسعه براي پاسخگويي به نيازهاي اقتصاد ملي كافي است يا خير؟ [32] و نتيجه گرفت كه بازده اجتماعي سرمايه‌گذاري تحقيق و توسعه بيش از بازده خصوصي بنگاه‌ها است. يعني يك بنگاه شايد اغلب قادر نباشد كه از ميوه‌هاي سرمايه‌گذاري خود به طور كامل بهره‌مند شود زيرا پيشرفت در دانش، "سرريز"[[3]](#footnote-3) را براي ساير بنگاه‌ها و مشتريان به همراه خواهد داشت و "شكست بازار" يك مانع بالقوه شناخته‌شده براي نوآوري معرفي گرديد [33و34].

**2-4) دهه 1970 تا دهه 1990: برخي رويكردهاي مفهومي**

در نيمه دوم قرن بيستم، نظريه‌هاي نوآوري تكامل يافتند و به طور خاص دو مجموعه رويكردهاي تكاملي[[4]](#footnote-4) و مدل‌هاي وابسته به مسير[[5]](#footnote-5) [38] براي درك بهتر تغييرات فناوري مورد توجه قرار گرفتند. رويكرد تكاملي، تغييرات فناورانه را به عنوان حركتي آهسته و البته تدريجي در نظر مي‌گيرد كه از ارتباط ميان تعدادي از متغيرهاي اقتصادي، اجتماعي، نهادي و فناوري حاصل مي‌شود. مدل‌هاي وابسته به مسير بر اساس اين ايده كه نوآوري و استفاده از فناوري جديد به مسير توسعه بستگي دارد شكل گرفته‌اند. در اصل، وابستگي مسير توضيح مي‌دهد كه چگونه مجموعه‌اي از تصميماتي كه يك نهاد (فرد، بنگاه يا سيستم) در شرايط خاص با آن مواجه مي‌شود در حلقه تصميماتي كه در گذشته اتخاذ شده محدود مي‌شود حتي اگر شرايط گذشته ديگر چندان قابل توجه نباشد [14]. مفاهيم عقلانيت محدود و عدم قطعيت‌ها نيز نقش مهمي در فهم كامل اين مدل‌ها ايفاء مي‌كنند. نظر به هدف و چارچوب مقاله حاضر، از بررسي جزئيات دو رويكرد فوق گذر مي‌كنيم.

**2-5) دهه 1970 تا دهه 1990: به سمت رويكردهاي سيستمي**

مدل‌هاي توسعه‌يافته در قرن 1970 همگي مكمل يكديگرند كه در يك نظريه نظام‌مند از نوآوري مشخص مي‌شوند. نلسون و وينتر [33] در ادامه ديدگاه تكاملي، در دهه‌هاي 1970 و 1980 تلاش‌هايي را آغاز كردند تا نظريه نوآوري را توسعه دهند. بر اين اساس، تحقيق و توسعه به عنوان فرآيندي براي جستجوي راه‌حل‌ها مطرح گرديد كه توسط توانمندي‌هاي فناورانه (فشار عرضه) و نيازهاي مصرف‌كننده (كشش تقاضا) هدايت شده و امكانات متنوعي را نيز فراهم مي‌كند. اين نكته در محيطي متشكل از عناصر بازار و بيرون از بازار مورد بررسي قرار گرفته كه در آن عناصر غيربازار از ساختارهاي نهادي فعلي مانند مقررات و رفتارهاي بازيگران تأثير مي‌پذيرند.

نلسون [34] در 1994 مطرح كرد كه با توجه به ماهيت تجمعي فرآيند نوآوري، فناوري‌هاي نوظهور يك چرخه عمر جديد از توسعه را نشان مي‌دهند. در مراحل اوليه توسعه، انواع طرح‌هاي رقابتي وجود دارند و پس از آن فناوري‌هايي با سودمندي بيشتر به عنوان طراحي اصلي در بازارهاي كوچك راه پيدا مي‌كنند كه در ادامه توليدات آن نيز رو به افزايش مي‌رود. در حقيقت، تركيب توانايي‌هاي فناورانه بهبوديافته با يك چارچوب نهادي سازگار مي‌تواند منجر به گسترش فناوري جديد شود كه از آن به عنوان "طراحي غالب"[[6]](#footnote-6) ياد مي‌شود [42].

مدل زنجيره‌اي به هم پيوسته براي نشان دادن بازخوردهاي سيستمي در فرآيند نوآوري در همين دوران (سال 1986) توسط كلاين و روزنبرگ توسعه يافت [24]. اين مدل از يك طرف، فرآيندهاي دروني يك بنگاه يا شبكه‌اي از بنگاه‌ها كه با يكديگر در تعامل هستند را مشخص و از طرف ديگر روابط ميان بنگاه و نظام گسترده‌تر علم و فناوري را به تصوير مي‌كشد. اين موضوع مي‌تواند به عنوان تعريفي از "سيستم" قلمداد شود كه بر خلاف برخي نظريه‌ها هيچ چشم‌انداز اقتصادي، سياسي و اجتماعي را منعكس نمي‌كند. بر اساس مدل فوق، عنصر كليدي در شناسايي موفقيت يا شكست يك پروژه نوآوري، ميزان حفظ ارتباطات مؤثر بين بنگاه‌ها و مراحل فرآيند نوآوري است.

**2-6) دهه 1980 تا دهه 2000: به سمت نظام‌هاي نوآوري**

در سال‌هاي انتهايي قرن بيستم، نظريه‌هاي نوآوري با دقت بيشتري از مدل‌هاي خطي به سمت فرآيندهاي نوآوري پيچيده‌تر سوق پيدا كردند و چارچوب‌هاي نظام نوآوري در سطوح مختلف از جمله ملي، منطقه‌اي، بخشي و فناورانه توسعه يافتند.

مفهوم نظام ملي نوآوري[[7]](#footnote-7) اولين بار در اواخر دهه 1980 در مطالعات اقتصاد ژاپن توسعه داده شد. فريمن و پرز در سال 1988 نظام ملي نوآوري را اينگونه تعريف كردند: "شبكه‌اي از مؤسسات در بخش‌هاي خصوصي و دولتي كه فعاليت و تعامل آنها منجر به واردات، اصلاحات و بهبود و انتشار فناوري‌هاي جديد مي‌شوند" [15]. در رويكرد نظام ملي نوآوري با تأكيد بر نقش دولت و تعامل نزديك آن با صنعت و بخش علمي، تحليل‌هاي مقايسه‌اي در طيف وسيعي از فناوري‌ها و فرآيندهاي نوآوري كشورهاي مختلف صورت مي‌گيرند.

لوندوال در سال 1988 بر نقش تعاملات بين مصرف‌كنندگان و توليدكنندگان و تسهيل جريان اطلاعات و دانش در پيوند زدن قابليت‌هاي فناوري با نيازهاي كاربران تأكيد كرده است [26]. به دليل عدم قطعيت‌هاي اساسي نوآوري، وي چنين استدلال كرد كه اين تعاملات فراتر از سازوكارهاي بازار است و به اعتماد متقابل و همچنين رفتارهاي متقابل بستگي دارد. نلسون در سال 1993 در يك مطالعه تجربي، نظام‌هاي ملي نوآوري 15 كشور را مورد بررسي قرار داد و به اين نتيجه رسيد كه تفاوت در نظام‌هاي نوآوري به ميزان قابل توجهي منعكس‌كننده تفاوت‌هاي موجود در شرايط اقتصادي و سياسي و اولويت‌هاي كشورها است [35].

در دهه 1990 تحقيقات نظام نوآوري محدود به سطح ملي باقي نماند و به مفاهيم گوناگوني مانند مباحث منطقه‌اي و بخشي گسترش يافت. اين موضوع اما بيشتر به سمت حوزه‌هاي فناوري اطلاعات و بيوفناوري يعني تمركز بر يك بخش خاص، مجموعه‌اي از محصولات جديد و مجموعه‌اي از نهادهايي كه توليد و فروش محصولات را دربر مي‌گيرند هدايت شد [45].

**2-7) دهه 1990 تا امروز: نوآوري سيستمي و سلسله‌مراتبي**

پيشرفت‌هاي اخير در نظريه‌هاي نوآوري به تدريج به سمت يك فرآيند نظام‌مند كامل، پويا و غيرخطي با طيف وسيعي از بازيگران تعاملي سوق داده شد. اين ديدگاه ابعاد مختلفي از جمله تعاملات ميان بازيگران، پيش‌بيني روند فناوري‌هاي آينده، توسعه بازار، خط‌مشي‌هاي سياستي و ساختارهاي نهادي را دربر مي‌گيرد. رويكرد جديد نظام‌هاي نوآوري تمايل دارد بر نقش نهادها و سازوكارهاي يادگيري در تغييرات فناوري تأكيد نمايد. به جاي شركت‌هاي قدرتمند و جريان يك‌سويه دانش، تمركز به شبكه‌هاي دروني سازمان و بازخوردهاي ميان نهادها انتقال مي‌يابد. مطالعات اين حوزه مراحل به هم پيوسته توسعه فناوري را تصديق مي‌كنند اما در تلاش هستند مفهومي گسترده‌تر را ارائه دهند.

به طور خاص، نقش نهادها موضوعي كليدي در ايجاد و حفظ "قواعد بازي" در همه سطوح به شمار مي‌آيد زيرا نهادها ممكن است انتخاب‌ها را محدود و نوآوري‌ها را در مسيرهايي معين هدايت كنند [17]. بازخوردهاي ميان قسمت‌هاي مختلف سيستم به عنوان ارتباط‌دهنده تغييرات فناورانه و نهادي نيز بايد به طور ويژه مورد توجه قرار گيرند. يك نظام كاركردي مناسب، احتمال توسعه و نفوذ فناوري را به طرز معناداري افزايش مي‌دهد و از اين رو، شكل‌دهي كامل فرآيندهاي نوآوري مستلزم شناسايي فعاليت‌ها و زمينه‌هايي است كه منجر به تقويت يا تضعيف نوآوري مي‌شود [30].

نظريه نظام نوآوري فناورانه[[8]](#footnote-8) با هدف كارآمدسازي تجزيه و تحليل فرآيندهاي نوآوري توسعه داده شد. نظام‌هاي ملي نوآوري عمدتاً از اين مفهوم كه نوآوري از منظر جغرافيايي ناهمگون است نشأت مي‌گيرند در حالي كه نظام‌هاي نوآوري فناورانه با فناوري و تغييرات آن شروع مي‌شوند [40]. نظام نوآورانه فناوري مطابق تعريف كارلسون عبارت است از: "شبكه‌اي پويا از عوامل و نهادهاي مؤثر در يك منطقه اقتصادي يا صنعتي خاص و تحت مجموعه‌اي از زيرساخت‌هاي نهادي ويژه كه با يكديگر در تعامل بوده و در توليد، انتشار و بهره‌برداري از فناوري سهيم هستند" [13].

به اعتقاد برخي منابع، نظريه‌هايي كه بر ساختار ملي و منطقه‌اي تمركز دارند قادر به تحليل دقيق فرآيند نوآوري نخواهند بود. نگرو و هكرت در سال 2009 نشان دادند كه وقتي سيستم‌هاي نوآوري در سطح ملي مورد بررسي قرار مي‌گيرند با توجه به تعداد بالاي نهادها و بازيگران، تحليل پويا فرآيند نوآوري معمولاً دشوار خواهد بود و بنابراين، در تحليل نظام‌هاي ملي نوآوري تمركز صرفاً بر ساختار است و دقت لازم به منظور شناسايي سيستم‌هاي نوآوري نوظهور و پويايي آنها وجود ندارد [39].

جكوبسون در سال 2004 براي اولين بار سه عنصر اصلي نظام نوآوري فناورانه را چنين تعريف نمود [22]:

✍ بازيگران: شامل بنگاه‌ها، مصرف‌كنندگان، عرضه‌كنندگان، سرمايه‌گذاران و سازمان‌هاي خصوصي و دولت

✍ شبكه‌ها: نتيجه ارتباط بين بازيگران است كه انتقال دانش ضمني و صريح و اطلاعات ميان آنها را تسهيل مي‌كند.

✍ نهادها: شامل بخش رسمي مانند حقوق مالكيت و قوانين موجود و همچنين بخش غيررسمي مانند فرهنگ و سنت‌هاي حاكم است كه بر فعاليت‌ها و ارتباطات بازيگران درون سيستم نوآوري تأثير مي‌گذارد.

رويكرد نظام نوآوري فناورانه تلاش مي‌كند نظام‌هاي نوآوري را به كمك كاركردهاي نظام نوآوري فناورانه ارزيابي نمايد. يعني ارزيابي فرآيندهاي خاصي كه منجر به موفقيت در نظام نوآوري خواهد شد و يا شناسايي فرآيندهايي كه در روند رو به رشد سيستم مانع ايجاد مي‌كنند. اين ديدگاه توسط برگك و جكوبسون در سال 2008 توسعه يافت و آنها ادعا نمودند كه به منظور شناسايي سياست‌هاي مناسب در يك نظام نوآوري خاص، تمركز بر ساختار سيستم در كنار تمركز بر فرآيند نيز اهميت پيدا مي‌كند [9]. نخستين بار جكوبسون و برگك يك تحليل جامع از فرآيندهاي نظام‌هاي فناورانه را با در نظر گرفتن پنج كاركرد ضروري پيشنهاد دادند كاركردهايي كه به طور مستقيم بر توسعه، نفوذ و استفاده از فناوري‌هاي جديد و عملكرد نظام نوآوري تأثير داشتند [22]. پس از آن هكرت و همكاران در سال 2007 [21] و برگك و همكاران در سال 2008 [8] يك فهرست اصلاح‌شده از هفت كاركرد نظام نوآوري فناورانه ارائه كردند. در ‏جدول 1 خلاصه‌اي از تعاريف هفت كاركرد اصلي يك نظام نوآوري فناورانه آورده شده است.

|  |  |
| --- | --- |
| **جدول 1) كاركردهاي نظام نوآوري فناورانه [27]** | |
| كاركردها | توضيح |
| توسعه دانش[[9]](#footnote-9) | به چگونگي توسعه دانش در نظام نوآوري اشاره دارد و شامل يادگيري حين تحقيق و تجربه مي‌شود. |
| نفوذ دانش[[10]](#footnote-10) | انتقال دانش ميان بازيگران و عواملي كه با يكديگر همكاري مي‌كنند را شامل مي‌شود. همچنين از عوامل اصلي ارتباط شبكه‌ها در يك نظام نوآوري به حساب مي‌آيد. |
| هدايت جستجو[[11]](#footnote-11) | فعاليت‌ها، مشوق‌ها و سازوكارهايي را دربر مي‌گيرد كه بر مسير جستجو اثر مي‌گذارند مانند ورود بنگاه‌هاي جديد به يك نظام نوآوري و يا كشف كاربرد خاصي از يك فناوري |
| فعاليت‌هاي كارآفريني[[12]](#footnote-12) | شامل فعاليت‌هاي نوآورانه و راهبردهاي كسب‌وكار مورد نياز براي آزمايش قابليت ايجاد فرصت‌هاي تجاري يك فناوري جديد است. يك نظام نوآوري فناورانه بدون فعاليت‌هاي كارآفريني دچار ركود خواهد شد زيرا تحت عدم قطعيت‌هاي متنوعي در حال رشد است. |
| شكل‌گيري بازار[[13]](#footnote-13) | شامل فعاليت‌هايي است كه به ظهور و شكل‌گيري بازارها و محصولات جديد كمك مي‌كنند. سه مرحله شكل‌گيري بازار عموماً شامل مراقبت، گذار و اتصال دادن و در نهايت شكل‌گيري بازار كامل است. |
| تخصيص منابع[[14]](#footnote-14) | فعاليت‌هاي مرتبط با تخصيص منابع به عنوان يك تابع ورودي به فرآيند نوآوري را دربر مي‌گيرد. منابع اصلي شامل منابع مالي، انساني و زيرساخت‌هاي شبكه‌اي هستند. بسياري از مراجع اين كاركرد را قلب سيستم نامگذاري كرده‌اند. |
| ايجاد سازوكارهاي قانوني (مشروعيت‌بخشي)[[15]](#footnote-15) | به موضوع تأمين پذيرش اجتماعي فناوري و بازيگران اشاره دارد. اين تابع شامل فعاليت‌هايي است كه با مقاومت‌هاي پيش‌رو در پذيرش فناوري‌هاي جديد مقابله مي‌كند. ائتلاف‌هاي هم‌سو و مدافع مي‌توانند به عنوان يك كاتاليزور در ايجاد سازوكارهاي قانوني عمل نمايند. |
|  | |

به طور كلي انتظار مي‌رود تعامل بيشتر اين كاركردها، منجر به بهبود عملكرد يك نظام نوآوري فناورانه شود كه مي‌توانند فرصت‌هاي بهتري را براي توسعه، انتشار و بكارگيري فناوري‌هاي جديد فراهم نمايند. تحقق و عملكرد هر كاركرد به همراه ديناميك تعاملي ميان كاركردها، هر دو از عوامل مهم بازدهي نظام نوآوري محسوب مي‌شوند. الگوهاي تعاملي مناسب ميان كاركردها نيز مي‌توانند منجر به تقويت پويايي سيستم شوند در حالي كه تعاملات ناسازگار مي‌تواند باعث فروپاشي آن گردد [29].

**2-8) نوآوري سازگار با محيط زيست**

نوآوري سازگار با محيط زيست به عنوان يك مفهوم خاص در نظريه‌هاي نوآوري، طي دو دهه اخير توسعه يافته است [18]. اين نوع از نوآوري به عنوان پيشران اصلي توسعه فناوري‌هاي پربازده و بدون كربن تعريف مي‌شود كه به صورت مستقيم يا غيرمستقيم به مسائل مختلف زيست‌محيطي پاسخ مي‌دهند مانند محدودسازي انتشار آلاينده‌ها، توليد محصولات سازگار با محيط زيست، مديريت مؤثرتر منابع و كاهش تخريب‌هاي زيست‌محيطي [10].

طبق تعريف كمپ و فاكسن، نوآوري سازگار با محيط زيست عبارت است از: "توليد، كاربرد يا بهره‌برداري از يك محصول، خدمت يا فرآيند كه براي بنگاه يا مصرف‌كننده جديد است و در چرخه عمر آن كاهش عدم قطعيت‌هاي زيست‌محيطي، آلودگي‌ها و حتي تأثيرات منفي استفاده از منابع (به طور خاص انرژي) نسبت به گزينه‌هاي جايگزين را منعكس مي‌كند" [23]. اين نوآوري مي‌تواند هزينه‌هاي حل مسائل زيست‌محيطي را كاهش دهد يا منجر به افزايش بهره‌وري محيط زيستي نسبت به مدل‌هاي قديمي‌تر شود و به طور خلاصه منعكس‌كننده فناوري‌هاي جديد پاسخ‌دهي به مسائل جديد زيست‌محيطي به شمار مي‌آيد [12و19و20].

نوآوري سازگار با محيط زيست ممكن است توسط نوآوري در فناوري، فرآيندها، سازمان‌ها و سيستم‌هاي گسترده‌تر شكل گيرد [37] مانند گذار به سمت يك سيستم انرژي تجديدپذير. اندرسون نوآوري سازگار با محيط زيست را به پنج دسته كلي تقسيم‌بندي كرده است [6]:

- نوآوري‌هاي افزودني: خدمات و فناوري‌هاي مديريت منابع و آلودگي

- نوآوري‌هاي يكپارچه: فرآيندهاي فناورانه پاك و محصولات پاك

- نوآوري‌هاي بهبوددهنده نظام نوآوري فناورانه: مسيرهاي فناورانه جديد

- نوآوري‌هاي بهبوددهنده نظام‌هاي سازماني: ساختارهاي سازماني جديد

- نوآوري سازگار با محيط زيست به صورت يك كل: مانند انرژي‌هاي تجديدپذير

از ديگر موضوعات جديد و مهم در روند جهاني مطالعات نوآوري، نظريه گذار[[16]](#footnote-16) و توسعه سناريوهاي اجتماعي‌فني[[17]](#footnote-17) است. سناريوهايي كه پتانسيل گذار و انتقال را نه تنها در مورد توسعه فناوري‌ها توضيح مي‌دهد بلكه به بررسي ارتباطات بالقوه بين گزينه‌هاي مختلف و تجزيه و تحليل چگونگي اثرپذيري و اثرگذاري اين روند توسعه بر راهبردها، سياست‌ها و رفتار ذينفعان مختلف نيز مي‌پردازد [18]. با تكميل روش سناريوهاي اجتماعي‌فني، سه مرحله اصلي براي تعيين مسيرهاي گذار شناسايي مي‌شوند:

▪ مشخص كردن عناصر كليدي رويكرد موجود (اجتماعي‌فني، بازيگران و چشم‌انداز)

▪ شناسايي فرآيندهاي اساسي اثرگذار بر ديناميك و پايداري و به طور خاص در سطوح خُرد

▪ تعيين تعاملاتي كه موجب تقويت اثرگذاري مسيرهاي گذار مي‌شوند.

**3- روش‌شناسي پژوهش**

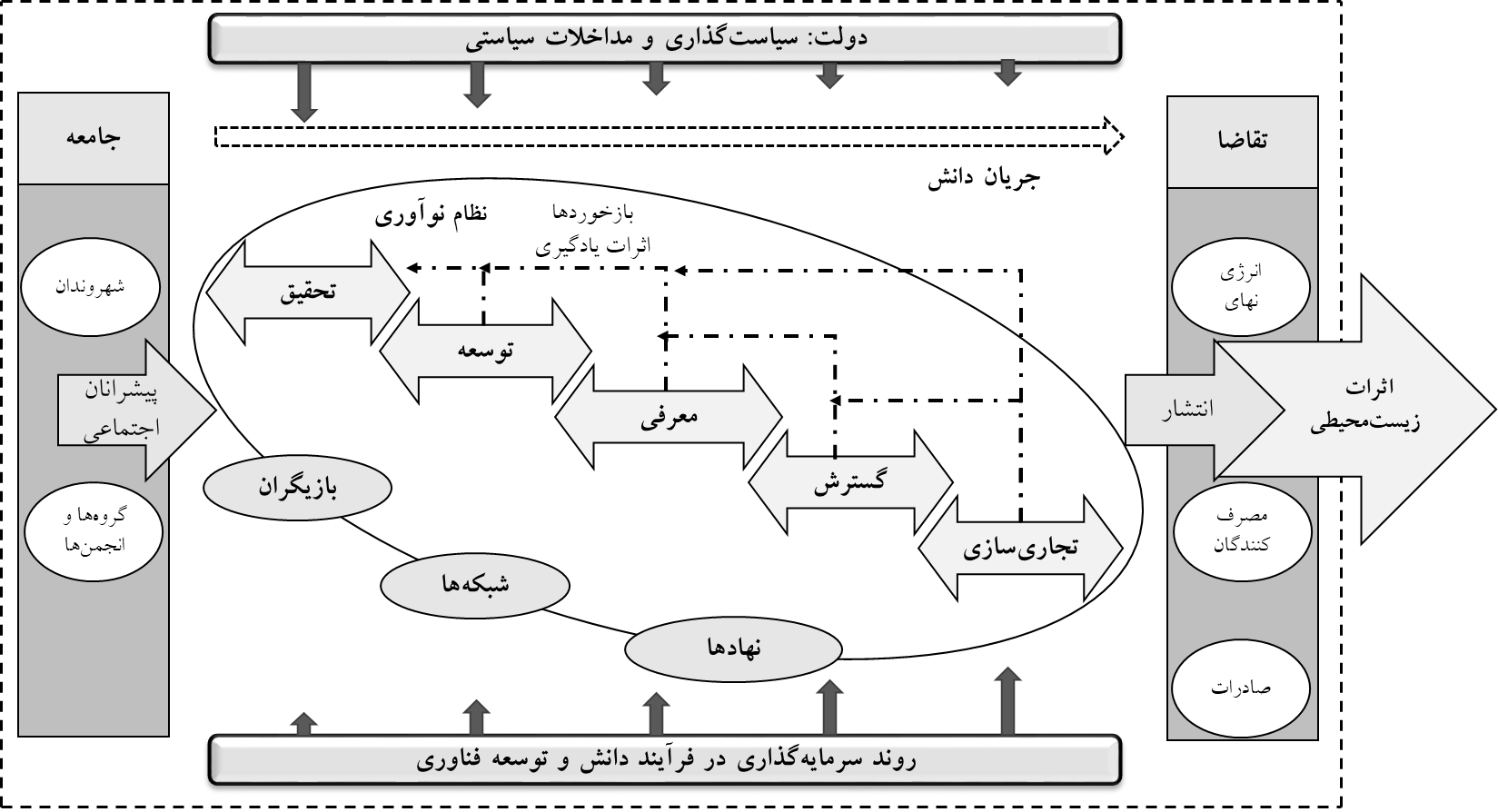
يكپارچه‌سازي مطالعات گذشته و تمركز بر موضوعات خاص، با توجه به رشد چشمگير و پيچيدگي‌هاي روزافزون علوم جديد و ميان‌رشته‌اي، يك ضرورت اساسي است. پژوهش حاضر به روش تحليل محتواي كيفي[[18]](#footnote-18) از طريق مصاحبه و بررسي پيشينه موضوع، شامل مقالات و كتب علمي و تخصصي در زمينه پژوهش و گزارش‌هاي سازمان‌ها و نهادهاي مرتبط انجام شده است [43]. همچنين با راهبرد مطالعه موردي توصيفي[[19]](#footnote-19)، ضرورت نگاه مبتني بر رهيافت تاريخي به شرايط امروز بخش انرژي كشور به منظور يك سياست‌گذاري موفق و جهت‌گيري مناسب نظام نوآوري انرژي و محيط زيست نشان داده مي‌شود [46]. در رويكرد رهيافت تاريخي، پديده‌ها با توجه به "خاص بودن و بي‌همتايي" خود بررسي و تحولات تاريخي شكل‌دهنده شرايط فعلي آنها مورد ارزيابي قرار مي‌گيرد. مطالعه موردي استفاده‌شده كاملاً در قالب جهت‌گيري نظري پژوهش تعريف و موضوع را در بستر پژوهش مورد بررسي قرار مي‌دهد. با استفاده از اين روش مي‌توان كل يك واقعيت را درك و ديدگاه‌هاي كل‌نگر را در چارچوبي تحليلي پياده‌سازي نمود [46]. براي تحليل محتوي در ابتدا مؤلفه‌هاي نظام‌هاي نوآوري شناسايي و استخراج شده‌اند و پس از آن به ترتيب، شناسايي ابعاد، طبقه‌بندي كاركردها و همچنين مقايسه مفاهيم نظام نوآوري انرژي انجام گرفته است. همچنين با استفاده از چارچوب تحليلي توسعه داده‌شده، نحوه شكل‌گيري بازار بهينه‌سازي انرژي و محيط زيست به عنوان يك نمونه ويژه در اين حوزه مورد بحث و تحليل قرار گرفته و توضيح داده مي‌شود كه چگونه ايجاد شبكه‌ها و تعامل بخش‌هاي مختلف سيستم مي‌توانند در تحقق اهداف سياستي نقش داشته باشند.

پژوهش حاضر يك تحقيق كاربردي و از جنبه هدف، توصيفي است بدين معنا كه ابتدا الگوهاي نظام‌هاي نوآوري استخراج و سپس به توصيف اقتضائات و مؤلفه‌هاي نظام نوآوري انرژي پرداخته مي‌شود.

**4- چارچوب تحليلي ارزيابي نظام نوآوري انرژي و محيط زيست**

مرور نظام‌مند پيشينه و برقراري ارتباط ميان مطالعات گذشته در حوزه تكامل فرآيندهاي نوآوري، در بخش دوم به تفصيل توضيح داده شد. از سال 1950 تا امروز نويسندگان اصلي و نظريه‌پردازان برجسته هر دوره انتخاب و روند توسعه مفهوم نوآوري با دقت دنبال شده است. همانطور كه در بخش دوم شرح داده شد در سال‌هاي اخير مدل‌هاي مفهومي متعددي براي فرآيند نوآوري توسعه داده شده كه مدل‌هاي ابتدايي مدل‌هايي خطي بودند و از تحقيقات، شروع و تا نفوذ فناوري در بازار ادامه داشتند. بعدتر عامل يادگيري بين مراحل نوآوري نيز اضافه و مدل‌هاي تعاملات زنجيره‌اي شكل گرفتند. اكنون به طور كامل پذيرفته شده كه فرآيند نوآوري نه خطي است و نه يك‌سويه.

با تركيب بازخوردهاي مختلف ميان مراحل فرآيند نوآوري و ارتباط دادن آنها با عناصر ساختاري يك نظام نوآوري، چارچوبي مفهومي براي تحليل جريان دانش و توسعه فناوري فراهم مي‌شود. كاربرد اين مفهوم در پيشينه مربوطه بيشتر بر نوآوري و توسعه فناوري‌هاي انرژي و محيط زيست تأكيد كرده كه نظام نوآوري را در يك چارچوب به هم پيوسته و يكپارچه مورد ارزيابي قرار مي‌دهد. در شكل 1 چارچوب تحليلي جريان دانش و فناوري حوزه انرژي و محيط زيست توسعه داده شده كه اجزاء آن در ادامه توضيح داده مي‌شوند.

****

**شكل 1) چارچوب تحليلي نظام نوآوري انرژي و محيط زيست (تكميل‌شده مدل [27])**

نخست بايد توجه داشت كه مفهوم نظام نوآوري بر جنبه‌هاي جمعي و نهادي فرآيند نوآوري تأكيد دارد و طبيعت پويا، نوظهور و تكاملي نظام‌ها را منعكس مي‌نمايد. اين مفهوم در سطوح مختلف ملي، بخشي، منطقه‌اي و فناورانه قابل تعريف است. نظام نوآوري انرژي و محيط زيست يك كاربرد از اين مدل توسعه‌يافته براي فناوري‌هاي انرژي‌هاي پاك است و يك نگاه نظام‌مند و به هم پيوسته را در سطح بخشي براي نوآوري اين حوزه ترسيم مي‌نمايد [27].

همانطور كه در ‏شكل 1 مشخص است نظام نوآوري شامل بازيگران، شبكه‌ها و نهادها (حلقه‌هاي مياني) است. شبكه‌ها نتيجه ارتباط ميان انواع مختلف بازيگران هستند كه انتقال دانش ميان آنها و هماهنگي ميان فعاليت‌هاي مختلف (مانند سرمايه‌گذاري و لابي‌گري‌هاي سياستي) را تسهيل مي‌كنند. نهادها نيز يا رسمي (مانند حقوق مالكيت و قوانين) يا غيررسمي (مانند فرهنگ و سنت‌ها) هستند كه بر فعاليت‌ها و ارتباطات بازيگران درون نظام نوآوري تأثير مي‌گذارند. در كنار نهادهاي رسمي و ساز‌و‌كارهاي سياستي، مطالعات موردي مختلف، نقش تعدادي از نهادهاي غيررسمي و فرهنگي در نظام نوآوري را هم نشان مي‌دهند. به عنوان مثال سياست‌هاي مؤثر در مرحله آزمايشگاهي فرآيند نوآوري از يك سياست فراگير و مشاركتي كه پتانسيل‌هاي بازيگران مختلف در سراسر سيستم را به كار گيرد تشكيل مي‌شود (در مقابل دستورالعمل‌هاي بالا به پائين يا اقدامات محدود به چند سازمان داخلي) و به طور خاص در اروپا موفق‌ترين تجارب با ايجاد شبكه‌هاي نوآوري سازگار با محيط زيست و از پائين به بالا شكل گرفته است. اين شبكه‌ها نقش مهمي در سازمان‌هاي عمومي واسط دارند. به عنوان مثال دنيش ريوز[[20]](#footnote-20) يك مركز تحقيقاتي و آزمايشي توربين‌هاي بادي در دانمارك است كه اين نقش را بر عهده دارد. مراكزي از اين نوع مي‌توانند تأثير بسزايي در ايجاد تعاملات ميان گروه‌هاي تحقيقاتي، شركت‌هاي دانش‌بنيان و سياست‌گذاران داشته باشند.

بنابراين نظام مورد اشاره شامل پويايي در بازيگران (مانند بنگاه‌ها و دانشگاه‌ها)، شبكه‌ها (يادگيري و موضوعات سياستي) و نهادها (هنجارها و مقررات) خواهد بود. به عنوان مثال توسعه فناوري باد در كشور دانمارك از تعامل نظام‌مند بخش‌هاي مختلف و با تشكيل بازارهاي اوليه شروع شد. شكل‌گيري بازارهاي اوليه، بنگاه‌هاي جديد را براي ورود به صنعت و سرمايه‌گذاري‌هاي خطرپذير و يا بازيگران ديگر در بخش مالي را براي سرمايه‌گذاري در اين حوزه تحريك نمود. تازه‌واردان به سيستم نيز شبكه‌هاي ميان بنگاه‌ها و دانشگاه‌ها را تقويت كردند و اين تقويت بر فرآيندهاي يادگيري تأثير بسزايي داشت كه به تغييرات نهادي اعم از هنجارها و قوانين منجر و شرايط مطلوب فناوري‌هاي مختلف و ماهيت سياست‌گذاري‌هاي دولتي را بهبود بخشيد. در نهايت، تغييرات نهادي به نوبه خود بر شكل‌گيري بازارهاي جديد و تخصيص منابع تحقيق و توسعه بازيگران در چارچوب يك راهبرد بلندپروازانه كسب‌وكار تأثير گذاردند و اين چرخه تا تصاحب بخش بزرگي از بازار فناوري‌هاي باد در دنيا ادامه پيدا كرد.

البته به اين نكته هم بايد توجه داشت كه اگر در حوزه شبكه، ارتباطات ميان بازيگران سيستم، ضعيف و تأكيد آنها بر حمايت از فناوري‌هاي تثبيت‌شده باشد و يا در بخش نهادها نقص قانون‌گذاري، نقص در سيستم آموزشي و محدودسازي قدرت سياسي و سازماني براي بنگاه‌هاي جديد و تازه‌واردان به سيستم وجود داشته باشد اين بار تمام عوامل مانعي براي شكل‌گيري نظام نوآوري انرژي محسوب خواهند شد.

در قسمت ديگر شكل 1، مراحل مختلف فرآيند نوآوري انرژي از تحقيقات اوليه، توسعه، معرفي، گسترش تا تجاري‌سازي و انتشار فناوري در بازار به همراه بازخوردهاي ميان آنها مشخص شده است (فلش‌هاي دوطرفه در مركز شكل). به عنوان مثال شكل‌گيري بازارهاي اوليه نه تنها باعث مي‌شود كه بنگاه‌ها هزينه‌هاي بيشتري را براي تحقيق و توسعه صرف نمايند بلكه سرمايه‌گذاري‌هاي ديگر را نيز تحريك خواهد كرد. به همين ترتيب، يادگيري در توسعه يك فناوري انرژي جديد ممكن است تغييرات فني را نيز هدايت و تحريك كند. از اين رو اگر در مدل‌هاي خطي، بازارها بعد از توسعه فناوري شكل مي‌گرفتند در اين مدل يك فناوري هم‌زمان با فرآيند نفوذ تكامل مي‌يابد.

در طول اين مسير و از طريق اثرات يادگيري بين مراحل، جريان دانش شكل مي‌گيرد (در بالاي شكل مشخص است). به عنوان مثال، دانش ابتدايي از طريق فعاليت‌هاي تحقيق و توسعه خلق و در طراحي نمونه‌هاي اوليه تجاري به كار گرفته مي‌شود. اين نمونه‌ها در بازارهاي كوچك[[21]](#footnote-21) مورد آزمايش قرار مي‌گيرند و از طريق فشارهاي فناورانه به سمت تجاري‌سازي كامل حركت مي‌كنند. در انتها نيز دانش خلق‌شده به واسطه تجربيات مصرف‌كنندگان فناوري به مرحله تحقيق و توسعه بازخورد داده مي‌شود تا اين فرآيند همواره در مسير بهبود حركت كند.

اين فرآيند از سمت تقاضا (سمت راست تصوير) مي‌تواند كشش‌هايي را دريافت كند مانند افزايش مزاياي رقابتي فناوري جديد در بازار. همچنين از طريق تحقيق و توسعه و به طور كلي نيازهاي جامعه (سمت چپ تصوير) فشارهايي وارد مي‌شود تا فرآيند با سرعت بيشتري توسعه يابد مانند تمايل شهروندان يك كشور در استفاده از يك فناوري خاص كه آلاينده‌هاي زيست‌محيطي توليد نمي‌كند (مثلاً خودروهاي الكتريكي). با درك درست از زمينه‌هاي مشترك ميان توسعه‌دهندگان فناوري، محققان و عرضه‌كنندگان مي‌توان حس اعتماد كه يك موضوع غيررسمي اما بسيار مهم است را در ميان آنها ايجاد نمود (به پيشرانان اجتماعي در شكل 1 توجه شود).

عوامل سياست‌گذاري و سرمايه‌گذاري نيز در بالا و پائين تصوير مشخص هستند. اين عوامل مي‌توانند در نقش مشوق ظاهر و از طريق ايجاد جذابيت‌هاي مالياتي، تنظيم‌گيري سيستم، مجوزهاي تجارت، يارانه و همچنين سياست‌هاي زيست‌محيطي اثرات مؤثري در فرآيند داشته باشند. شكست نيز در نوآوري‌هاي سبز و انرژي‌هاي تجديدپذير به سياست‌ها و نهادهاي غيرقابل انعطاف و جزئي ارتباط دارد. در موارد ديگر، حمايت ضعيف از انرژي‌هاي سازگار با محيط زيست، مداخلات سياستي را مهار و مانع گذار به سمت صنعت در حال رشد مي‌گردد. در جاي ديگر نيز تناقض در سياست‌گذاري‌ها يا تعهد حاكم بر بازار آزاد منجر به از دست دادن ظرفيت‌هاي نوآورانه خواهد شد.

برخي قوانين و سياست‌هاي بالادستي كشور در توسعه فناوري‌هاي انرژي عبارتند از: سند چشم‌انداز بيست‌ساله كشور، سياست‌هاي كلي نظام در بخش انرژي، قانون برنامه ششم توسعه، سياست‌هاي كلي اصلاح الگوي مصرف، سياست‌هاي كلي محيط زيست، نقشه جامع علمي كشور، قانون وظايف و اختيارات وزارت نفت، قانون وظايف و اختيارات وزارت نيرو، اساسنامه شركت بهينه‌سازي مصرف انرژي، لايحه مربوط به تأسيس ساتبا، مأموريت مؤسسه مطالعات بين‌المللي انرژي، وظايف سازمان برنامه و بودجه، اساسنامه سازمان ملي بهره‌وري، قانون توسعه حمل و نقل و مديريت مصرف سوخت، قانون شوراي عالي عتف، قانون حمايت از شركت‌هاي دانش‌بنيان، قانون مرتبط با شوراي عالي انرژي [3].

**5- رهيافت تاريخي به حوزه انرژي و محيط زيست كشور**

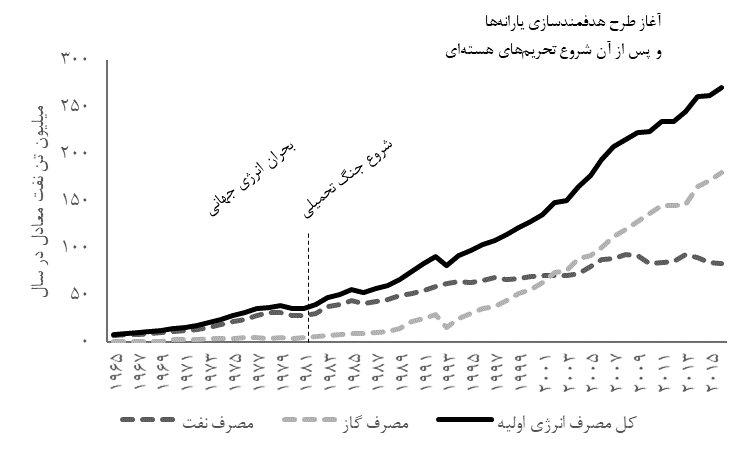
**5-1) شناسايي و تحليل فرد تاريخي بخش انرژي و محيط زيست ايران**

رهيافت تاريخي با نگاه به تحولات زماني شكل‌دهنده پديده‌ها سعي در شناسايي و تفسير معنادار علل ايجاد شرايط فعلي در بستر تاريخي و به تبع آن شناسايي صحيح نقاط اثر دارد. بديهي است كه اثرگذاري اين علت‌ها بايد پيوندي منطقي و قابل توضيح داشته باشد تا بتواند مورد استناد و مبناي شناسايي اقدامات اصلاحي قرار گيرد. بنابراين در رويكرد رهيافت تاريخي، پديده‌ها با توجه به «خاص بودگي و بي‌همتايي» خود بررسي و تحولات تاريخي شكل‌دهنده شرايط فعلي آنها مورد ارزيابي قرار مي‌گيرد [1و2].

بر اين اساس به منظور شناسايي و تحليل فرد تاريخي بخش انرژي و محيط زيست ايران بايد به مسئله خاص چگونگي شكل‌گيري شرايط موجود در كشور در طول زمان (از توليد نفت به عنوان نقطه آغاز به هم تنيدگي اقتصاد كشور با انرژي) نگاه كرد. از يك سو پديده‌هاي خارجي مؤثر بر شكل‌گيري اين روند، منجر به تحولاتي در طول زمان شده‌اند و از طرف ديگر، سيستم عرضه و تقاضاي انرژي كشور مطابق انتظار، با شرايط تحميلي از خارج به گونه‌اي تطبيق يافته كه اثرپذيري آن از عوامل خارجي مشابه پيشين تا حد زيادي كاهش يافته است. اين ادعا با بررسي روند زماني و نمايش تحولات شكل‌دهنده در اين روند قابل تبيين است. بايد توجه داشت كه عدم دسترسي به داده‌هاي تاريخي مورد نياز تحليل در سال‌هاي دوري كه پايه‌هاي شرايط امروز بنا گذاشته شده يك محدوديت رويكرد رهيافت تاريخي به شناسايي فرد پديده‌ها است.

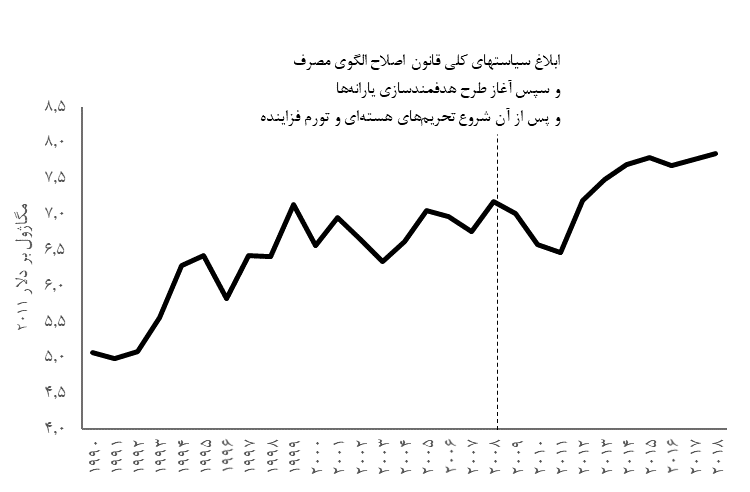
براي شناسايي فرد تاريخي شرايط بخش انرژي كشور لازم است كه اين تحولات با استفاده از يك شاخص مبنا مورد مطالعه قرار گيرد. به عنوان مثال شدت انرژي به عنوان شاخص ميزان انرژي مورد نياز جهت ارائه يك واحد ارزش افزوده اقتصادي مي‌تواند نمايش‌دهنده سطح غيربهينگي عرضه و تقاضاي انرژي در كشور باشد. اين شاخص در قدم بعد مي‌تواند تفسيركننده روند تغييرات شدت انتشارات آلاينده‌ها در كشور در طول زمان باشد به شكلي كه بدون در نظر گرفتن فرد تاريخي علت انتشارات (در اين مطالعه مصرف انرژي) شناسايي فرديت تاريخي مسئله مورد مطالعه (در اين مطالعه ميزان انتشارات) غيرممكن مي‌شود.

هر چه يك رهيافت تاريخي نگاه كامل‌تري به گذشته داشته باشد و افق بلندتري را در تاريخ رصد كند شناسايي فرد تاريخي پديده‌ها دقيق‌تر خواهد بود. با اين وجود با توجه به محدوديت دسترسي به شاخص‌هاي منعكس‌كننده شرايط تاريخي در گذشته، لازم است نقطه شكستي كه شرايط محيطي بعد از آن منطق پايداري دارد و داده‌هاي مورد نياز با دقت مناسبي در اختيار قرار دارد به عنوان سال شروع تحليل رهيافت تاريخي مبنا قرار گيرد. شكل 2 روند توليد نفت، گاز و انرژي در كشور را نمايش مي‌دهد. با توجه به شكست مشاهده‌شده در روند تاريخي و شروع و تداوم دوره رشد اقتصادي پس از سال‌هاي پرتلاطم انقلاب اسلامي و جنگ تحميلي، پايان جنگ تحميلي را مي‌توان نقطه شروع مناسبي براي تحليل تاريخي يكپارچه وضع انتشارات زيست‌محيطي كشور دانست. براي ارزيابي تاريخي شرايط منتهي به شكل‌دهي وضع زيست‌محيطي امروز بخش انرژي از شاخص شدت انرژي به عنوان شاخص شدتي تبيين‌كننده انتشار آلاينده‌ها استفاده شده است. شكل 3 روند تغييرات اين شاخص در دوره معاصر را نمايش مي‌دهد.

****

**شكل 2) تغييرات تقاضاي انرژي در كشور طي زمان و نقاط اثر داخلي و خارجي [11]**

علي‌رغم اينكه بسياري از تحولات تاريخي شدت انرژي به واسطه افزايش و كاهش توليد ناخالص داخلي و بر اثر نوسانات قيمت نفت و محصولات نفتي (به عنوان محرك‌هاي اصلي اقتصاد كشور) در بازارهاي جهاني بوده اما در پاره‌اي موارد نيز تغييرات شدت انرژي وابسته به تغييرات مصرف انرژي بوده است. ميزان مصرف انرژي و به تبع آن تحولات شدت انرژي در طول زمان، رابطه مستقيمي با سهم انرژي در سبد هزينه خانوار دارد [28]. سياست‌هاي مختلف داخلي و اتفاقات خارجي منجر به تغيير نسبي قيمت حامل‌هاي انرژي و در نتيجه تغيير الگوي مصرف شده‌اند. مجموعه‌اي از اين سياست‌ها در زير ارائه شده است.

****

**شكل 3) روند تغييرات شاخص شدت انرژي اوليه بر اساس مگاژول انرژي مصرفي**

**به ازاء يك دلار توليد ناخالص داخلي با فرض برابري قدرت خريد [11]**

**5-1-1) قوانين برنامه‌هاي پنج‌ساله سوم تا ششم توسعه (1380 تا 1400)**

در اين برنامه‌ها (به عنوان مثال در برنامه ششم توسعه كشور) دائماً به سياست‌هاي زير براي رشد بهره‌وري انرژي اشاره شده است:

♦ شكل‌دهي بازار بورس انرژي

♦ حمايت مالي از طرح‌هاي توليد پسماند از انرژي

♦ هدفمندسازي يارانه‌هاي انرژي

♦ كاهش شدت انرژي به ويژه در بخش‌هاي خانگي و حمل و نقل

♦ توسعه طرح جامع انرژي كشور در وزارتخانه‌هاي نفت و نيرو

♦ تدوين سياست‌هاي راهبردي توسعه انرژي كشور

♦ كاهش فلر كردن گاز در مشعل‌ها

♦ افزايش سهم انرژي‌هاي تجديد‌پذير در سبد انرژي كشور (حداقل 20% از ظرفيت نيروگاهي در حال توسعه)

برنامه‌هاي پنج‌ساله توسعه كشور با اهداف بلندپروازانه‌اي تنظيم مي‌شوند و بنابراين با توجه به بحران‌هاي سياسي و اقتصادي با منشاء خارجي، دور از انتظار نيست كه در بسياري موارد اين اهداف محقق نشوند اما به طور كلي اين برنامه‌ها از ميان ساير سياست‌هاي حوزه انرژي كشور ضمانت اجرايي بالاتري دارند و مي‌توانند منشاء اثر باشند.

قوانين بودجه سالانه كشور نيز منطبق با اين برنامه‌هاي پنج‌ساله تنظيم و ارائه مي‌شوند و در اين قوانين نيز همواره بخش انرژي به عنوان يكي از بخش‌هاي هزينه‌بر و درآمدزاي دولت مورد توجه بوده است. به عنوان مثال در برنامه بودجه سال 1393، وزارتخانه‌هاي نفت و نيرو موظف به عقد قرارداد با بخش خصوصي در حوزه انرژي خصوصاً رشد بهره‌وري انرژي شده‌اند.

البته با توجه به هزينه فرصت صادرات انرژي در كشور، ميزان هزينه‌كرد دولت در تأمين انرژي همواره بيش از درآمدهاي اين بخش بوده است. مطابق تخمين آژانس بين‌المللي انرژي، يارانه اين بخش طي سال 2017 بالغ بر 45 ميليارد دلار (4/10% از توليد ناخالص داخلي) بوده است[[22]](#footnote-22) ليكن با توجه به تغييرات نرخ ارز انتظار مي‌رود كه اين رقم در سال 2018 به حدود 70 ميليارد دلار بالغ شود كه در اين صورت، يارانه بخش انرژي كشور حدود 650 هزار ميليارد تومان (حدود 5/1 برابر بودجه عمومي كشور در سال 1398) تخمين زده مي‌شود.

**5-1-2) قانون هدفمندسازي يارانه‌ها (از سال 1389)**

اين قانون يكي از قوانين اصلي بالادستي كشور در حوزه انرژي است كه از سال 1389 با افزايش قيمت حامل‌هاي انرژي محقق شد. با توجه به تبعات تورمي اجراي اين قانون و همچنين هم‌زماني شوك اقتصادي ناشي از اجراي اين قانون با تحريم‌هاي بين‌المللي، عملاً فازهاي بعدي اجراي اين قانون مطابق برنامه پيگيري نشد. علاوه بر اين، كاهش نرخ برابري دلار با ريال، اثر افزايش قيمت در راستاي سياست كاهش فاصله نرخ حامل‌هاي انرژي در داخل كشور با هزينه فرصت معادل قيمت‌هاي جهاني آن را تا حد زيادي خنثي كرده است.

**5-1-3) قانون اصلاح الگوي مصرف انرژي (1389 تا 1400)**

هدف از قانون اصلاح الگوي مصرف انرژي كه بر اساس سياست‌هاي كلي حوزه انرژي ابلاغي مقام معظم رهبري تنظيم و در دستور كار قرار گرفت كاهش شدت مصرف انرژي به دوسوم مقدار آن در سال پايه (1389) تا پايان برنامه پنجم توسعه و به نصف تا پايان برنامه ششم بوده است. اجراي اين سياست از طرق مختلف شامل ارزيابي انرژي واحد‌هاي صنعتي، تدوين و اعمال استانداردهاي مصرف انرژي مصرف‌كنندگان مختلف، طراحي و پياده‌سازي نظام مديريت انرژي، توسعه فناوري‌هاي بهينه انرژي، توسعه و حمايت از شركت‌هاي خدمات انرژي، خريد تضميني برق تجديد‌پذير از توليد‌كنندگان بخش خصوصي و همچنين توسعه فرهنگ مصرف بهينه انرژي در سطح جامعه مدنظر بوده است.

**5-1-4) سياست‌هاي كلي اقتصاد مقاومتي (1394)**

در اين سياست‌ها مسئله افزايش بهره‌وري انرژي و همچنين افزايش سهم ورودي صندوق توسعه ملي از درآمدهاي حاصل از صادرات نفت و گاز (به منظور استقلال بيشتر بودجه كشور از منابع حاصل از فروش حامل‌هاي انرژي اوليه) در دستور كار قرار گرفته است.

**5-1-5) سياست‌هاي كلي محيط زيست (1394)**

در سياست‌هاي كلي محيط زيست نيز توسعه اقتصاد سبز و سرمايه‌گذاري و توسعه فناوري‌هاي پايدار با استفاده از ابزارهايي چون ماليات سبز در نظر گرفته شده است.

**5-1-6) طرح جامع انرژي كشور (1395)**

اين طرح كه با هدف برنامه‌ريزي بخش انرژي كشور تا سال 1420 در نظر گرفته شده به ضرورت كاهش شدت انرژي و افزايش سهم انرژي‌هاي تجديدپذير در سبد انرژي كشور اشاره دارد.

بر اساس قوانين و سياست‌هاي كلان برشمرده‌شده فوق، پاره‌اي از سياست‌ها سعي در رشد بهره‌وري انرژي با افزايش مشاركت بخش خصوصي داشته‌اند. از جمله اين سياست‌ها مي‌توان به ماده 12 قانون رفع موانع توليد (مصوب 1394) اشاره كرد كه در قالب آن مصرف‌كننده‌اي كه صرفه‌جويي انرژي داشته باشد مي‌تواند انرژي صرفه‌جويي‌شده را با ضمانت دولت در هر بخش اقتصادي و هر منطقه‌اي از كشور، تحويل گرفته و به مصرف‌كننده ديگري بفروشد يا حتي صادر كند.

نمونه ديگري از اين سياست‌ها كه نمونه توسعه‌يافته كاربري ماده 12 قانون رفع موانع توليد است طرح بازار بهينه‌سازي انرژي و محيط زيست است كه در سال 1396 به تصويب شوراي عالي انرژي كشور رسيده است. اين آئين‌نامه اجرايي به عنوان كاراترين سياست اتخاذشده بر اساس درس‌هاي حاصل از بي‌حاصل بودن سياست‌هاي پيشين شكل گرفته است. در ادامه به بررسي بيشتر ضرورت اتخاذ سياست مذكور و كارايي آن با توجه به رهيافت تاريخي به بخش انرژي پرداخته شده است.

طي ساليان گذشته، در نظر بوده كه هر كدام از اين سياست‌ها و رويكردها، نقطه عطفي در افزايش بهره‌وري انرژي و محيط زيست در كشور باشد اما به واسطه چالش‌هاي ناشي از اتفاقات خارجي و سوء‌مديريت و برنامه‌ريزي‌هاي داخلي حاصل از عدم درك مناسب شرايط سيستم انرژي كشور و فرديت تاريخي آن، غالباً بسيار كمتر از انتظار منجر به بهبود بهره‌وري انرژي در كشور شده‌اند. به عنوان مثال در اثر قانون اصلاح الگوي مصرف، شدت انرژي در كشور نه تنها كاهش نيافت بلكه روند رو به رشد خود را نيز ادامه داد و يا تنها 5% از تكليف قانوني وزارت نيرو براي توسعه انرژي‌هاي تجديد‌پذير در قانون برنامه پنجم توسعه محقق شد. اين واقعيت كه در عمل پاره‌اي از اين سياست‌ها مطابق انتظار موفق نبوده‌اند نشان‌دهنده اهميت شناسايي فرد تاريخي و بكارگيري رويكرد رهيافت تاريخي در تنظيم سياست‌هاي بخش انرژي كشور است.

رشد فزاينده مصرف انرژي در كشور با سرعتي بالاتر نسبت به رشد اقتصادي كه منجر به افزايش شدت مصرف انرژي در كشور شده به واسطه روند نزولي هزينه‌هاي انرژي در سبد هزينه خانوار بوده است. به بيان ديگر، افزايش قيمت انرژي در طول زمان به مراتب كمتر از تورم تجربه‌شده طي سال‌هاي گذشته بوده است. در مواردي هم كه اصلاح قيمتي حامل‌هاي انرژي در دستور كار بوده شرايط خارجي امكان اثرگذاري مناسب را سلب كرده است. به عنوان مثال همانطور كه در شكل 3 نيز نمايش داده شده با ابلاغ قانون اصلاح الگوي مصرف در سال 1389، كاهش 50% شدت انرژي در افق 10 ساله هدف‌گذاري شد. بر اين اساس مطابق قانون هدفمندسازي يارانه‌هاي انرژي در سال 1390، افزايش قيمت حامل‌هاي انرژي به منظور كنترل تقاضاي انرژي در كشور طراحي و اجرا شد اما پس از چند ماه، در سال 1391 با شروع تحريم‌هاي هسته‌اي و بروز اثرات تورمي اين تحريم‌ها، به واسطه ثابت ماندن قيمت حامل‌هاي انرژي، مجدداً سهم انرژي در سبد هزينه خانوار كاهش و به تبع آن روند افزايش شدت انرژي در كشور ادامه يافت.

همانطور كه در مثال فوق تشريح شد تحولات تاريخي ناشي از سياست‌هاي داخلي يا اثرات خارجي، منجر به شكل‌دهي شرايط بخش انرژي در كشور به گونه‌اي شده كه بدون توجه به اين ويژگي‌هاي تاريخي، تحليل شرايط امروز اين پديده غيرممكن مي‌نمايد. اين مسئله لزوم توجه به نقش رهيافت تاريخي در ارزيابي پديده‌هاي مورد مطالعه را نشان مي‌دهد. با توجه به وابستگي تاريخي اقتصاد كشور به قيمت‌هاي پائين حامل‌هاي انرژي و چالش‌هاي بزرگ پيش روي بهينه‌سازي انرژي، هر گونه قانون‌گذاري‌هاي جديد، بدون در نظر داشتن اين فرديت تاريخي، منجر به هزينه‌هاي بالاي اجراي اين قوانين و عدم كارايي كافي آنها در افزايش بهره‌وري انرژي مي‌شود. با در نظر گرفتن اين مسئله، بازار بهينه‌سازي انرژي و محيط زيست به عنوان يك سياست بديع توسعه يافته و در دستور كار قرار گرفته است.

**5-2) مطالعه موردي نظام نوآوري مؤثر در بخش انرژي: بازار بهينه‌سازي انرژي و محيط زيست**

بايد به كمك رويكرد فوق و با درك طبيعت شرايط بخش انرژي كشور (ناشي از تحولات مختلف تاريخي كه در طول زمان شرايط غيرمنعطف امروزي را ايجاد كرده) راهكارهاي بهبود شرايط انرژي كشور طراحي و تنظيم شوند. در غير اين صورت به واسطه شناخت ناكافي از مسئله و چيستي خاصيت پديده مورد مطالعه، سياست‌هاي كلي بخش انرژي (كه عموماً به طور مستقيم از تجربيات جهاني اخذ مي‌شوند) نمي‌توانند كارايي لازم را داشته باشند. به عنوان مثال در يك نگاه اوليه همواره از عمده علت‌هاي مصرف بالاي انرژي در كشور به قيمت پائين حامل‌هاي انرژي در كنار نرخ بالاي بهره بانكي اشاره شده است. تغيير اين نقاط اثر، اگر چه يقيناً نقش مؤثري در كاهش مصرف انرژي خواهند داشت اما بدون شناخت محدوديت‌هاي سياست‌گذاري در شرايط اقتصادي آسيب‌پذير جامعه، منجر به شكست سياست‌هاي متداول اقتصادي مي‌شود. در شرايط اقتصادي آسيب‌پذيري كه سياست‌گذاران كشور نمي‌توانند از كنترل تبعات افزايش قيمت حامل‌هاي انرژي مطمئن باشند (و اين ويژگي با در نظر گرفتن روند تاريخي شكل‌گيري الگوي مصرفي انرژي در جامعه ايراني قابل درك است) سياست‌هاي تنظيم قيمت حامل‌هاي انرژي نمي‌تواند اجرايي شود.

بر اين اساس، نظام نوآوري پوياي كشور مي‌تواند با رويكرد رهيافت تاريخي به پديده پيش رو و شناسايي محدوديت‌هاي ذاتي سيستم انرژي كشور در ارائه راه‌حل‌هاي مبتني بر اقتصاد رفتاري و منطبق با شرايط ويژه موجود، نقش‌آفريني مؤثري داشته باشد. همين مسئله ايده شكل‌دهي بازار بهينه‌سازي انرژي و محيط زيست در كشور را جذاب و داراي اولويت مي‌كند. ايده‌اي كه در صورت اجرايي شدن، بدون نياز به تغيير قيمت حامل‌هاي انرژي و با استفاده از فرصت فراهم‌شده در ماده 12 قانون رفع موانع توليد، از پتانسيل اختلاف قيمت انرژي مورد تقاضا در بخش‌هاي مختلف اقتصادي كشور بهره جسته و امكان توجيه‌پذيري پاره‌اي از طرح‌هاي بهينه‌سازي انرژي (در شرايط فعلي قيمت انرژي) را فراهم مي‌كند به گونه‌اي كه پتانسيل‌هاي مالي و فني بخش خصوصي كشور در حوزه بهينه‌سازي انرژي فعال شوند. شكل‌گيري اين ايده البته نيازمند مجموعه‌اي از مهارت‌ها است: دانش اقتصاد انرژي؛ شناخت عميق شرايط بخش انرژي كشور به كمك رهيافت تاريخي به موضوع؛ آشنايي با تجارب جهاني رشد بهره‌وري انرژي و همچنين هنر برقرار كردن ارتباط مؤثر بين بخش‌هاي پژوهشي، دانشگاه‌ها، شركت‌هاي خدمات انرژي و همه ذينفعان بدنه حاكميتي كشور در يك چارچوب يكپارچه. اين تجمع دانش و جريان آن از محيط دانشگاه به سطح سياست‌گذاري در كشور، يك تجربه موفق از پياده‌سازي نظام نوآوري بخش انرژي و محيط زيست در كشور خواهد بود.

با توجه به فرديت تاريخي شرح داده‌شده در قسمت قبل، بازار بهينه‌سازي انرژي و محيط زيست مبتني بر چند اصل برگرفته از تحليل تاريخي بخش انرژي كشور است:

✓ در صورت پياده‌سازي بوم مناسب كسب‌وكار، مي‌توان بدون نياز به وضع قوانين جديد در كشور و يا افزايش تنش‌زاي قيمت حامل‌هاي انرژي، بخشي از پتانسيل بهينه‌سازي انرژي را با ايجاد انگيزه براي سرمايه‌گذار خصوصي و شركت‌هاي خدمات انرژي فعال كرد. اين مسئله يك ضرورت ملي براي توسعه بهينه بخش انرژي است.

✓ اين طرح از انعطاف موجود در ماده 12 قانون رفع موانع توليد براي خريد و فروش بين‌بخشي انرژي صرفه‌جويي‌شده و اختلاف تعرفه بين بخش‌هاي مختلف مصرف‌كننده انرژي استفاده مي‌كند.

✓ طرح مذكور از اين واقعيت كه در بخش‌هاي با تعرفه پائين بيشترين اتلاف انرژي رخ مي‌دهد به عنوان يك فرصت بهره‌وري استفاده مي‌كند.

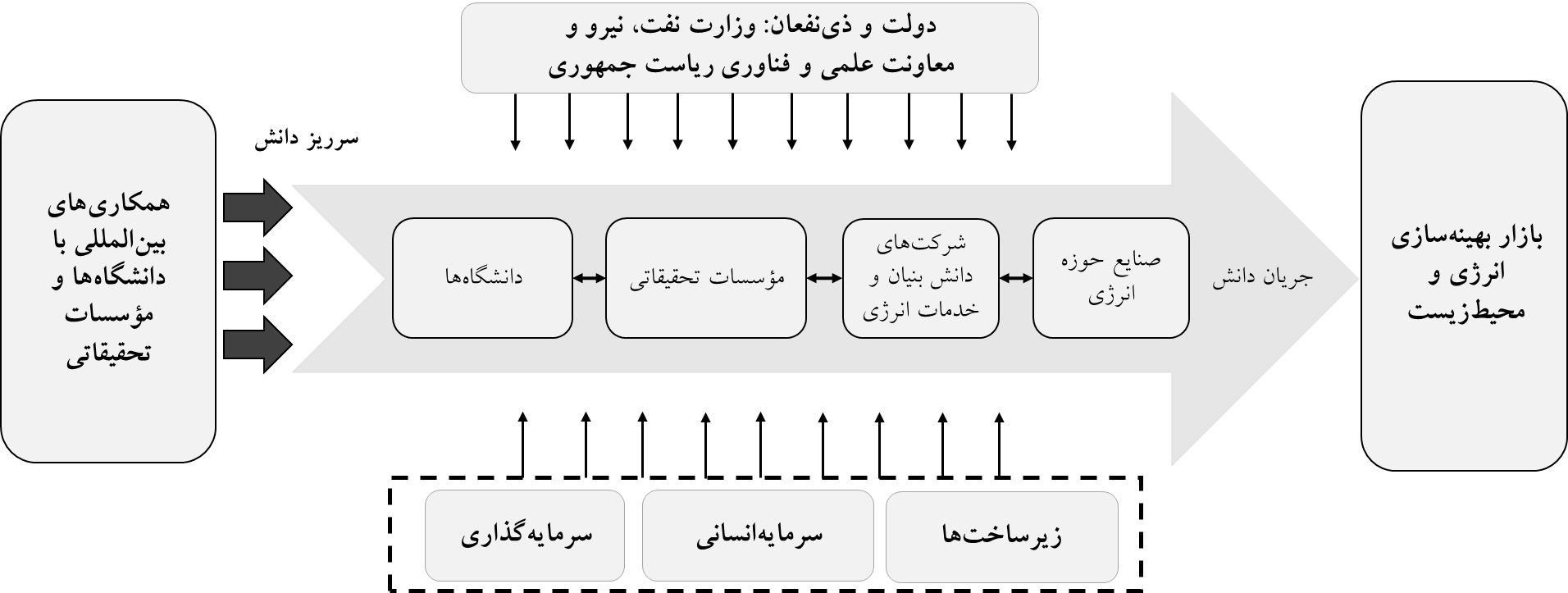
✓ مشاركت تمامي نهادهاي ذيربط حاضر در شوراي عالي انرژي كشور براي اجراي اين قانون اهميت بالايي دارد. سازمان برنامه و بودجه، وزارت نفت، وزارت نيرو، سازمان حفاظت محيط زيست، سازمان انرژي‌هاي تجديدپذير و بهره‌وري انرژي، سازمان بهينه‌سازي مصرف سوخت و سازمان ملي استاندارد از مشاركت‌كنندگان اصلي در اين طرح هستند كه مي‌بايست با تقسيم وظايف بتوانند زمينه را براي نقش‌آفريني سرمايه‌گذاران خصوصي فراهم كنند.

✓ خريد و فروش گواهي‌هاي انرژي صرفه‌جويي‌شده در ساختار بورس انرژي عمل خواهد كرد.

اين اصول از تحليل تاريخي بخش انرژي و درس‌هاي گرفته‌شده از سياست‌هاي افزايش بهره‌وري آن در كشور نتيجه‌گيري و در طرح بازار بهينه‌سازي انرژي و محيط زيست به كار گرفته مي‌شوند كه انتظار مي‌رود بتواند كارايي بهتري در ارتقاء كارايي بخش انرژي كشور ايجاد نمايد.

در ادامه براي نشان دادن كاربرد عملي ديدگاه سيستمي مشروح در بخش چهارم و نيز چارچوب تحليلي پيشنهادي اين پژوهش، نحوه شكل‌گيري بازار بهينه‌سازي انرژي و محيط زيست در ايران به عنوان يك پيشران جدي در شكل‌دهي شبكه شركت‌هاي دانش‌بنيان و همچنين شركت‌هاي خدمات انرژي توضيح داده مي‌شود. شكل 4 الگوي نظري طرح بازار بهينه‌سازي انرژي و محيط زيست و فرآيند شكل‌گيري و تعامل بخش‌هاي مختلف سيستم در به سرانجام رساندن آن را نشان مي‌دهد. اين طرح از سال 1395 و پس از مطالعات گسترده بخش‌هاي مختلف سيستم انرژي و آسيب‌شناسي عوامل مؤثر در عملكرد نامناسب بهره‌وري انرژي در كشور و همچنين رصد تجربيات جهاني بهينه‌سازي انرژي مطرح شد. ايده اصلي اين طرح توسط مديريت وقت پژوهشكده علوم و فناوري انرژي دانشگاه صنعتي شريف ارائه شد كه به دليل آگاهي شكل‌گرفته در ساختار پژوهشي با استقبال پژوهشگران فعال در اين حوزه مواجه گرديد. گروه‌هاي پژوهشي مختلف فعال در پژوهشكده به سرعت بر طراحي و ارتقاء نظام پياده‌سازي اين طرح در سطح كشور و حوزه‌هاي مختلف انرژي و زيست‌محيطي فعال شدند. با بهره‌گيري از زيرساخت موجود در معاونت علمي و فناوري رياست‌جمهوري، اين طرح در جلسات متعددي با بخش‌ها و سازمان‌هاي مختلف مرتبط با بخش انرژي از جمله وزارت نفت به بحث و تبادل نظر گذاشته شد. نتيجه اين فعاليت‌ها، ارائه طرح نهايي از طرف معاونت علمي و فناوري رياست‌جمهوري به شوراي عالي انرژي كشور (به عنوان تجميع‌كننده همه بخش‌هاي ذينفع و بازيگران اصلي نهادي پياده‌سازي طرح) بود كه به تصويب اين شورا رسيد.

با شكل‌گيري بازار بهينه‌سازي انرژي و محيط زيست، تقاضا براي شركت‌هاي دانش‌بنيان و خدمات انرژي به عنوان نهادهايي كه توسعه و كاربردي‌سازي فناوري را پيگيري مي‌كنند ايجاد مي‌شود و در ادامه پژوهشكده‌ها و مؤسسات تحقيقاتي (نهادهايي كه دانش را به فناوري تبديل مي‌كنند) و دانشگاه‌ها كه توسعه دانش فني را انجام مي‌دهند فعال مي‌شوند و جريان دانش شكل مي‌گيرد (به شكل 4 توجه شود). همچنين در طول اين مسير سرمايه‌گذاري‌هاي مختلف، زيرساخت‌هاي نهادي و نيروي انساني كه در دانشگاه‌ها تربيت مي‌شوند از ملزومات شكل‌گيري جريان دانش محسوب مي‌شوند.

****

**شكل 4) نحوه شكل‌گيري بازار بهينه‌سازي انرژي و محيط زيست**

**بر اساس چارچوب تحليلي پيشنهادشده در پژوهش**

در ديگر سو با توجه به اهميت بالاي شكل‌دهي همكاري‌هاي بين‌المللي با مراكز معتبر علمي و پژوهشي جهان و كاهش هزينه‌هاي داخلي تحقيق و توسعه، بهره‌گيري از توان تحليلي و تجارب بين‌المللي جهت طراحي و پياده‌سازي اين طرح در سطح كشور پيگيري شد كه اين فرصت در نتيجه توسعه تدريجي روابط بين‌المللي و اعتمادسازي از طريق تبادل پژوهشگر و اجراي پروژه‌هاي مشترك پژوهشي مهيا گرديد. شكل‌دهي اين همكاري بين‌المللي، به طور مشخص حدود سه سال به طول انجاميد. برگزاري جلسات حضوري منظم و حضور پژوهشگران ايراني در مراكز تحقيقاتي خارجي، نقش قابل توجهي در تبادل نظر، اعتمادسازي و در نهايت شكل‌دهي اين همكاري بين‌المللي داشت. چنانچه مديريت يكپارچه و ثبات در تصميم‌گيري‌ها وجود داشته باشد اين طرح مي‌تواند تجربه موفقي از تربيت و بكارگيري توان علمي داخلي براي پرداختن به مشكلات اصلي كشور و نمونه موفقي از جلب همكاري‌هاي بين‌المللي در راستاي منافع ملي باشد.

**6- راهكارهايي براي بهبود نظام نوآوري انرژي در ايران**

پديده شكست بازار، هم در زمينه ناديده انگاشتن هزينه‌هاي اجتماعي انتشار كربن و هم در زمينه عدم سرمايه‌گذاري بخش خصوصي به دليل مسائل مالكيت معنوي، منجر به يك پاسخ سنتي سياستي مي‌شود. اين پاسخ يك چارچوب سياستي با تمركز بر سازوكارهاي بازار و تجارت انتشار گازهاي گلخانه‌اي ايجاد و دولت‌ها را به سمت سرمايه‌گذاري در بخش تحقيق و توسعه سوق مي‌دهد [44] و اين نياز نيز ديده مي‌شود كه دولت‌ها در مراحل ديگر فرآيند نوآوري مانند دره مرگ[[23]](#footnote-23) (مرحله گذار فناوري از معرفي به تجاري‌سازي) بايد حمايت مضاعفي را انجام دهند. دلايل منطقي ديگري فراتر از شكست بازار هم براي مداخلات دولت‌ها وجود دارد. اين دلايل از ديدگاه نظام نوآوري نشأت گرفته مي‌گيرند و اتصال و روابط بازيگران سيستم بايد به خوبي شكل گيرند تا موانع ناشي از شكست سيستمي را برطرف سازند [16]. با اين مقدمه در ادامه براي هر بخش از چارچوب مفهومي ارائه‌شده، راهكارهايي براي بهبود نظام نوآوري انرژي و محيط زيست در ايران پيشنهاد مي‌گردد[[24]](#footnote-24).

نظام نوآوري انرژي شامل طيف وسيعي از بازيگران مختلف است. اينكه تصويري كاملاً دقيق از دورنما و فعاليت‌هاي بازيگران نشان داده شود تبعاً امري بسيار دشوار است زيرا هيچ پايگاه اطلاعاتي جامعي از بازيگران فعال در اين حوزه وجود ندارد. از اين رو همواره درجه‌اي از عدم قطعيت وجود خواهد داشت كه چه بازيگراني در نظام نوآوري انرژي ايفاء نقش مي‌كنند و چه بازيگراني در اين زمينه فاقد تأثير هستند.

به صورت كلي در بخش بازيگران، از فعاليت‌هاي كارآفرينانه به عنوان هسته اصلي شكل‌گيري فناوري‌هاي نو غفلت شده است. ادامه فعاليت نظام نوآوري وابسته به فعاليت‌هاي كارآفرينان و بنگاه‌ها است. با بررسي نقش دولت‌ها در حمايت از فرآيندهاي نوآوري زيست‌محيطي مي‌توان نتيجه گرفت كه تمركز دولت‌ها نبايد صرفاً پشتيباني هدفمند از فناوري‌هايي خاص باشد و آنها بايد چارچوبي كلي براي تشويق نوآوري‌هاي پايدار تنظيم نمايند. دولت‌ها بايد شرايطي را ايجاد كنند كه شركت‌هاي خصوصي و صنايع مرتبط حاضر شوند ريسك سرمايه‌گذاري در اين حوزه را بپذيرند. راهكارهايي كه در اين خصوص پيشنهاد مي‌شود عبارتند از:

• ايجاد شبكه كارآفرينان، شركت‌هاي دانش‌بنيان و فناور حول فناوري‌هاي انرژي كارآمد و زيست‌محيطي

• ايجاد بازارهاي متناسب با فناوري‌هاي انرژي جهت ترغيب كارآفرينان و بخش خصوصي

• توسعه و اصلاح مراكز رشد و پارك‌هاي علمي و فناوري به منظور فراهم آوردن زمينه مناسب ورود كارآفرينان، شركت‌ها و بنگاه‌هاي دانش‌بنيان و بازيگران جديد به اين حوزه

در بخش شبكه‌ها، پيگيري خط‌مشي‌ها و اجراي برنامه‌هاي توسعه فناوري‌هاي كارآمد و زيست‌محيطي مستلزم تدوين دانش فني است كه اين موضوع تحت‌الشعاع مأموريت‌هاي اصلي دستگاه‌هاي اجرايي فعال در بخش انرژي بوده و از اين رو ايجاد شبكه‌هايي با وظيفه محوري توسعه دانش فني، توسعه فناوري كارآمد انرژي و همچنين توسعه زيرساخت‌هاي لازم براي فعال شدن نهادها و عوامل اقتصادي دانش‌بنيان در اين زمينه ضروري به نظر مي‌رسد. بر اساس مطالعات آژانس بين‌المللي انرژي در سال 2011 نيمي از كارشناسان كشورهاي عضو و كشورهاي غيرعضو از آسيا، خاورميانه و آفريقا به اهميت نقش ارتقاء هماهنگي بين دولتي و بين دولت و ساير ذينفعان به عنوان يكي از اركان لازم براي ارتقاء فناوري‌هاي انرژي در كشورهايشان اذعان داشته‌اند. بر اين اساس، راهكارهاي زير جهت بهبود و توسعه شبكه‌هاي نظام نوآوري پيشنهاد مي‌گردد:

⯐ ايجاد شبكه دانشگاه و صنعت از طريق تعريف پروژه‌هاي مشترك و حمايت از آن در چارچوب نظام جامع فناوري‌هاي انرژي كارآمد و زيست‌محيطي

⯐ توسعه بستر لازم براي شبكه اطلاعات انرژي از طريق اتصال و توسعه پايگاه‌هاي اطلاعات

⯐ ايجاد شبكه بين كاربران، بنگاه‌هاي خدمات انرژي، عرضه‌كنندگان فناوري و ساير شبكه‌هاي اجتماعي مرتبط با هدف نفوذ فناوري‌هاي اين حوزه

⯐ ايجاد و حمايت از نهادها و بازيگران تسهيل‌كننده ارتباط در راستاي پايدارسازي شبكه‌ها

در بخش سياست‌گذاري نيز راهكارهاي زير پيشنهاد مي‌گردد:

⮘ هماهنگي عرضه و تقاضاي سياست‌هاي حوزه انرژي به منظور ايجاد سازوكارهاي ارزيابي، بازخورد و اصلاح سياست‌ها و قوانين حوزه انرژي به ويژه در سياست‌هايي كه به طور مستقيم به توسعه و كاربرد فناوري انرژي كارآمد مربوط مي‌شود.

⮘ ارزيابي، تدوين و اصلاح سياست‌هاي دستوري مانند استانداردهاي انرژي و زيست‌محيطي و حمايت از آن در هيأت دولت

⮘ ارزيابي، تدوين و اصلاح سياست‌هاي مالي و اقتصادي مانند انواع ماليات‌ها، تجارت حق اختراع، تعرفه خريد، مشوق‌ها و ...

⮘ حمايت از سازوكارهاي تسهيل‌كننده انتشار فناوري و حمايت از ايجاد نظام كارآمد مالكيت معنوي

در خصوص سياست‌هاي زيست‌محيطي، بنگاه‌ها به اين امر واقف هستند كه توليد ضايعات و آلودگي در فرآيندهاي توليدي به صرفه نخواهد بود و با نوآوري‌هاي سيستمي و فرآيندي اقدام به صرفه‌جويي در هزينه‌هاي سازماني و فرآيندي خود مي‌كنند. همچنين اگر نوآوري بنگاه‌ها به طور گسترده نفوذ يابد ممكن است به عنوان پيشگامان اوليه اين حوزه معرفي گردند. علاوه بر آن، افزايش آگاهي و آموزش مصرف‌كنندگان و مشتريان از اثرات زيست‌محيطي تصميماتي كه اتخاذ مي‌شود مي‌تواند به عنوان آغازكننده فشارهاي جانبي به بنگاه‌ها براي كاهش اين اثرات قلمداد شود.

از زاويه‌اي ديگر، دولت‌ها مي‌توانند نوآوري سازگار با محيط زيست را به يكي از دو روش زير مورد تشويق قرار دهند: اجراي مقرراتي كه هزينه خصوصي انجام نوآوري را كاهش مي‌دهند (يعني فشار فناوري) و يا اجراي مقرراتي كه درآمد حاصل از نوآوري خصوصي را افزايش مي‌دهند (يعني كشش تقاضا). مثال‌هايي از سياست‌هاي فشار فناوري عبارتند از: حمايت دولتي از تحقيق و توسعه، اعتبارات مالياتي براي بنگاه‌ها جهت هزينه كردن در بخش تحقيق و توسعه، افزايش ظرفيت انتقال دانش، حمايت از آموزش و پژوهش و تخصيص بودجه به پروژه‌هايي كه در مرحله دره مرگ هستند. همچنين نمونه‌هايي از سياست‌هاي كشش تقاضا عبارت است از: حمايت از قانون مالكيت معنوي، اعتبارات مالياتي و تخفيف براي مصرف‌كنندگان فناوري‌هاي جديد، استانداردهاي نظارتي و وضع ماليات بر فناوري‌هاي رقابتي. با توجه به ماهيت پيچيده فرآيند نوآوري زيست‌محيطي، بايد در مراحل مختلف توسعه فناوري سياست‌هاي متفاوتي اتخاذ شود.

در بخش تأمين منابع مالي، چالش اصلي محدوديت منابعي است كه مي‌توانند به نوآوري‌هاي انرژي و پايدار تخصيص داده شوند. اگر تلاشي در جهت تعيين اولويت تخصيص بودجه انجام نگيرد اين خطر وجود دارد كه منابع به شدت محدودتر شوند. بديهي است كه سازوكارهاي مورد نياز فعاليت‌هاي نوآورانه كه همراه با ريسك بالا هستند نيازمند رويكردي متفاوت از تأمين منابع مالي براي ساير فناوري‌هاي موجود است. همچنين عدم وجود برخي نهادها مانند سرمايه‌گذاران خطرپذير در حوزه انرژي‌هاي كارآمد ايجاب مي‌نمايد كه قبل از شكل‌گيري اين نهادها اقدامات زير صورت گيرد:

⯎ تهيه سازوكارهاي متناسب براي تأمين مالي نظام نوآوري اين حوزه

⯎ بيمه سرمايه‌گذاري‌هاي بخش غيردولتي در توسعه انرژي‌هاي تجديدپذير

⯎ سرمايه‌گذاري‌هاي مشترك بخش خصوصي و دولتي تا ايجاد و تثبيت تسهيل‌كنندگان مالي و ارتباطي بين دانشگاه، صنعت و دولت

⯎ شكل‌دهي صندوق‌هاي سرمايه‌گذاري اين حوزه

⯎ ايجاد سازوكار تأمين منابع مالي پايدار داخلي و خارجي براي خريد برق تجديدپذير

⯎ اتصال نوآوران، فناوران و كارآفرينان به نظام‌هاي مالي

در انتهاي اين بخش به مفهوم مهم سرريز دانش به عنوان يكي از مهم‌ترين عوامل تأثيرگذار در توسعه فناوري اشاره مي‌گردد. با توجه به اينكه ايران يك كشور در حال توسعه محسوب مي‌شود و بسياري از فناوري‌هاي انرژي كارآمد در كشورهاي توسعه‌يافته، ايجاد و توسعه پيدا كرده‌اند براي رسيدن به دانش روز اين فناوري‌ها تعامل با كشورهاي مزبور ضروري است كه در اين صورت، هزينه‌هاي توسعه و بومي شدن اين فناوري‌ها، مي‌تواند كاهش يافته و بازگشت سريع‌تري داشته باشد و زمينه توسعه فعال در حوزه انرژي براي كشور فراهم گردد. راهكارهاي زير در راستاي ايجاد همكاري‌هاي بين‌المللي و به صورت كلي توسعه دانش انرژي پيشنهاد مي‌گردد:

⌖ ايجاد ارتباط بنگاه‌هاي دانش‌بنيان داخلي با بنگاه‌هاي دانش‌بنيان و مراكز تحقيقاتي پيشرو بين‌المللي در حوزه انرژي كارآمد و زيست‌محيطي جهت تسهيل در انتقال دانش و فناوري

⌖ ايجاد ارتباط دانشگاه‌ها و مؤسسات تحقيقاتي داخلي با دانشگاه‌ها و مراكز تحقيقاتي بين‌المللي پيشرو در حوزه انرژي كارآمد و زيست‌محيطي

⌖ برگزاري همايش‌ها و سمينارهاي تخصصي براي شناسايي بازيگران و هم‌افزايي بين بازيگران شبكه‌ها و نيز معرفي فناوري‌هاي جديد اين حوزه

**7- نتيجه‌گيري و جمع‌بندي**

ديدگاه‌ها و نظريه‌هاي اصلي در پيشينه نوآوري، اشتراكات قابل توجهي با يكديگر را نشان دادند. همگي براي ايجاد يك مفهوم يكپارچه مبتني بر نگاه سيستمي از نوآوري در تلاش هستند تا درك ساختارها و فرآيندها را به صورتي جامع در نظر گيرند. سه مفهوم مركزي بحث‌شده در اين سيستم عبارتند از: بازيگران، نهادها و ارتباطات و تعاملات كه شبكه‌ها را شكل مي‌دهند. يعني بنگاه ديگر تنها تصميم‌گير سيستم نخواهد بود و شبكه‌اي از بنگاه‌ها، مصرف‌كنندگان و عرضه‌كنندگان تحت تأثير مسائل اجتماعي و سياستي با يكديگر تعاملي سازگار خواهند داشت.

در پژوهش حاضر ضمن شناسايي و مروري دقيق بر سير تكامل فرآيندهاي نوآوري از سال 1950 تا امروز، از مدل‌هاي خطي تا نوآوري سازگار با محيط زيست و با بهره‌گيري از تحليل محتواي كيفي، چارچوبي تحليلي جهت ارزيابي نظام نوآوري انرژي و محيط زيست ارائه گرديد. اين چارچوب بخش‌هاي مختلف نظام نوآوري را در قالب يك نظام به هم پيوسته و جامع مورد ارزيابي قرار مي‌دهد كه مهم‌ترين بخش‌هاي آن عبارتند از: مراحل مختلف فرآيند نوآوري، پيشرانان نوآوري، سياست‌گذاري‌هاي دولت، سرمايه‌گذاري‌ها و تأمين منابع فرآيند و در انتها اثرات زيست‌محيطي انتشار فناوري‌هاي انرژي. همچنين با رويكرد رهيافت تاريخي در ارزيابي شرايط موجود بخش انرژي كشور، سمت و سوي مناسب توسعه نظام نوآوري انرژي و محيط زيست جهت تأثيرگذاري مناسب در ارتقاء بهره‌وري انرژي به بحث گذاشته شد. به عنوان يك مطالعه موردي، طرح بازار بهينه‌سازي انرژي و محيط زيست به عنوان يك تجربه عملي از تربيت و بكارگيري توان علمي داخلي با پشتوانه‌اي نظري و يكپارچه، با هدف پرداختن به مشكلات اصلي كشور شرح داده شد. اين طرح با تجميع توان تخصصي در كنار نتايج ارزيابي مبتني بر رهيافت تاريخي به بخش انرژي كشور، توانسته راهكاري مؤثر براي فعال‌سازي مشاركت ملي در بهينه‌سازي انرژي در كشور در شرايط حاكم (قيمت‌هاي پائين حامل‌هاي انرژي و محدوديت‌هاي ناشي از آسيب‌پذيري اقتصاد ملي در اثر تنظيم قيمت‌ها) بخش انرژي ارائه كند. به طور كلي به منظور توسعه اقتصاد دانش‌بنيان و بهبود نظام حاكم بر صنعت انرژي كشور، سه شبكه حرفه‌اي شامل شبكه علمي حوزه انرژي، شبكه شركت‌هاي دانش‌بنيان و شبكه بنگاه‌هاي تجاري و شركت‌هاي خدمات انرژي پيشنهاد گرديد. استقرار سه شبكه مذكور مي‌تواند به پوشش فرآيند توليد دانش، تبديل دانش به فناوري و محصول و نيز بكارگيري محصولات دانش‌بنيان براي كارآمدسازي و بهينه‌سازي انرژي و محيط زيست در كشور كمكي بنيادي نمايد.

با توجه به آنچه در اين مقاله تا به اينجا مورد بحث قرار گرفت و نظر به راهكارهايي كه براي بهبود نظام نوآوري انرژي در ايران ارائه گرديد درس‌هاي سياستي براي نوآوري‌هاي انرژي و سازگار با محيط زيست در سطح كشور را مي‌توان در قالب موارد ذيل احصاء نمود:

🕐 اولويت‌بندي فناوري‌ها و الگوي جديد تخصيص بودجه‌هاي دولتي براي توسعه فناوري‌هاي انرژي پايدار مي‌بايست بر اساس يك نگاه جامع و يكپارچه تنظيم گردد (شكل 1). در اين الگو اثرات اجتماعي، سياستي، فني و اقتصادي بر روند توسعه نوآوري و فناوري به صورت هم‌زمان تحليل مي‌گردد.

🕑 حمايت از ايجاد يك شبكه منسجم از تحقيق و توسعه بين صنعت، دانشگاه‌ها و مؤسسات تحقيقاتي يك ضرورت در فرآيند توسعه فناوري به خصوص قبل از تجاري‌سازي محسوب مي‌شود (حلقه‌هاي مياني شكل 1).

🕒 حمايت‌هاي دولتي بايد ميان تمركز بر توسعه مقياس بالا و توسعه يك يا دو نمونه اوليه از فناوري‌هاي نوظهور، توازني را ايجاد نمايند (در مقايسه با حمايت گسترده از تمامي طرح‌هاي جديد) و بنابراين از تخصيص بودجه و حمايت از فناوري‌هاي خاص نبايد غافل گرديد اما اين پشتيباني بايد مدت‌دار بوده و سياست‌گذاران تصميم بگيرند كه اين حمايت چه زماني بايد قطع شود.

🕓 از ايجاد انجمن‌هاي قدرتمند به منظور انتشار دانش مربوطه و ايجاد ائتلاف‌هاي حمايتي براي اثرگذاري بر روند سياست‌گذاري و قانون‌گذاري انرژي‌هاي پاك (مستطيل سمت چپ در شكل 1) حمايت شود.

🕔 ارزيابي‌هاي منظم و دوره‌اي از برنامه‌هاي پشتيباني توسعه نوآوري و فناوري انجام و حلقه‌هاي يادگيري (رجوع شود به اثرات يادگيري در شكل 1) جهت روزآمد كردن و بهبود مستمر سياست‌ها ايجاد گردد.

🕕 تعرفه‌هاي مالياتي بر فناوري‌هاي خاص جهت تحريك رشد بازار و تخفيف براي مصرف‌كنندگان فناوري‌هاي جديد وضع گردند.

🕖 سياست‌هاي نوآوري نياز جدي به مواجهه با سيستم طبيعي و بسته (قفل‌شده) سيستم‌هاي فعلي انرژي دارند. زيرساخت‌هاي انرژي، نهادها و سياست‌ها بايد توسعه يابند و تغييرات راديكالي براي مقابله با تغييرات اقليمي يك ضرورت به حساب مي‌آيد. بنابراين سياست‌هاي دولتي بايد دريچه سيستم‌هاي انرژي را به سوي فناوري‌هاي جديد و مدل‌هاي تجاري راديكالي باز كنند و اطمينان يابند كه نهادها و زيرساخت‌هاي موجود، گسترش فناوري‌ها را تسهيل خواهند كرد.

🕗 در نهايت به منظور رشد اثربخشي نظام نوآوري كشور در ارتقاء بهره‌وري انرژي، رهيافت تاريخي در شناسايي ويژگي‌هاي وضع موجود بخش انرژي و محيط زيست و عوامل مؤثر بر تحولات آن در طول زمان، يك ضرورت اساسي است. در نتيجه اين رويكرد، سياست‌هاي مؤثر در بهبود شرايط موجود شناسايي شده و قابل اجرا خواهد بود. ايده بازار بهينه‌سازي انرژي و محيط زيست، مبتني بر همين رويكرد در چارچوب نظام نوآوري بخش انرژي كشور تنظيم شده و در حال اجرا است.

پژوهش حاضر با محدوديت‌هايي نيز رو به رو بوده كه مهم‌ترين آن فقدان داده‌هاي كمّي براي ارزيابي دقيق نظام نوآوري انرژي و محيط زيست بوده است. اگر چه مطالعات اندكي (مانند [27]) سعي در كمّي‌سازي اين ارزيابي داشته‌اند اما توسعه پايگاه داده و تحقيقات بيشتر در اين خصوص با تمركز بر چارچوب جامعي كه در اين مقاله توسعه داده شد مي‌تواند از اصلي‌ترين كارهاي آينده در اين زمينه به شمار آيد. از جمله راهكارهاي پيشنهادي، انجام يك پيمايش نوآوري انرژي در كشور است كه قبل‌تر به صورت بسيار مناسبي در كشور دانمارك انجام شده است. همچنين توسعه مدل‌هاي ارزيابي تخصيص بهينه منابع در فرآيند توسعه نوآوري و فناوري مي‌تواند از جمله پژوهش‌هاي مفيدي باشد كه يك ابزار تحليلي مناسب را در اختيار سياست‌گذاران قرار مي‌دهد و به آنها كمك مي‌كند تا بر اساس منطقي مشخص، تصميمات مربوط به اولويت‌بندي در تخصيص بودجه را اتخاذ نمايند.

**منابع References**

[1] توفيق، ابراهيم. **گفتگو با دكتر ابراهيم توفيق درباره جامعه‌شناسي تاريخي در ايران.**

http://www.behboodmodiriat.ir/data/jmi/news/%20%D8%AA%D9%88%D9%81%DB%8C%D9%82-%20%D8%B1%D9%87%DB%8C%D8%A7%D9%81%D8%AA%20%D8%AA%D8%A7%D8%B1%DB%8C%D8%AE%DB%8C.pdf

[2] زارعي، آرمان. **تاريخ‌گرايي؛ رهيافتي براي فهم امر انساني.**

http://www.behboodmodiriat.ir/data/jmi/news/%20%D8%AA%D8%A7%D8%B1%DB%8C%D8%AE%DB%8C%20%D8%B2%D8%A7%D8%B1%D8%B9%DB%8C.pdf

[3] هيأت دولت. (1396). **سند ملي راهبردي انرژي كشور.**

[4] شوراي عالي انقلاب فرهنگي. (1393). **سند ملي توسعه دانش‌بنيان انرژي‌هاي تجديدپذير.**

[5] معاونت علمي و فناوري رياست‌جمهوري. (1393). **گزارش مأموريت ستاد بهينه‌سازي انرژي و محيط زيست.**

[6] Andersen, M. M. (2005). **Eco-innovation indicators, Background paper for the workshop on eco-innovation indicators.** *EEA.*

[7] Baiyere, A. (2018). **Fostering Innovation Ecosystems – Note on the 2017 ISPIM Innovation Forum.** Technovation, 69(C), 1.

[8] Bergek, A., Jacobsson, S., Carlsson, B., Lindmark, S., & Rickne, A. (2008). **Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis.** *Research Policy,* 37(3), 407-429.

[9] Bergek, A., Jacobsson, S., & Sanden, B. (2008). **‘Legitimation’ and ‘development of positive externalities’: two key processes in the formation phase of technological innovation systems.** *Technology Analysis & Strategic Management,* 20(5), 575-592.

[10] Bossle, M., Barcellos, M., Vieira, L., & Sauvee, L. (2016). **The drivers for adoption of eco-innovation.** *Journal of Cleaner Production,* 113, 861-872.

[11] BP. (2018). **BP Statistical Review of World Energy.**

[12] Cai, W., & Li, G. (2018). **The drivers of eco-innovation and its impact on performance: Evidence from China.** *Journal of Cleaner Production,* 176, 110-118.

[13] Carlsson, B., & Stankiewicz, R. (1991). **On the nature, function and composition of technological systems.** *Journal of Evolutionary Economics,* 1(2), 93-118.

[14] David, P. A. (1985). **Clio and the Economics of QWERTY.** *The American economic review,* 75(2), 332-337.

[15] Freeman, C., & Perez, C. (1988). **Structural crises of adjustment.** In Dosi et al..

[16] Foxon, T. J., Gross, R., Chase, A., Howes, J., Arnall, A., & Anderson, D. (2005). **UK innovation systems for new and renewable energy technologies: divers, barriers and systems failures.** *Energy Policy,* 33(16), 2123-2137.

[17] Foxon, T. (2003). **Inducing Innovation for a low-carboon future: drivers, barriers and policies.** – Areport for The Carbon Trust, *The carbon Trust.*

[18] Geels, F., Sovacool, B., Schwanen, T., & Sorrel, S. (2017). **Sociotechnical transitions for deep decarbonization.** *Science,* 375(6357), 1242-1244.

[19] Grubler, A., Nakicenovic, N., & Victor, D. G. (1999). **Dynamics of energy technologies and global change.** *Energy Policy,* 27(5), 247-280.

[20] He, F., Miao, X., Wong, C., & Lee, S. (2018). **Contemporary corporate eco-innovation research: A systematic review.** *Journal of Cleaner Production,* 174, 502-526.

[21] Hekkert, M. P., Suurs, R. A. A., Negro, S. O., Kuhlmann, S., & Smits, R. E. H. M. (2007). **Functions of innovation systems: A new approach for analyzing technological change.** *Technological Forecasting and Social Change,* 74(4), 413-432.

[22] Jacobsson, S., & Bergek, A. (2004). **Transforming the Energy Sector: the evolution of technological systems in renewable energy technology.** *Industrial and Corporate Change,* 13(5), 815-849.

[23] Kemp, R., & Foxon, T. (2007). **Eco-innovation from an innovation dynamics perspective.** *Measuring Eco-Innovation.* EU Sixth Framework Programme.

[24] Kline, S., Rosenber, G. (1986). **An overview of innovation.** In: Landau, R., & Rosenberg, N. (eds), The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth. Washington, DC, *National Academy Press.*

[25] Lundvall, B-A. (1992). **National System of Innovation: Towards a theory of innovation and interactive learning.** *Pinter publisher,* London.

[26] Lundvall, B. A. (1988). **Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to national systems of innovation.** *Technical change and economic theory.*

[27] Miremadi, I., Saboohi, Y., & Jacobsson, S. (2018). **Assessing the performance of energy innovation system: Towards as established set of indicators.** *Energy Research & Social Science,* 40, 159-176.

[28] Moshiri, S. (2015). **The effects of the energy price reform on households consumption in Iran.** *Energy Policy,* 79, 177-188.

[29] Negro, S. O., & Hekkert, M. P. (2008). **Dynamics of Technological Innovation Systems: Emperical Evidence for Functional Patterns.**

[30] Hekkert, M. P., & Negro, S. O. (2009). **Functions of innovation systems as a framework to understand sustainable technological change: Empirical evidence for earlier claims.** *Technological forecasting and social change,* 76(4), 584-594.

[31] Nelson, R., & Winter, S. (1997). **In search of useful theory of innovation.** *Research Policy,* 6, 36-76.

[32] Nelson, R. (1959). **The simple economics of basic research.** *Journal of Political Economy,* 67(3), 297-306.

[33] Nelson, R., & Winter, S. (1982). **An evolutionary Theory of Economic Change.** *Harvard University Press.*

[34] Nelson, R. (1994). **The co-evolution of technology, industrial structure, and supporting institutions.** *Industrial and Corporate Change,* 3(1), 47-63.

[35] Nelson, R. (1993). **National Innovation System: A comparative analysis.** *Oxford University Press.*

[36] Nemet, F. G. (2007). **Policy and innovation in low-carbon energy technologies.** *Dissertation Abstracts International,* 68, 8.

[37] Ociepa-Kubicka, A., & Pachura, P. (2017). **Eco-innovations in the functioning of companies.** *Environmental Research*, 156, 284-290.

[38] Ruttan, V. W. (2001). **Technology, Growth and Development: An Induced Innovation Perspective.** *Oxford University Press.*

[39] Schumpeter, J. A. (1934). **The Theory of Economic Development.** *Harvaed University Press.*

[40] Speirs, J., Foxon, T., & Pearson, P. (2008). **Review of Current Innovation Systems Literature in the context of Eco-Innovation.** *Measuring Eco-Innovation.*

[41] Solow, R. (1957). **Technical change and the aggregate production function.** *Review of Economics and Ststistics,* 39, 312-320.

[42] Utterback, J. M. (1994). **Mastering the Dynamics of Innovation: How companies can size opportunities in the face of technological change.** *Harvard Business Press.*

[43] Van de Ven, A. H. (2007). **Engaged scholarship: a guide for organizational and social research.** Oxford; New York: *Oxford University Press.*

[44] Watson, J. (2008). **Setting Priorities in Energy Innovation Policy: Lessons for the UK.** ETIP Discussion Paper Series, *Belfer Center for Science and International Affairs, Harvard University.*

[45] Winskel, M., & Moran, B. (2008). **Innovation theory and low carbon innovation: Innovation processes and innovations systems.** *Edinburgh University.*

[46] Yin, Robert K. (2003). **Case Study Research: Design and Methods.** Thousand Oaks, Calif: *Sage Publications.*

1. ★ Corresponding Author: miremadi@gsme.sharif.edu [↑](#footnote-ref-1)
2. 🕿 مسئول مكاتبات: miremadi@gsme.sharif.edu [↑](#footnote-ref-2)
3. - Spillover [↑](#footnote-ref-3)
4. - Evolutionary approaches [↑](#footnote-ref-4)
5. - Path-dependent models [↑](#footnote-ref-5)
6. - Dominant design [↑](#footnote-ref-6)
7. - National Innovation System (NIS) [↑](#footnote-ref-7)
8. - Technological Innovation System (TIS) [↑](#footnote-ref-8)
9. - Knowledge development [↑](#footnote-ref-9)
10. - Knowledge diffusion [↑](#footnote-ref-10)
11. - Guidance of the search [↑](#footnote-ref-11)
12. - Entrepreneurial activities [↑](#footnote-ref-12)
13. - Market formation [↑](#footnote-ref-13)
14. - Resource mobilization [↑](#footnote-ref-14)
15. - Creation of legitimacy [↑](#footnote-ref-15)
16. - Transition [↑](#footnote-ref-16)
17. - Socio-technical [↑](#footnote-ref-17)
18. - Qualitative Content Analysis [↑](#footnote-ref-18)
19. - Descriptive Case Study [↑](#footnote-ref-19)
20. - Danish Riose [↑](#footnote-ref-20)
21. - Nich markets [↑](#footnote-ref-21)
22. - https://www.iea.org/weo/energysubsidies/ [↑](#footnote-ref-22)
23. - Valley of death [↑](#footnote-ref-23)
24. - در اين بخش، از سند ملي راهبردي انرژي [3]، سند ملي توسعه دانش‌بنيان انرژي‌هاي تجديدپذير [4] و گزارش مأموريت ستاد بهينه‌سازي انرژي و محيط زيست [5] نيز بهره گرفته شده است. [↑](#footnote-ref-24)