

توسعه چارچوب ساختاری نظام نوآوری فناورانه روستایی با تأکید بر سیستم‌های نوین آبیاری

مسعود نیک سیرت^{۱*}، عباس امینی^۲

۱- دکتری جغرافیا و برنامه ریزی روستایی، پارک علم و فناوری یزد، یزد، ایران

۲- دانشیار، جغرافیا و برنامه ریزی روستایی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

* ایران، یزد، صندوق پستی ۸۹۱۷۶۹۷۹۹۸، masoud.niksirat1364@gmail.com

چکیده

یکی از راهکارهایی که در نقاط مختلف جهان برای حل مسائل آبیاری زمین‌های کشاورزی به کار گرفته شده است استفاده از فناوری است. این فناوری برای بروز، شکوفایی و اثربخشی نیازمند بستر و محیطی است که از آن به عنوان نظام نوآوری فناورانه یاد می‌شود. هرچند مطالعه بر روی ساختارهای نظام نوآوری فناورانه، در سال‌های اخیر رواج یافته است؛ اما در این مطالعات کمتر به روستا به عنوان یک فضای خاص جغرافیایی توجه شده است. پیش فرض پژوهش حاضر مناسب نبودن چارچوب ساختاری پیشین برای توسعه نوآوری فناورانه در روستاها است. بنابراین هدف پژوهش حاضر توسعه و پیشنهاد چارچوب ساختاری جدیدی برای نظام نوآوری فناورانه در روستاها می‌باشد. این پژوهش از نوع بنیادی است و در آن از روش‌های کیفی برای تجزیه و تحلیل ساختار نظام‌های نوآوری فناورانه روستایی استفاده شده است. برای این منظور تحلیل نظریه داده بنیاد به عنوان روش اصلی تحقیق انتخاب و از نرم افزار MAXQDA-18 برای تجزیه و تحلیل داده‌ها بهره گرفته شد. در ابتدا ساختار نظام نوآوری فناورانه از طریق بازنگری جامع ادبیات استخراج و سپس بر اساس نظرات ۱۵ نفر از خبرگان در قالب مصاحبه‌های نیمه ساختاریافته مورد ارزیابی و اصلاح قرار گرفت. در مرحله دوم با استفاده از تکنیک الگوی تمرین نظریه داده بنیاد سیستماتیک، الگوی پارادایمی توسعه چارچوب ساختاری نظام نوآوری فناورانه روستایی ارائه شد.

کلیدواژگان

نظام نوآوری فناورانه روستایی، رویکرد ساختاری، نظریه داده بنیاد، سیستم‌های نوین آبیاری



Development of the structural framework of the rural technological innovation system with an emphasis on modern irrigation systems

Masoud Niksirat^{1*}, Abbas Amini^{2*}

1- PhD in Geography and Rural Planning, Yazd Science and Technology Park, Yazd, Iran.

2- Department of Geography and Rural Planning, University of Isfahan, Isfahan, Iran

* P.O.B. 8917697998, Yazd, Iran, masoud.niksirat1364@gmail.com

Abstract

The use of technology is one of the solutions that have been used in different parts of the world to solve the problems of irrigation of agricultural lands. This technology requires a platform and an environment for emergence, prosperity and effectiveness, which is referred to as a technological innovation system. Although the study of the structures of the technological innovation system has become widespread in recent years; But in these studies, less attention has been paid to the village as a specific geographical space. The premise of the current research is that the previous structural framework is not suitable for the development of technological innovation in villages. Therefore, the aim of the current research is to develop and propose a new structural framework for the technological innovation system in villages. This research is of fundamental type and qualitative methods are used to analyze the structure of rural technological innovation systems. For this purpose, grounded theory was chosen as the main research method and MAXQDA-18 software was used for data analysis. At first, the structure of the technological innovation system was extracted through a comprehensive review of the literature and then based on the opinions of 15 experts in the form of semi-structured interviews, it was evaluated and modified. Then, by using the technique of systematic grounded theory practice model, the paradigmatic model of the development of the structural framework of the rural technological innovation system was presented.

Keywords

Rural Technological Innovation System, Structural approach, Grounded Theory Method, New irrigation systems

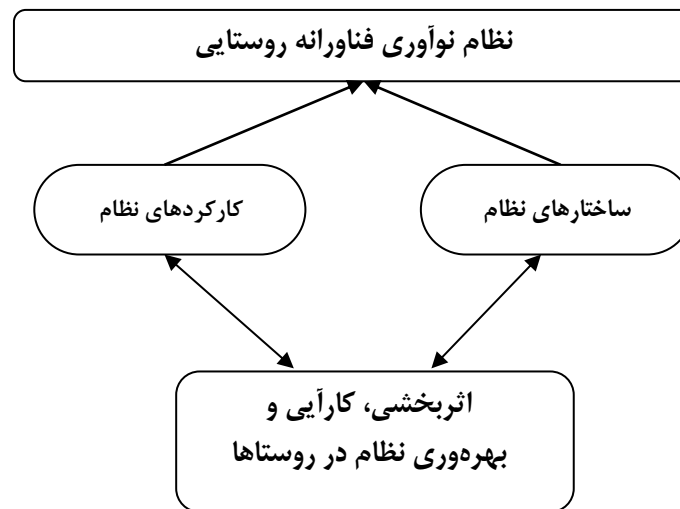
۱- مقدمه

به اعتقاد بسیاری از صاحب‌نظران توسعه روستایی، یکی از مشکلاتی که سبب عقب افتادگی روستاها از روند شتابان توسعه اقتصاد منطقه‌ای شده است؛ سنتی بودن واحدهای تولید و عدم استفاده از دانش و فناوری‌های روز می‌باشد. در این زمینه اقتصاددانان بر این عقیده هستند که عامل کلیدی در افزایش بهره‌وری، ثروت جوامع و رفاه اقتصادی در بلندمدت، نوآوری و پیشرفت فناوری است. بر این اساس بخش مهمی از تفاوت در سطح توسعه روستاها را اختلاف سطح فناوری و نوآوری بین آن‌ها رقم می‌زند. در واقع کشورها امروزه سعی می‌کنند ضمن سیاست‌گذاری و تسهیل شرایط زمینه و بستر بروز ایده‌ها، خلاقیت‌ها، نوآوری‌ها، اختراعات و روش‌های مبتکرانه را در روستاها فراهم نمایند. بستری که در آن این امکان میسر می‌شود نظام نوآوری فناورانه روستایی است. این نظام شامل ساختارها و کارکردهای خاصی است که در سال‌های اخیر مطالعه بر روی آن مورد توجه پژوهشگران علوم مختلف بویژه علوم اجتماعی، محیطی و کشاورزی قرار گرفته است. خاص بودن ساختارها و کارکردهای نظام نوآوری فناورانه روستایی به دلیل منحصر بفرد بودن ویژگی‌های محیطی، اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی بستر فضایی شکل‌گیری این نظام (فضای روستا) و همچنین تغییرات عملکردی است که روستاها در بازه‌های زمانی به خود دیده‌اند.

به رغم فواید غیرقابل انکار توسعه فناوری در روستاها و گسترش مطالعات کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه بر روی نظام‌های نوآوری فناورانه در روستاها، متأسفانه این مفهوم در روستاهای ایران مورد غفلت واقع شده است و کمتر مطالعه‌ای می‌توان یافت که به صورت خاص به بررسی نظام نوآوری فناورانه روستایی در ایران پرداخته باشد. فقدان مدل، روش و الگو برای نظام نوآوری فناورانه روستایی در ایران مدیریت نوآوری و فناوری در روستاها را با چالش‌های جدی مواجه کرده است. این موضوع سبب شده است تا شکل‌گیری فرهنگ نوآوری، خلاقیت، فناوری و تولید ثروت از علم و دانش در روستاها به کندی صورت پذیرد و حتی در پاره‌ای موارد شاهد از هم گسیختگی و عدم توازن در روستاها در پی ورود نوآوری‌های مختل کننده^۱ باشیم [1]. چنین وضعیتی تا حدود زیادی ناشی از فراهم نبودن شرایط ساختاری و الزامات کارکردی در نظام نوآوری فناورانه روستاها می‌باشد (برگرفته از [2]). بعضاً مشاهده می‌شود فناوری به کار گرفته شده در روستا با محیط طبیعی و محیط انسانی روستا تناسب نداشته و این عدم تناسب سبب ناکارآمدی فناوری‌های به کار گرفته شده و شکست پروژه‌های انتقال فناوری به روستاها نیز شده است؛ چرا که هر فناوری در زمان و مکان معینی مناسب است [3] و حال آنکه در برنامه‌های توسعه نوآوری و فناوری در روستاها به روابط ساختاری و کارکردی اجزا و عناصر فضاهای روستایی در مواجهه با پدیده فناوری توجه نشده است.

با توجه به وجود تفاوت‌های اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، محیطی و نهادی و سیاسی بین کشورها نمی‌توان یک نظام نوآوری فناورانه روستایی را عیناً در کشور دیگر به کار گرفت. از این رو و با توجه به فقدان الگوی نظام نوآوری فناورانه در روستاهای شهرستان تفت از توابع استان یزد، در این پژوهش سعی خواهد شد، ضمن مطالعه مروری بر روی مطالعات انجام شده در زمینه نظام‌های نوآوری فناورانه روستایی در دنیا، الگوی مناسبی برای توسعه نظام نوآوری فناورانه روستایی در سیستم‌های آبیاری کشاورزی شهرستان تفت طراحی و پیشنهاد شود. این الگو با تبیین شرایط و فرآیندهای گذار از جامعه روستایی سنتی به جامعه روستایی نوآور، بررسی الزامات ساختاری و کارکردی لازم برای ظهور، شکوفایی و کارآمدی فناوری‌های مناسب (فناوری که اثربخش، کارآ، بهره‌ور و پایدار باشد) در بخش کشاورزی روستاهای مورد مطالعه را ترسیم می‌نماید. در واقع هدف اصلی این پژوهش تبیین و تشریح ساختارها و کارکردهای نظام نوآوری فناورانه روستایی کارآمد، اثربخش و بهره‌ور در شهرستان تفت به گونه‌ای است که بتواند پایداری روستاها را نیز تضمین نماید.

1 : Disruptive Innovations



شکل ۱ مدل مفهومی تحقیق

۲- ادبیات موضوع

از زمان طرح موضوع نظام‌های نوآوری، چندین رویکرد مختلف برای تحلیل آن‌ها به کار گرفته شده است که عبارتند از: تحلیل بر پایه خروجی‌ها، تحلیل بر پایه ارکان ساختاری، تحلیل مبتنی بر کارکردها، تحلیل بر پایه پویایی میان کارکردها (موتورهای نوآوری) و تحلیل ساختاری- کارکردی (شناسایی نقاط ضعف کارکردی نظام و معرفی علل شکست ساختاری آن) [4]. در این بین بسیاری از محققان به انجام تحلیل‌های ساختاری یا کارکردی در مطالعات مربوط به نظام‌های نوآوری فناورانه پرداخته‌اند [14-5]. در این دسته از پژوهش‌ها پژوهشگران بر این نکته تأکید دارند که هر نظام نوآوری فناورانه از یک سو از عناصر و اجزایی تشکیل شده است (ساختار نظام) و از سوی دیگر این نظام نقش‌ها و وظایفی (کارکردهای نظام) را برعهده دارد که انتظار است محقق سازد. در واقع نظام‌های نوآوری فناورانه دارای ساختاری متشکل از اجزای شبکه‌ای هستند که فعالیت‌های خود را به سمت یک هدف مشترک هدایت می‌کنند. توجه به این نکته ضروری است که این عناصر ساختاری نظام نوآوری معمولاً جنبه‌های نسبتاً پایدار آن را نشان می‌دهند. اگر یکی از این عناصر تغییر کند، ممکن است در عناصر دیگر نیز تغییراتی ایجاد کند و مجموعه‌ای از کنش‌ها و واکنش‌ها وجود داشته باشد که یا نظام را به جلو می‌راند یا باعث خرابی آن می‌شود. به عبارت دیگر، این وابستگی متقابل ممکن است باعث ایجاد یک چرخه تحول‌آفرین یا معیوب شود [15].

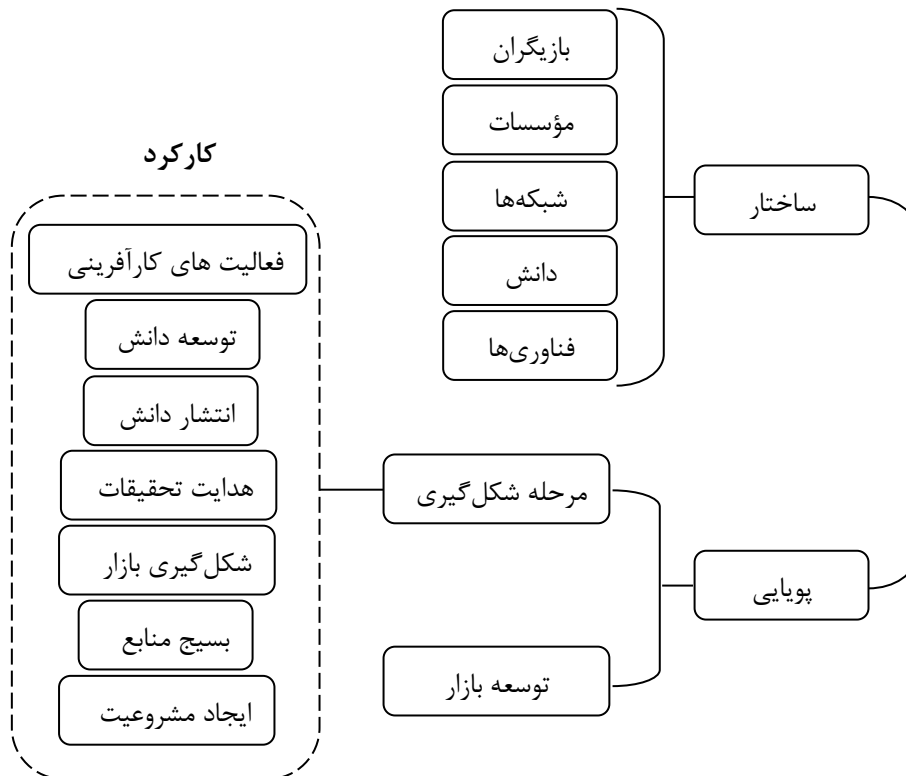
نظر اندیشمندان درباره اجزای ساختاری نظام نوآوری فناورانه با اندکی تفاوت در طول سال‌ها در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱ عناصر ساختاری نظام نوآوری فناورانه در ادبیات

| منبع | مؤلفه‌ها |
|------|---|
| [7] | شبکه‌ای از بازیگران نهادهای (قواعد بازی) ایجاد شده اطراف یک فناوری |
| [8] | سازمان‌ها نهادهای |
| [9] | سازمان‌ها نهادهای ارتباطات |
| [16] | بازیگران و توانایی آن‌ها شبکه نهادهای |
| [17] | تقاضا چارچوب مورد نظر نظام صنعت نهادهای واسطه‌ای نظام تحقیق و آموزش سیاسی زیرساخت |
| [18] | بازیگران نهادهای شبکه فناوری |
| [19] | بازیگران، گروه‌ها و احزاب مختلف شبکه‌ها، روابط و مشارکت بین احزاب رسمی و غیررسمی فناوری عوامل خارجی |
| [20] | بازیگران نهادهای ارتباطات/ شبکه زیرساخت‌ها |

منبع: نویسنده الهام گرفته از [21]

اما در نهایت، تعریفی که در برگیرنده کلیه جوانب ساختاری باشد توسط هکرت و همکاران [19] و وایزورک و هکرت [20] ارائه شده است که ساختار را به چهار رکن بازیگران، نهادها، تعاملات و فناوری (و زیرساخت‌های آن) تقسیم می‌کند. روش‌های سنتی تحلیل نظام نوآوری فناورانه عمدتاً بر شناسایی ساختار این نظام تمرکز می‌کنند و برای درک عوامل و فرآیندهایی که نوآوری را هدایت و حفظ می‌کنند کافی نیستند. در بسیاری از مطالعات، ساختارهای نظام ایستا و ثابت در نظر گرفته می‌شوند و بنابراین «آنها را برای مواجهه با پویایی فناوری، نامناسب می‌سازد». در تلاشی برای فراتر رفتن از تجزیه و تحلیل نظام‌های نوآوری ساختار محور سنتی، اخیراً پیشنهاد شده است که فرآیندهای زیربنایی - که معمولاً به عنوان "کارکردهای نظام‌های نوآوری" نامیده می‌شوند - که برای عملکرد خوب یک نظام نوآوری جدید مورد نیاز هستند، بررسی شود. درک چنین پویایی‌های کارکردی در ابتدا به عنوان یک مکمل تحلیلی مفید برای رویکرد نظام نوآوری فناورانه پیشنهاد شده است [22]. همانگونه که در شکل ۲ نیز نشان داده شده است پویایی یک نظام نوآوری فناورانه به کارکردهای این نظام که نشأت گرفته از مرحله شکل‌گیری این نظام است بستگی دارد.



شکل ۲ پویایی ساختاری و کارکردی چارجوب نظام نوآوری بر اساس [5, 13, 23, 12]

۳- مبانی نظریه‌ای

یکی از سؤالات اساسی در بررسی انواع نظام‌های نوآوری این است که عناصر تشکیل دهنده این نظام‌ها چیستند و چگونه مورد ارزیابی و تحلیل قرار می‌گیرند؟ لاندوال تحلیلی از انواع نگرش‌ها در نظام نوآوری ارائه می‌کند که بر اساس آن دو رویکرد کلان برای تحلیل این حوزه وجود دارد [24]:

۱- رویکرد نویسندگان آمریکائی در حوزه سیاست علم و فناوری مانند فریمن و موری که به رویکرد محدود نظام نوآوری معروف بوده و بر ارتباط نظام‌مند میان تلاش‌های تحقیق و توسعه در شرکت‌ها، سازمان‌های علم و فناوری (مراکز تحقیقاتی و دانشگاه‌ها) و سیاست‌های کلان دولت در این عرصه متمرکز می‌باشد.

۲- رویکرد فریمن و دانشگاه آلبورگ که به عنوان رویکرد گسترده نظام نوآوری شناخته شده و تعریفی گسترده‌تر از نوآوری در ابعاد خلق، انتشار، جذب و بهره‌برداری از نوآوری ارائه می‌کنند و مفهومی به نام یادگیری را در فرآیند تکاملی نوآوری بسیار مهم می‌دانند.

صرف‌نظر از معیار، نظام‌های نوآوری یک چیز مشترک دارند: ساختاری متشکل از اجزای شبکه‌ای که فعالیت‌های خود را به سمت یک هدف مشترک هدایت می‌کنند. چنین نظام‌هایی با توجه به اجزای تشکیل‌دهنده خود دارای ویژگی‌های خاصی هستند، از جمله:

- ۱- سازمان‌ها
- ۲- نهادها
- ۳- شبکه‌های تعامل و همکاری
- ۴- زیرساخت

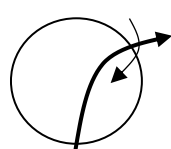
توجه به این نکته ضروری است که این عناصر ساختاری نظام نوآوری معمولاً جنبه‌های نسبتاً پایدار آن را نشان می‌دهند. اگر یکی از این عناصر تغییر کند، ممکن است در عناصر دیگر نیز تغییراتی ایجاد کند و مجموعه‌ای از کنش‌ها و واکنش‌ها وجود داشته باشد که یا نظام را به جلو می‌راند یا باعث خرابی آن می‌شود. به عبارت دیگر، این وابستگی متقابل ممکن است باعث ایجاد یک چرخه تحول‌آفرین یا معیوب شود [15].

همانگونه که پیش از این در جدول ۱ مشاهده شد؛ تقریباً در تمام تقسیمات ارائه شده در خصوص ساختارهای نظام نوآوری فناورانه بر مؤلفه‌های نهادی تأکید شده است. در واقع تمام صاحب‌نظران به این نکته تأکید داشته‌اند که اگر هدف گام برداشتن در جهت رشد بهره‌وری پایدار باشد، باید نوآوری‌های فناورانه با تغییرات نهادی همراه باشد. نوآوری‌های فناورانه اغلب کارایی (ایجاد ارزش افقی) را افزایش می‌دهند، به‌عنوان مثال، با کاهش هزینه‌های نیروی کار، اما آنها همیشه خرده مالکان به حاشیه رانده شده را قادر نمی‌سازند تا ارزش را به‌صورت عمودی ایجاد کنند، به‌عنوان مثال، با بهبود دسترسی به حقوق، خدمات یا سطوح بالاتر تصمیم‌گیری. بنابراین اگر تمرکز تنها بر نوآوری‌های فناورانه در کشاورزی باشد می‌تواند رشد بهره‌وری کشاورزی را بهبود بخشد، اما پیشرفت چندانی در جهت افزایش پایداری ندارد. بنابراین ضروری است نهادهایی که از نوآوری‌های فناورانه در کشاورزی حمایت می‌کنند، به این موضوع توجه داشته باشند که چگونه نوآوری‌های فناورانه و نهادی موقعیت حاشیه‌ای خرده مالکین فقیر در سیستم‌های چندمرکزی را تغییر می‌دهد [25].

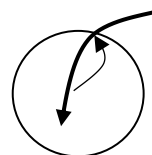
بازیگران اجتماعی، اقتصادی و نهادی نقش استراتژیک کلیدی را در پویایی سیستم‌های محلی با تشویق و بیان فرآیندهای توسعه یا با ترکیب منابع موجود در یک راه یا روش دیگر ایفا می‌کنند. علاوه بر این، آنها چارچوب سیاست‌های توسعه و سیستم‌های نهادی، مکانیسم‌های بهبود انتقال دانش و اجرای نوآوری به سمت توسعه سرزمینی (به عنوان مثال، از طریق اجرای پروژه‌های خود) را تعیین می‌کنند [26].

نظام‌های نوآوری فناورانه هم از عوامل و نیروهای مستقر در درون این نظام و هم از عوامل و نیروهای مستقر در بیرون این نظام تأثیر می‌پذیرند. تعامل نیروهای درونی و بیرونی از قانون‌مندی‌های حاکم بر تمام انواع نظام‌ها به شمار می‌رود [27]. از این‌رو لازم است نظام‌های نوآوری فناورانه را در قالب یک فناوری خاص در بستری مکانی و در ارتباط با محیط پیرامونی مورد بررسی قرار داد. به عنوان مثال در ارتباط با پژوهش حاضر وقتی بخواهیم در خصوص فناوری‌های موجود در سیستم آبیاری بحث کنیم، لازم است مکانی که این فناوری‌ها در آن به کار گرفته می‌شود (نظیر اراضی کشاورزی روستایی) در ارتباط با عوامل و نیروهای درونی و بیرونی شامل شبکه‌ها، نهادها و مؤسسات، بازیگران و نظام طبیعی، اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی حاکم بر روستا و محیط بیرونی روستا مورد مطالعه قرار گیرد. چراکه فناوری همیشه دارای قواعدی در مورد نحوه استفاده از خود است، اینکه چه کسانی از آن استفاده می‌کنند و چه کسانی دارای حقوق ناشی از استفاده از آن هستند. بر این اساس تناسب نهادی یا مکمل بودن برای اتخاذ نوآوری‌های فناورانه اهمیت دارد. نوآوری‌های فناورانه می‌توانند با تغییر نقش‌ها و حقوق بازیگران مربوط به استفاده از فناوری، موقعیت‌های عملی را تغییر دهند. نوآوری‌های فناورانه محلی می‌تواند:

۱. از زمینه‌های نهادی محلی خاص شکل بگیرد (شکل ۲ الف)، یا
۲. در جاهای دیگر توسعه داده شود و در زمینه‌های خاص نهادی محلی معرفی شود (شکل ۲ ب)



نوآوری خارج از زمینه خاص
تکامل یافته و زمینه را تغییر
می‌دهد
الف



نوآوری داخل زمینه خاص
تولید می‌شود و زمینه را تغییر
می‌دهد
ب

شکل ۳ نوآوری فناورانه و سازمانی تکامل یافته از بیرون (الف) و تولید شده در داخل (ب) بستر محلی

هنگامی که نوآوری‌های فناورانه محلی از زمینه‌های محدودکننده خاصی تکامل می‌یابد، آنها عمدتاً قصد دارند حجم کار را کاهش دهند یا شرایط کار و زندگی افراد حاشیه نشین را بهبود بخشند. مبتکران بنیادی می‌توانند شرایط کاری و زندگی فوری خود را با وجود فقر اقتصادی بهبود بخشند. این تنها به این دلیل که آنها دارای توانایی‌های فکری هستند و می‌توانند مبتکرانه عمل کنند نیست، بلکه به دلیل میل و انگیزه آنها برای رفع محدودیت‌های کار و شرایط زندگی است [25].

همان‌گونه که اشاره شد یکی از عناصر مهم نظام ساختاری نظام نوآوری فناورانه بازیگران این نظام هستند. یکی از اصلی‌ترین بازیگران این نظام در روستاها، نوآوران روستایی هستند. خلاقیت این نوآوران به دلیل شرایط نامساعد زندگی و کار که در آن مشغول به کار هستند ایجاد می‌شود. اگر چه خلاقیت معمولاً تحت فشار کاهش می‌یابد، نوآوران روستایی به حاشیه رانده شده سعی می‌کنند شرایط کار و زندگی خود را از طریق نوآوری‌هایی که فرآیندهای کار را آسانتر، کم‌ریسک‌تر و بازتر می‌کند، بهبود بخشند. این زمینه ظاهراً نامطلوب برای خلاقیت ناشی از تنش‌ها، درگیری‌ها و معضلاتی است که باید با ایجاد یک راه حل فناورانه یا نهادی برای الگوی تعامل موجود (وضعیت موجود) که بیش از حد گران یا سنگین تلقی می‌شود حل شوند. تلاش برای متناسب‌سازی یا مطابقت زمینه‌ای، نوآوری را به ارمان می‌آورد. هنگامی که بازیگران دیگر حاضر نیستند هزینه‌های محدودیت را تحمل کنند، ویژگی‌های فعال کننده و بازدارنده موسسات نیز منبع بالقوه ای هستند (همان منبع).

اگر بپذیریم که در یک دید کلان، می‌توان سازمان‌ها را اساسی‌ترین خرده سیستم‌های تشکیل دهنده اجتماع دانست که بخش مهمی از منابع مادی و مجرد را به عنوان ورودی جذب کرده و در مسیر هدف‌های خود به منابع و محصولات جدید تبدیل کرده و به محیط خود ارائه می‌کنند، در خواهیم یافت که اگر چیدمان عناصر سامانه مدیریت روستایی، دچار ضعف‌هایی باشد (تعدد سازمان‌های متولی روستایی) یا ارتباط این عناصر با چالش‌هایی روبرو باشد (مانند عدم ارتباط سامان‌مند بین دستگاه‌های متولی توسعه روستایی)، مدیریت روستایی در جذب ورودی‌ها و ارائه خروجی‌های مناسب نیز دچار نارسایی خواهد بود. [26]

۴- روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش به لحاظ هدف از نوع تحقیقات بنیادی و بر اساس ماهیت داده‌ها از نوع تحقیقات کیفی و از نظر نحوه گردآوری داده‌ها از نوع تحقیقات توصیفی پیمایشی می‌باشد که با استفاده از تکنیک نظریه داده بنیاد^۱ در چهار مرحله کلی در رابطه با نظام نوآوری فناورانه سیستم‌های نوین آبیاری روستاهای شهرستان تفت انجام شده است. مرحله نخست به انجام مطالعات اسنادی و کتابخانه‌ای اختصاص داشت. پژوهشگر در این مرحله در پی تبیین مؤلفه‌های ساختاری نظام نوآوری فناورانه مورد اشاره در مطالعات پیشین است. برای این منظور ادبیات مربوط به مطالعات انجام شده بین سال‌های ۲۰۲۳-۲۰۰۰ میلادی نمایه شده در وب سایت لنز^۲ و ساینس دایرکت^۳ در زمینه نظام نوآوری فناورانه بررسی گردید و مؤلفه‌های ساختاری مورد اشاره در آن شناسایی شد. در مرحله دوم مؤلفه‌های ساختاری شناسایی شده در اختیار ۱۸ نفر از کارشناسان حوزه نوآوری، فناوری، کشاورزی و آبیاری که تجربه ای زیسته در زمینه نظام های نوآوری داشتند؛ قرار گرفت. انتخاب این افراد بر اساس ماهیت موضوع و موقعیتی است که در آن پژوهش انجام شده است. این افراد به صورت هدفمند (نمونه‌گیری جهت دار) و به روش گلوله‌برفی شناسایی شده‌اند. متوسط سابقه فعالیت این افراد در حوزه‌های کاری‌شان تقریباً ۱۵ سال بوده است. این کارشناسان در قالب مصاحبه‌های نیمه ساختاریافته و عمیق در خصوص شاخص‌های استخراج شده از مرحله قبل اظهار نظر نموده و نظرات آن‌ها به روش نظریه داده‌بنیاد مورد ارزیابی قرار گرفت.

¹ Grounded Theory

² <https://www.lens.org>

³ <https://www.sciencedirect.com>

مصاحبه‌شوندگان در ابتدای مصاحبه عناصر ساختاری شناسایی شده توسط محقق در مرحله قبل را به دقت مطالعه کرده و نظرات خود را در خصوص حذف، اصلاح و یا اضافه کردن مؤلفه ساختاری مورد نظر خود ارائه می‌کردند. دو سؤال اصلی محقق این بود:

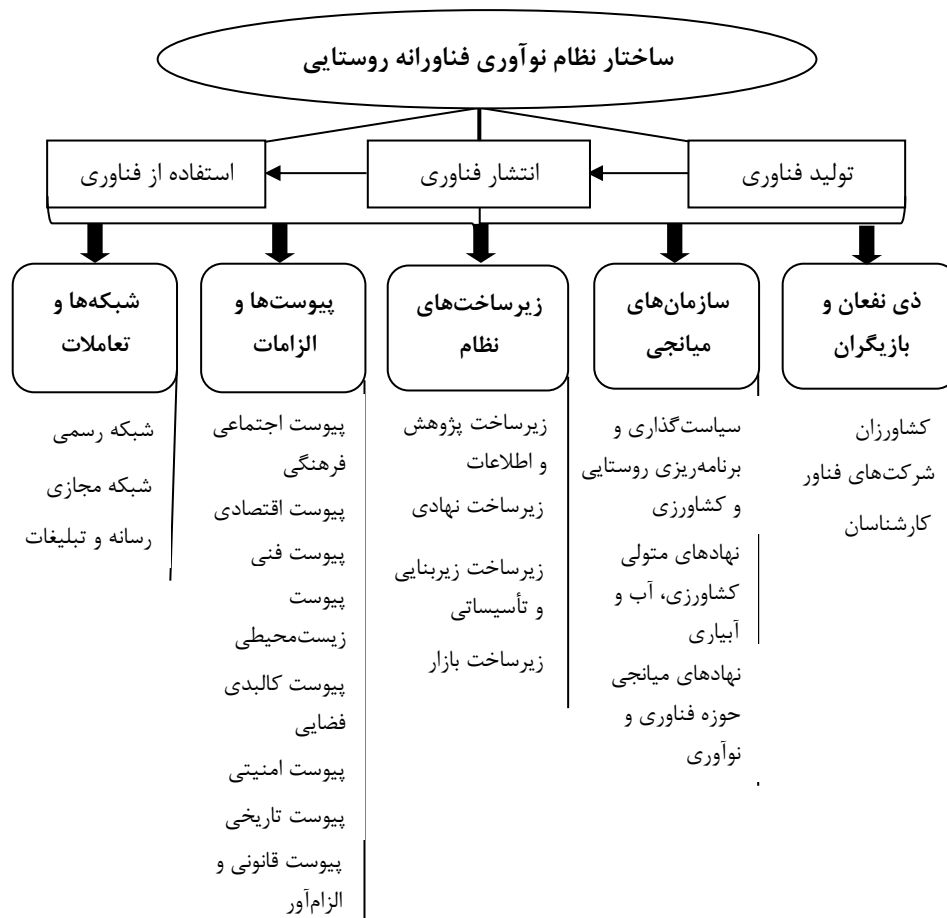
به نظر شما کدامیک از این عناصر ساختاری، می‌تواند عنصر خوبی برای نظام نوآوری فناورانه روستاها باشد؟
نظام نوآوری فناورانه در سیستم‌های آبیاری روستاها چه مؤلفه‌های ساختاری دیگری باید داشته باشد؟
فرآیند مصاحبه تا زمان رسیدن به اشباع نظری ادامه یافت. اشباع نظری زمانی صورت می‌گرفت که مصاحبه‌شونده نتواند مؤلفه ساختاری جدیدی اضافه کند و یا مؤلفه‌هایی که معرفی می‌کند تکراری باشند و یا با سایر مؤلفه‌ها همپوشانی داشته باشند. مدت زمان مصاحبه‌ها بین ۱۸ تا ۱۲۵ دقیقه متغیر بود.

در مرحله سوم تمام فایل صوتی مصاحبه‌ها تبدیل به متن شد. به منظور حفظ اصالت متن مصاحبه‌ها و به دلیل اینکه هر واژه استفاده شده ممکن است بار معنایی خاصی داشته باشد؛ متون به همان زبان محاوره‌ای بازگردانی شده و کمترین دخالت از سوی پژوهشگر در متن مصاحبه‌ها انجام شده است.

در مرحله چهارم متون نوشتاری وارد نرم‌افزار MAXQDA-2020 شد و ضمن کدگذاری باز و کدگذاری محوری تحلیل محتوا و مقوله‌بندی بر روی آن‌ها صورت گرفت. خروجی این مرحله شناسایی ۵ مؤلفه ساختاری اصلی بود که در قالب ۱۰۵ کد فرعی (۲۳ کد فرعی اولیه و ۸۲ کد فرعی ثانویه) دسته‌بندی شد. برای اطمینان از درستی استدلال محقق از معنای کدها و نام‌گذاری انجام شده، ابر مقوله‌های نام‌گذاری شده در اختیار ۵ نفر از مصاحبه‌شوندگان قرار گرفت و نظرات اصلاحی آن‌ها بر روی کدها اعمال شد. در نهایت محقق، تحلیلی از ابر مقوله‌های شناسایی شده ارائه کرده است.

۵- یافته‌های پژوهش

همانگونه که در ادبیات پژوهش بررسی شد، ساختارهای نظام نوآوری فناورانه تا پیش از این توسط بسیاری از محققان مورد توجه قرار گرفته است. محقق ضمن توجه به ساختارهایی که پیش از این برای نظام‌های نوآوری فناورانه در دنیا شناسایی شده است، به روش کیفی به شناسایی ساختارهایی پرداخت که یک نظام نوآوری فناورانه روستایی در سیستم‌های آبیاری باید داشته باشد. محقق بر این باور است که خاص بودن محیط روستا و ویژگی‌های بهره‌برداران نهایی فناوری (کشاورزان روستایی) از یک سو و ویژگی‌هایی که یک فناوری برای ورود به روستا باید داشته باشد از سوی دیگر سبب شکل‌گیری عناصر ساختاری متمایزی از نظام نوآوری فناورانه روستایی نسبت به سایر نظام‌های نوآوری فناورانه شده است. شکل ۳ عناصر ساختاری شناسایی شده در این پژوهش را نشان می‌دهد. شناسایی این مؤلفه‌های ساختاری و مقایسه آن با ساختارهایی که پیش از این شناسایی شده است، می‌تواند به راهبری و سیاست‌گذاری زیست بوم فناوری روستاها کمک کند.



شکل ۳ چارچوب ارتقا یافته ساختار نظام نوآوری فناورانه روستایی

مدل ارتقا یافته پژوهش به این موضوع اشاره دارد که برای اینکه یک فناوری مناسب در روستا تولید شود و انتشار پیدا کند و توسط روستاییان به عنوان بهره‌برداران نهایی مورد استفاده قرار بگیرد، لازم است عناصر ساختاری متعددی شکل بگیرند و با هم در تعامل قرار بگیرند. در روستاهای مورد مطالعه بسیاری از این عناصر ساختاری یا شکل نگرفته و یا اینکه تعامل و هم‌افزایی بین آن‌ها در راستای اهداف نظام نوآوری فناورانه روستایی شکل نگرفته است. به‌عنوان مثال بازیگرانی که می‌توانند در شکل‌گیری این نظام نقش‌آفرینی کنند با هم در تعامل نیستند و سه بازیگر اصلی این نظام شامل کشاورزان، فناوران و کارشناسان بخش خصوصی و دولتی در قالب شبکه‌های هم‌افزا قرار نگرفته‌اند و هر کدام عمده‌تأثیر در روابط مقطعی و موردی هستند. این در حالی است که تمام بازیگران یک نظام نوآوری فناورانه روستایی در سیستم‌های آبیاری لازم است در تعامل و ارتباط پویا و بلندمدت باشند. همچنین باید یادآور شد که موفقیت یک نظام نوآوری فناورانه روستایی در تحقق انتظارات و کارکردهایی است که از این نظام متصور است. برای تحقق این کارکردها نیاز به شکل‌گیری عناصر ساختاری است؛ بنابراین موفقیت یک نظام نوآوری فناورانه روستایی در شکل‌گیری عناصر ساختاری و کارکردی به‌صورت توأمان است. در این صورت می‌توان انتظار تولید، انتشار و استفاده از فناوری مناسب در سیستم‌های آبیاری و کارایی فناوری در این سیستم‌ها را داشت. نقص در هر کدام از این عناصر ساختاری می‌تواند چالش‌های جدی بر سر راه شکل‌گیری نظام نوآوری فناورانه روستایی در شهرستان تفت به همراه داشته باشد.

۶- جمع بندی و نتیجه‌گیری

همانگونه که در بخش یافته‌های پژوهش اشاره شد؛ نظام نوآوری فناورانه روستایی می‌بایست متشکل از پنج مؤلفه ساختاری باشد. این در حالی است که در حال حاضر این نظام ساختاری در روستاهای منطقه مورد مطالعه شکل نگرفته است. چرایی شکل نگرفتن این شرایط ساختاری در قالب مدل تمرین سیستماتیک نظریه داده بنیاد^۱ ارائه شده است. این مدل با بیان شرایط علی، شرایط زمینه‌ای و شرایط مداخله‌ای، راهبردهایی را برای شکل‌گیری ساختار نظام نوآوری فناورانه روستایی پیشنهاد می‌دهد و پیامدهای اجرای این راهبردها را نیز پیش‌بینی می‌کند. این مدل با ایجاد پیوند بین مقوله‌ها و بررسی مفاهیم استخراج شده از کدها شکل گرفته است.

شرایط علی:

در چرایی شکل نگرفتن عناصر ساختاری نظام نوآوری فناورانه روستایی در بخش کشاورزی و سیستم‌های آبیاری روستاهای شهرستان تفت دلایل متعددی را می‌توان نام برد. یکی از این دلایل "نبود متولی مشخص برای شکل دادن نظام نوآوری فناورانه روستایی" است. هرچند زیست بوم نوآوری یک زیست بوم خودتنظیم‌گر است؛ اما شکل‌گیری آن نیازمند متولی خاص است که با مدیریت خود عوامل مختلف که در شکل‌گیری این نظام نقش دارند را در کنار هم قرار دهد.

یکی دیگر از دلایل شکل نگرفتن نظام ساختاری نظام نوآوری فناورانه روستایی در سیستم‌های آبیاری، "مشخص نبودن ساختارهای این نظام" است. همانگونه که نتایج این پژوهش نشان داد، هرچند برخی از عناصر ساختاری و الزامات کارکرد نظام نوآوری فناورانه روستایی با عناصر ساختاری و الزامات کارکردهای سایر نظام‌های نوآوری فناورانه همپوشانی دارد؛ اما در برخی از موارد نیز تفاوت‌های ساختاری- کارکردی توسط مصاحبه‌شوندگان گزارش شده است. در واقع تاکنون در مطالعه‌ای به این موضوع پرداخته نشده است که یک نظام نوآوری فناورانه در روستاها به چه ساختارهایی نیاز دارد. موضوعی که در پژوهش حاضر مورد توجه قرار گرفت و عناصر ساختاری نظام نوآوری فناورانه روستایی در سیستم‌های آبیاری شناسایی شد.

دلیل دیگری که می‌توان برای شکل نگرفتن نظام ساختاری نظام نوآوری فناورانه روستایی در سیستم‌های آبیاری شهرستان تفت عنوان کرد "تمرکزگرایی شدید" است. نظام نوآوری و فناوری کشور به شدت تمرکزگرا است. به همین دلیل عناصر ساختاری متعددی در کلان‌شهرهای کشور استقرار یافته است و با فاصله گرفتن از این مراکز شهری به سمت مناطق حاشیه‌ای‌تر، این عناصر نوآوری و فناوری کمتر مشاهده می‌شود. به‌عنوان مثال نوآوران، شرکت‌های فناور و دانش بنیان، پارک‌های علم و فناوری، مراکز رشد فناوری، شتابدهنده‌ها، مراکز نوآوری، مؤسسات تأمین مالی، مراکز مشاوره و منتورینگ، شبکه‌های فناوری، رسانه‌ها و مانند آن در شهرها تمرکز یافته است. این تمرکزگرایی شدید سبب شده است تا بسیاری از نیروهای نوآور روستاها به سمت شهرها مهاجرت کرده و روستاها از نیروی مغزافزار که محرک توسعه نظام نوآوری هستند خالی شود.

شرایط زمینه‌ای:

در پژوهش حاضر محل وقوع پدیده (نظام نوآوری فناورانه روستایی در سیستم‌های آبیاری) روستاهای شهرستان تفت است. مهم‌ترین شرایط زمینه‌ای این شهرستان در رابطه با شکل‌گیری نظام نوآوری فناورانه روستایی عبارت است از:

- کاهش میانگین بارش بلندمدت، خشکسالی‌های مداوم و افت سطح آب‌های زیرزمینی؛
- مهاجرت جوانان از روستاها و خالی شدن روستاها از جمعیتی که به صورت بالقوه ظرفیت بیشتری برای نوآوری دارد؛

¹ Systematic Grounded Theory Moldel (SY-GTM)

- کاهش تعداد جمعیت روستایی و افزایش تعداد آبادی‌های خالی از سکنه شهرستان؛
- استقرار بیشترین تعداد روستاهای استان یزد در شهرستان تفت؛
- بهره‌مندی از بیشترین تعداد قنات‌ها در استان یزد (۱۳۸۴ قنات)؛
- پایین بودن آب‌دهی قنات شهرستان تفت نسبت به قنات موجود در سایر شهرستان‌های استان یزد؛
- رتبه بالای شهرستان تفت در بخش‌های مختلف کشاورزی (در باغداری رتبه نخست و در زراعت و کشت گلخانه‌ای رتبه سوم)؛
- آبرسانی سیار به بسیاری از روستاهای شهرستان؛
- توزیع نامتوازن آبادی‌های دارای سکنه در سطح دهستان‌های شهرستان تفت؛
- رتبه نخست روستانشینی (۲۳۶۸۹ نفر معادل ۵۳.۹۷ درصد جمعیت کل شهرستان در روستاها زندگی می‌کنند)؛
- روند نزولی تعداد آبادی‌های دارای سکنه (۵۱۰ آبادی در سال ۱۳۳۵ و ۳۴۹ آبادی در سال ۱۳۹۵)؛
- گرایش شدید به شهرنشینی طی بازه زمانی ۱۳۳۵-۱۳۹۵؛
- دهستان پیشکوه با ۴۴۹۲ نفر بیشترین و دهستان کهدوئیه با ۸۸۱ نفر کمترین تعداد جمعیت را دارا می‌باشند؛
- ۷۶ درصد از فعالیت واحدهای بهره‌برداری کشاورزی در شهرستان تفت به زراعت و باغداری و کشت گلخانه‌ای اختصاص دارد که این بخش‌ها به‌طور مستقیم با آب و آبیاری در ارتباط هستند.
- ۱۸۲۹۱ واحد بهره‌برداری کشاورزی (زراعی، باغی و گلخانه‌ای) در شهرستان تفت وجود دارد که حدود ۲۰ درصد از واحدهای بهره‌برداری کشاورزی استان را شامل می‌شود.
- بالغ بر ۹۹ درصد از واحدهای بهره‌برداری کشاورزی در شهرستان تفت به صورت آبی است؛
- حدود ۹۸ درصد از واحدهای بهره‌برداری کشاورزی در شهرستان تفت به اراضی باغی اختصاص یافته است.
- استقرار حدود ۹۴ درصد از متقاضیان استفاده از سیستم‌های نوین آبیاری در روستاهای شهرستان تفت؛
- تجهیز ۲۶۴۲ هکتار از اراضی زراعی و باغی روستاهای شهرستان تفت به سیستم‌های نوین آبیاری؛
- چشم‌انداز تجهیز ۲۱۰۰۰ هکتار از اراضی کشاورزی شهرستان به سیستم‌های آبیاری نوین در افق سال ۱۴۰۵؛
- رتبه ششم به لحاظ تعداد دانشجو در بین شهرستان‌های استان یزد (با دارا بودن ۱۹۷۳ نفر دانشجو)؛
- رتبه دوم به لحاظ تعداد هیئت علمی به دانشجو در بین شهرستان‌های استان یزد (به ازای هر ۲۶ دانشجو یک عضو هیئت علمی)؛
- تعداد ۴۶۴ دانشجو در مراکز فنی و حرفه‌ای شهرستان تفت در گروه آموزشی کشاورزی مشغول به تحصیل هستند؛
- روستاهای شهرستان کمترین بهره را از خدمات نهادهای فناوری دارا می‌باشند؛
- تا پایان مرداد ۱۴۰۲ تعداد ۸۲ شرکت فناور و دانش بنیان در پارک علم و فناوری یزد در حوزه کشاورزی و آب و آبیاری فعالیت داشته‌اند؛
- تعداد ۱۹ شرکت در پارک علم و فناوری یزد در حوزه‌های مرتبط با آب و آبیاری فعالیت دارند؛
- ۳۲ مشاور و پیمانکار در سطح استان یزد فعالیت داشته‌اند؛
- هیچ پیمانکار و مشاور در سطح شهرستان تفت فعالیت ندارد؛

شرایط مداخله‌ای:

در کنار عوامل علی و زمینه‌ای برخی از عوامل واسطه‌ای در شکل نگرفتن ساختارهای نظام نوآوری فناورانه روستایی در سیستم‌های آبیاری شهرستان تفت دخالت داشته‌اند. یکی از این عوامل "استیلای نظام خرده‌مالکی در بخش کشاورزی" است. خرده‌مالکی سبب شده یا امکان استفاده از بسیاری از فناوری‌ها در روستاها و بخش کشاورزی فراهم نباشد و یا در صورت وجود امکان و قابلیت پیاده‌سازی، استفاده از آن به لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه نباشد.

همچنین "نگاه تک بعدی در توسعه فناوری در روستاها" سبب شده است تا نظام ساختاری که در آن اجزای مختلف هر کدام دارای نقش مشخصی بوده و وظیفه خاصی را بر عهده دارند شکل نگیرد. این در حالی است که این نظام به لحاظ دارا بودن ابعاد اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، نهادی- مدیریتی، کالبدی- فضایی و زیست‌محیطی، لازم است به صورت یکپارچه و جامع مورد توجه قرار گیرد.

"انحصارگرایی و روابط ناسالم در زیست‌بوم نوآوری و فناوری سیستم‌های آبیاری کشور" سبب شده است تا بستر برای شکل‌گیری، توسعه، ترویج و استفاده از فناوری‌های خاصی فراهم باشد. در واقع به دلیل اینکه شکل‌گیری دسته‌ای از فناوری‌ها (فارغ از مناسب بودن یا مخرب بودن) سبب کسب سود برای گروه خاصی می‌شود این افراد سعی می‌کنند ضمن نفوذ در مسئولین و همراه کردن آن‌ها زمینه لازم برای توسعه آن فناوری را فراهم کنند.

موضوع دیگری که باید به آن اشاره کرد، "عمر کوتاه برنامه‌ریزی‌ها در نظام برنامه‌ریزی روستایی کشور" است. زمانبر بودن فرآیند شکل دادن عناصر ساختاری نظام نوآوری فناورانه روستایی و کوتاه بودن دوره‌های مدیریتی مسئولین در کشور سبب شده است تا مدیران کمتر گرایشی به انجام کارهای زیرساختی اینچنینی که شاید در ابتدا چندان نمود خارجی ندارد داشته باشند. آن‌ها ترجیح می‌دهند به موضوعاتی بپردازند که حداقل تخصصی در آن داشته باشند و اثرات اقدامات آن‌ها در کوتاه‌مدت قابل مشاهده باشد. این در حالی است که شکل دادن به نظام نوآوری فناورانه روستایی در ابتدا نیازمند انجام کارهای مطالعاتی و شناخت وضع موجود، مطالعه مدل‌ها و الگوهای اجرا شده در سایر نقاط و برنامه‌ریزی برای شکل دادن به عناصر ساختاری و بسترسازی الزامات کارکردی است.

"هزینه‌بر بودن پیاده‌سازی عناصر ساختاری در روستاها" به‌ویژه هزینه بالا در ایجاد زیرساخت‌ها، "تصویر منفی از بخش کشاورزی"، "ضعف روحیه کار تیمی" و مانند آن نیز از جمله سایر عوامل مداخله‌گر در شکل نگرفتن عناصر ساختاری در نظام نوآوری فناورانه روستایی در سیستم‌های آبیاری شهرستان تفت است.

راهبردها:

برای ارائه راهبردهای مناسب به‌منظور شکل دادن به عناصر ساختاری و الزامات کارکردی در نظام نوآوری فناورانه روستایی در سیستم‌های آبیاری شهرستان تفت توجه به عوامل درونی (قوت و ضعف) و بیرونی (فرصت و تهدید) مؤثر بر روستاها و بخش کشاورزی ضروری است. با توجه به کدهای استخراج شده از مصاحبه‌ها راهبردهایی در راستای شکل دادن به عناصر ساختاری و الزامات کارکردی مفهوم‌سازی شده است. از جمله این راهبردها "تدوین سند راهبردی توسعه نظام نوآوری فناورانه روستایی" در شهرستان تفت است. البته این سند می‌تواند به عنوان یک سند بالادستی در یک حوزه منطقه‌ای بزرگتر (به‌عنوان مثال در سطح استان) تهیه و به‌عنوان پایلوت در کشور اجرا شود. در این سند وضعیت روستاهای شهرستان به لحاظ وجود یا عدم وجود زیرساخت‌های مورد نیاز، فعالیت یا عدم فعالیت شبکه‌های رسمی و غیر رسمی، ویژگی‌های جمعیت‌شناختی بازیگران نظام، نهادها و سازمان‌های درگیر و پیوست‌ها و الزاماتی که برای شکل‌گیری این نظام باید مورد توجه قرار گیرد، بررسی می‌شود.

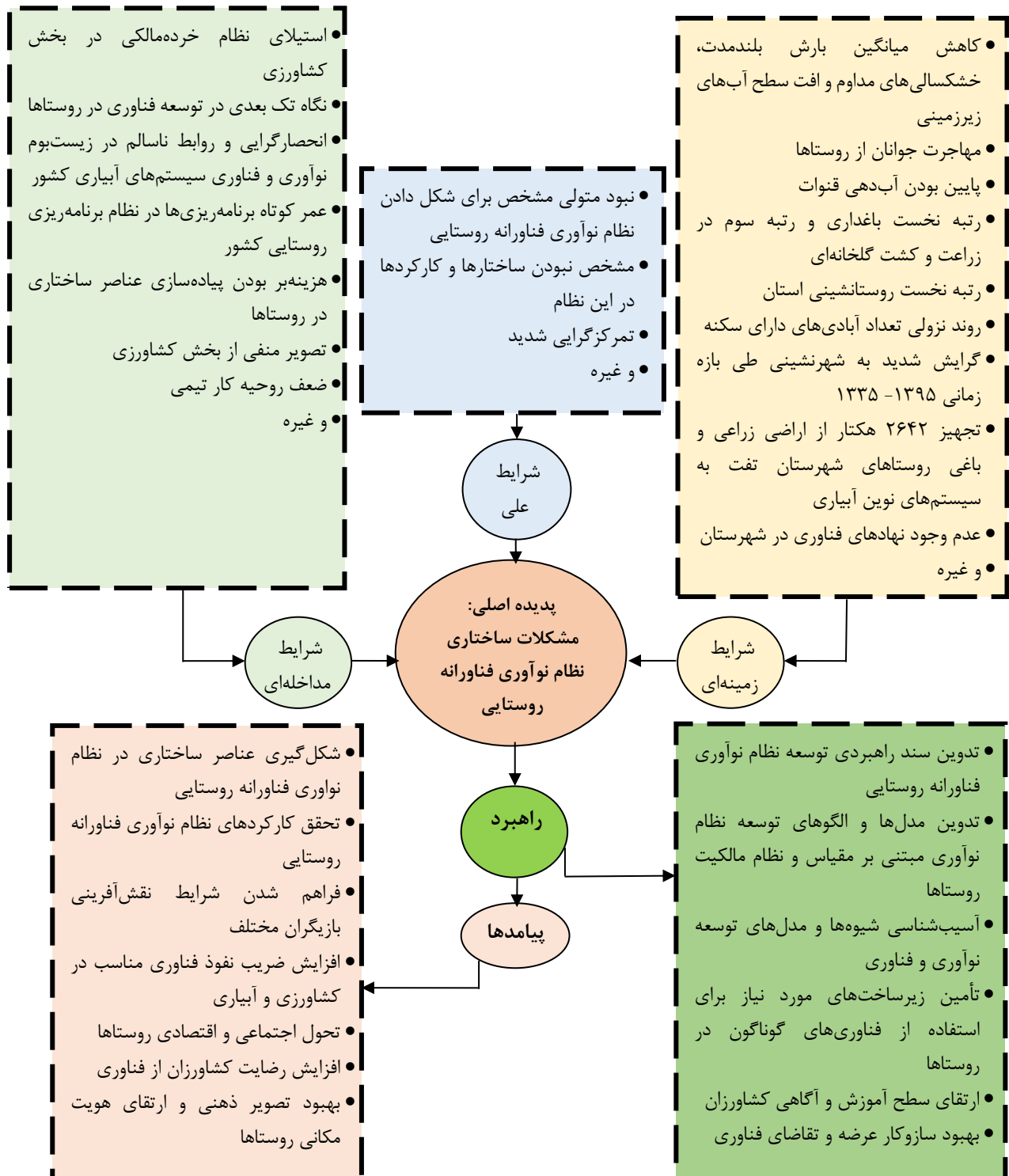
یکی دیگر از راهبردهای مؤثر در شکل دادن به عناصر ساختاری نظام نوآوری فناورانه روستایی در سیستم‌های آبیاری شهرستان تفت "تدوین مدل‌ها و الگوهای توسعه نظام نوآوری مبتنی بر مقیاس و نظام مالکیت روستاها" است. همانگونه که اشاره شد یکی از دلایل فراهم نبودن بستر توسعه نظام نوآوری و فناوری در روستاها، نظام خرده‌مالکی در بخش

کشاورزی است. استفاده کشاورزان از فناوری ه منظور دستیابی به سود و منفعت اقتصادی است. این در حالی است که فناوری‌ها برای اینکه بتوانند بیشترین اثر و ارزش افزوده اقتصادی را داشته باشند نیازمند بستر و مقیاس مناسب هستند. در واقع پیاده‌سازی بسیاری از فناوری‌ها در اراضی کوچک توجیه اقتصادی نداشته و همین عامل باعث آن شده است تا ورود آن‌ها به بخش کشاورزی روستاهای کشور که عمدتاً به شیوه خرده‌مالکی اداره می‌شود توجیه‌پذیر و معقول نباشد. تاکنون مدل‌ها و شیوه‌های مختلفی برای توسعه نوآوری و فناوری در بخش کشاورزی روستاها و به‌ویژه آبیاری مورد استفاده قرار گرفته است. "آسیب‌شناسی این شیوه‌ها و مدل‌ها" سبب کسب تجربه از پروژه‌ها و برنامه‌های انجام شده و جلوگیری از تکرار اشتباهات راهبردی در این زمینه خواهد شد. همچنین "تأمین زیرساخت‌های مورد نیاز برای استفاده از فناوری‌های گوناگون در روستاها" نیز راهبرد دیگری است که لازم است مورد توجه قرار گیرد. از جمله زیرساخت‌های مورد نیاز اینترنت پر سرعت، شبکه‌های ارتباطی، زیرساخت‌های تأمین مالی و پشتیبانی و مانند آن می‌باشد. مضاف بر این راهبرد دیگری که می‌تواند مورد توجه قرار گیرد "ارتقای سطح آموزش و آگاهی کشاورزان روستایی" است. این راهبرد به معنای افزایش سطح دانش، فهم و آگاهی کشاورزان در زمینه‌های مختلف به‌ویژه استفاده از انواع فناوری‌ها در سیستم‌های آبیاری است. آموزش‌های فنی و عملی می‌تواند منجر ارتقای سطح مهارتی کشاورزان و آگاهی آن‌ها از مزایای استفاده از فناوری در سیستم‌های آبیاری شود. یکی دیگر از راهبردها "بهبود سازوکار عرضه و تقاضای فناوری در روستاها" است. شناسایی دقیق نیازهای فناورانه سیستم‌های آبیاری روستاها از یک‌سو و توان و ظرفیت شرکت‌های فناور و دانش‌بنیان از سوی دیگر می‌تواند زمینه را برای انتقال فناوری مناسب به روستاها تسهیل نماید. در این زمینه نقش بروکرهای فناوری که به‌عنوان واسط بین طرفین عرضه (فناوران) و تقاضا (کشاورزان) عمل می‌کنند حائز اهمیت می‌باشد.

پیامدها:

در صورت اجرایی شدن راهبردهای اشاره شده در بالا پیامدهای متعددی قابل انتظار خواهد بود. بخشی از مهم‌ترین پیامدها عبارتند از:

- شکل‌گیری عناصر ساختاری در نظام نوآوری فناورانه روستایی؛
 - تحقق کارکردهای نظام نوآوری فناورانه روستایی؛
 - فراهم شدن شرایط نقش‌آفرینی بازیگران مختلف؛
 - افزایش ضریب نفوذ فناوری مناسب در کشاورزی و آبیاری؛
 - تحول اجتماعی و اقتصادی روستاها؛
 - افزایش رضایت کشاورزان از فناوری‌های عرضه شده؛
 - بهبود تصویر ذهنی و ارتقای هویت مکانی روستاها.
- لازم به ذکر است موفقیت یک نظام نوآوری فناورانه روستایی را می‌توان از طریق اجرای کارکردهای آن ارزیابی نمود. نکته قابل توجه اینکه اجرای این کارکردها کاملاً وابسته به فراهم بودن شرایط ساختاری است. در واقع نظام نوآوری فناورانه روستایی در صورتی می‌تواند انتظارات از خود را پاسخ دهد که شرایط ساختاری شامل زیرساخت‌ها، شبکه‌ها، شرایط نهادی-مدیریتی، بسترهای الزام‌آور در قالب پیوست‌ها و بستر نقش‌آفرینی بازیگران در آن فراهم باشد. در غیر این صورت و در صورت نقص در هر یک از این عناصر ساختاری کارکردهای در نظر گرفته شده برای این نظام نیز به‌صورت کامل محقق نخواهد شد.



شکل ۴ الگوی پارادایمی توسعه ساختاری نظام نوآوری فناورانه روستایی (ترسیم توسط نگارنده)

۷- مراجع

- [1] Trak, A., & Mackenzie, M. (1980). Appropriate technology assessment: A note on policy considerations. *Technological Forecasting and Social Change*, 17(4), 329-338.
- [2] Saidi, A. (2011). Structural-Functional Dynamism: An Alternative Approach to Spatial, *Spatial Economy and Rural Development*, 1(1), 1-18 (in Persian)
- [3] Saadi, H. (2017). The role of promotion in the selection and transfer of appropriate technology to agricultural users, *Two Monthly Jihad*, 204 and 205, 52-57 (in Persian)
- [4] Mir emadi, T., Baharloo, M., & Behzadirad, M. (2018). Structural-functional analysis of the Rotary Wing Technological Innovation System in Iran. *Innovation Management Journal*, 7(1), 33-56. 10.1108/JSTPM-09-2019-0086.
- [5] Bergek, A., Hekkert, M. P., & Jacobsson, S. (2008a). Functions in Innovation Systems: a framework for analyzing energy system dynamics and identifying goals for system building activities by entrepreneurs and policy makers. *Innovation for a Low Carbon Economy: Economic, Institutional and Management Approaches*.
- [6] Bergek, A., Jacobsson, S., & Sandén, B. A. (2008b). '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.
- [7] Carlsson, B., & Stankiewicz, R. (1991). On the nature, function, and composition of technological systems. *Journal of Evolutionary Economics*, 1, 93-118.
- [8] Lundvall B. (1992). *National systems of innovation: Towards a theory of innovation and interactive learning*. London: Pinter.
- [9] Binz, C., & Truffer, B. (2012). Technological innovation systems in multi-scalar space. *Geographica Helvetica*, 66(4), 254-260.
- [9] Edquist, C., & Jonhson, B. (1997). *Systems of innovation. Technologies, institutions and organizations Institutions and organizations in systems of innovation*. (PP. 41-63) London, Pinter
- [10] 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. doi:10.1016/j.techfore.2006.03.002
- [11] 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.
- [12] Jacobsson, S., & Bergek, A. (2004). Transforming the energy sector: The evolution of technological systems in renewable energy technology. *Industrial and Corporate Change*, 13, 815-849. doi:10.1093/ICC/dth032
- [13] Suurs, R.A.A; Hekkert, M.P (2009). Cumulative causation in the formation of a technological innovation system: The case of biofuels in the Netherlands. *Technological Forecasting & Social Change*, Vol. 76 (8), pp. 1003-1020. doi:10.1016/j.techfore.2009.03.002
- [14] Vasseur, V., Kamp, L. M., & Negro, S. O. (2013). A comparative analysis of Photovoltaic Technological Innovation Systems including international dimensions: the cases of Japan and The Netherlands. *Journal of Cleaner Production*, 48, 200-210. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.01.017>
- [15] Esmailzadeh, M. Noori, S Aliahmadi, A. Nouralizadeh, H. Bogers, M (2020). A Functional Analysis of Technological Innovation Systems in Developing Countries: An Evaluation of Iran's Photovoltaic Innovation System, *sustainability*, 12, 2049; doi:10.3390/su12052049
- [16] Jacobsson, S., & Johnson, A. (2000). The diffusion of renewable energy technology: an analytical framework and key issues for research. *Energy Policy*, 28(9), 625-640. doi:10.1016/s0301-4215(00)00041-0
- [17] Kuhlmann, S., Arnold, E. (2001). *RCN in the Norwegian Research and Innovation System*. Background Report No. 12 in the evaluation of the Research Council of Norway. Karlsruhe, Brighton: Fraunhofer ISI, Technopolis
- [18] Markard, J., & Truffer, B. (2008): Technological innovation systems and the multi-level perspective: Towards an integrated framework, *Research Policy*, 37, 596-615. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2008.01.004>
- [19] Hekkert, M P., Negro, S O., Heimeriks, G., Harmsen, R (2011). *Technological Innovation System Analysis, A manual for analysts*, Universiteit Utrecht, Faculty of Geosciences
- [20] Wieczorek, A. J., & Hekkert, M. P. (2012). Systemic instruments for systemic innovation problems: A framework for policy makers and innovation scholars. *Science and Public Policy*, 39(1), 74-87. doi:10.1093/scipol/scr008
- [21] Heirani, H., Bagherimoghaddam, N., & Karimian, H. (2014). Dynamic structural-functional analysis of technology development process in the context of Technological innovation system; The case of Iran combined heat and power(CHP) technology. *Journal of Technology Development Management*, 2(3), 49-80. doi: 10.22104/jtdm.2015.181
- [22] Vidican, G., McElvaney, L., Samulewicz, D., & Al-Saleh, Y. (2012). An empirical examination of the development of a solar innovation system in the United Arab Emirates. *Energy for Sustainable Development*, 16(2), 179-188. doi:10.1016/j.esd.2011.12.002
- [23] Malerba, F. (2005). Sectoral systems of innovation: a framework for linking innovation to the knowledge base, structure and dynamics of sectors. *Economics of Innovation and New Technology*, 14(1-2), 63-82. doi:10.1080/1043859042000228688
- [24] Mohammadi, M., & Tabatabaeian, S. H., & Elyasi, M., & Roshani, S. (2013). Formation of Emerging Technological Innovation System in Iran; Case of Nanotechnology Sector. *Science and Technology Policy*, 5(4), 19-32. SID. <https://sid.ir/paper/133181/en> (in Persian)
- [25] Gatzweiler, F.W. & von Braun, J. (2016) *Technological and Institutional Innovations for Marginalized Smallholders in Agricultural Development*. Springer, Berlin. https://doi.org/10.1007/978-3-319-25718-1_13
- [26] Esparcia, J. (2014). Innovation and networks in rural areas. An analysis of European innovative projects. *Journal of Rural Studies*, 34, 1-14. doi:10.1016/j.jrurstud.2013.12.004
- [27] Saidi, A., & Emani, B. (2014). The role of internal and external factors and forces in the physical-spatial transformation process of rural settlements, *Journal of Geography*, 12 (40), 1-28 (in Persian)
- [28] Sadeghi, M., & Rahnama, M.R.. (2013). Structural-Functional Explanation Of Urban Participative Management (Case Study: Mashhad). *Human Geography Research Quarterly*, 45(1), 20-21. <https://sid.ir/paper/409066/en>