پژوهش نامه مدیریت تحول، سال هفدهم، شماره ۱، پیاپی۳۳، بهار و تابستان ۱۴۰۴
https://tmj.um.ac.ir

# طراحی مدل تکاملی زیست‌بوم بازار برق ایران با رویکرد هم‌آفرینی در زنجیره ارزش صنعت برق

**علیرضا خدابنده**
دانشجوی دکتری مدیریت بازرگانی گرایش سیاستگذاری سازمانی دانشگاه بین المللی امام رضا (ع)، مشهد، ایران
**محسن مرادی** *
دانشیار گروه مدیریت، دانشگاه بین المللی امام رضا (ع)، مشهد، ایران
**سیدمرتضی غیور باغبانی**
استادیار گروه مدیریت، دانشگاه بین المللی امام رضا (ع)، مشهد، ایران
**داوود منظور**
استاد گروه مدیریت، دانشگاه امام صادق (ع)، تهران، ایران

نوع مقاله: پژوهشی
https://doi.org/10.22067/tmj.2025.91049.1641

**چکیده**

زیست‌بوم بازار برق را می توان محیطی دانست که بازیگران مختلف صنعت برق تبادلات مالی عمده ای را با یکدیگر دارند. علاوه بر تعاملات اقتصادی و مالی، این بازیگران به انحا مختلفی به هم‌آفرینی ارزش در حوزه‌های مختلف سیاسی-قانونی، اجتماعی-زیست‌محیطی و فنی دارند. در این پژوهش پس از مروری بر ادبیات موضوع، بازیگران و دامنه‌های بازیگری زیست‌بوم بازار برق ایران شناسایی شد؛ سپس نقشه‌های شناختی تعاملات بازیگران ترسیم شد و با وزندهی به حوزه‌های هم‌آفرینی ارزش، نقشه شناختی تجمیعی این تعاملات بدست آمد. با استفاده از مصاحبه نیمه‌ساختاریافته پیشران‌های تکاملی این زیست‌بوم شامل سیاست‌گذاری تشویقی با تأکید بر بهره‌وری انرژی، خصوصی‌سازی و اصلاح فرایندهای گردش مالی و نقدینگی، ناترازی در تولید و مصرف برق، تسهیلگری در تعاملات کلان، توسعه سازوکارهای بازار برق و سرانجام تحریم‌ها و محدودیت‌ها شناسایی شد. با اعمال تاثیر این پیشران‌ها بر گره‌های گراف نقشه شناختی تجمیعی و تحلیل حساسیت آن با استفاده از روش ارزش پایدار ماتریس، نقشه شناختی مورد تحلیل قرار گرفت. نتایج تحلیل حساسیت مدل ریاضی بدست‌آمده از زیست‌بوم صنعت برق ایران نشان می‌دهد، ناترازی در تولید و مصرف برق که یک پیشران مرکزگرا است بیشترین تاثیر را در انقباض زیست‌بوم و توسعه سازوکارهای بازار برق که یک پیشران مرکزگریز است، بیشترین تاثیر را در پویایی زیست‌بوم خواهدداشت. در پایان راهکارهایی برای بهبود شرایط زیست‌بوم با تغییر در این دو پیشران اساسی داده شده است.

**کلیدواژه‌ها**: مدل تکاملی، زیست‌بوم بازار برق ایران، حوزه‌های هم‌آفرینی ارزش، پیشران‌های تکاملی، نقشه‌های شناختی، ارزش پایدار ماتریس.

---

* نویسنده مسئول: Moradi@imamreza.ac.ir
تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۹/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۰۶
صفحات: ۲۸-۱

**مقدمه**

زیست‌بوم بازار برق که بخش مهمی از تبادلات اقتصادی صنعت برق در آن جریان دارد، نقش مهمی را در پویایی صنعت برق ایفا می کند. با توجه به تجدیدساختار ایجاد شده در صنعت برق ایران، زیست‌بوم بازار برق ایران نیز دچار تغییرات مناسبی در جهت افزایش رقابت شده است، هر چند به دلایلی که در این مقاله به آن اشاره شده است، تهدیدها و فرصت‌های بسیاری پیش روی این زیست‌بوم قرار دارد که می تواند پویایی و حتی پایداری زیست‌بوم را با چالش مواجه سازد. هدف این مقاله طراحی مدل تکاملی زیست‌بوم بازار برق ایران با رویکرد هم‌آفرینی در زنجیره ارزش صنعت برق است. برای این طراحی این مدل بایستی سه بعد مختلف یعنی بازیگران زنجیره ارزش، پیشران‌های تکاملی زیست‌بوم بازار برق ایران و حوزه‌های که در آن هم‌آفرینی ارزش صورت می پذیرد را شناسایی نمود تا نگاشت اولیه مدل بدست آید؛ سپس با بررسی نحوه اثربخشی پیشران‌ها بر بازیگران در حوزه‌های هم‌آفرینی ارزش، مدل را تحلیل نمود.

نخست باید بازیگران زیست‌بوم زنجیره ارزش صنعت برق شناسایی شوند، به عبارت دیگر بعد نخست مدل بازیگران زیست‌بوم خواهند بود؛ باتوجه‌به شرایط تجدیدساختار، بازیگران متفاوتی می‌تواند در این زیست‌بوم به ایفای نقش بپردازند. به طور سنتی سه بخش تولید، انتقال و توزیع در این زنجیره تأمین حضور داشته‌اند که تا حدود زیادی از یکدیگر مستقل بوده‌اند. سازنده، مالک و بهره‌بردار هر یک از این سه بخش نیز معمولاً دولت بود. برای درک تجدید ساختار ابتدا بایستی به مبانی اقتصادی و اجتماعی آن پرداخت. تأمین برق در شرایط تجدیدساختار یک فعالیت فنی-اقتصادی در بازار نیمه‌آزاد محسوب می‌شود که در آن بایستی بهره‌بردار شبکه از قیود فنی برای پایداری شبکه مطمئن باشد و همچنین تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان برق و خدمات جانبی شبکه بتوانند در یک شرایط منصفانه، به دادوستد انرژی و سایر خدمات بپردازند. معمولاً در حالت تجدیدساختار یافته، بیشتر برای مشترکین خانگی، سقف قیمتی به روش دستوری بوده و برای سایر مشترکین، تأمین برق تابع قیمت‌گذاری بازار بر اساس عرضه و تقاضا است. یکی از مهم ترین موضوعات مدلسازی زیست‌بوم، انتخاب بازیگران و تعیین مرزهای زیست‌بوم است. مرزهای زیست‌بوم بازار برق ایران را می توان بسیار گسترده تصور کرد تا جاییکه شامل همه مشترکین، صنایع وابسته و حتی تامین کنندگان مختلف دانست. خوشبختانه برای رهایی از این چالش استاندارد مناسب «استاندارد چارچوب و نقشه راه تبادلات شبکه هوشمند» توسط نهاد ملی استاندارد و تکنولوژی آمریکا توسعه یافته است (Gopstein et al., 2021). این استاندارد توصیه می کند برای مدلسازی زیست‌بوم صنعت برق از بازیگران اصلی زیرمجموعه و همچنین دامنه‌هایی استفاده کرد که هر

در برگیرنده بازیگران مختلفی هستند ولی می توان آن‌ها را در تعامل با بازیگران زیرمجموعه دامنه اصلی یعنی بازار به صورت یک موجودیت فرض نمود.

دوم چون مدل تکاملی است بایستی نیروها یا پیشران‌هایی را شناسای نمود که در تکامل زیست‌بوم نقش‌آفرینی می کند، پس بعد دوم شامل شناسایی پیشران‌های تکاملی زیست‌بوم می شود. پایداری زیست‌بوم نتیجه تعادل ظریف بین پیشرانهایی است که از یک سو فعالیت‌های ارزش‌آفرینی را به سمت یکپارچگی شرکت‌ها و همکاری همانند یک شرکت واحد سوق می‌دهند که باعث کاهش رقابت و حتی اضمحلال زیست‌بوم می شوند و از سوی دیگر پیشرانهایی که فعالیت‌های ارزش‌آفرینی را از طریق مسیرهای واگرایی به بازار و رقابت سوق می‌دهد و باعث پویایی زیست‌بوم می شوند. همواره هم‌آفرینی ارزش در زیست‌بوم تحت تنش، تغییر و رسیدن به نقطه تکاملی جدید از سمت این دو نوع پیشران قرار دارد (Holgersson et al., 2022). بنابراین شناخت این پیشران‌هایی که باعث تکامل زیست‌بوم می شوند بسیار مهم خواهد بود.

بعد سوم نیز همانگونه که بیان شد، حوزه‌های هم‌آفرینی ارزش در زنجیره ارزش صنعت برق خواهد بود، به عبارت دیگر گام سوم شناخت حوزه‌هایی است که زیست‌بوم بازار برق به هم‌آفرینی ارزش می پردازد. در نظریه زیست‌بوم کسب‌وکار، به‌ویژه زیست‌بوم خدمات، هم‌آفرینی ارزش به‌خوبی برای درک تعاملات بین بازیگران تشریح شده‌است. هم‌آفرینی ارزش در حقیقت در اثر احساس نیاز به تلاش‌های مشترک و تعامل بین بازیگران در زیست‌بوم به وجود می‌آید. هم‌آفرینی ارزش یک استراتژی همه‌جانبه ائتلافی برای ارزش‌هایی مانند نوآوری، افزایش بهره اقتصادی و بهبود عملکرد اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی کسب‌وکارهای درون یک زیست‌بوم است. مطالعات نشان می‌دهد هم‌آفرینی ارزش‌های غیرمستقیمی مانند اطمینان میان بازیگران یک زیست‌بوم، خود باعث افزایش عملکرد زیست‌بوم شده و در یک بازخورد مثبت می‌تواند هم‌آفرینی مستقیم مانند کالا و خدمات را افزایش دهد علاوه بر این پژوهش‌ها نشان می‌دهد که جذابیت ارزش‌های خلق شده در هم‌آفرینی ارزش بازیگران زیست‌بوم می‌تواند پای بازیگران جدیدی را به زیست‌بوم باز کند که خود بر پویایی و عملکرد زیست‌بوم تأثیر مثبت دارد (Palumbo et al., 2017; Shou et al., 2022; Pop et al., 2018).

در این مقاله پس از مقدم، در بخش دوم مروری کوتا ه بر ادبیات موضوع شده و سپس در بخش سوم روش پژوهش شرح داده می شود. بخش چهارم نتایج این پژوهش را نشان می دهد و بخش پنجم و پایانی

این مقاله به بحث و نتیجه گیری و همچنین بیان محدودیت‌ها و پیشنهادهایی برای پژوهش بیشتر اختصاص دارد.

## پیشینه پژوهش

ساشا و همکاران (۲۰۲۴) معتقدند تحول دیجیتال به طور قابل توجهی چشم انداز کسب و کار را تغییر داده است و تأثیر زیادی بر مدل‌های کسب و کار سنتی گذاشته است. نتایج پژوهش این محققین نشان داد که نوآوری فناوری، تغییر رفتار مصرف‌کننده و نیاز به کارایی عملیاتی، محرک‌های کلیدی تحول دیجیتال هستند. این نویسندگان همچنین بر اهمیت استراتژی‌های سازگاری و توسعه شایستگی دیجیتال برای موفقیت در عصر دیجیتال تأکید می‌کند. یافته‌های این پژوهشگران می تواند به درک پویایی تغییر مدل کسب‌وکار در عصر تحول دیجیتال کمک کند (Sacha et al., 2024).

سودین، لیلبورگ و موتر (۲۰۲۴) با اشاره به فشار رقابتی فزاینده ای برای تقویت زیست‌بوم‌های تجاری به تولیدکنندگان معتقدند، مدیریت چنین زیست‌بوم‌هایی در محیط‌های پیچیده درون سازمانی و درون سازمانی مستلزم تغییر عمیق و در عین حال کمی درک شده در نقش و قابلیت‌های عملکردهای درون سازمانی است. یافته‌های این محققین سه مجموعه از قابلیت‌های مهم برای مدیریت زیست‌بوم را برجسته می‌کند: آینده‌نگری زیست‌بوم، یکپارچه‌سازی زیست‌بوم، و حاکمیت زیست‌بوم. به اعتقاد این نویسندگان پویایی در مدیریت زیست‌بوم باعث افزایش اثربخشی مدیریت استراتژیک زیست‌بوم‌های در حال تکامل می‌کند (Sjödin et al., 2024).

دیموند و همکاران (۲۰۲۳) معتقدند درحالی‌که مفهوم زیست‌بوم در سال‌های اخیر در ادبیات استراتژی محققین و متخصصان برجسته شده‌است، می‌توان پژوهش‌های بیشتری را برای ایجاد پل بین این دو جامعه انجام داد. در این تحقیق از دیدگاه «معماران زیست‌بوم» که بازیگران بخش خصوصی یا دولتی هستند و علاقه‌مند به پرورش و توسعه یک زیست‌بوم معین به‌عنوان یک کل هستند، بررسی شده‌است. برای انجام این کار، مقالات کلیدی منتشر شده در مجلات انجمن مدیریت استراتژیک گردآوری و بررسی شده و چهار استراتژی برای ایجاد شرایطی متناسب با زیست‌بوم و مرحله توسعه آن پیشنهاد گردیده‌است. همچنین این بررسی نشان می‌دهد درحالی‌که ادبیات موجود بر ظهور و تکامل زیست‌بوم‌ها تمرکز دارد، مطالعات بسیار کمی زوال آنها را بررسی می‌کند (Daymond et al., 2023).

فلین و فوس (۲۰۲۳) مطالعه‌ای را در خصوص ریز مبانی زیست‌بوم‌ها با تمرکز بر رشد شرکت و توانمندی مبتنی بر نظریه‌های موجود انجام داده‌اند. بنا به‌استدلال این نویسندگان نظریه‌های ویژه‌ای در خصوص

شرکت‌ها برای درک ظهور و تکامل زیست‌بوم‌ها حیاتی هستند. این محققین ابتدا نشان می‌دهند که چگونه تحقیقات موجود در مورد زیست‌بوم‌ها فاقد پایه‌های خرد است و تمایل بیشتری به ساختارگرایی بی‌مورد دارند. در همین راستا، این مطالعه بر نقشی که نظریه ارزش در توسعه قابلیت و رشد زیست‌بوم‌ها ایفا می‌کند، تمرکز می‌کند. به‌زعم این نویسندگان زیست‌بوم‌ها بر پایه تئوری ارزش ساختاردهی می‌شوند. همچنین در این مطالعه رویکردهای مبتنی بر جستجو و مبتنی بر تقاضا به زیست‌بوم‌ها موردبحث قرار می‌گیرد و سعی می‌شود یک تئوری جایگزین مبتنی بر عرضه پیشنهاد گردد (Felin & Foss, 2023).

لیو، آرون و کو (۲۰۲۳) مطالعه‌ای را در خصوص نوآوری خدمات در زیست‌بوم‌های کسب‌وکار انجام دادند. به نظر این نویسندگان یک زیست‌بوم کسب‌وکار از یک شرکت مرکزی (رهبر زیست‌بوم) و جامعه‌ای از شرکت‌های بازیگر تشکیل شده‌است. این مقاله باتکیه‌بر دیدگاه مبتنی بر منابع موجود در زیست‌بوم و ادبیات زیست‌بوم کسب‌وکار، عواملی را توضیح می‌دهد که به نوآوری خدمات یک شرکت به‌عنوان بازیگر زیست‌بوم کمک می‌کنند. یافته‌های این تحقیق نشان می‌دهد که هم رقابتی باارزش‌تر از اهداف مشترک در بهبود نوآوری خدمات یک بازیگر – شرکت است. هم رقابتی زمانی ناکارآمد است که قدرت پاداش شرکت مرکزی بالا باشد، درحالی‌که اهداف مشترک زمانی سودمندتر هستند که قدرت مستقیم شرکت رهبر بالا باشد. این یافته‌ها نشان می‌دهد که شرکت‌های رهبر باید در مورد تلاش‌های خود برای پرورش اهداف مشترک، هم رقابتی و قدرت بین شرکتی برای ارتقای نوآوری خدمات احتیاط کنند. به‌طورکلی، این مطالعه دیدگاه مبتنی بر منابع با تأکید بر اینکه اهداف مشترک و رقابت به یک شرکت فعال اجازه می‌دهد منابع مهمی را از روابط زیست‌بوم خود با سایر شرکت‌های بازیگر برای تسهیل نوآوری خدمات به دست آورد، ارتقا می‌دهد(Liu et al., 2023) .

اسپینا–رومرو و همکاران (۲۰۲۲) با مطالعه جامعی که بر روی مقالات معتبر چاپ شده در سال‌های ۲۰۱۸ تا ۲۰۲۲ در حوزه زیست‌بوم کسب‌وکار انجام داده‌اند چنین نتیجه‌گیری می‌کنند که نه موضوعی که بیشترین توجه را در این حوزه به خود اختصاص داده‌اند عبارت‌اند از: زیست‌بوم‌های نوآوری، زیست‌بوم‌های مشارکتی، زیست‌بوم‌های تجاری پایدار، زیست‌بوم‌های کسب‌وکار دیجیتال، زیست‌بوم‌های اینترنت اشیا، زیست‌بوم‌های چرخشی در شرکت‌ها، چارچوب‌های نظارتی برای زیست‌بوم‌های کسب‌وکار دیجیتال، انعطاف‌پذیری زیست‌بوم‌های تجاری، و زیست‌بوم‌ها در شهرهای هوشمند. شش موضوع کمتر بررسی شده برای تحقیقات آینده از دیدگاه این نویسندگان شامل صنایع مرتبط با فناوری اطلاعات،

قراردادهای هوشمند، وسایل نقلیه الکتریکی، بازی‌ها، انرژی و بلاک‌چین می‌شود (Espina-Romero et al., 2022).

محیط خارجی پیش روی هر سازمانی هم از محیط کلان و هم از محیط رقابتی تشکیل شده است. محیط رقابتی شامل صنعت و بازارهایی است که سازمان‌ها در آن رقابت می‌کنند بنابراین می‌توان ادعا نمود که این محیط، بخشی از مفهوم زیست‌بوم که تا حد زیادی توسط خود سازمان قابل مدیریت است. در مقابل، محیط کلان اغلب به عنوان محیط عمومی نامیده می‌شود، زیرا تغییراتی که در این بخش رخ می‌دهد تأثیری فراتر از خود سازمان خواهد داشت و محیطی است که بایستی سازمان‌ها علاوه بر رقابت، به هم‌آفرینی ارزش با یکدیگر بپردازند که منطبق با حوزه‌های هم‌آفرینی ارزش موردنظر این پژوهش است.

یک ابزار مفید هنگام اسکن محیط کلی زیست‌بوم، تجزیه و تحلیل PESTLE است که به عوامل سیاسی، اقتصادی، اجتماعی، فنی، قانونی و زیست‌محیطی اشاره دارد. شایان ذکر است که برخی از محققین عوامل قانونی و محیطی را حذف می کنند و ترجیح می دهند مخفف را به PEST محدود کنند. مهم نیست که از PESTLE یا PEST استفاده شود، بلکه مهم این است که دانست چگونه می توان از این چارچوب استفاده کرد و از محدودیت‌های آن آگاه بود (Henry, 2021). در این پژوهش عوامل قانونی و سیاسی با هم یک حوزه و عوامل اجتماعی و زیست محیطی با یکدیگر حوزه دیگری را به وجود آورده اند بدون اینکه هیچکدام را حذف نمود.

**روش شناسی**

با توجه به اینکه مدل مورد نظر این پژوهش از سه بعد تشکیل شده است، از مدلی شبیه به مدل استاندارد SGAM البته با رویکردی نسبتا متفاوت برای نگاشت سه بعد این زیست‌بوم استفاده شد. مدل استاندارد SGAM در شکل (۱) نمایش داده شده است. همانطور که در شکل مدل استاندارد SGAM شامل دامنه‌های بازیگری، حوزه‌های بازیگری و سطوح تعامل می شود. برای نگاشت و نمایش بصری مدل هدف این پژوهش، که شامل ابعاد سه گانه بازیگران، پیشران‌های تکاملی و حوزه‌های هم‌آفرینی ارزش است، از مدلی مشابه با SGAM استفاده می شود.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

**شکل ۱: مدل معماری شبکه هوشمند**

برای شناخت بازیگران و دامنه‌های بازیگری زیست‌بوم بازار برق ایران از مصاحبه نیمه‌ساختاریافته استفاده شد. در این مصاحبه با ارائه مدل استاندارد NIST به مشارکت کنندگان، از آن‌ها خواسته شد تا به صورت تطبیقی و اصلاحی بازیگران و دامنه‌های بازیگری زیست‌بوم بازار برق ایران شناسایی شود.

شناسایی پیشران‌های تکاملی زیست‌بوم صنعت برق ایران با استفاده از تحلیل مضمون مصاحبه نیمه‌ساختاریافته انجام شد. برای انجام و تحلیل مصاحبه نیمه‌ساختاریافته از روش پیشنهادی آدوی-اولاتونده و اولنیک (۲۰۲۱) شامل هفت مرحله اصلی، که هر مرحله شامل مراحل فرعی است استفاده شد؛ جدول (۱) این مراحل را نشان می دهد(Adeoye Olatunde & Olenik, 2021).

**جدول (۱): مراحل انجام مصاحبه نیمه‌ساختاریافته پیشنهادی آدوی-اولاتونده و اولنیک (۲۰۲۱)**

| مراحل اصلی | مراحل فرعی |
|---|---|
| ارزیابی مناسب‌بودن انجام مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته: آیا این مصاحبه بهترین روش برای پرداختن به هدف(های) تحقیق است؟ | ارزیابی اولیه |

| | |
|---|---|
| نمونه‌گیری و انتخاب مشارکت‌کنندگان | رویکردهای نمونه‌گیری |
| | ارتباط |
| طراحی جمع‌آوری داده‌ها | تهیه راهنمای مصاحبه نیمه‌ساختاریافته |
| | جمع‌آوری اطلاعات جمعیت‌شناختی مشارکت‌کنندگان |
| انجام مصاحبه، رونویسی، و انتقال و ذخیره داده‌ها | آماده‌سازی و آموزش |
| | نحوه مصاحبه و ملاحظات ضبط |
| | پیاده‌سازی و بررسی |
| | ذخیره و انتقال ایمن داده‌ها |
| تحلیل داده‌ها | کدگذاری و شناسایی موضوع |
| | ایجاد ساختار |
| نتیجه‌گیری | نتیجه‌گیری |
| گزارش نتایج | دستورالعمل‌های نگارشی |
| | نمایش داده‌ها |

یکی از مهم ترین مراحل انجام مصاحبه نیمه‌ساختاریافته تحلیل داده‌ها است که شامل کدگذاری و شناسایی موضوع و همچنین ایجاد ساختار می شود. ایجاد ساختار به معنی اطمینان از دقت تحقیق کیفی است. این امر معمولاً از طریق نشان‌دادن «قابلیت اعتماد» نتایج مطالعه از طریق رویکرد تجزیه‌وتحلیل داده‌ها انجام می‌شود. داشتن قابلیت اعتماد یافته‌های کیفی شبیه به تعمیم‌پذیری، پایایی و اعتبار یافته‌های کمی است. قابلیت اعتماد شامل چهار معیار است: «اعتبار» یا اعتماد به حقیقت یافته‌ها، «قابلیت تعمیم» یا ارائه جزئیات کافی برای تعیین اینکه آیا یافته‌ها در زمینه‌های مختلف قابل‌اجرا هستند، «قابلیت اعتماد» یا تکرارپذیری یافته‌های و «تأییدپذیری» یا میزانی که یافته‌های یک مطالعه توسط مشارکت‌کنندگان شکل می‌گیرد (Lincoln, 1985).

یکی از راه‌های ایجاد اعتبار یافته‌ها از طریق بررسی مشارکت‌کنندگان است که به معنی بازخورد گرفتن از یافته‌های تحقیق از مشارکت‌کنندگان تحقیق به‌منظور بررسی صحت و تطابق آن با تجربیات آنها توصیف می‌شود. راه دیگر برای ایجاد اعتبار، بررسی فرایند کدگذاری است. هنگامی که تنها یک کدگذار وجود دارد، می‌توان یکی دیگر از اعضای تیم تحقیقاتی برای مثال استاد مشاور کدگذاری را بررسی کند. این بررسی شامل وجود جزئیات کافی در مورد شرایط مصاحبه، میزان مداخله مصاحبه‌کننده، نحوه جمع‌آوری

داده‌ها و تجزیه‌وتحلیل برای ارزیابی قابلیت تعمیم، قابلیت اطمینان و تأییدپذیری یافته‌ها است (Pestka et al., 2020).

در پژوهش کیفی، حجم نمونه بسته به کیفیت و کفایت داده‌های جمع‌آوری‌شده متغیر است. برخلاف پژوهش‌های کمی، در پژوهش کیفی، جمع‌آوری و تجزیه‌وتحلیل داده‌ها هم‌زمان انجام می‌شود. زمانی که هیچ کد یا مضمون جدیدی پس از چند مرحله متوالی به دست نیاید، اشباع نظری حاصل می‌شود (Patton, 2014). در این پژوهش، پس از پنج مصاحبه متوالی که هیچ کد جدیدی ارائه نشده است، کفایت مصاحبه‌ها تضمین می‌شود.

همانگونه که در بخش قبلی بیان شد، برای بعد هم‌آفرینی ارزش از حوزه‌های مقبول PEST استفاده خواهد شد. پس از اینکه سه بعد مدل بدست آمد، بایستی روابط بین این ابعاد به صورت ریاضی بیان گردد. در این پژوهش از مدلسازی شناختی فازی برای نشان دادن تعامل‌های میان بازیگران در هر یک از حوزه‌های هم‌آفرینی چهارگانه PEST استفاده می شود. در اینجا بازیگران، گره‌های گراف مدل شناختی هستند که میزان تعامل و اثرگذاری آن‌ها بر یکدیگر در هر یک از حوزه‌های هم‌آفرینی ارزش به صورت یال‌های یک مدل نقشه شناختی توسط تجمیع نظر کارشناسان بدست می آید. برای بدست آوردن نقشه شناختی نهایی تاثیر بازیگران بریکدیگر، چهار مدل شناختی حوزه‌های هم‌آفرینی ارزش، با توجه به وزن‌هایی که توسط خبرگان داده شده، ترکیب و نقشه شناختی تجمیعی تشکیل می شود؛ با استفاده از این نقشه شناختی تجمیعی می توان مطمئن بود که تمامی جنبه‌های تعاملاتی که در حوزه‌های مختلف منجر به هم‌آفرینی ارزش می شوند، درنظر گرفته شده است.

پیشران‌ها نیز تاثیر خود را بر بازیگران می گذارند؛ این تاثیر از طریق گره‌های گراف مدل شناختی تجمیعی اعمال می شود. بنابراین مدل شناختی ارائه شده مدلی است که علاوه بر یال‌ها که در مدل‌های سنتی دارای مقدار است، گره‌های گراف نیز به علت تاثیرگذاری پیشران‌ها بر بازیگران دارای مقدار می شود و نمی توان از مدل‌های کلاسیک حل نقشه شناختی استفاده نمود و بایستی از سایر روش‌های تحلیل ناتریس و گراف استفاده نمود. با مرور ادبیات موضوع موجود، رویکرد ارزش پایدار ماتریس برای حل مدل انتخاب شد. این رویکرد جدید مبتنی بر تئوری گراف و جبر ماتریس است و دارای برخی ویژگی‌های مطلوب (مانند توانایی مدل‌سازی تعاملات، توانایی ساختار ساختار مسایل به صورت سلسله مراتبی و غیره) برای مدل‌سازی و حل مسائل تصمیم‌گیری پیچیده است.

ارزش پایدار مشابه دترمینان ماتریس ولی با یک تفاوت اساسی است؛ در ارزش پایدار، تغییر علامت جایگشت‌ها در نظر گرفته نمی شود و همه به صورت مثبت محاسبه می شود. با توجه به این ویژگی هیچ اطلاعاتی در ارزش پایدار گم نمی شود. ارزش پایدار عمدتا در ریاضیات ترکیبی استفاده می شوند. ارزش پایدار تعداد تطابق کامل را در یک نمودار دوبخشی توصیف می کند. اگر A = (aij) یک ماتریس m ×n و m ≤ n باشد. ارزش پایدار A که به صورت Per(A) نوشته می شود به صورت زیر تعریف می شود:

$$Per(A) = \sum_{\sigma} a1_{\sigma(1)} a2_{\sigma(2)}, \dots, am_{\sigma(m)} \quad (۱)$$

که در آن، ارزش پایدار $A$ جمع تمام توابع یک به یک از $\{۱، \dots, m\}$ تا $\{۱, \dots ، n\}$ است. دنباله $a1_{\sigma(1)}$ تا $am_{\sigma(m)}$ یک قطر $A$ و حاصلضرب این مقادیر حاصلضرب قطری نامیده می شود. بنابراین ارزش پایدار $A$ مجموع همه حاصلضربهای مورب $A$ است.

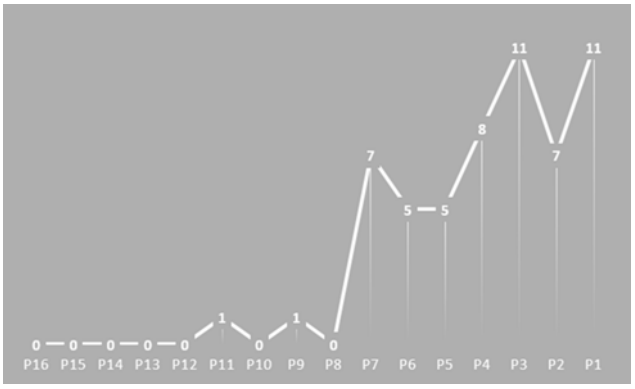
محاسبه ارزش پایدار بسیار دشوارتر از دترمینان است. دترمینان را می توان در محاسبات زمان افزاینده چند جمله ای با استفاده از حذف گاوسی محاسبه کرد، ولی ارزش پایدار را نمی توان با استفاده از روش‌های حذف گاوسی محاسبه کرد؛ بنابراین، محاسبه ارزش پایدار یک ماتریس اصطلاحا *P-complete* است. در محاسبه ارزش پایدار ماتریس معمولا از فرمول رایزر که در معادله زیر نشان داده شده است، استفاده می شود (Baykasoglu, 2014).

$$\boldsymbol{Per(A)} = (-1)^n \sum_{S \subseteq \{1,\dots,n\}} (-1)^{|S|} \prod_{i=1}^{n} \sum_{j \in S} a_{ij} \quad (۲)$$

در سال‌های اخیر استفاده از این مفهوم برای حل مسائل چندمعیاره گسترش زیادی یافته است که در مراجع مختلفی قابل مشاهده است (Askari et al., 2023) (Hosouli et al., 2023) (Dev et al., 2024) (Liu et al., 2016) (Sangbor et al., 2022). با توجه به قدرت بالای این روش در تحلیل گراف‌ها و امکان نمایش تاثیر متقابل بازیگران به صورت‌های مثبت و منفی در این پژوهش روش مذکور انتخاب شد.

## نتایج

در این پژوهش از مدل پایه شبکه هوشمند استاندارد NIST به همراه مصاحبه نیمه‌ساختاریافته برای شناخت بازیگران زیست‌بوم بازار برق ایران استفاده شد. شکل (۲) تعداد کدهای مضمونی جدید برحسب شماره مصاحبه را نشان می‌دهد. همانگونه که بیان شد با توجه به اینکه پس از مصاحبه یازدهم، از مصاحبه دوازدم




تا مصاحبه شانزدهم هیچ کد مضمونی جدیدی وارد نشده است، لذا تعداد مصاحبه‌ها به حد کفایت رسیده است.

**شکل ۲: کدهای مضمونی جدید برحسب شماره مصاحبه**

در این مصاحبه‌ها معاونین و مشاور وزیر سابق، اساتید پژوهشگاه نیرو، از مسئولین اتاق بازرگانی، نویسندگان و اندیشمندان حوزه انرژی، پژوهشگران پژوهشگاه هوا و خورشید، مدیران ارشد توانیر، اساتید دانشگاه، نمایندگان از کمیسیون انرژی و برنامه و بودجه مجلس، مدیریت راهبری شبکه و هیات تنظیم بازار حضور داشتند.

همانگونه که قبلا اشاره شد در این مدل استاندارد، بازیگران اصلی بازار برق با سایر دامنه‌های بازیگری، زیست‌بوم بازار برق را شکل می دهند. با جمع بندی مصاحبه‌های صورت گرفته جدول (۲) به عنوان بازیگران و دامنه‌های بازیگری زیست‌بوم بازار برق ایران به دست آمد:

**جدول (۲): بازیگران و دامنه‌های بازیگری زیست‌بوم بازار برق ایران**

| ردیف | بازیگر عنوان شده | دامنه بازیگری | علامت اختصاری |
|---|---|---|---|
| 1 | بورس سبز | بازار (Markets) | GEx (Green Exchange) |
| 2 | بازار بهینه‌سازی | | OpM (Optimization Market) |
| 3 | بازار عمده‌فروشی | | WhM (Wholesale Market) |

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 | بورس انرژی | | EEx (Energy Exchange) |
| 5 | هیات تنظیم مقررات بازار برق<br>مرکز کنترل مدیریت شبکه<br>معاونت بازار برق مدیریت شبکه | تنظیم‌گری و مدیریت شبکه (Iran Grid Management & Regulatory Company) | RGM |
| 6 | برق منطقه‌ای<br>مشترکین بزرگ<br>خرده‌فروشی<br>توزیع برق | انتقال-مشترکین عمده-توزیع (Transmission-Major Customers-Distribution) | TMD |
| 7 | نیروگاه‌های تولید پراکنده<br>نیروگاه‌های حرارتی<br>نیروگاه‌های آبی<br>سرمایه‌گذار و تامین‌کننده مالی | تولید شامل منابع انرژی پراکنده (Generation Including Distributed Energy Resources) | GDE |
| 8 | ساتبا<br>نهادهای قانون گذاری<br>وزارت نفت<br>دامنه آب<br>دامنه سوخت‌های فسیلی | قانون‌گذار (Legislative) | Leg |
| 9 | دلال‌های انرژی<br>هولدینگ‌های چندمنظوره<br>شرکت‌های دانش‌بنیان<br>شرکت‌های خدمات انرژی<br>بازار آلودگی | ارائه‌دهنده خدمات (Service Provider) | SP |

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

همانگونه که گفته شد در این پژوهش با رویکرد کیفی و استفاده از روش مصاحبه نیمه‌ساختاریافته با خبرگان صنعت برق، سیاستمداران و دانشگاهیان، از یک رهیافت هفت‌مرحله‌ای انجام و تجزیه‌وتحلیل مصاحبه استفاده شد. در این مطالعه ۱۸۱ کد مضمونی توسط ۱۶ مشارکت‌کننده عنوان شد که ابتدا در قالب ۵۵ پیشران پایه و سپس ۶ پیشران راهبردی دسته بندی شدند. این پیشران‌های راهبردی همان پیشران‌های تکاملی مدل هستند. جدول (۳) این پیشران‌ها را نشان می دهد.

**جدول (۳): پیشران‌های پایه و راهبردی**

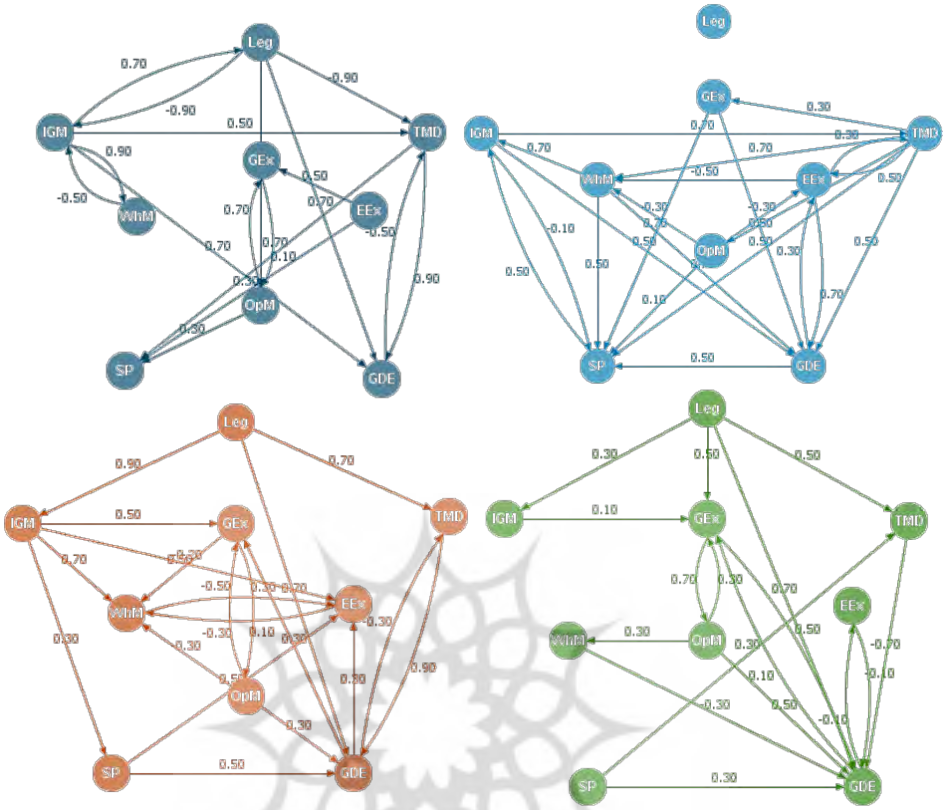
| پیشران‌های راهبردی | پیشران‌های پایه (مضامین پایه) |
|---|---|
| سیاست‌گذاری تشویقی با تأکید بر بهره‌وری انرژی | مدیریت دارایی‌های فیزیکی |
| | پیدایش شرکت‌های دانش‌بنیان |
| | ترویج فرهنگ صرفه جویی و استفاده بهینه به‌صورت تبلیغی و قهری |
| | حمایت از انرژی‌های تجدیدپذیر |
| | جریمه کربن ناشی از آلایندگی بالا و بهره‌وری پایین |
| | مدیریت بهره‌وری و بهینه‌سازی مصرف |
| | مشوق‌های خودارتقایی بازیگران |
| | ورود بازیگران جدید |
| | تمایل سرمایه‌گذاران نیروگاهی به سمت صنایع |
| | ایجاد هولدینگ‌های شامل چند بازیگر با نقش‌های مختلف |
| | وضع قوانین مشوق سرمایه‌گذاری نیروگاهی خصوصی به ویژه تجدیدپذیر |
| خصوصی‌سازی و اصلاح فرایندهای گردش مالی و نقدینگی | خصوصی‌سازی نیروگاه‌ها |
| | اجرای نامناسب تجدیدساختار |
| | تفکیک وظایف شرکت‌های توزیع و استقلال مالی آن‌ها |
| | اجرای نادرست خصوصی‌سازی نیروگاه‌ها |
| | تعارض منافع خصوصا در شرکت‌های نیمه‌خصوصی |
| | تأمین انرژی به‌صورت یارانه‌ای |

| | |
|---|---|
| | آزادسازی قیمت برق به‌منظور کاهش بین قیمت واقعی و قیمت دستوری |
| | تعرفه‌گذاری دستوری و نامناسب |
| | ایفای نقش‌های متضاد توسط یک بازیگر |
| | وجود قراردادها و بازارهای متکثر |
| | ناترازی مالی و مطالبات انباشته شده بخش خصوصی از دولت |
| | مکانیزم‌های تسهیلی برای تسریع تسویه مالی نیروگاه‌ها خصوصا به شکل ارزی |
| ناترازی در تولید و مصرف برق | قانون مانع‌زدایی |
| | کاهش سرمایه‌گذاری بخش دولتی و خصوصی در صنعت برق |
| | ناترازی بودجه صنعت برق |
| | اجرای نادرست قانون جبران مابه‌التفاوت هزینه‌های شرکت‌ها |
| | بالا بودن یارانه پنهان انرژی |
| | ناتوانی دولت در جبران خسارت بازیگران صنعت برق |
| | اجرای نادرست قوانین توسط دولت |
| | عدم‌قطعیت همراه با غیراقتصادی بودن سرمایه-گذاری در صنعت برق |
| | مقررات تشویقی و الزام‌آور سرمایه‌گذاری |
| | آزادسازی صادرات انرژی |
| تسهیلگری در تعاملات کلان | افزایش تعامل در نهادهای انرژی برق و نفت |
| | مکانیزم‌های موازی (ایفای نقش‌های مختلف توسط نهادهای مختلف) |
| | عدم شفافیت در مرز بین شرکت‌های دولتی و خصوصی |
| | نگاه سیاسی (غیراقتصادی) حاکمیت به زیست‌بوم صنعت برق |
| | ناترازی سرمایه‌گذاری خارجی و خروج سرمایه از |

| | |
|---|---|
| | کشور |
| | وابستگی شدید زیست‌بوم برق به زیست‌بوم بزرگ‌تر آب و انرژی |
| | عدم توجه به هم‌افزایی متقابل آب و گاز و برق یا Resource Planning Integrated |
| توسعه سازوکارهای بازار برق | مستقل نبودن ISO |
| | ایجاد مکانیسم‌های خرده‌فروشی و توسعه آن |
| | الزام مشترکین بزرگ به خرید انرژی از بورس با مقررات تشویقی و تنبیهی |
| | راه‌اندازی تابلوی سبز بورس انرژی |
| | یک‌طرفه بودن بازار |
| | ایجاد رقابت در بازار |
| | مکانیزم‌های نامناسب بازار برای خرید و فروش انرژی و چابک نبودن بازار |
| | اعمال هرینه‌های سوخت در تولید انرژی به‌صورت واقعی |
| | آشفتگی سیاست‌گذاری در صنعت برق |
| تحریم‌ها و محدودیت‌ها | تحریم به‌خصوص مالی و قطعات یدکی نیروگاهی |
| | مستقل نبودن رگولاتوری |
| | عدم شفافیت در درک و بیان مشکلات به مردم و مسئولین |
| | نگاه کوتاه‌مدت برای رفع مشکلات |
| | نوسانات ارزی |
| | زیرساخت فرسوده و ناکافی با پیش بینی رشد اقتصادی در مقایسه با کشورهای پیشرفته |

این پیشران‌ها شامل سیاست‌گذاری تشویقی با تأکید بر بهره‌وری انرژی، خصوصی‌سازی و اصلاح فرایندهای گردش مالی و نقدینگی، ناترازی در تولید و مصرف برق، تسهیلگری در تعاملات کلان، توسعه سازوکارهای بازار برق و سرانجام تحریم‌ها و محدودیت‌ها می شود.

مرحله بعد ترسیم نقشه‌های شناختی حوزه‌های هم‌آفرینی ارزش مدل است. همانگونه که بیان شد در این پژوهش از حوزه‌های چهارگانه هم‌آفرینی مرسوم شامل اقتصادی، سیاسی-قانونی، اجتماعی-زیست محیطی و فنی استفاده شد که در شکل (۳) مشاهده می شود




**شکل ۳: نقشه‌های شناختی حوزه‌های هم‌آفرینی ارزش مدل (اقتصادی: بالا سمت راست، سیاسی-قانونی: بالا سمت چپ، اجتماعی-زیست محیطی: پایین سمت راست و فنی: پایین سمت چپ)**

برای تعیین وزن و برهم نهی این چهار حوزه از روش AHP فازی استفاده شد. برای انجام این فرآیند نظرات پنج کارشناس خبره مشارکت کننده تجمیع شد. جدول (۴) وزن نهایی حوزه‌های هم‌افرینی ارزش را نشان می دهد.

**جدول (٤): وزن نهایی حوزه‌های هم‌افرینی ارزش**

| وزن حوزه | حوزه هم‌آفرینی ارزش |
|---|---|
| ۰.۱۴۱ | تکنولوژی و توسعه زیرساخت |

| | |
|---|---|
| ۰.۱۰۱ | اجتماعی-زیست‌محیطی |
| ۰.۴۵۳ | اقتصادی |
| ۰.۳۰۵ | سیاسی-قانونی |

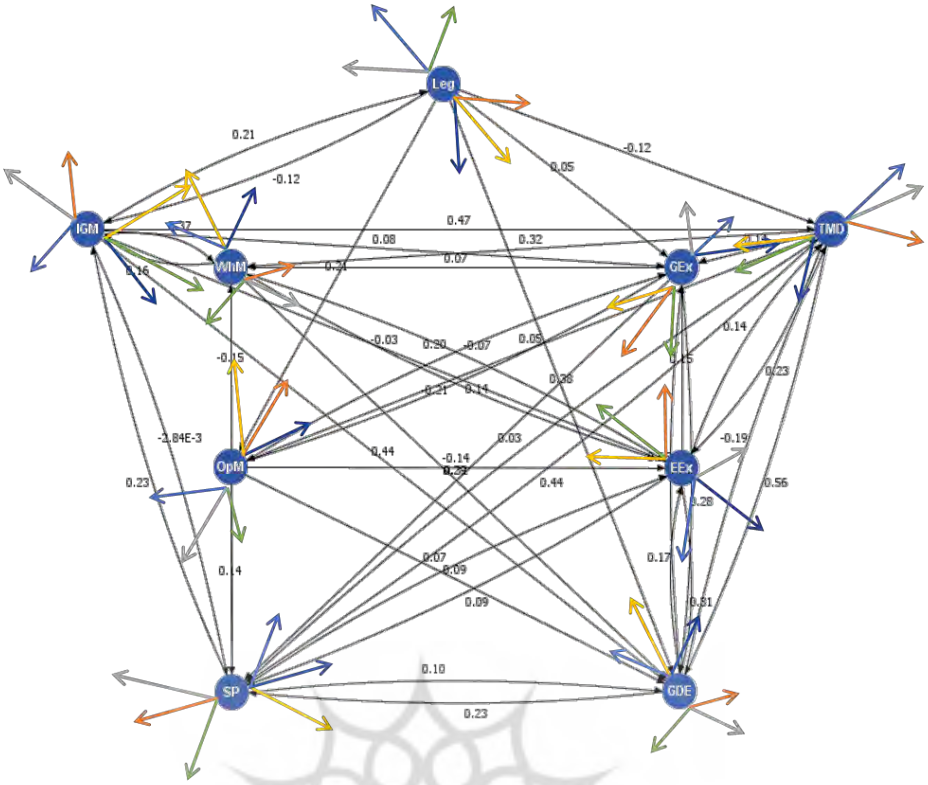
با تجمیع وزن‌ها و اعمال آن در حوزه‌های هم‌آفرینی ارزش، ماتریس نقشه شناختی فازی تجمیعی مشخص شد که در ماتریس جدول (۵) نشان داده شده است.

**جدول (۵): ماتریس نقشه شناختی فازی تجمیعی**

| Total | GEx | OpM | WhM | EEx | IGM | GDE | Leg | TMD | SP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GEx | 0.00 | 0.14 | 0.071 | 0 | 0 | 0.28 | 0 | 0 | 0.32 |
| OpM | 0.2 | 0.00 | -0.15 | -0.1 | 0 | 0.09 | 0 | 0 | 0.14 |
| WhM | 0 | 0 | 0.00 | -0.1 | 0.16 | 0.29 | 0 | 0 | 0.23 |
| EEx | 0.15 | 0 | -0.21 | 0.00 | 0 | 0.31 | 0 | 0.136 | 0.09 |
| IGM | 0.08 | 0 | 0.373 | -0 | 0.00 | 0.44 | 0.21 | 0.469 | -0 |
| GDE | 0.05 | 0 | 0 | 0.17 | 0 | 0.00 | 0 | -0.19 | 0.23 |
| Leg | 0.05 | 0.21 | 0 | 0 | -0.1 | 0.38 | 0.00 | -0.12 | 0 |
| TMD | 0.14 | 0.05 | 0.317 | 0.23 | 0 | 0.56 | 0 | 0.00 | 0.44 |
| SP | 0 | 0 | 0 | 0.07 | 0.23 | 0.1 | 0 | 0.03 | 0.00 |

اکنون با لحاظ اعمال تاثیر پیشرانها بر گراف نقشه شناختی مدل تجمیعی شکل (۴) را می توان تصور نمود.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی




**شکل ٤: نمایش گرافی نقشه شناختی مدل تکاملی**

شکل (۴) نمایش گرافی نقشه شناختی مدل تکاملی را نشان می‌دهد که که گره‌ها (Nodes) نشان‌دهنده بازیگران و دامنه‌های بازیگری هستند و یال‌ها (Edges) روابط بین آنها را نشان می‌دهند. هر گره نشان‌دهنده یکی از بازیگران یا دامنه‌های بازیگری است که در جدول (۲) ذکر شده‌اند. در شکل (۴)؛ گره‌ها شامل بورس سبز (GEx)، بازار بهینه‌سازی (OpM)، بازار عمده‌فروشی (WhM)، بورس انرژی (EEx)، تنظیم‌گری و مدیریت شبکه (RGM)، انتقال-مشترکین عمده-توزیع (TMD)، تولید شامل منابع انرژی پراکنده (GDE)، قانون‌گذار (Leg)، ارائه‌دهنده خدمات (SP) هستند.

یال‌ها نیز روابط بین بازیگران را نشان می‌دهند که می‌توانند مثبت (+) یا منفی (-) باشند. در رابطه مثبت، افزایش در یک بازیگر منجر به افزایش در بازیگر دیگر می‌شود. در رابطه منفی نیز ازایش در یک بازیگر منجر به کاهش در بازیگر دیگر می‌شود. جهت یال‌ها نشان می‌دهد که تأثیر از کدام بازیگر به بازیگر دیگر

منتقل می‌شود. اگر یک یال از GEx (بورس سبز) به OpM (بازار بهینه‌سازی) وجود داشته باشد، نشان‌دهنده این است که فعالیت‌های بورس سبز می‌تواند بر بازار بهینه‌سازی تأثیر بگذارد.

در تفسیر شکل (۴)، باید به این نکته توجه کرد که پیشران‌ها، نقش مهمی در تغییرات و تحولات سیستم دارند. پیشران‌ها می‌توانند شامل عواملی مانند تغییرات سیاستی، پیشرفت‌های فناوری، تغییرات اقتصادی، و تغییرات محیطی باشند که اثرات زیر را برجای می‌گذارند:

- روابط بین بازیگران را تقویت یا ضعیف کنند.
- بازیگران جدیدی را به سیستم اضافه کنند.
- بازیگران موجود را از سیستم حذف کنند.

بر اساس شکل (۴) می‌توان نمایشی از نحوه تعامل بین بازیگران و دامنه‌های بازیگری زیست‌بوم بازار برق ایران را تفسیر نمود به گونه‌ای که الگوهای رفتاری و تأثیرات متقابل بین بازیگران را شناسایی کرد؛ نقاط قوت و ضعف سیستم را تشخیص داد؛ فرصت‌های بهبود و چالش‌های موجود را بررسی و استراتژی‌های موثر برای توسعه و بهبود عملکرد بازار برق را ارائه داد.

بر مبنای شکل (۴)، افزایش فعالیت در بورس سبز می‌تواند به افزایش فعالیت در بازار بهینه‌سازی منجر شود که خود به تقویت بورس سبز کمک می‌کند. توسعه معاملات انرژی‌های پاک در بورس سبز می‌تواند تقاضا برای خدمات بهینه‌سازی را افزایش دهد که به نوبه خود به رشد بورس سبز کمک می‌کند. از طرفی افزایش قیمت در بازار عمده‌فروشی می‌تواند منجر به کاهش تقاضا شود. این کاهش تقاضا خود به کاهش قیمت کمک می‌کند و سیستم را به تعادل نزدیک می‌کند.

مطابق با شکل (۴)، افزایش نظارت و تنظیم مقررات توسط هیات تنظیم مقررات بازار برق می‌تواند به بهبود عملکرد مرکز کنترل مدیریت شبکه منجر شود. این بهبود عملکرد خود به تقویت نظارت و تنظیم مقررات کمک می‌کند. از طرفی افزایش مقررات و قوانین می‌تواند منجر به کاهش انعطاف‌پذیری در معاونت بازار برق مدیریت شبکه شود و این کاهش انعطاف‌پذیری، خود به تعدیل مقررات کمک می‌کند. افزایش فعالیت در برق منطقه‌ای می‌تواند به افزایش تقاضا از سوی مشترکین بزرگ منجر شود. این افزایش تقاضا خود به تقویت برق منطقه‌ای کمک می‌کند. از طرفی افزایش قیمت در توزیع برق می‌تواند منجر به کاهش مصرف انرژی در بخش خرده‌فروشی شود و این کاهش مصرف به کاهش قیمت کمک می‌کند. افزایش سرمایه‌گذاری در نیروگاه‌های تولید پراکنده می‌تواند به افزایش تولید انرژی از منابع تجدیدپذیر منجر شود

و به جذب سرمایه‌گذاری بیشتر بیانجامد. از طرفی افزایش هزینه‌های عملیاتی در نیروگاه‌های حرارتی می‌تواند منجر به کاهش تولید انرژی شود و به کاهش هزینه‌ها کمک می‌کند.

تصویب قوانین حمایتی می‌تواند به افزایش فعالیت در دامنه آب منجر شود و به تقویت قوانین حمایتی کمک می‌کند. از طرفی افزایش محدودیت‌های قانونی در وزارت نفت می‌تواند منجر به کاهش فعالیت در دامنه سوخت‌های فسیلی شود و این کاهش فعالیت خود به تعدیل محدودیت‌ها کمک می‌کند. افزایش تقاضا نیز برای خدمات انرژی توسط شرکت‌های خدمات انرژی می‌تواند به افزایش فعالیت در هولدینگ‌های چندمنظوره و نهایتاً به تقویت خدمات انرژی منجر شود. از طرفی افزایش هزینه‌های خدمات در بازار آلودگی می‌تواند منجر به کاهش تقاضا برای این خدمات شود و کاهش هزینه‌ها را به دنبال داشته باشد.

برای سنجش میزان اثر هر یک از پیشران‌های تکاملی بر هر یک از بازیگران از منطق فازی استفاده شد. به این منظور پرسشنامه ای تدوین شد که اثر هر یک از پیشران‌ها را در قالب اعداد فازی بر هر یک از بازیگران را سنجیده و پس از اعمال میانگین فازی، آن‌ها را با استفاده از روش مینکوفسکی تبدیل به اعداد کریسپ می کند. جدول (۶) مقادیر نهایی میزان تاثیر پیشران‌ها را بر هر یک از بازیگران نشان می دهد. چنانچه این عدد منفی باشد به معنی داشتن اثر انقباضی بر بازیگر در زیست‌بوم است و چنانچه مثبت باشد نشان دهنده اثر انبساطی و پویایی بازیگر در زیست‌بوم خواهد بود.

**جدول (٦): تاثیر تجمیعی پیشران‌ها بر بازیگران**

| | تنظیم گری و مدیریت شبکه | انتقال -مشترکین عمده- توزیع | تولید شامل منابع انرژی پراکنده | قانون گذار | ارائه‌دهنده خدمات | بورس سبز | بازار بهینه‌سازی | بازار عمده‌فروشی | بورس انرژی |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ناترازی در تولید و مصرف برق | -۱.۳ | -۱.۷ | -۲.۷ | -۰.۷ | -۱.۵ | ۰ | ۲.۹ | ۰.۹ | ۱.۷ |
| خصوصی‌سازی و اصلاح فرایندهای گردش مالی و نقدینگی | ۱.۹ | ۲.۱ | -۰.۹ | -۱.۷ | ۱.۷ | ۱.۷ | ۱.۳ | ۲.۳ | ۱.۹ |
| تحریم‌ها و محدودیت‌ها | -۳.۱ | -۲.۹ | -۰.۷ | -۳.۳ | -۲.۳ | ۱.۹ | -۲.۵ | -۲.۵ | -۲.۵ |
| توسعه سازوکارهای بازار برق | ۲.۱ | -۰.۹ | ۰.۷ | ۱.۵ | ۱.۷ | -۰.۷ | -۱.۱ | ۱.۷ | ۲.۳ |
| سیاست‌گذاری تشویقی با تأکید بر | ۳.۰۵ | ۱.۱ | ۲.۱ | ۰.۷ | ۲.۱ | ۳.۱ | ۱.۵ | ۲.۷ | ۲.۵ |

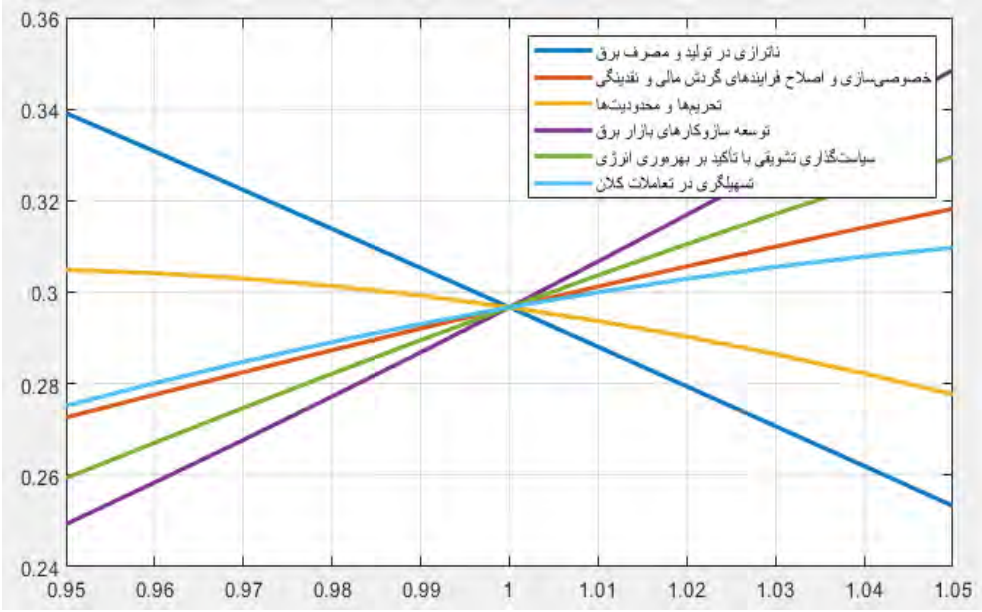
| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| بهره‌وری انرژی | | | | | | | | | |
| تسهیلگری در تعاملات کلان | -۱.۳ | -۲.۱ | -۲.۱۵ | -۲.۳ | ۱.۱ | -۲.۵۵ | -۳.۱ | -۲.۱ | -۲.۳ |

به منظور امکان تاثیر تمامی اثر پیشران‌های مثبت و منفی اعداد ردیف آخر این جدول با استفاده از میانگین اقلیدسی نرمال شده و وارد فرایند محاسبه ارزش پایدار ماتریس می شود. جدول ماتریسی (۷) اعداد نهایی ماتریس روابط نهایی نقشه شناختی فازی مدل را نشان می دهد.

**جدول (۷): ماتریس نهایی نقشه شناختی فازی مدل**

| Total | GEx | OpM | WhM | EEx | IGM | GDE | Leg | TMD | SP |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GEx | 0.4161 | 0.1437 | 0.0707 | 0.0000 | 0.0000 | 0.2769 | 0.0000 | 0.0000 | 0.3169 |
| OpM | 0.2012 | -1.3560 | -0.1479 | -0.1358 | 0.0000 | 0.0930 | 0.0000 | 0.0000 | 0.1367 |
| WhM | 0.0000 | 0.0000 | -1.1249 | -0.0707 | 0.1646 | 0.2866 | 0.0000 | 0.0000 | 0.2264 |
| EEx | 0.1524 | 0.0000 | -0.2122 | -1.7875 | 0.0000 | 0.3068 | 0.0000 | 0.1358 | 0.0914 |
| IGM | 0.0808 | 0.0000 | 0.3733 | -0.0283 | 3.2448 | 0.4397 | 0.2133 | 0.4693 | -0.0028 |
| GDE | 0.0525 | 0.0000 | 0.0000 | 0.1682 | 0.0000 | 1.0633 | 0.0000 | -0.1948 | 0.2264 |
| Leg | 0.0505 | 0.2133 | 0.0000 | 0.0000 | -0.1166 | 0.3831 | -0.3082 | -0.1247 | 0.0000 |
| TMD | 0.1358 | 0.0453 | 0.3169 | 0.2264 | 0.0000 | 0.5572 | 0.0000 | 0.9246 | 0.4397 |
| SP | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0707 | 0.2264 | 0.1010 | 0.0000 | 0.0303 | 1.1095 |

همانگونه که بیان شد در این پژوهش از روش ارزش پایدار ماتریس برای حل مدل نقشه شناختی فازی استفاده شده است. ارزش پایدار برای ماتریس مدل، مقدار ۰.۲۹۶۷ محاسبه شد. با توجه به ماتریس که پیچیدگی بالایی در تعاملات میان بازیگران و پیشران‌ها دارد و همچنین روابط موجود در روش ارزش پایدار ماتریس، از تحلیل حساسیت ماتریس فوق برای تعیین میزان انقباض یا انبساط کلی هر پیشران استفاده می شود. به این معنی که در صورتی که بتوان بر هر پیشران در حدود پنج درصد تغییرات مثبت یا منفی ایجاد نمود، میزان تغییرات ارزش پایدار زیست‌بوم به چه میزان خواهد بود؛ بالتبع چنانچه تغییرات مثبت در یک پیشران باعث افزایش ارزش پایدار ماتریس گردد، آن پیشران، مرکزگریز است و باعث پویایی سیستم خواهد شد و چنانچه افزایش یک پیشران باعث کاهش میزان ارزش پایدار ماتریس گردد، آن پیشران مرکزگرا و باعث انقباض زیست‌بوم خوهد شد. شکل (۴) خروجی تحلیل حساسیت مدل را نشان می دهد.




**شکل ۵: نتیجه تحلیل حساسیت مدل: اثر تغییر در پیشران‌های اساسی بر ارزش پایدار ماتریس زیست‌بوم**

همانگونه که پیش بینی می شد، تحلیل حساسیت مدل نیز نشان می دهد که ناترازی در تولید و مصرف برق یک پیشران انقباضی است، به این معنی که چنانچه بتوان این ناترازی را کاهش داد، پویایی سیستم افزایش می یابد و چنانچه ناترازی حدود پنج درصد دیگر افزایش یابد ارزش پایدار سیستم حدود ۱۵ درصد کاهش خواهد یافت که مقدار قابل توجهی است. لذا پیش بینی می شود با استفاده از تغییر در پیشران‌های پایه زیرمجموعه آن می توان تغییرات خوبی در زیست‌بوم ایجاد نمود.

خصوصی‌سازی و اصلاح فرایندهای گردش مالی و نقدینگی در دسته پیشران‌های پویا کننده زیست‌بوم قرار می گیرد، به این معنی که با افزایش شدت اثر این پیشران می توان انتظار پویای زیست‌بوم و با کاهش آن انتظار انقباض زیست‌بوم را داشت.

تحریم‌ها و محدودیت‌ها یکی از پیشران‌های با اثر انقباضی است، البته رفتار این پیشران تا حدودی غیرخطی است که دلیل آن لحاظ دینامیک داخلی در اثر تعامل‌های میان بازیگران در مدل شناختی فازی است. بدین معنی که اگر چه کاهش حدود ۵ درصدی تحریم‌ها باعث بهبود قابل قبول در پویایی زیست‌بوم خواهد داشت، اما کاهش بیشتر آن لزوما باعث بهبود نخواهد شد.

همانگونه که در مصاحبه نیمه‌ساختاریافته با کارشناسان نیز قابل درک بود، حساسیت مدل شناختی فازی زیست‌بوم بازار برق ایران بیش از همه متاثر از پیشران توسعه ساز و کارهای بازار برق ایران است. به این معنی که با برنامه ریزی صحیح برای توسعه این ساز و کارها که اتفاقا هزینه‌های اقتصادی بالایی نیز ندارد، می توان انتظار بهبود قابل توجهی را در پویایی زیست‌بوم انتظار داشت.

پیشران سیاست‌گذاری تشویقی با تاکید بر بهره‌وری انرژی نیز در دسته پیشران‌های پویا کننده زیست‌بوم قرار می گیرد که انتظار است با بهبود آن تاثیر مثبتی در زیست‌بوم مشاهده شود. البته همانگونه که مشاهده می شود این پیشران نیز تا حدودی رفتار غیرخطی دارد و پیش بینی می شود پس از افزایش به حالت اشباع برسد.

یکی دیگر از پیشران‌های مرکزگریز یا پویا کننده سیستم تسهیل گری در معاملات کلان است، این پیشران نیز تا حدی رفتار غیرخطی اشباع شونده دارد، یعنی علیرغم اینکه افزایش میزان کم آن تاثیر قابل توجهی در پویایی زیست‌بوم خواهد داشت، ولی روند افزایشی آن کند و احتمالا متوقف خواهد شد. البته با نگاهی به وضعیت کاهشی آن می توان دریافت که بایستی با ایجاد تمهیدات از کاهش آن جلوگیری کرد، زیرا کاهش آن روندی افزاینده داشته و می تواند باعث استهلاک سریع زیست‌بوم شود.

## بحث، نتیجه و پیشنهادها

همانگونه که بیان شد و در شکل نهایی نیز مشاهده می شود به ترتیب پیشران‌های توسعه سازوکارهای بازار برق، سیاستگذاری تشویقی با تاکید بر بهره وری انرژی، خصوصی سازی و اصلاح فرایندهای گردش مالی و تسهیلگری در معاملات کلان مرکزگرا و پیشران‌های تحریم‌ها و محدودیت‌ها و همچنین ناترازی در تولید و مصرف برق مرکزگریز یا انبساطی هستند. لذا خروجی مدل نقشه شناختی فازی که با تحلیل حساسیت ماتریس ارزش پایدار زیست‌بوم حاصل می شود، انتخاب دو پیشران اساسی که به ترتیب بیشترین تاثیر را در انبساط و انقباض زیست‌بوم دارند یعنی توسعه سازوکارهای بازار برق ایران و ناترازی در تولید و مصرف برق هستند که این دو به عنوان پیشران‌های اساسی زیست‌بوم بازار برق ایران هستند.

تخصیص ده‌ها میلیارد دلار برای رفع ناترازی تولید برق که نیازمند توسعه زیرساخت‌ها شامل شبکه، تاسیسات، نیروگاه و سیستم‌های تولید و انتقال گاز است، موضوع ساده‌ای نیست. برای جبران ناترازی بایستی به دنبال تدوین و اجرای صحیح مقرراتی برای تشویق و حتی الزام مشترکین و بخش خصوصی به سمت ایجاد نیروگاه بود. این نیروگاه‌ها عمدتا شامل نیروگاه‌های حرارتی و تجدیدپذیر می‌شوند.

برخلاف رفع ناترازی، توسعه سازوکارهای بازار برق، نیازی به سرمایه گذاری بالایی ندارد، در این بخش با استفاده از تجارب موفق موجود در دنیا روش‌هایی برای بهسازی این مکانیسم‌ها پیشنهاد می‌شود.

برای انتظار بهبود در هر یک از این پیشران‌های اساسی می توان به پیشران‌های پایه آن مراجعه نمود. پیشران ناترازی شامل موارد قانون مانع-زدایی، کاهش سرمایه-گذاری بخش دولتی و خصوصی در صنعت برق، ناترازی بودجه صنعت برق، اجرای نادرست قانون جبران مابه-التفاوت هزینه-های شرکت-ها، بالا بودن یارانه پنهان انرژی، ناتوانی دولت در جبران خسارت بازیگران صنعت برق، اجرای نادرست قوانین توسط دولت، عدم-قطعیت همراه با غیراقتصادی بودن سرمایه-گذاری در صنعت برق، مقررات تشویقی و الزام‌آور سرمایه‌گذاری و آزادسازی صادرات انرژی می شود. در این بخش برای بهبود فضای هر یک از این پیشران‌های پایه، موضوعاتی بیان خواهد شد.

پیشران اساسی توسعه سازوکارهای بازار برق شامل مستقل نبودن ISO، ایجاد مکانیسم-های خرده-فروشی و توسعه آن، الزام مشترکین بزرگ به خرید انرژی از بورس با مقررات تشویقی و تنبیهی، راه-اندازی تابلوی سبز بورس انرژی، یک-طرفه بودن بازار، ایجاد رقابت در بازار، مکانیزم-های نامناسب بازار برای خرید و فروش انرژی و چابک نبودن بازار، اعمال هرینه-های سوخت در تولید انرژی به‌صورت واقعی و آشفتگی سیاست-گذاری در صنعت برق می‌شود. همانگونه که اشاره شد، بیشتر این موارد نیاز به مداخله قانونگذار به عنوان تسهیلگر دارد و می توان با ارائه پیشنهادهایی به قانونگذار پویایی قابل توجهی را شاهد بود.

به طور کلی با توجه به نتایج مستخرج‌شده، می‌توان پیشنهادات کاربردی زیر را ارائه داد:

- تمرکز بر توسعه سازوکارهای بازار برق: استقلال سازمان تنظیم‌کننده بازار برق با ایجاد ساختارهای مدیریتی مستقل برای نظارت بر عملکرد بازار برق و همچنین تدوین قوانین شفاف و عادلانه برای جلوگیری از تعارض منافع بین بازیگران.
- توسعه مکانیزم‌های خرده‌فروشی: ایجاد سیستم‌های انعطاف‌پذیر برای خرید و فروش انرژی در سطح خرده‌فروشی و الزام مشترکین بزرگ به خرید انرژی از طریق بورس با مقررات تشویقی و تنبیهی.
- راه‌اندازی تابلوی سبز بورس انرژی: تسهیل معاملات انرژی‌های پاک و تجدیدپذیر در بورس انرژی و افزایش جذب سرمایه‌گذاری در بخش‌های تجدیدپذیر با ارائه مشوق‌های مالی و قانونی.

- ایجاد رقابت سالم در بازار: طراحی مکانیزم‌های مناسب برای خرید و فروش انرژی که انعطاف‌پذیری و چابکی بیشتری داشته باشد. همچنین کاهش وابستگی به بازارهای یک‌طرفه و افزایش تنوع در مکانیزم‌های معاملاتی.
- رفع ناترازی در تولید و مصرف برق: سرمایه‌گذاری در شبکه‌های انتقال و توزیع برق برای کاهش تلفات و بهبود کارایی، احداث نیروگاه‌های جدید (به‌ویژه نیروگاه‌های تجدیدپذیر) برای جبران کمبود تولید، اجرای صحیح قوانین جبران مابه‌التفاوت هزینه‌ها برای شرکت‌های برق، کاهش یارانه‌های پنهان انرژی و حرکت به سمت قیمت‌گذاری واقعی برق، ارائه مشوق‌های مالی و قانونی برای جذب سرمایه‌گذاری در بخش‌های تولید و توزیع برق، تسهیل فرآیندهای خصوصی‌سازی نیروگاه‌ها و شرکت‌های برق.
- سیاست‌گذاری تشویقی با تأکید بر بهره‌وری انرژی : ترویج فرهنگ صرفه‌جویی شامل اجرای کمپین‌های آموزشی و تبلیغاتی برای افزایش آگاهی عمومی درباره مصرف بهینه انرژی و همچنین ارائه مشوق‌های مالی برای مصرف‌کنندگانی که مصرف خود را کاهش می‌دهند.
- حمایت از انرژی‌های تجدیدپذیر: شامل وضع قوانین مشوق برای سرمایه‌گذاری در نیروگاه‌های خورشیدی، بادی و سایر منابع تجدیدپذیر و نیز جریمه‌گذاری برای آلایندگی بالا و بهره‌وری پایین در بخش‌های مختلف.

پیشنهادات ارائه شده می‌توانند به عنوان راهکارهای عملی برای بهبود شرایط زیست‌بوم بازار برق ایران مورد استفاده قرار گیرند.

**منابع**

Adeoye Olatunde, O. A., & Olenik, N. L. (2021). Research and scholarly methods: Semi structured interviews. *Journal of the american college of clinical pharmacy*, *4*(10), 1358-1367 .

Askari, F.; Nekooeezadeh, M., & Amini, A. (2023). Improving Customers' Experiences in Pre-Purchase Interaction Points: Graph Theory- Matrix Permanents Approach to Identify and Analyze the Relationships of Influential Factors. *New Marketing Research Journal*, *13*(2) .

Baykasoglu, A. (2014). A review and analysis of "graph theoretical-matrix permanent" approach to decision making with example applications. *Artificial intelligence review*, *42*, 573-605 .

Daymond, J.; Knight, E.; Rumyantseva, M., & Maguire, S. (2023). Managing ecosystem emergence and evolution: Strategies for ecosystem architects. *Strategic management journal*, *44*(4), O1-O27 .

Dev, N.; Kumar, R.; Saha, R. K.; Babbar, A.; Simic, V., & Bacanin, N. (2024). Performance evaluation methodology for gas turbine power plants using graph theory and combinatorics. *International Journal of Hydrogen Energy*, *57*, 1286-1301 .

Espina-Romero, L.; Guerrero-Alcedo, J.; Noroño Sánchez, J. G., & Ochoa-Díaz, A. (2022). What Are the Topics That Business Ecosystems Navigate? Updating of Scientific Activity and Future Research Agenda. *Sustainability*, *14*. 16224 (23).

Felin, T., & Foss, N. (2023). Microfoundations of ecosystems: The theory-led firm and capability growth. *Strategic Organization*, 14761270231159391.

Gopstein, A.; Nguyen, C.; O'Fallon, C.; Hastings ,N., & Wollman, D. (2021). *NIST framework and roadmap for smart grid interoperability standards, release 4.0*. Department of Commerce. National Institute of Standards and Technology.

Henry, A. (2021). *Understanding strategic management*. Oxford University Press.

Holgersson, M.; Baldwin, C. Y.; Chesbrough, H., & Bogers, M. L. (2022). The forces of ecosystem evolution. *California Management Review*, *64*(3), 5-23 .

Hosouli, S.; Elvins, J.; Searle, J.; Boudjabeur, S.; Bowyer, J., & Jewell, E. (2023). A multi-criteria decision making (MCDM) methodology for high temperature thermochemical storage material selection using graph theory and matrix approach. *Materials & Design*, *227*, 111685 .

Lincoln, Y. S. (1985). *Naturalistic inquiry* (75). sage publication.

Liu, G.; Aroean, L., & Ko, W. W. (2023). Service innovation in business ecosystem: The roles of shared goals, coopetition, and interfirm power. *International Journal of Production Economics*, *255*, 108709.

Liu ,H.-C.; Chen, Y.-Z.; You, J.-X., & Li, H. (2016). Risk evaluation in failure mode and effects analysis using fuzzy digraph and matrix approach. *Journal of Intelligent Manufacturing*, *27*, 805-816.

Patton, M. (2014). Qualitative research & evaluation methods: Integrating theory and practice. Sage publications.

Palumbo, R.; Cosimato, S., & Tommasetti, A. (2017). Dream or reality? A recipe for sustainable and innovative health care ecosystems. *The TQM Journal*, *29*(6), 847-862 .

Pestka, D. L.; Espersen, C.; Sorge, L. A., & Funk, K. A. (2020). Incorporating social determinants of health into comprehensive medication management: Insights from the field. *Journal of the american college of clinical pharmacy*, *3*(6), 1038-1047.

Pop, O. M.; Leroi-Werelds, S.; Roijakkers, N., & Andreassen, T. W. (2018). Institutional types and institutional change in healthcare ecosystems. *Journal of Service Management*.

Sacha, S.; Wardani, F. P.; Krismayanti, Y.; Fauziah, F.; Krisnadi, T. W.; Nauvaldy, D.; Suherman, T., & Tangkudung, A. G. D. (2024). Business Model Evolution: From Traditional to Digital Transformation. *Jurnal Multidisiplin Madani*, *4*(7), 1017-1029 .

Sangbor, S. A., & Rabieh. (2022). Identifying and Prioritizing Sustainable Supply Chain Management Enablers in the Petrochemical Industry by Combined Approach of Meta-Synthesis Method and Graph Theory and Matrix Approach (GTMA) .*Industrial Management Studies*, *20*(64).

Shou, Y.; Shi, Y., & Ren, G.-J. (2022). Guest editorial: Deconstructing business ecosystems: complementarity, capabilities, co-creation and co-evolution. *Industrial Management & Data Systems*, *122*(9), 1977-1986.

Sjödin, D.; Liljeborg, A., & Mutter, S. (2024). Conceptualizing ecosystem management capabilities: Managing the ecosystem-organization interface. *Technological Forecasting and Social Change*, *200*, 123187.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی