

Investigating the Impact of Eco-Innovation Drivers on Eco-Innovation Performance; Iran's Copper Industry

Saeid Karami Shahrokhi¹, Mostafa Safdari Ranjbar^{2*}, Meysam Shahbazi²

1. M.Sc. of Business Administration (MBA), Department of Management and Accounting, College of Farabi, University of Tehran, Tehran, Iran.
 2. Faculty member, Department of Management and Accounting, College of Farabi, University of Tehran, Tehran, Iran.
- *. Corresponding Author: Mostafa.safdary@ut.ac.ir

Received: 29 January 2022

Revised: 6 May 2022

Accepted: 19 May 2022

Abstract

Eco-innovations as a solution to achieve competitive advantage and sustainability have become an inevitable strategy in various industries. In this regards, the purpose of this paper is to first identify the various dimensions of eco-innovation performance drivers and eco-innovation performance and then to examine the impact of these drivers on eco-innovation performance. The present study uses a quantitative approach and survey strategy and is descriptive-correlational research. The results of this study show that the drivers of eco-innovation in this industry have technological, market, legal, and standards dimensions and they affect the innovative eco-innovation (product, process, and organization). According to the results, it is observed that the path coefficient of the technological drivers' dimension is higher than other dimensions of eco-innovation and as a result, this dimension is more important than other dimensions. Also, in the dimension of eco-innovation performance, it is observed that this product innovation dimension has the highest path coefficient among the dimensions of eco-innovation performance. The main finding of this research is that the drivers of eco-innovation in the copper industry in Iran can lead to an increase in the eco-innovative performance of companies active in this industry.

Keywords: eco-innovation, innovative performance, copper industry

Citation: Karimi Shahrokhi, S., Safdari Ranjbar, M., & Shahbazi, M. (2022). Investigating the impact of eco-innovation drivers on eco-innovation performance; Iran's copper industry [In Persian]. *Journal of Technology Development Management*, 10(1), 125-155. <https://doi.org/10.22104/JTDM.2022.5453.2960>

بررسی تأثیر پیشران‌های نوآوری زیست‌محیطی بر عملکرد نوآورانه زیست‌محیطی؛ صنعت مس در ایران

سعید کرمی شاهرخی^۱، مصطفی صفدری رنجبر^{۲*}، میثم شهبازی^۲

۱. کارشناسی ارشد مدیریت کسب‌وکار، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشکدگان فارابی، دانشگاه تهران، قم.

۲. عضو هیئت‌علمی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشکدگان فارابی، دانشگاه تهران، قم.

* نویسنده مسئول: Mostafa.safdary@ut.ac.ir

پذیرش: ۲۹ اردیبهشت ۱۴۰۱

بازنگری: ۱۶ اردیبهشت ۱۴۰۱

دریافت: ۹ بهمن ۱۴۰۰

چکیده

نوآوری‌های زیست‌محیطی به‌عنوان راه‌حلی برای دستیابی به مزیت رقابتی و پایداری، به راهبردی اجتناب‌ناپذیر در صنایع مختلف تبدیل شده‌اند. در این راستا، هدف پژوهش حاضر معرفی ابعاد مختلف پیشران‌های نوآوری زیست‌محیطی و عملکرد نوآورانه زیست‌محیطی و سپس بررسی تأثیرگذاری پیشران‌ها بر عملکرد نوآورانه زیست‌محیطی است. پژوهش حاضر از رویکرد کمی و راهبرد پیمایش استفاده می‌کند و از نوع پژوهش‌های توصیفی-همبستگی می‌باشد. بر اساس نتایج پژوهش، پیشران‌های نوآوری زیست‌محیطی در صنعت مس دارای ابعاد فناورانه، بازار و قانونی هستند و این پیشران‌ها بر عملکرد نوآورانه زیست‌محیطی (شامل نوآوری محصولی، فرایندی و سازمانی) اثر گذارند. باتوجه به نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش مشاهده می‌شود که ضریب مسیر بُعد پیشران‌های فناورانه، از سایر ابعاد پیشران‌های نوآوری زیست‌محیطی بیشتر است و در نتیجه این بُعد اهمیت بیشتری نسبت به ابعاد دیگر دارد. همچنین، در مورد بُعد نوآوری‌های محصولی مشاهده می‌شود که این بُعد، بیشترین ضریب مسیر را در میان ابعاد عملکرد نوآورانه زیست‌محیطی به‌خود اختصاص داده است. یافته اصلی پژوهش حاضر آن است که پیشران‌های نوآوری زیست‌محیطی در صنعت مس کشور می‌توانند منجر به افزایش عملکرد نوآورانه زیست‌محیطی شرکت‌های فعال در این صنعت شوند.

کلمات کلیدی: نوآوری زیست‌محیطی، عملکرد نوآورانه، صنعت مس

مقدمه

بحران جهانی محیط‌زیست، از جمله کمبود منابع، تخریب محیط‌زیست و آلودگی، کشورها را در سراسر جهان به توجه بیشتر به توسعه پایدار تشویق می‌کند. در عین حال در اثر فشارهای محیطی، نوآوری زیست‌محیطی^۱ به‌عنوان گزینه‌ای برای دستیابی به مزیت رقابتی و پایداری، به راهکاری اجتناب‌ناپذیر تبدیل شده است (کای و لی^۲، ۲۰۱۸). امروزه صنایع مختلف در تلاش برای توسعه محصولات و فرایندهایی هستند تا خطرات زیست‌محیطی ناشی از فعالیت‌های خود را کاهش دهند (کورهونن^۳، ۲۰۰۱). به‌علاوه، نوآوری و پایداری محیط‌زیست به مفاهیمی اصلی تبدیل شده‌اند و هر دو می‌بایست به‌خوبی در فعالیت‌های مدیریت شرکت‌ها و هماهنگی فعالیت‌های آن‌ها به‌کار گرفته شوند. نوآوری زیست‌محیطی حاصل ادغام دو مفهوم نوآوری و پایداری است و می‌تواند عاملی کلیدی برای دستیابی به افزایش نرخ رشد برای شرکت‌ها و کیفیت بهتر زندگی در جامعه باشد (دانجلیکو و پوجاری^۴، ۲۰۱۰). پیش‌ازین، شرکت‌ها راهبرد محیط‌زیست را با اهداف رشد، رقابت و سودآوری کسب‌وکار متضاد می‌دانستند (اندرسن^۵، ۲۰۰۴؛ پورتر و ون‌درلیند^۶، ۱۹۹۵). همچنین این اعتقاد وجود داشت که رشد اقتصادی با نوآوری رابطه مستقیم داشته؛ اما آسیب‌های زیست‌محیطی را نیز به‌همراه دارد. اما امروزه، با توجه به این واقعیت که آگاهی مصرف‌کنندگان و فشارهای اجتماعی و دولتی بر شرکت‌ها برای کاهش تأثیرات منفی زیست‌محیطی در حال افزایش است (بوکن^۷ و همکاران، ۲۰۱۱)، شرکت‌ها برای موفقیت راهبردی و اقتصادی می‌بایست هنگام توسعه محصولات جدید، مسائل اجتماعی و زیست‌محیطی را در نظر بگیرند (مدیرز^۸ و همکاران، ۲۰۱۴). عنایت به این مسئله منشأ توسعه نوآوری زیست‌محیطی است. اما در ابتدا تعریف نوآوری زیست‌محیطی ضروری است. سازمان همکاری و توسعه اقتصادی^۹ (۲۰۰۹) نوآوری زیست‌محیطی را این‌گونه تعریف می‌کند: «توسعه محصولات (کالاها و خدمات)، فرایندها، روش‌های بازاریابی، ساختار سازمانی و آرایش نهادی جدید یا بهبودیافته که به‌طور عمدی یا

1 . Eco-innovation

2 . Cai & Li

3 . Korhonen

4 . Dangelico & Pujari

5 . Andersen

6 . Porter & Van Der Linde

7 . Bocken

8 . Medeiros

9 . Organization for Economic Cooperation and Development (OECD)

غیر عمدی برای کاهش تأثیر منفی بر محیط زیست در مقایسه با روش‌های جایگزین تلاش می‌کند». باتوجه به روند موجود، استفاده از نوآوری زیست‌محیطی برای تضمین ادامه حیات نسل آتی و اقتصاد جهانی ضروری است. براین اساس ارائه راهکارهایی برای کسب درآمد از حذف آلودگی و نه صرفاً تخصیص بخشی از درآمد به حل مشکلات، الزامی است.

صنایع کشور نیز از این نیاز مستثنی نیستند و براین اساس برای پاسخ به خواست جامعه و حفظ مزیت رقابتی می‌بایست به مقوله نوآوری زیست‌محیطی توجه ویژه صورت پذیرد. در صنعت مس که زمینه مورد مطالعه پژوهش پیش رو است، تبدیل خاک معدن به عنصر مس ۹۹/۹۹٪ شامل فرایندهایی است که تأثیرات مهمی بر محیط زیست و زندگی افراد دارد. به‌عنوان مثال، می‌توان از دود کارخانه ذوب نام برد که اگر مهار نشود، نفس کشیدن انسان‌ها را با مشکل مواجه می‌کند و زمینه‌ساز آلودگی محیط زیستی می‌شود. اگر آلودگی‌های مجتمع‌های مس (دود کارخانه ذوب، پساب کارخانه لیچینگ^۱، اسید، پالایشگاه و غیره) مهار نشوند، زندگی در چند ده کیلومتری این مناطق نیز غیرممکن خواهد شد. مسئله مهم دیگر، آلودگی دفع زباله، باران‌های اسیدی و آلودگی آب‌های زیرزمینی است که با استفاده از نوآوری زیست‌محیطی می‌توان آن‌ها را کاهش داد. برخلاف باور عمومی - که مسائل زیست‌محیطی را در تضاد با منافع شرکت‌ها و صنعت می‌دانند - می‌توان از نوآوری‌های زیست‌محیطی برای کسب مزیت رقابتی و سود بیشتر نیز استفاده کرد.

بنابراین اهمیت نوآوری‌های زیست‌محیطی در بسیاری از صنایع و در نقاط مختلف جهان تأیید شده و در دستور کار پژوهشگران، صنعتگران و سیاست‌گذاران قرار گرفته است. در این راستا پژوهش حاضر به دنبال آن است که ضمن شناسایی ابعاد مختلف پیشران‌های نوآوری زیست‌محیطی و عملکرد نوآورانه زیست‌محیطی، تأثیر پیشران‌ها را بر عملکرد در صنعت مس در کشور مورد آزمون قرار دهد؛ بنابراین، سؤال‌های اصلی پژوهش عبارت‌اند از: (۱) ابعاد پیشران‌های نوآوری زیست‌محیطی و عملکرد نوآورانه زیست‌محیطی کدام‌اند؟ و (۲) آیا این پیشران‌ها بر عملکرد نوآورانه زیست‌محیطی تأثیرگذار هستند؟

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

پیشران‌های نوآوری زیست‌محیطی

انواع مختلف نوآوری‌های زیست‌محیطی شامل نوآوری‌های محصولی، فرایندی و سازمانی در پیشینه

پژوهش شناسایی شده‌اند (افشاری^۱ و همکاران، ۲۰۱۹). علاوه بر این، طبقه‌بندی‌های مختلفی برای پیشران‌ها به‌عنوان منابع ایجاد انگیزه برای نوآوری زیست‌محیطی، صورت پذیرفته است (باسل^۲ و همکاران، ۲۰۱۶)؛ اثربخشی پیشران‌ها شامل عوامل قطعی یا غیرقطعی برای اجرا و توسعه نوآوری‌های زیست‌محیطی می‌باشد و سطوح پیشران‌ها شامل کلان، میانی و خرد است (دیز-گارسیا^۳ و همکاران، ۲۰۱۵). همچنین، در این میان هورباخ^۴ و همکاران (۲۰۱۲)، تریگوئرو^۵ و همکاران (۲۰۱۳) و دوران و رایان^۶ (۲۰۱۶) طبقه‌بندی‌هایی را ارائه کرده‌اند که نوآوری زیست‌محیطی را در سه سطح محصول، فرایند و نوآوری‌های سازمانی تعریف می‌کنند. نوآوری محصول و فرایند معرف ویژگی‌های جدید یا بهبود قابل توجه در کالا و خدمات موجود است. بنگاه‌ها از منابع داخلی (مدیریت و توانایی منابع انسانی) یا منابع خارجی (همکاری با دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی) برای توسعه محصولات مرتبط با نوآوری‌های زیست‌محیطی استفاده می‌کنند.

هورباخ و همکاران (۲۰۱۲) به بررسی عوامل تعیین‌کننده نوآوری‌های زیست‌محیطی براساس نوع تأثیرات زیست‌محیطی، نقش فشار/کشش نظارتی، فشار فناوری و کشش بازار پرداختند. تجزیه و تحلیل تجربی عوامل تعیین‌کننده نوآوری زیست‌محیطی به‌ندرت توانسته بین حوزه‌های مختلف تأثیرات محیطی تفاوت قائل شود. بنابراین، آن‌ها تلاش کردند تا با استفاده از یک مجموعه داده جدید و منحصر به فرد مبتنی بر پیمایش نوآوری جامعه آلمان در سال ۲۰۰۹، این شکاف را برطرف کنند. علاوه بر مجموعه پیچیده‌ای از عوامل مختلف عرضه و تقاضا، پیشینه مربوط به عوامل نوآوری زیست‌محیطی، نقش مهم تنظیم‌گری، صرفه‌جویی در هزینه و منافع مشتری را برجسته می‌نماید. براساس نتایج محاسباتی و تحلیل‌ها، مقررات فعلی و موردانتظار دولت به‌ویژه در خصوص فشار به شرکت‌ها به‌منظور کاهش انتشار آلاینده‌های هوا (نظیر دی‌اکسید کربن، دی‌اکسید گوگرد یا اکسید نیتروژن) و انتشار آب یا صدا، جلوگیری از انتشار مواد خطرناک و افزایش قابلیت بازیافت محصولات از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. صرفه‌جویی در هزینه، انگیزه کلیدی برای کاهش مصرف انرژی و مواد است که به نقش انرژی و قیمت مواد اولیه و همچنین مالیات به‌عنوان محرک‌های اقتصاد نوین

1 . Afshari

2 . Bossle

3 . Díaz-García

4 . Horbach

5 . Triguero

6 . Doran & Ryan

اشاره دارد. نیازهای مشتری یکی دیگر از منابع مهم نوآوری‌های زیست‌محیطی است، به‌ویژه در مورد محصولات با عملکرد زیست‌محیطی بهبودیافته و نوآوری‌های فرایندی که زمینه‌ساز افزایش کارایی مواد بوده و منجر به کاهش مصرف انرژی، اتلاف و استفاده از مواد خطرناک می‌شوند. شرکت‌ها اهمیت بالای مقررات موردانتظار در آینده را برای کلیه نوآوری‌های محصولات زیست‌محیطی تأیید می‌کنند. همچنین، پیشران‌های قانونی و استانداردها به‌عنوان پیشران‌های مهم نوآوری زیست‌محیطی در چندین مطالعه تجربی بررسی شده‌اند (برونرمیر و کوهن^۱، ۲۰۰۳؛ کلف و رنینگز^۲، ۱۹۹۹؛ رنینگز و زویک^۳، ۲۰۰۲) و به‌عنوان اثر کششی و فشاری مقررات تنظیم‌کننده شناخته می‌شوند (رنینگز^۴، ۲۰۰۰؛ دل‌ریو گنزالز^۵، ۲۰۰۹). پاپ^۶ (۲۰۰۶) نیز به شواهدی دست یافت که ارتباط تصمیمات نوآورانه شرکت‌ها با مقررات ملی را تأیید می‌کرد.

عملکرد نوآورانه زیست‌محیطی

کای و لی (۲۰۱۸) در پژوهشی تحت‌عنوان «پیشران‌های نوآوری در محیط‌زیست و تأثیر آن بر عملکرد»، شواهدی از چین در خصوص نیروهای پیشران نوآوری زیست‌محیطی و تأثیرات آن بر عملکرد شرکت را ارائه کردند. پژوهش مذکور بر نوآوری زیست‌محیطی متمرکز بود که از طریق توجه هم‌زمان به ارزش مشتری و کسب‌وکار، کاهش هزینه‌ها و تأثیرات زیست‌محیطی، به توسعه پایدار کمک می‌کند. براساس نتایج پژوهش، عوامل خاصی (نظیر توانمندی‌های فناوری، قابلیت‌های سازمانی زیست‌محیطی، ابزارهای سیاستی مبتنی بر بازار^۷، فشارهای رقابتی و تقاضای سبز مشتری) به توسعه نوآوری زیست‌محیطی کمک می‌کنند. به‌علاوه، فشار رقابتی بیشترین انگیزه را برای به‌کارگیری نوآوری زیست‌محیطی ایجاد می‌کند و به دنبال آن ابزارهای مبتنی بر بازار، قابلیت‌های فناورانه، تقاضای سبز مشتری و قابلیت‌های سازمانی زیست‌محیطی را برای شرکت‌ها فراهم می‌سازد. با توجه به پذیرش نوآوری در حوزه‌های محیط‌زیست توسط شرکت‌ها، نوآوری زیست‌محیطی می‌تواند عملکرد زیست‌محیطی شرکت را به میزان قابل توجهی ارتقا دهد و از طریق عملکرد زیست‌محیطی تأثیری

1 . Brunnermeier & Cohen

2 . Cleff & Rennings

3 . Rennings & Zwick

4 . Rennings

5 . del Rio Gonzalez

6 . Popp

7 . Market-based instrument

مثبت اما غیرمستقیم بر عملکرد اقتصادی داشته باشد.

گارسیا-گرانرو^۱ و همکاران (۲۰۱۸) به بررسی انتقادی پیشینه در خصوص شاخص‌های عملکرد نوآوری زیست‌محیطی پرداختند. آنها ضمن شناسایی ۳۰ شاخص عملکرد شرکت با بیشترین استناد، شاخص‌های مذکور را در چهار گونه مختلف نوآوری سبز (محصول، فرآیند، سازمانی و بازاریابی) طبقه‌بندی کردند. با توجه به مرور پیشینه موضوع و بررسی مطالعات معتبر، جمع‌بندی ابعاد پیشران‌های نوآوری زیست‌محیطی و عملکرد نوآورانه زیست‌محیطی در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱: ابعاد پیشران‌های نوآوری زیست‌محیطی و عملکرد نوآورانه زیست‌محیطی

متغیر	بُعد	شاخص	منبع
پیشران‌های نوآوری زیست‌محیطی	پیشران‌های فناوریانه	روش اکتساب فناوری	آرانزا ^۱ و همکاران (۲۰۲۱)
		ویژگی‌های فناوری	دل‌ریو گنزالز (۲۰۰۵)
		فشار فناوری	هورباخ و همکاران (۲۰۱۲)
		همکاری و تعامل فناوریانه	رشید ^۲ و همکاران (۲۰۱۵)
	پیشران‌های بازار	رضایت مشتری	افشاری و همکاران (۲۰۱۹)
		بازارهای جدید	پرشدن و پریشدن ^۳ (۲۰۱۵)
		کشش تقاضا	تریگوئرو و همکاران (۲۰۱۳)؛ افشاری و همکاران (۲۰۱۹)
		برندسازی	هورباخ (۲۰۰۸)
		تقاضا برای محصولات سبز	هورباخ (۲۰۰۸)؛ کای و لی (۲۰۱۸)
		فشار رقابت	کای و لی (۲۰۱۸)؛ چنگ ^۴ و همکاران (۲۰۲۱)
پیشران‌های قانونی و استانداردها	سیاست‌های زیست‌محیطی	آرانزا و همکاران (۲۰۲۱)؛ افشاری و همکاران (۲۰۱۹)	
	قوانین و مقررات زیست‌محیطی	ژانگ ^۵ و همکاران (۲۰۲۱)	
	قواعد ساختاری سازمان	رید و میدزینسکی ^۶ (۲۰۰۸)؛ دل‌ریو گنزالز (۲۰۰۵)	

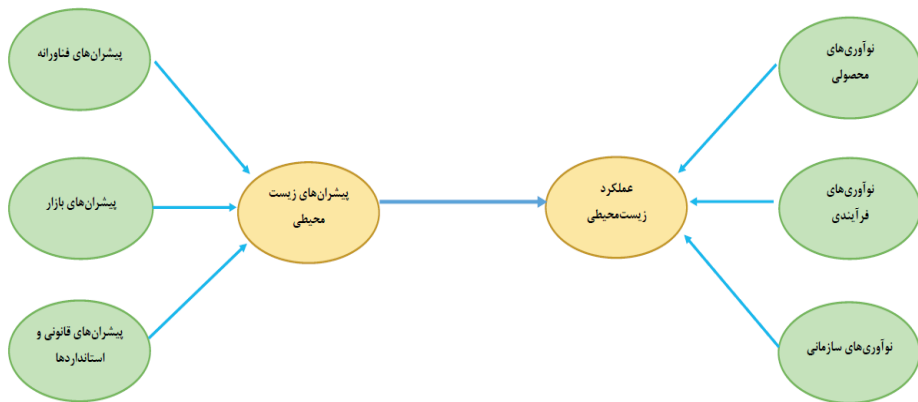
منبع	شاخص	بُعد	متغیر
سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (۲۰۰۹)	ابداع محصولات و خدمات	نوآوری محصولی	عملکرد نوآورانه زیست محیطی
سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (۲۰۰۹)	اصلاح محصولات و خدمات		
سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (۲۰۰۹)	طراحی مجدد محصولات و خدمات		
سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (۲۰۰۹)	جایگزینی محصولات و خدمات		
سومرین ^۷ و همکاران (۲۰۲۱)	قابلیت‌های فنی	نوآوری فرایندی	
هورباخ و همکاران (۲۰۱۲)	کاهش آلاینده‌گی		
سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (۲۰۰۹)؛ ژانگ و همکاران (۲۰۲۱)؛ آرانز و همکاران (۲۰۲۱)	بهره‌وری منابع		
گالبریت ^۸ و همکاران (۲۰۲۱)؛ هورباخ و همکاران (۲۰۱۲)	بازیافت		
گالبریت و همکاران (۲۰۲۱)؛ دوگارو ^۹ (۲۰۲۰)	جایگزینی انرژی‌های تجدیدپذیر		
تیلور ^{۱۰} و همکاران (۲۰۰۸)؛ گالبریت و همکاران (۲۰۲۱)	کاهش ائتلاف انرژی		
سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (۲۰۰۹)	افزایش چرخه عمر محصول		
تریگوئرو و همکاران (۲۰۱۳)	اضافه کردن فرآیند جدید		
هورباخ و همکاران (۲۰۱۲)؛ دل‌ریو گنزالز (۲۰۰۵)	بهبود فناوری‌های قدیمی‌تر		

- 1 . Arranz
- 2 . Rashid
- 3 . Przychodzen & Przychodzen
- 4 . Ch'ng
- 5 . Zhang
- 6 . Reid & Miedzinski
- 7 . Sumrin
- 8 . Galbreath
- 9 . Dogaru
- 10 . Taylor

منبع	شاخص	بُعد	متغیر
پیشدزن و پریشدزن (۲۰۱۵)	دارایی‌های سازمان	نوآوری سازمانی	عملکرد نوآورانه زیست‌محیطی
چنگ و همکاران (۲۰۲۱)	نظارت بر روند نوآوری زیست‌محیطی		
چنگ و همکاران (۲۰۲۱)	مدیریت دانش		
آرانز و همکاران (۲۰۲۱)	قابلیت‌های سازمانی زیست‌محیطی		
رشید و همکاران (۲۰۱۵)	تحقق نظام‌های مدیریت زیست‌محیطی		

مدل مفهومی و فرضیه پژوهش

با بررسی پیشینه مرتبط با پژوهش، مدل مفهومی و مدل مفهومی توسعه‌یافته متشکل از متغیرها و روابط آن‌ها طراحی شده است (شکل‌های ۱ و ۲).



شکل ۱: مدل مفهومی پژوهش



شکل ۲: مدل مفهومی توسعه یافته

براین اساس فرضیه اصلی پژوهش حاضر به شرح زیر است: «پیشران های نوآوری زیست محیطی با عملکرد نوآورانه زیست محیطی رابطه مستقیم (مثبت) دارند.»

روش‌شناسی پژوهش

رویکرد و راهبرد پژوهش

پژوهش حاضر از نظر رویکرد کمی و از نظر روش، توصیفی-همبستگی است؛ چراکه به بررسی وضعیت و حالت فعلی نظام می‌پردازد و با استفاده از برخی ابزارها و روش‌های متعارف موجود، رابطه میان متغیرهای پژوهش و همچنین روابط میان متغیرهای وابسته و مستقل را کشف می‌نماید. از لحاظ هدف، این پژوهش در زمره مطالعات کاربردی قرار می‌گیرد، زیرا علاوه بر داشتن جنبه‌های نظری، قابلیت به‌کارگیری در مسائل دنیای واقعی را دارد و همین امر، جنبه‌ای کاربردی و عملی به پژوهش می‌بخشد. همچنین، از منظر راهبرد، پژوهش حاضر از رویکرد پیمایشی بهره خواهد برد، چراکه این پژوهش از مجموعه‌ای از روش‌های منظم، استاندارد و پذیرفته‌شده برای گردآوری اطلاعات درباره دیدگاه‌ها و نظرات اعضای جامعه آماری بهره‌برداری می‌کند. در این راستا، پرسش‌نامه ابزار کلیدی مورد استفاده پژوهشگر می‌باشد؛ بنابراین پرسش‌نامه جهت گردآوری داده و به‌منظور بررسی روابط میان متغیرهای مسئله در قالب رویکرد نظام‌مند پیمایشی مورد بهره‌برداری قرار گرفته است.

روش گردآوری داده‌ها

در پژوهش حاضر برای جمع‌آوری اطلاعات از روش‌های مختلفی استفاده شده است. در این پژوهش به‌منظور جمع‌آوری اطلاعات مربوط به پیشینه موضوع از مطالعات کتابخانه‌ای به‌نحوی گسترده استفاده شده است. منابع کتابخانه‌ای مورد استفاده در پژوهش شامل موارد ذیل است:

- کتاب‌ها و گزارش‌های حوزه نوآوری و نوآوری‌های زیست‌محیطی
 - مقالات منتشر شده در مجلات و نشریات معتبر (به‌ویژه انتشارات امرالد اینسایت^۱ و الزویر^۲)
 - پایان‌نامه‌ها و پروژه‌های انجام‌شده در زمینه نوآوری زیست‌محیطی
 - منابع اطلاعاتی اینترنتی به‌ویژه پایگاه‌های اطلاعاتی گوگل اسکولار^۳ و ساینس دایرکت^۴
- یکی از روش‌های مرسوم گردآوری داده در پژوهش‌های پیمایشی، مطالعات میدانی و به‌طور خاص طراحی و توزیع پرسش‌نامه است؛ در پژوهش حاضر با ارسال پرسش‌نامه مجازی و کسب نظر از فعالان و مطلعان صنعت مس، اطلاعات مورد نیاز جمع‌آوری شده است. جامعه آماری در این پژوهش، مشاوران

1 . Emerald Insight
 2 . Elsevier
 3 . Google Scholar
 4 . Science Direct

محیط‌زیست، مدیران ارشد صنعت مس و کارشناسان و متخصصان محیط‌زیست شاغل در امور بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست^۱ و کارشناسان درگیر در پروژه‌های زیست‌محیطی در صنایع مس بود. کل جامعه آماری شناسایی شده ۱۹۷ نفر بود که از نظرات ۱۳۶ نفر به صورت تصادفی برای بررسی مدل و روابط استفاده شد. افراد منتخب، نمایندگان مجتمع مس سرچشمه و شرکت‌های پیمانکاری و مشاوره‌ای بودند که در پروژه‌های زیست‌محیطی مشارکت داشتند. این شرکت‌ها شامل شرکت ملی صنایع مس ایران مجتمع مس سرچشمه، شرکت نیپک (مشاور پروژه اسید)، شرکت فناوران پارسیان (پیمانکار پروژه اسید)، شرکت شارگان (مدیر طرح پروژه اسید) و شرکت آمایشگران پویای محیط (مشاور زیست‌محیطی پروژه اسید) بودند. پرسش‌نامه پژوهش حاضر، پرسش‌نامه‌ای پژوهشگر ساخته بود که براساس مدل مفهومی توسعه یافته (شکل ۲) طراحی شد و به نظرسنجی از افراد مذکور در زمینه وضعیت موجود پیشران‌های نوآوری زیست‌محیطی و عملکرد نوآورانه زیست‌محیطی در صنعت مس می‌پرداخت.

روش تحلیل داده‌ها

در پژوهش حاضر نرمال بودن متغیرها با آزمون کولموگروف-اسمیرنوف^۲ بررسی شد. تحلیل عاملی تأییدی^۳ و مدل‌سازی معادلات ساختاری^۴ نیز با رویکرد حداقل مجذورات جزئی^۵ و با استفاده از نرم‌افزار آماری اسمارت پی‌ال‌اس^۶ انجام شد. مدل‌سازی معادلات ساختاری تحلیل چندمتغیری بسیار نیرومند از خانواده رگرسیون چندمتغیری است که به پژوهشگر امکان آزمون هم‌زمان مجموعه‌ای از معادلات رگرسیون را می‌دهد. مدل‌سازی معادلات ساختاری دیدگاهی است که در آن الگوهای فرضی از ارتباطات مستقیم و غیرمستقیم در میان مجموعه‌ای از متغیرهای مشاهده شده و پنهان بررسی می‌شود. کاربرد اصلی این روش در موضوعات چندمتغیره‌ای است که نمی‌توان به شیوه دومتغیری با در نظر گرفتن مکرر یک متغیر مستقل با یک متغیر وابسته انجام داد. مدل معادلات ساختاری اساساً ترکیب مدل‌های تحلیل مسیر و مدل‌های تحلیل عاملی تأییدی است (سیولک^۷، ۲۰۱۸). در جدول (۲) روش‌شناسی پژوهش به صورت خلاصه ارائه شده است.

- 1 . Health Safety Environment (HSE)
- 2 . Kolmogorov-Smirnov test
- 3 . Confirmatory Factor Analysis (CFA)
- 4 . Structural equation modeling (SEM)
- 5 . Partial least squares (PLS)
- 6 . Smart PLS
- 7 . Civelek

جدول ۲: خلاصه روش‌شناسی پژوهش

گام اول	گام دوم	هدف
شناسایی ابعاد پیشران‌های نوآوری زیست‌محیطی و عملکرد نوآورانه زیست‌محیطی	بررسی تأثیر پیشران‌های نوآوری زیست‌محیطی بر عملکرد نوآورانه زیست‌محیطی در صنعت مس	
مطالعه مقالات و اسناد علمی	پرسش‌نامه	روش گردآوری داده‌ها
مرور پیشینه پژوهش	روش مدل‌سازی معادلات ساختاری	روش تحلیل داده‌ها
پیشران‌های بازار، فناوریانه، قانونی و استانداردها/ نوآوری‌های محصولی، فرایندی و سازمانی	تأیید یا عدم‌تأیید تأثیر پیشران‌های نوآوری زیست‌محیطی بر عملکرد نوآورانه زیست‌محیطی	یافته‌های موردانتظار

تحلیل داده‌ها و ارائه یافته‌ها

صنعت مس و نوآوری‌های زیست‌محیطی

شرکت ملی صنایع مس ایران، یک شرکت تولید و استخراج مس است که در زمینه اکتشاف، استخراج و بهره‌برداری مس و همچنین تولید محصولات مسی نظیر کاتد، اسلب، بیلت و مفتول فعالیت می‌کند. این شرکت مالک سه معدن مس سرچشمه و میدوک در استان کرمان و سونگون در استان آذربایجان شرقی است. شرکت ملی صنایع مس ایران در سال ۱۳۵۱ تحت‌عنوان شرکت سهامی معادن مس سرچشمه در شهر رفسنجان تأسیس شد و در سال ۱۳۵۵ به‌شکل کنونی تغییر نام داد. اکثریت سهام این شرکت متعلق به سازمان توسعه و نوسازی معادن و صنایع معدنی ایران (۱۲٪)، شرکت سرمایه‌گذاری صدر تأمین (۵٪) و شرکت‌های سرمایه‌گذاری سهام عدالت می‌باشد. فعالیت‌های در حال اجرای این مجتمع در راستای اهداف پایداری و ملاحظات زیست‌محیطی شامل احداث کارخانجات تصفیه پساب اسید، توسعه کارخانجات اسید، انتقال آب خلیج فارس، برنامه بهینه‌سازی و مدیریت انرژی، احداث تصفیه‌خانه جامع، توسعه فضای سبز منطقه، احداث نیروگاه خورشیدی و فعالیت‌های روزانه زیست‌محیطی (نظیر تنظیم پ.هاش^۱ آب ورودی به محیط زیست) می‌باشد.

در بُعد محصول، تولید محصولاتی نظیر اسید - که تا چند سال پیش اساساً از محصولات این مجتمع نبود - و ژلیس^۱ - که در آینده‌ای نزدیک به بهره‌برداری می‌رسد - زمینه‌ساز جلوگیری ورود آلاینده‌ها به محیط‌زیست می‌شوند. بُعد فرایندی دارای مصادیقی نظیر بهینه‌سازی مصرف انرژی، تغییر برخی از فرایندهای عملیاتی و برنامه‌ریزی برای استفاده از انرژی‌های پاک است. در بُعد سازمانی نیز می‌توان به وجود واحد محیط‌زیست در سازمان اشاره کرد که زیرمجموعه واحد بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست می‌باشد و با داشتن اختیارات و قدرت مناسب در سازمان، مسئولیت نظارت زیست‌محیطی و تحقق نظام‌های مدیریت زیست‌محیطی را برعهده دارد.

به‌عنوان مثال، با انتقال فناوری از یک شرکت صاحب فناوری (اتوتک^۲)، دود آلاینده کارخانه تبدیل به اسیدی شد که در حال حاضر به‌عنوان محصول به فروش می‌رسد. به بیان دیگر، فناوری زمینه‌ساز اقدام داوطلبانه سازمان در راستای کاهش آلاینده‌گی محیط‌زیست شده است. این رویکرد همان‌گونه که اشاره شد در خصوص توسعه محصولات جدید سازمان نیز صادق است؛ در سوی مقابل اما، پیشران‌هایی نظیر قوانین و استانداردها می‌توانند برخلاف میل سازمان باشند و حتی در مواردی هزینه‌هایی به سازمان تحمیل نمایند که حیات سازمان را نیز تحت‌الشعاع قرار دهد.

شناسایی ابعاد پیشران‌ها و عملکرد نوآورانه زیست‌محیطی

برای پاسخگویی به سوال اول پژوهش در خصوص چستی ابعاد پیشران‌های نوآوری زیست‌محیطی، باتکیه بر مرور پیشینه و پژوهش‌های صورت‌گرفته (جدول ۱)، ابعاد پیشران‌های نوآوری زیست‌محیطی در سه گروه طبقه‌بندی شدند:

— *پیشران‌های قانونی و استانداردها* مشتمل بر مواردی نظیر سیاست‌های زیست‌محیطی، قوانین و مقررات، قواعد ساختاری سازمان و متغیرهای کنترل و درنهایت نظام مدیریت زیست‌محیطی که موارد مذکور را به‌عنوان عامل انگیزاننده برای نوآوری زیست‌محیطی مورد بررسی قرار می‌دهد.

— *پیشران‌های بازار* شامل رضایت مشتری، بازار جدید، امتیازات مشتریان به نوآوری زیست‌محیطی، تأثیر بازارهای جدید، عوامل موجود در زنجیره تأمین و تأثیر عواملی نظیر کشش تقاضا، شاخص رابطه کیفیت و قیمت محصولات، اعتبار شرکت، تقاضا برای محصولات

1 . pH

2 . Autotec

- سبز و دوستدار محیط‌زیست و نقش فشار رقابت بر نوآوری زیست‌محیطی.
- پیشران‌های فناورانه شامل ویژگی‌های فناوری، فشار فناوری و همکاری فناورانه که شیوه‌های به‌دست‌آوردن فناوری زیست‌محیطی، نیاز به رشد فناوری و خصایص فناوری را مورد توجه قرار می‌دهد.
- برای پاسخگویی به سؤال دوم پژوهش در خصوص چستی ابعاد عملکرد نوآورانه زیست‌محیطی، باتکیه بر مرور پیشینه و پژوهش‌های صورت‌گرفته (جدول ۱)، مهم‌ترین ابعاد عملکرد نوآورانه زیست‌محیطی در سه گروه طبقه‌بندی شدند:
- نوآوری‌های محصولی که به بررسی روابط میان ابداع محصولات جدید در نوآوری زیست‌محیطی، اصلاح محصولات موجود، طراحی مجدد محصولات موجود، جایگزینی محصولات موجود و قابلیت‌های فنی و عملکرد نوآورانه زیست‌محیطی می‌پردازد.
- نوآوری‌های فرایندی که به بررسی روابط میان کاهش آلاینده‌گی، بهره‌وری منابع، بازیافت، جایگزینی انرژی فسیلی با انرژی تجدیدپذیر، کاهش میزان سموم در محصولات، کاهش اتلاف انرژی، افزایش چرخه عمر محصول، ایجاد فرایندهای جدید و بهبود فرایندهای قدیمی و عملکرد نوآورانه زیست‌محیطی می‌پردازد.
- نوآوری‌های سازمانی که به بررسی روابط میان تسهیلات تولید، روش‌های جدید مدیریتی، توانمندی مالی و دارایی‌های سازمان، نظارت، مدیریت دانش، قابلیت‌ها و برنامه‌های سازمانی و نظام‌های مدیریت زیست‌محیطی و عملکرد نوآورانه زیست‌محیطی می‌پردازد.
- شایان ذکر است که نوآوری‌های بازاریابی نیز در برخی مطالعات به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های عملکرد نوآورانه زیست‌محیطی مدنظر قرار گرفته‌اند (سازمان همکاری و توسعه اقتصادی، ۲۰۰۹). باین حال اجماع کمی در میان پژوهشگران درخصوص بُعد مذکور وجود دارد و این بُعد معمولاً زیرمجموعه بُعد سازمانی قرار گرفته است؛ بنابراین نوآوری‌های بازاریابی به‌عنوان یکی از ابعاد در مدل مفهومی پژوهش مدنظر قرار نگرفته است.

تجزیه و تحلیل کمی

به‌منظور تحلیل داده‌های حاصل از پرسش‌نامه، از نرم‌افزار اسمارت پی‌ال‌اس به‌فراخور محدودیت‌نداشتن این نرم‌افزار در قبال داده‌های غیرنرمال استفاده شد. براساس خروجی نرم‌افزار اسپ‌اس‌اس^۱ (جدول

۳) مشخص شد که یک نمونه از داده‌های پرسش‌نامه غیرنرمال هستند؛ چراکه آزمون کولموگورف-اسمیرنوف^۱ داده‌های مذکور معنادار بوده و عدد معناداری کوچک‌تر از ۰/۰۵ بود.

جدول ۳: توزیع غیرنرمال برخی داده‌ها

سازمانی	فرایندی	محصولی	قانونی	بازار	فناورانه	
۱۳۶	۱۳۶	۱۳۶	۱۳۶	۱۳۶	۱۳۶	تعداد
۳/۳۹	۳/۴۰	۳/۵۳	۳/۴۳	۳/۶۰	۳/۳۸	میانگین
۱/۰۲۷	۰/۹۴۵	۰/۸۷۷	۰/۹۴۰	۰/۹۳۷	۰/۹۸۲	انحراف معیار
۰/۳۶۴	۰/۴۱۵	۰/۳۷۳	۰/۳۸۴	۰/۴۲۱	۰/۴۱۹	مطلق
۰/۲۳۹	۰/۲۶۲	۰/۲۵۲	۰/۲۴۱	۰/۲۶۲	۰/۲۵۰	مثبت
-۰/۳۶۴	-۰/۴۱۵	-۰/۳۷۳	-۰/۳۸۴	-۰/۴۲۱	-۰/۴۱۹	منفی
۰/۳۶۴	۰/۴۱۵	۰/۳۷۳	۰/۳۸۴	۰/۴۲۱	۰/۴۱۹	آزمون آماری
۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	معیار تصمیم

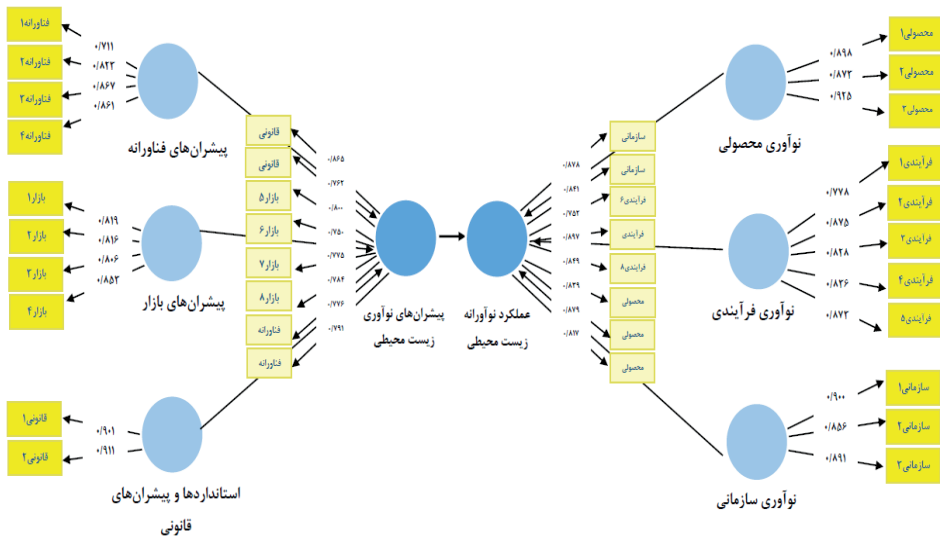
ارزیابی مدل اندازه‌گیری

برای ارزیابی مدل اندازه‌گیری لازم است سازگاری درونی، پایایی معرف و روایی همگرا بررسی شوند. در بررسی سازگاری درونی، مقدار پایایی مرکب می‌بایست بیش از ۰/۷۰۸ باشد. از آلفای کرونباخ نیز می‌توان به‌عنوان یک شاخص محافظه‌کارانه برای بررسی پایایی سازگاری درونی استفاده کرد. جدول (۴) مقادیر پایایی مرکب و آلفای کرونباخ را برای متغیرها و ابعاد آنها نمایش می‌دهد.

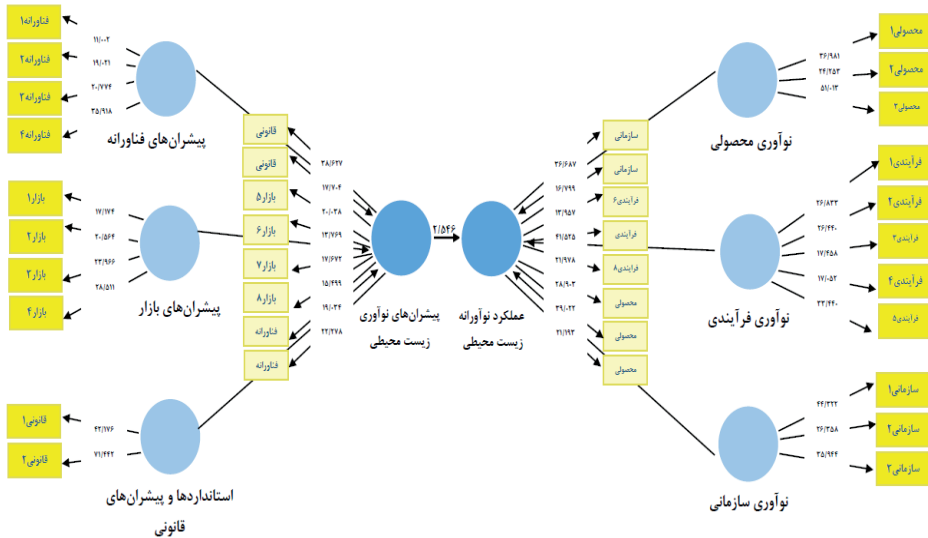
باتوجه به مقادیر پایایی مرکب و آلفای کرونباخ متغیرهای پژوهش، سازه‌ها دارای سطح بالایی از پایایی سازگاری درونی بودند. در بررسی پایایی معرف، بارهای بیرونی می‌بایست بیشتر از ۰/۷۰۸ باشند و معرف‌های دارای بارهای بین ۰/۴ و ۰/۷ نیز زمانی حذف می‌شوند که حذف آن‌ها منجر به افزایش پایایی مرکب و میانگین واریانس استخراج‌شده شود (شکل‌های ۳ و ۴).

جدول ۴: مقادیر پایایی مرکب و آلفای کرونباخ

پایایی مرکب	آلفای کرونباخ	
۰/۹۵۲	۰/۹۴۲	عملکرد نوآورانه زیست‌محیطی
۰/۹۱۴	۰/۸۵۸	نوآوری سازمانی
۰/۹۲۲	۰/۸۹۴	نوآوری فرایندی
۰/۹۲۷	۰/۸۸۱	نوآوری محصولی
۰/۸۹۴	۰/۸۴۲	پیشران‌های بازار
۰/۸۸۹	۰/۸۳۳	پیشران‌های فناوریانه
۰/۹۰۲	۰/۷۸۲	پیشران‌های قانونی و استانداردها
۰/۹۲۹	۰/۹۱۳	پیشران‌های نوآوری زیست‌محیطی



شکل ۳: مقادیر بارهای بیرونی



شکل ۴: مقادیر تی‌ولیو برای بارهای بیرونی

برای بررسی معنی‌داری ضرایب از رویه بوت‌استرپ^۲ استفاده شد. براین اساس، باتوجه به مقادیر تی^۳ و پی^۴ کلیه روابط معنادار بودند. شایان‌ذکر است که در بررسی روایی همگرا میانگین واریانس‌های استخراج‌شده می‌بایست بیش از ۰/۵ باشد (جدول ۵).

براساس جدول ۵، سازه‌های موجود دارای سطوح بالایی از روایی همگرا بودند. ازسوی دیگر، روایی محتوایی ابعاد مختلف شاخص‌ها با مرور پیشینه پژوهش بررسی و تأیید شد و همچنین ضمن بررسی روایی نمایی از طریق مشورت با اساتید خبره در حوزه نوآوری زیست‌محیطی، پرسش‌نامه اصلاح و درنهایت توزیع شد.

- 1 . t-value
- 2 . Bootstrap
- 3 . t
- 4 . p

جدول ۵: مقادیر میانگین واریانس‌های استخراج‌شده

متغیرها و ابعاد	میانگین واریانس‌های استخراج‌شده
عملکرد نوآورانه زیست‌محیطی	۰/۷۱۴
نوآوری سازمانی	۰/۷۷۹
نوآوری فرایندی	۰/۷۰۳
نوآوری محصولی	۰/۸۰۸
پیشران‌های بازار	۰/۶۷۸
پیشران‌های فناوری	۰/۶۶۹
پیشران‌های قانونی و استانداردها	۰/۸۲۱
پیشران‌های نوآوری زیست‌محیطی	۰/۶۲۲

ارزیابی مدل ساختاری

برای ارزیابی مدل ساختاری لازم است مسئله هم‌خطی، معناداری و تناسب روابط مدل ساختاری، ضرایب تعیین (مجذور آر^۱)، اندازه اثر مجذور اف^۲ و اندازه اثر مجذور کیو^۳ بررسی شوند. در بررسی مساله هم‌خطی مقادیر عامل تورم واریانس^۴ می‌بایست کمتر از ۵ باشد و یا به عبارت دیگر سطح تحمل کمتر از ۰/۲ باشد. براین اساس مقادیر بالای ۵ برای عامل تورم واریانس مبین هم‌خطی است (جدول ۶).

جدول ۶: مقادیر عامل تورم واریانس

ابعاد	عامل تورم واریانس	ابعاد	عامل تورم واریانس
قانونی ۱	۱/۷۰۱	فرآیند ۲	۴/۴۴۳
قانونی ۲	۱/۷۰۱	فرآیند ۳	۳/۸۸۵
قانونی ۳	۴/۵۹۹	فرآیند ۴	۲/۶۶۰

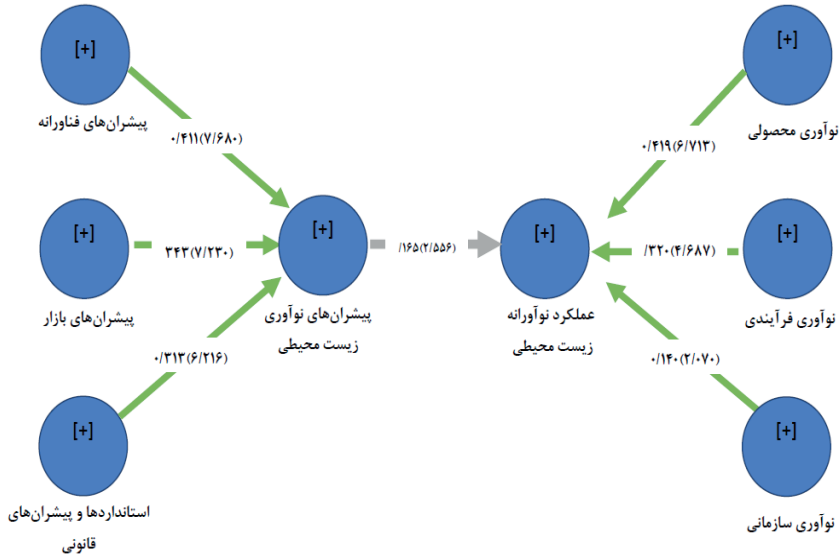
1 . R²2 . f²3 . q²

4 . Variance Inflation Factor (VIF)

ابعاد	عامل تورم واریانس	ابعاد	عامل تورم واریانس
قانونی ۴	۳/۴۸۹	فرآیند ۵	۳/۱۹۸
بازار ۱	۱/۸۵۴	فرآیند ۶	۲/۳۵۹
بازار ۲	۱/۹۴۵	فرآیند ۷	۴/۸۹۲
بازار ۳	۱/۶۷۵	فرآیند ۸	۳/۴۲۰
بازار ۴	۲/۱۴۲	محصول ۱	۲/۴۸۸
بازار ۵	۳/۹۲۷	محصول ۲	۲/۲۴۲
بازار ۶	۳/۶۲۲	محصول ۳	۲/۸۲۴
بازار ۷	۲/۷۶۶	محصول ۴	۳/۷۴۵
بازار ۸	۳/۱۲۲	محصول ۵	۴/۰۲۹
سازمانی ۱	۲/۳۵۱	محصول ۶	۴/۴۰۳
سازمانی ۲	۱/۹۲۴	فناوری ۱	۱/۴۵۹
سازمانی ۳	۲/۳۴۶	فناوری ۲	۱/۹۱۴
سازمانی ۴	۴/۴۰۰	فناوری ۳	۲/۳۳۳
سازمانی ۵	۳/۴۴۳	فناوری ۴	۲/۱۷۸
فرآیند ۱	۱/۸۸۱		

طبق جدول (۶) عامل تورم واریانس برای کلیه ابعاد کمتر از ۵ بود؛ بنابراین هم‌خطی میان سازه‌های پیش‌بین در مدل ساختاری مسئله‌ای نبود و امکان ادامه بررسی نتایج وجود داشت. در بررسی معناداری ضرایب مسیر از رویه بوت‌استرپ استفاده شد؛ براین اساس حداقل تعداد زیرنمونه‌ها می‌بایست به تعداد مشاهدات معتبر یا ۵۰۰۰ باشد. مقادیر بحرانی برای آزمون دو دامنه ۱/۶۵، ۱/۹۶ و ۲/۵۷ به ترتیب برای سطوح معناداری ۱۰٪، ۵٪ و ۱٪ بود. با عنایت به مقادیر به دست آمده برای تی، اکثر روابط در سطح احتمال خطای ۱٪ و روابط میان پیشران‌های نوآوری زیست‌محیطی و عملکرد نوآورانه زیست‌محیطی و نوآوری سازمانی و عملکرد نوآوری زیست‌محیطی در سطح خطای معین ۵٪

معنادار بودند (شکل ۵).



شکل ۵: مقادیر تی‌ولیو برای ضرایب مسیر

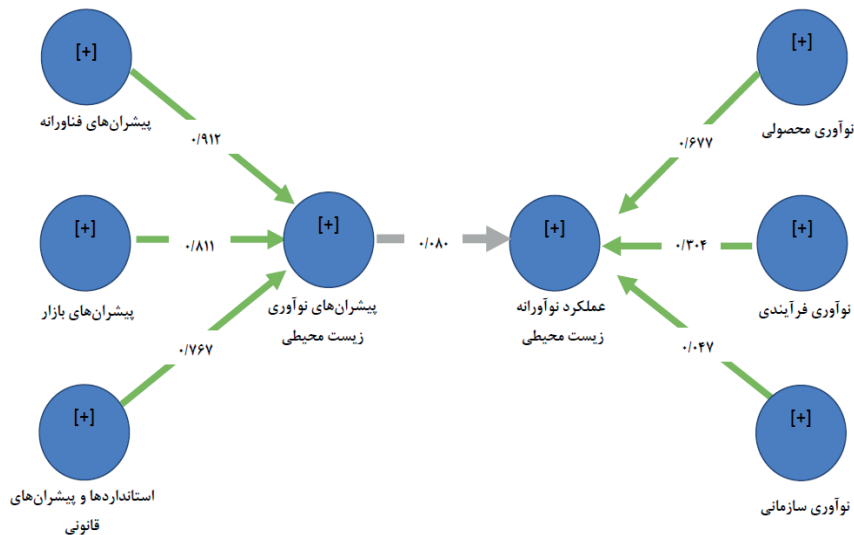
باتوجه به اهمیت نسبی سازه‌های محرک برون‌زا برای پیشران‌های نوآوری زیست‌محیطی می‌توان دریافت که ابعاد پیشران‌های فناورانه، بازار و قانونی به‌ترتیب بیشترین اهمیت را دارند. درخصوص عملکرد نوآورانه زیست‌محیطی نیز ابعاد نوآوری محصولی، فرآیندی و سازمانی به‌ترتیب بیشترین اهمیت را دارا می‌باشند.

برای بررسی معناداری ضرایب از رویه بوت‌استرپ استفاده شد. در جدول ۷ مقادیر ضریب تعیین ارائه شده است؛ براین‌اساس کلیه اعداد بیشتر از ۱/۹۶ بوده و در نتیجه مقادیر برای سطح احتمال خطای معین ۵٪ معنادار بودند. معمول‌ترین سنجه برای ارزیابی مدل ساختاری، ضریب تعیین^۱ می‌باشد؛ این ضریب سنجه دقت پیش‌بینی مدل است و برابر توان دوم همبستگی میان مقادیر واقعی و پیش‌بینی شده یک سازه درون‌زای معین است. در بررسی مقادیر ضریب تعیین مقادیر ۰/۷۵، ۰/۵ و ۰/۲۵ به‌ترتیب قابل توجه، متوسط و ضعیف می‌باشند.

جدول ۷: مقادیر ضریب تعیین

متغیرها	ضریب تعیین	ضریب تعیین تعدیل شده ^۱
عملکرد نوآورانه زیست محیطی	۰/۹۳۱	۰/۹۲۹
پیشران‌های نوآوری زیست محیطی	۰/۹۴۸	۰/۹۴۷

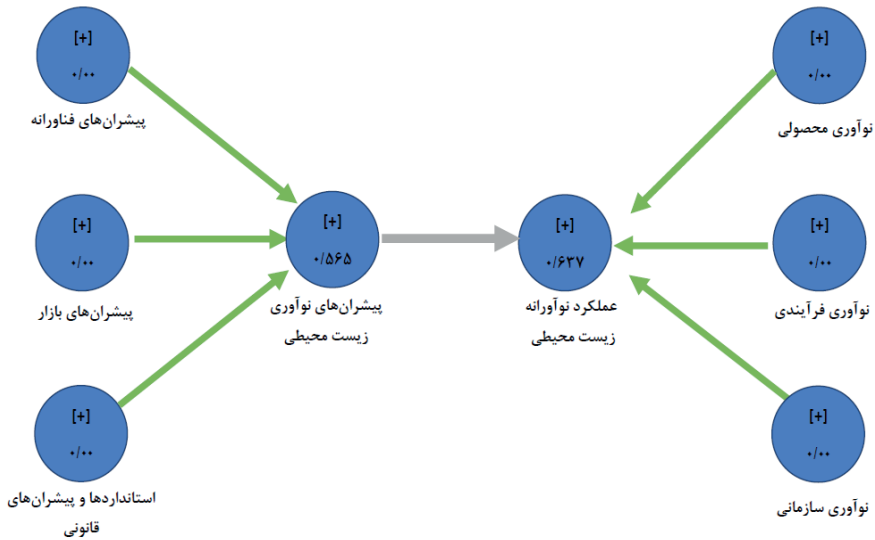
ضرایب تعیین متغیرهای مکنون درون‌زای پیشران‌های نوآوری زیست محیطی و عملکرد نوآورانه زیست محیطی، مقادیر قابل توجه ۰/۹۴۸ و ۰/۹۳۱ بود. با توجه به مقادیر مناسب ضریب تعیین، مشخص شد که ابعاد به‌دست‌آمده برای پیشران‌های نوآوری زیست محیطی و عملکرد نوآورانه زیست محیطی به‌خوبی تعیین شده‌اند. ضریب اندازه اثر مجذور اف برای یک سازه، نمایانگر میزان اثر حذف آن بر سازه‌های درون‌زا است؛ براین اساس مقادیر ۰/۰۲، ۰/۱۵، و ۰/۳۵ به ترتیب اثر کوچک، متوسط و بزرگ برای متغیر مکنون برون‌زا را نشان می‌دهند (شکل ۶).



شکل ۶: مقادیر اندازه اثر مجذور اف

ضریب مجذور کیو با استفاده از رویه چشم‌پوشی به‌دست می‌آید؛ براین اساس مقادیر بزرگ‌تر از صفر مبین تناسب پیش بین سازه‌های برون‌زا برای سازه‌های درون‌زای مرتبط می‌باشند و مقادیر ۰/۰۲،

۰/۱۵ و ۰/۳۵ به ترتیب اثر کوچک، متوسط و بزرگ برای متغیر مکنون برون‌زا را نشان می‌دهند (شکل ۷). مقادیر به‌دست‌آمده با عنایت به مقادیر مطرح‌شده، مبین تناسب پیش‌بین بود.



شکل ۷: مقادیر تناسب پیش‌بین

براساس نتایج مدل‌سازی معادلات ساختاری، مقادیر تی و ضریب مسیر برای رابطه پیشران‌های نوآوری زیست‌محیطی و پیشران‌های فناورانه به ترتیب ۰/۴۱۱ و ۷/۶۸۰ بودند؛ بنابراین بُعد پیشران‌های فناورانه به‌خوبی برای پیشران‌های نوآوری زیست‌محیطی تعیین شده است. با توجه به ضریب مسیر به‌دست‌آمده و مقایسه آن با ضریب مسیر سایر ابعاد نیز مشخص شد که پیشران‌های فناورانه مهم‌ترین بُعد پیشران‌های نوآوری زیست‌محیطی هستند.

همچنین مقادیر تی و ضریب مسیر برای رابطه پیشران‌های نوآوری زیست‌محیطی و پیشران‌های بازار به ترتیب ۰/۳۴۳ و ۷/۲۳۰ بودند؛ بنابراین بُعد پیشران‌های بازار به‌خوبی برای پیشران‌های نوآوری زیست‌محیطی تعیین شده است. با توجه به ضریب مسیر به‌دست‌آمده و مقایسه آن با ضریب مسیر سایر ابعاد نیز مشخص شد که پیشران‌های بازار بعد از پیشران‌های فناورانه، مهم‌ترین بُعد پیشران‌های نوآوری زیست‌محیطی هستند.

علاوه بر این مقادیر تی و ضریب مسیر برای رابطه پیشران‌های نوآوری زیست‌محیطی و پیشران‌های

قانونی و استانداردها به ترتیب ۶/۲۱۶ و ۰/۳۱۳ بودند؛ بنابراین بُعد پیشران‌های قانونی و استانداردها به خوبی برای پیشران‌های نوآوری زیست‌محیطی تعیین شده است. با توجه به ضریب مسیر به دست آمده و مقایسه آن با ضریب مسیر سایر ابعاد نیز مشخص شد که پیشران‌های قانونی و استانداردها کمتر از دو بُعد دیگر اهمیت دارد، اما همچنان از ابعاد مهم پیشران‌های نوآوری زیست‌محیطی می‌باشد. در نهایت ضریب تعیین پیشران‌های نوآوری زیست‌محیطی، مقدار قابل توجه ۰/۹۴۸ بود؛ براین اساس مشخص شد که ابعاد به دست آمده برای پیشران‌های نوآوری زیست‌محیطی به خوبی تعیین شده‌اند.

از سوی دیگر مقادیر تی و ضریب مسیر برای رابطه عملکرد نوآورانه زیست‌محیطی و نوآوری‌های محصولی به ترتیب ۶/۷۱۳ و ۰/۴۱۹ بودند؛ بنابراین بُعد نوآوری‌های محصولی به درستی برای عملکرد نوآورانه زیست‌محیطی تعریف شده است. با عنایت به ضریب مسیر به دست آمده و مقایسه آن با سایر ضرایب مسیر نیز مشخص شد که نوآوری‌های محصولی مهم‌ترین بُعد عملکرد نوآورانه زیست‌محیطی هستند.

همچنین مقادیر تی و ضریب مسیر برای رابطه عملکرد نوآورانه زیست‌محیطی و نوآوری‌های فرایندی به ترتیب ۴/۶۷۸ و ۰/۳۲۰ بودند؛ بنابراین بُعد نوآوری‌های فرایندی به درستی برای عملکرد نوآورانه زیست‌محیطی تعریف شده است. با توجه به ضریب مسیر به دست آمده و مقایسه آن با ضریب مسیر سایر ابعاد نیز مشخص شد که نوآوری‌های فرایندی بعد از نوآوری‌های محصولی مهم‌ترین بُعد عملکرد نوآورانه زیست‌محیطی هستند.

علاوه بر این مقادیر تی و ضریب مسیر رابطه عملکرد نوآورانه زیست‌محیطی و نوآوری‌های سازمانی به ترتیب ۲/۰۷۰ و ۰/۱۴۰ بودند؛ بنابراین بُعد نوآوری‌های سازمانی به خوبی برای عملکرد نوآورانه زیست‌محیطی تعیین شده است. با توجه به ضریب مسیر به دست آمده و مقایسه آن با ضریب مسیر سایر ابعاد نیز مشخص شد که بُعد نوآوری‌های سازمانی کمتر از دو بُعد دیگر اهمیت دارد، هر چند همچنان از ابعاد مهم عملکرد نوآورانه زیست‌محیطی می‌باشد. نهایتاً ضریب تعیین عملکرد نوآورانه زیست‌محیطی، مقدار قابل توجه ۰/۹۳۱ بود؛ براین اساس مشخص شد که ابعاد به دست آمده برای عملکرد نوآورانه زیست‌محیطی به خوبی تعیین شده‌اند.

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر به شناسایی ابعاد پیشران‌های نوآوری زیست‌محیطی و عملکرد نوآورانه زیست‌محیطی و

همچنین بررسی اثر پیشران‌ها بر عملکرد در صنعت مس پرداخته است. در خصوص ابعاد پیشران‌های نوآوری زیست‌محیطی، مطالعات گوناگونی به اشکال مختلف سه بُعد پیشران‌های فناورانه، بازار و قانونی و استانداردها را تأیید کرده‌اند. در زمینه بُعد پیشران‌های فناورانه، دل‌ریو گنزالز (۲۰۰۵)، هورباخ و همکاران (۲۰۱۲)، رشید و همکاران (۲۰۱۵) و آرانز و همکاران (۲۰۲۱) با اشاره به مفاهیمی نظیر روش اکتساب فناوری، فشار فناوری، همکاری و تعامل فناورانه و ویژگی‌های فناوری به بررسی این بُعد پرداخته‌اند. همچنین هورباخ (۲۰۰۸) به بررسی محرک‌های فناوری - نظیر ظرفیت‌های فناوری بنگاه - در یک چارچوب زیست‌محیطی، سیاسی و نهادی پرداخته است. در این راستا در پژوهش حاضر باتوجه به ضریب تعیین به‌دست‌آمده برای متغیر درون‌زای پیشران‌های نوآوری زیست‌محیطی (۰/۹۴۸)، بُعد مذکور به خوبی تعیین شده است؛ یافته‌ای که با پژوهش‌های گذشته نیز هم‌راستا می‌باشد. باتوجه به مقادیر به‌دست‌آمده برای تی (۷/۶۸۰) و ضریب مسیر (۰/۴۱۱) نیز رابطه مستقیم پیشران‌های فناورانه با پیشران‌های نوآوری زیست‌محیطی در سطح معناداری ۱٪ تأیید شد.

در خصوص پیشران‌های بازار، هورباخ (۲۰۰۸)، پریشدن و پریشدن (۲۰۱۵)، کای و لی (۲۰۱۸)، افشاری و همکاران (۲۰۱۹) و چنگ و همکاران (۲۰۲۱) به بررسی مفاهیمی نظیر رضایت مشتری، بازارهای جدید، کشش تقاضا، برندسازی، تقاضا برای محصولات سبز و فشار رقابت پرداخته‌اند. در این راستا باتوجه به مقادیر به‌دست‌آمده برای تی (۷/۲۳۰) و ضریب مسیر (۰/۳۴۳)، رابطه مستقیم پیشران‌های بازار و پیشران‌های نوآوری زیست‌محیطی در سطح معناداری ۱٪ تأیید شد.

در زمینه پیشران‌های قانونی و استانداردها، دل‌ریو گنزالز (۲۰۰۵)، افشاری و همکاران (۲۰۱۹) و آرانز و همکاران (۲۰۲۱) به بررسی مفاهیمی نظیر سیاست‌ها، قوانین و مقررات زیست‌محیطی پرداخته‌اند. همچنین پیشران‌های قانونی و استانداردها به‌عنوان پیشران‌های مهم نوآوری زیست‌محیطی در چندین مطالعه تجربی بررسی شده‌اند (برونرمیر و کوهن، ۲۰۰۳؛ کلف و رنینگز، ۱۹۹۹؛ رنینگز و زویک، ۲۰۰۲) و به‌عنوان اثر کششی و فشاری تنظیم‌کننده شناخته شده‌اند (رنینگز، ۲۰۰۰؛ دل‌ریو گنزالز، ۲۰۰۹). پاپ (۲۰۰۶) نیز به شواهدی دست یافت که تصمیمات نوآوری بنگاه‌ها عمدتاً با مقررات و استانداردهای ملی در ارتباط است. در این راستا باتوجه به مقادیر به‌دست‌آمده برای تی (۶/۲۱۶) و ضریب مسیر (۰/۳۱۳)، رابطه مستقیم پیشران‌های قانونی و استانداردها و پیشران‌های نوآوری زیست‌محیطی در سطح معناداری ۱٪ تأیید شد.

از سوی دیگر در زمینه ابعاد عملکرد نوآورانه زیست‌محیطی، مطالعات گوناگون به اشکال مختلف

سه بُعد نوآوری‌های محصولی، فرایندی و سازمانی را تأیید کرده‌اند. در خصوص نوآوری‌های محصولی، سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (۲۰۰۹)، سومرین و همکاران (۲۰۲۱) و آردیتو^۱ و همکاران (۲۰۲۱) مفاهیمی نظیر ابداع، اصلاح، طراحی مجدد، جایگزینی محصولات و خدمات و شایستگی‌های فنی و عملکرد نوآوری و محصول را بررسی کرده‌اند. در پژوهش حاضر باتوجه به ضریب تعیین به‌دست‌آمده برای متغیر درون‌زای عملکرد نوآوری زیست‌محیطی (۰/۹۳۱)، بُعد مذکور به‌خوبی تعیین شده است؛ یافته‌ای که با پژوهش‌های گذشته نیز هم‌راستا می‌باشد. در این راستا باتوجه به مقادیر به‌دست‌آمده برای تی (۶/۷۱۳) و ضریب مسیر (۰/۴۱۹) نیز رابطه مستقیم نوآوری‌های محصولی و عملکرد نوآورانه زیست‌محیطی در سطح معناداری ۱٪ تأیید شد.

در خصوص نوآوری فرایندی، تیلور و همکاران (۲۰۰۸)، سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (۲۰۰۹)، هورباخ و همکاران (۲۰۱۲) و گالبریت و همکاران (۲۰۲۱) به بررسی مفاهیمی نظیر کاهش آلاینده‌گی بهره‌وری منابع، بازیافت، جایگزینی انرژی فسیلی با انرژی‌های تجدیدپذیر، کاهش میزان سموم در محصولات، کاهش اتلاف انرژی و افزایش چرخه عمر محصول پرداختند. در این راستا باتوجه به مقادیر به‌دست‌آمده برای تی (۴/۶۷۸) و ضریب مسیر (۰/۳۲۰)، رابطه مستقیم نوآوری‌های فرایندی و عملکرد نوآورانه زیست‌محیطی در سطح معناداری ۱ درصد تأیید شد.

در زمینه نوآوری سازمانی، رشید و همکاران (۲۰۱۵)، پریشدن و پریشدن (۲۰۱۵)، گنگ^۲ و همکاران (۲۰۲۱)، چنگ و همکاران (۲۰۲۱) و آرانزو و همکاران (۲۰۲۱) به بررسی مفاهیمی نظیر روش‌های جدید مدیریتی، دارایی‌های سازمان، توسعه تسهیلات تولید، نظارت بر روند نوآوری زیست‌محیطی، مدیریت دانش، زنجیره تأمین سبز، قابلیت‌های سازمانی محیطی و تحقق سیستم‌های مدیریت زیست‌محیطی پرداخته‌اند. در این راستا باتوجه به مقادیر به‌دست‌آمده برای تی (۲/۰۷۰) و ضریب مسیر (۰/۱۴۰)، رابطه مستقیم نوآوری‌های سازمانی و عملکرد نوآورانه زیست‌محیطی در سطح معناداری ۵٪ تأیید شد.

فرضیه اصلی پژوهش حاضر، رابطه مستقیم (مثبت) پیشران‌های نوآوری زیست‌محیطی با عملکرد نوآورانه زیست‌محیطی بود. براساس نتایج مدل‌سازی معادلات ساختاری، مقادیر تی و ضریب مسیر ۲/۵۵۶ و ۰/۱۶۵، رابطه علی مثبت و معنادار میان پیشران‌های نوآوری زیست‌محیطی و عملکرد نوآورانه زیست‌محیطی تأیید شد؛ بنابراین پیشران‌های نوآوری زیست‌محیطی در سطح احتمال خطای ۵٪ بر

عملکرد نوآورانه زیست‌محیطی تأثیرگذار هستند و فرضیه مورد تأیید است. در این زمینه پریشدن و پریشدن (۲۰۱۵)، گنگ و همکاران (۲۰۲۱) و چنگ و همکاران (۲۰۲۱) به بررسی رابطه پیشران‌های نوآوری زیست‌محیطی و عملکرد نوآورانه زیست‌محیطی در قالب بررسی رابطه نوآوری زیست‌محیطی با عملکرد مالی، تجاری، اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی در لهستان، مالزی و چین پرداختند و البته به ابعاد محصولی فرایندی و سازمانی نیز اشاره کردند. به‌عنوان مثال چنگ و همکاران (۲۰۲۱) دریافتند که سازمان برای ارتقای عملکرد زیست‌محیطی خود می‌تواند بر به‌روزرسانی روند کار خود یا تولید محصولات جدید و دوست‌دار محیط‌زیست تمرکز کند. همچنین تلاطم بازار - نظیر رقابت شدید، سلیقه مشتری و تغییرات فناوری غیر قابل پیش‌بینی - تأثیر مثبت نوآوری سازگار با محیط‌زیست را بر عملکرد بنگاه فناوری محور تقویت می‌کند.

در نهایت محدودیت‌های پژوهش حاضر و جهت‌گیری‌های پیشنهادی برای مطالعات آتی به شرح زیر است:

- صنعت مورد مطالعه در پژوهش حاضر، صنعت مس است؛ در نتیجه ممکن است یافته‌ها در زمینه وسیع‌تر کاربردی نباشند. بر این اساس، انجام مطالعات چند نمونه‌ای در صنایع مختلف نظیر صنایع انرژی‌بر (نظیر فولاد، سیمان و پتروشیمی) پیشنهاد می‌شود.
- در پژوهش حاضر وضعیت فعلی با مطالعه مقطعی توصیف شده است؛ بر این اساس انجام پژوهشی طولی به همراه بررسی یک مورد مطالعه طی مدت‌زمان بیشتر می‌تواند به نتایج دقیق‌تری منتج شود.
- پژوهش‌های آتی می‌توانند با به‌کارگیری راهبردهای پژوهش کیفی نظیر مطالعه موردی یا اقدام‌پژوهی به مطالعه عمیق در زمینه نوآوری‌های زیست‌محیطی در این صنعت بپردازند یا به مطالعه اقداماتی برای حل مسائل زیست‌محیطی نظیر بهره‌برداری از فناوری‌های نوین تصفیه آب یا کاربرد انرژی‌های خورشیدی و بادی در صنایعی نظیر مس مبادرت ورزند.
- در مدل مفهومی پژوهش حاضر، عواملی نظیر نوع صنعت و فرهنگ بنگاه‌ها مدنظر قرار نگرفته است. این موارد در پیشینه پژوهش به‌عنوان عوامل تعیین‌کننده در ارتقای عملکرد نوآوری‌های زیست‌محیطی بنگاه‌ها شناسایی شده‌اند (بانسال و روث، ۲۰۰۰). بر این اساس مطالعات آتی می‌توانند با تمرکز بر عوامل مذکور به غنای حوزه پژوهشی کمک کنند.

منابع

- Afshari, H., Searcy, C., & Jaber, M. Y. (2019). The role of eco-innovation drivers in promoting additive manufacturing in supply chains. *International Journal of Production Economics*, 223, 107538. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.107538>
- Andersen, M. M. (2004, December). An innovation system approach to eco-innovation-aligning policy rationales. In *The greening of policies-interlinkages and policy integration conference* (pp. 1-28).
http://userpage.fu-berlin.de/ffu/akumwelt/bc2004/download/andersen_f.pdf
- Ardito, L., Raby, S., Albino, V., & Bertoldi, B. (2021). The duality of digital and environmental orientations in the context of SMEs: Implications for innovation performance. *Journal of Business Research*. 123, 44-56.
<https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.09.022>
- Arranz, N., Arguello, N. L., & de Arroyabe, J. C. F. (2021). How do internal, market and institutional factors affect the development of eco-innovation in firms? *Journal of Cleaner Production*. 297, 126692. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126692>
- Bansal, P., & Roth, K. (2000). Why companies go green: A model of ecological responsiveness. *Academy of Management Journal*. 43(4), 717-736.
<https://doi.org/10.5465/1556363>
- Bocken, N. M. P., Allwood, J. M., Willey, A. R., & King, J. M. H. (2011). Development of an eco-ideation tool to identify stepwise greenhouse gas emission reduction options for consumer goods. *Journal of Cleaner Production*, 19(12), 1279-1287.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.04.009>
- Bossle, M. B., de Barcellos, M. D., Vieira, L. M., & Sauvée, L. (2016). The drivers for adoption of eco-innovation. *Journal of Cleaner Production*, 113, 861-872.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.11.033>
- Brunnermeier, S. B., & Cohen, M. A. (2003). Determinants of environmental innovation in US manufacturing industries. *Journal of Environmental Economics and Management*, 45(2), 278-293. [https://doi.org/10.1016/S0095-0696\(02\)00058-X](https://doi.org/10.1016/S0095-0696(02)00058-X)
- 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.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.109>
- Ch'ng, P. C., Cheah, J., & Amran, A. (2021). Eco-innovation practices and sustainable business performance: The moderating effect of market turbulence in the Malaysian technology industry. *Journal of Cleaner Production*, 283, 124556.

- <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124556>
- Civelek, M. E. (2018). *Essentials of Structural Equation Modeling*. Zea E-books. <https://doi.org/10.13014/k2sj1hr5>
- Cleff, T., & Rennings, K. (1999). Determinants of environmental product and process innovation. *European Environment*, 9(5), 191-201. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-0976\(199909/10\)9:5%3C191::AID-EET201%3E3.0.CO;2-M](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-0976(199909/10)9:5%3C191::AID-EET201%3E3.0.CO;2-M)
- Dangelico, R. M., & Pujari, D. (2010). Mainstreaming green product innovation: Why and how companies integrate environmental sustainability. *Journal of Business Ethics*, 95, 471–486. <https://doi.org/10.1007/s10551-010-0434-0>
- Del Rio Gonzalez, P. (2005). Analysing the factors influencing clean technology adoption: A study of the Spanish pulp and paper industry. *Business strategy and the Environment*, 14(1), 20-37. <https://doi.org/10.1002/bse.426>
- Del Rio Gonzalez, P. (2009). The empirical analysis of the determinants for environmental technological change: A research agenda. *Ecological Economics*, 68(3), 861–878. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.07.004>
- Díaz-García, C., González-Moreno, Á., & Sáez-Martínez, F. J. (2015). Eco-innovation: Insights from a literature review. *Innovation: Organization and Management*, 17(1), 6-23. <https://doi.org/10.1080/14479338.2015.1011060>
- Dogaru, L. (2020). Eco-Innovation and the contribution of companies to the sustainable development. *Procedia Manufacturing*, 46, 294-298. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.03.043>
- Doran, J., & Ryan, G. (2016). The importance of the diverse drivers and types of environmental innovation for firm performance. *Business Strategy and the Environment*, 25(2), 102-119. <https://doi.org/10.1002/bse.1860>
- Galbreath, J., Chang, C. Y., & Tisch, D. (2021). Are exporting firms linked to cleaner production? A study of eco-innovation in Taiwan. *Journal of Cleaner Production*, 303, 127029. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127029>
- García-Granero, E. M., Piedra-Muñoz, L., & Galdeano-Gómez, E. (2018). Eco-innovation measurement: A review of firm performance indicators. *Journal of Cleaner Production*, 191, 304-317. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.04.215>
- Geng, D., Lai, K., & Zhu, Q. (2021). Eco-innovation and its role for performance improvement among Chinese small and medium-sized manufacturing enterprises. *International Journal of Production Economics*, 231, 107869. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107869>

- Horbach, J. (2008). Determinants of environmental innovation-New evidence from German panel data sources. *Research Policy*, 37(1), 163-173.
<https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.08.006>
- Horbach, J., Rammer, C., & Rennings, K. (2012). Determinants of eco-innovations by type of environmental impact-The role of regulatory push/pull, technology push and market pull. *Ecological Economics*, 78, 112-122.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.04.005>
- Korhonen, J. (2001). Four ecosystem principles for an industrial ecosystem. *Journal of Cleaner Production*, 9(3), 253-259. [https://doi.org/10.1016/S0959-6526\(00\)00058-5](https://doi.org/10.1016/S0959-6526(00)00058-5)
- Medeiros, J. F., Ribeiro, J. L. D., & Cortimiglia, M. N. (2014). Success factors for environmentally sustainable product innovation: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, 65, 76-86.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.08.035>
- OECD (2009). *Sustainable manufacturing and eco-innovation: Towards a green economy*. Policy Brief June 2009.
<https://www.oecd.org/env/consumption-innovation/42957785.pdf>
- Popp, D. (2006). International innovation and diffusion of air pollution control technologies: The effects of NOX and SO2 regulation in the US, Japan, and Germany. *Journal of Environmental Economics and Management*, 51(1), 46-71.
<https://doi.org/10.1016/j.jeem.2005.04.006>
- Porter, M. E., & Van der Linde, C. (1995). Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship. *Journal of Economic Perspectives*, 9(4), 97-118.
<http://doi.org/10.1257/jep.9.4.97>
- Przychodzen, J., & Przychodzen, W. (2015). Relationships between eco-innovation and financial performance—evidence from publicly traded companies in Poland and Hungary. *Journal of Cleaner Production*, 90, 253-263.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.11.034>
- Rashid, N., Jabar, J., Yahya, S., & Shami, S. (2015). Dynamic eco innovation practices: A systematic review of state of the art and future direction for eco innovation study. *Asian Social Science*, 11(1), 8-21.
<https://doi.org/10.5539/ass.v11n1p8>
- Reid, A., & Miedzinski, M. (2008). *Eco-innovation: Final report for Sectoral Innovation Watch*. Technopolis Group. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1748.0089>
- Rennings, K. (2000). Redefining innovation: Eco-innovation research and the contribution from ecological economics. *Journal of Ecological Economics*. 32(2),

319-332. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(99\)00112-3](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(99)00112-3)

Rennings, K., & Zwick, T. (2002). Employment impact of cleaner production on the firm level: Empirical evidence from a survey in five European countries. *International Journal of Innovation Management*, 6(3), 319–342.

<https://doi.org/10.1142/S1363919602000604>

Sumrin, S., Gupta, S., Asaad, Y., & Wang, Y. (2021). Eco-innovation for environment and waste prevention. *Journal of Business*. 122, 627-639.

<https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.08.001>

Taylor, R. P., Govindarajalu, C., Levin, J., Meyer, A. S., & Ward, W. A. (2008). *Financing energy efficiency: Lessons from Brazil, China, India, and beyond*. Energy Sector Management Assistance Program (ESMAP). World Bank Publications.

<https://doi.org/10.1596/978-0-8213-7304-0>

Triguero, A., Moreno-Mondéjar, L., & Davia, M. A. (2013). Drivers different types of ecoinnovation In European SMEs. *Ecological Economics*, 92, 25-33.

<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2013.04.009>

Zhang, L., Mu, R., Hu, S., Zhang, Q., & Wang, S. (2021). Impacts of manufacturing specialized and diversified agglomeration on the eco-innovation efficiency-a nonlinear test from dynamic perspective. *Sustainability*, 13(7), 3809.

<https://doi.org/10.3390/su13073809>