

Conceptual Carbon Accounting Framework for Sustainable Supply Chain Management

Mohammad Farrokh 

Department of Financial Engineering, Ar.c,
Islamic Azad University, Arak, Iran

Ali Lal Bar  *

Department of Accounting, Ar.c, Islamic Azad
University, Arak, Iran

Nazanin Shamloo 

Department of Accounting, Ar.c, Islamic Azad
University, Arak, Iran

Abstract

Introduction

This study develops a conceptual framework to integrate greenhouse gas emissions accounting with cost data, corporate reporting, and managerial decision-making processes within the context of sustainable supply chain management.

Research Method

Adopting a conceptual design, this research synthesizes literature across carbon accounting, environmental management accounting, and SSCM through a critical narrative review. The analysis systematically distinguishes between mandatory international GHG accounting standards, empirical evidence, and theoretical propositions. Furthermore, local academic literature is examined to contextualize carbon reporting developments within an emerging-economy setting.

Results and Discussion

The proposed framework comprises five interconnected stages: (1) source identification and boundary delineation; (2) emissions quantification and data registration; (3) integration of physical

* Corresponding Author: alilalbar@iau.ac.ir

How to Cite: Farrokh, M., Lal Bar, A., Shamloo, N. (2025). Developing a Conceptual Carbon Accounting Framework for Sustainable Supply Chain Management. *Journal of Environmental and Natural Resource Economics*, 5(13), pp. 147-171. DOI: 10.22054/eenr.2026.89687.219

emissions data into cost accounting systems; (4) transparent reporting and disclosure; and (5) managerial decision-making supported by feedback mechanisms. Successful implementation necessitates foundational prerequisites, including data integrity, traceability, inter-firm coordination, governance accountability, and robust documentation of estimation methodologies. Crucially, the framework delineates physical carbon flows, realized financial costs, and internal (shadow) carbon pricing, thereby preventing the misclassification of total emissions as immediate balance-sheet liabilities.

Conclusion

By structuring the interfaces between physical emissions accounting and managerial decision-making across organizational boundaries, this paper provides a robust theoretical foundation for carbon-aware supply chain governance. While the study is conceptual in nature, it establishes a clear trajectory for future empirical validation, emphasizing the necessity for sector-specific research to assess the efficacy of such integrated frameworks in driving emissions abatement and corporate financial performance.

Keywords: Carbon Accounting, Sustainable Supply Chain management, Environmental Management Accounting, Carbon Disclosure, Internal Carbon Pricing

JEL Classification: Q56, M41, M11, Q58



چارچوب مفهومی حسابداری کربن در مدیریت زنجیره تأمین پایدار

محمد فرخ ^{ID} | گروه مهندسی مالی، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران

علی لعل بار ^{ID*} | گروه حسابداری، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران

نازنین شاملو ^{ID} | گروه حسابداری، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران

چکیده

هدف این پژوهش، توسعه چارچوبی مفهومی جهت پیوند اطلاعات انتشار گازهای گلخانه‌ای با داده‌های بهای تمام‌شده، گزارشگری و تصمیم‌گیری در زنجیره تأمین پایدار است. در این مسیر، با رویکردی مفهومی و بر پایه مرور روایی و تحلیل انتقادی ادبیات حسابداری کربن، مدیریت زیست‌محیطی و زنجیره تأمین، با تفکیک میان استانداردهای بین‌المللی، یافته‌های تجربی و نظریات، الزامات گزارشگری در اقتصاد ملی واکاوی شده است. یافته‌ها به طراحی الگویی پنج مرحله‌ای و پیوسته انجامیده که گام‌های شناسایی منابع و تعیین مرزهای انتشار، اندازه‌گیری و ثبت داده‌ها، تلفیق اطلاعات فیزیکی انتشار با سامانه‌های هزینه‌یابی، گزارشگری و افشای شفاف و به کارگیری مدیریتی همراه با سازوکارهای بازخورد را در بر می‌گیرد. استقرار موفق این الگو متضمن تحقق الزاماتی فراگیر نظیر کیفیت داده‌ها، ردیابی‌پذیری، هماهنگی میان‌بنگاهی در طول زنجیره، پاسخ‌گویی حاکمیتی و مستندسازی روش‌های برآورد است. ضمن آنکه تفکیک صریح میان جریان انتشار فیزیکی، هزینه‌های محقق‌شده مالی و قیمت‌گذاری سایه‌ای کربن، مانع از طبقه‌بندی نادرست کل انتشار به عنوان بدهی قطعی ترازنامه‌ای می‌شود. اگرچه با توجه به ماهیت مفهومی این الگو، ارزیابی قابلیت اجرا، سنجش پتانسیل کاهش انتشار و واکاوی اثرات آن بر عملکرد اقتصادی شرکت‌ها مستلزم آزمون‌های تجربی آتی در صنایع مختلف خواهد بود.

کلیدواژه‌ها: حسابداری کربن، مدیریت زنجیره تأمین پایدار، حسابداری مدیریت زیست‌محیطی، افشای کربن، قیمت‌گذاری سایه‌ای کربن.

طبقه‌بندی JEL: Q56, M41, M11, Q58

* نویسنده مسئول: alilalbar@iau.ac.ir

۱. مقدمه

تشدید مخاطرات ناشی از دگرگونی‌های اقلیمی و پیامدهای فراگیر آن بر زیست‌بوم و پایداری بنگاه‌ها، بازنگری در شیوه ارزیابی و ردیابی ردپای کربن را در پهنه زنجیره‌های تأمین به ضرورتی راهبردی بدل کرده است. تمرکز بالای انتشار آلاینده‌های گلخانه‌ای به‌ویژه گاز دی‌اکسید کربن در بخش‌های تولیدی و صنعتی، سبب شده است فشارهای چندجانبه‌ای از سوی نهادهای رگولاتوری، بازارهای سرمایه و گروه‌های ذی‌نفع برای پاسخگویی شفاف زیست‌محیطی بر شرکت‌ها تحمیل شود. در مواجهه با این مطالبات، حسابداری کربن به عنوان سازوکاری کارآمد و بنیادین جهت سنجش، واکاوی و راهبری انتشارات در سرتاسر چرخه حیات کالاها و خدمات ظهور یافته است. کارکرد این پارادایم نوین، فراتر رفتن از چارچوب‌های درون‌سازمانی و ترسیم تصویری کل‌نگر از زنجیره ارزش است؛ به‌طوری‌که پیوستگی جریان کربن را از گام‌های آغازین تدارک مواد تا واپسین مراحل مصرف پوشش می‌دهد. با پیچیده‌تر شدن تعاملات شبکه‌ای میان اعضای زنجیره، نارسا بودن سیستم‌های سنتی حسابداری بیش از پیش نمایان شده است.

در ادبیات پژوهشی کشور، شواهد تجربی بر این واقعیت صحه می‌گذارد که استقرار سازوکارهای حسابداری کربن و بهبود سطح شفافیت زیست‌محیطی، نقش معناداری در ارتقای پایداری و تاب‌آوری سازمانی ایفا می‌کند (حجازی و رامشه، ۱۳۹۱). با این حال، محدود ساختن دامنه تحلیل به مرزهای قانونی بنگاه، بازتاب‌دهنده واقعیت پیامدهای بوم‌شناختی فعالیت‌ها نیست؛ از این رو، مدیریت حسابداری کربن در پهنه زنجیره تأمین، ابزاری استراتژیک برای اندازه‌گیری و مهار پیامدهای برون‌مرزی سازمان تلقی می‌شود. دستیابی به این مهم مستلزم تفکیک موشکافانه دامنه‌های سه‌گانه انتشار (Scope 1, 2, 3)^۱

^۱ دامنه ۱ (Scope 1) شامل انتشارهای مستقیم ناشی از منابع تحت مالکیت یا کنترل مستقیم سازمان، دامنه ۲ (Scope 2) شامل انتشارهای غیرمستقیم ناشی از مصرف برق، گرما یا بخار خریداری‌شده، و دامنه ۳ (Scope 3) دربرگیرنده کلیه انتشارهای غیرمستقیم در طول زنجیره ارزش بالادستی (تأمین‌کنندگان) و پایین‌دستی (توزیع و مصرف‌کنندگان) است.

است تا مسیر تبدیل داده‌های زیست‌محیطی به راهکارهای عملیاتی هموار گردد. از منظر راهبری، شفاف‌سازی کانون‌های کلیدی انتشار در امتداد زنجیره، زمینه اتخاذ تصمیماتی اثربخش نظیر گزینش هوشمندانه شرکای تجاری بر پایه شایستگی‌های پایداری را مهیا می‌سازد. از سوی دیگر، پژوهش‌ها نشان داده‌اند که کیفیت افشای داده‌های اقلیمی و بهبود کارنامه زیست‌محیطی، محرکی بنیادین در تقویت ارزش بازار و بهبود شاخص‌های مالی شرکت‌ها به شمار می‌رود (برزگر و عباسی، ۱۳۹۵). همچنین نقش محوری این شاخه از حسابداری در ارتقای پاسخگویی از طریق چارچوب‌های پاسخگویی اجتماعی- زیست‌محیطی و تدوین الگوهای انتشار هدفمند به اثبات رسیده است (واسعی چهارمحالی و همکاران، ۱۴۰۰).

با وجود این ظرفیت‌ها و تلاش‌هایی که در زمینه انطباق با چارچوب‌های بین‌المللی نظیر پروتکل گازهای گلخانه‌ای^۱ صورت پذیرفته، پیاده‌سازی کاربردی حسابداری کربن در شبکه تأمین با گره‌های نظری و محدودیت‌های ساختاری چشمگیری همراه است (جعفری‌نسب و حجازی، ۱۳۹۷). نمود این موانع در بستر صنعتی و اقتصادی کشور به‌ویژه با توجه به چالش‌های شبکه لجستیک و جریان‌های تأمین مواد اولیه، ضرورت صورت‌بندی یک مدل مدون و بومی‌سازی شده را اجتناب‌ناپذیر می‌سازد. بر این مبنا، پژوهش حاضر درصدد است تا با اتخاذ رویکردی جامع، چارچوب مفهومی مدیریت حسابداری کربن را در زنجیره تأمین بخش صنعت تبیین نماید؛ مدلی که بر مکانیسم‌های ردگیری ردپای کربن، ادغام سنجه‌های زیست‌محیطی در محاسبات تصمیم‌گیری و ارائه سازوکاری هماهنگ برای ارتقای مسئولیت‌پذیری پایدار تمرکز دارد.

۲. پیشینه پژوهش

الف) واکاوی مطالعات تجربی داخلی و بین‌المللی

^۱ GHG Protocol

واکاوی پیشینه تجربی در قلمرو حسابداری کربن در بستر زنجیره‌های تأمین، مبین شکل‌گیری دو پارادایم پژوهشی با مختصات متفاوت در سطوح فراملی و ملی است. در مقیاس جهانی، ثقل مطالعات اخیر بر انتشارات غیرمستقیم زنجیره ارزش (دامنه ۳) متمرکز گردیده است؛ مؤلفه‌ای که بر پایه شواهد تجربی، غالباً سهمی فراتر از ۷۰ درصد از ردپای بوم‌شناختی بنگاه‌ها را به خود اختصاص می‌دهد (وتونه موزنر^۱، ۲۰۱۵). یافته‌های محققان بین‌المللی آشکار می‌سازد که استقرار سامانه‌های حسابداری کربن از رهگذر شفاف‌سازی فرآیندهای زنجیره تأمین، افزون بر تحدید ریسک‌های ناشی از مقررات‌گذاری سخت‌گیرانه، از طریق ارتقای بهره‌وری منابع به عنوان اهرمی برای دستیابی به مزیت رقابتی پایدار عمل می‌نماید (مولرو و همکاران^۲، ۲۰۱۹). مضاف بر این، پژوهش‌های متأخر بر به کارگیری الگوهای مبتنی بر هوش محاسباتی و داده‌کاوی جهت ترکیب جریان داده‌های انتشار با سناریوهای پایداری اقلیمی - نظیر استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی در پیش‌بینی نوسانات انتشار - تأکید ورزیده‌اند (ژائو و همکاران^۳، ۲۰۲۰؛ یین و همکاران^۴، ۲۰۲۲).

در نقطه مقابل، با وجود درک ضرورت و اهمیت موضوع در پژوهش‌های داخلی، این حوزه از فقر روش‌شناختی و کمبود کاوش‌های تجربی ساختاریافته رنج می‌برد. عمده آثار پژوهشگران ایرانی به مبانی مفهومی حسابداری کربن، پیوند آن با مسئولیت‌پذیری اجتماعی^۵ و ارزیابی تأثیر افشای داوطلبانه اطلاعات بر ارزش سهام و عملکرد بازار اختصاص یافته است (حجازی و رامشه، ۱۳۹۱؛ برزگر و عباسی، ۱۳۹۵؛ واسعی چهارمحالی و همکاران، ۱۴۰۰). هرچند این آثار ابعاد آگاهی‌بخشی گزارشگری را در تبیین مسئولیت پاسخگویی سازمانی نمایان ساخته‌اند، اما فاقد چارچوب‌های کمی مدون و منطبق بر پروتکل‌های استاندارد بین‌المللی (همچون پروتکل گازهای گلخانه‌ای GHG) در سطح شبکه‌های تولیدی و صنعتی کشور هستند (جعفری‌نسب و حجازی، ۱۳۹۷).

¹ Vetóné Móznér

² Mulrow

³ Zhao

⁴ Yin

⁵ CSR

بررسی انتقادی پیشینه داخلی گویای آن است که فرآیند تکوین حسابداری کربن در کشور به سبب نارسایی‌های زیرساختی دچار یک وقفه و تأخر بنیادین شده است. در شرایطی که محققان داخلی بر لزوم افشاگری و ایفای مسئولیت اجتماعی پای می‌فشارند (واسعی چهارم‌حالی و همکاران، ۱۴۰۰)، پژوهش‌های موجود عمدتاً در سطح سنجش‌های کیفی، توصیفی و صوری گزارشگری متوقف مانده و در سازوکارهای تصمیم‌گیری عملیاتی و تخصیص منابع بنگاه‌ها نهادینه نشده‌اند؛ افزون بر این، خلاء ممیزی‌های ساخت‌یافته و متدهای یکپارچه‌ساز داده‌های دامنه ۳ به وضوح مشهود است. سیستم‌های حسابداری کربن زمانی کارایی خواهند داشت که با سنجش شفاف انتشارات، امکان پاسخگویی کارآمد به مطالبات ارکان حاکمیتی، سهامداران و بازارها را پدید آورند و از این مسیر، سرمایه اعتمادی سازمان را تقویت نمایند (اسکوی^۱، ۲۰۱۴). متأسفانه فقدان یک ساختار یکپارچه ملی و ضعف زیرساخت‌های فناورانه در محیط اقتصادی ایران موجب شده است ارزیابی‌های مربوط به جریان کربن ماهیتی پراکنده، غیراستاندارد و دور از راستی‌آزمایی‌های سامانه‌ای به خود بگیرد (بورگی^۲، ۲۰۲۱). این نقصان، با جریان پیشرو جهانی که حسابداری کربن را سازوکاری استراتژیک برای بهینه‌سازی زنجیره تأمین و هدایت تصمیم‌گیری‌های کلان تلقی می‌کند، فاصله چشمگیری دارد (چن و همکاران^۳، ۲۰۱۹). بنابراین، گره اصلی پژوهش‌های پیشین، فقدان رهیافت‌های کمی، کاربردی و بومی‌سازی‌شده‌ای است که گذار از ادراک نظری صرف به عرصه هم‌افزایی عملیاتی را محقق سازند.

ب) چارچوب نظری و مبانی مفهومی حسابداری کربن در شبکه تأمین صنایع تولیدی

حسابداری کربن دلالت بر منظومه‌ای هماهنگ از سازوکارهای سنجش، ردیابی، ارزیابی ریالی و گزارشگری انتشار گازهای گلخانه‌ای در دامنه‌های خرد درون‌سازمانی و شبکه‌های فرابنگاهی دارد. دگردیسی تاریخی این حوزه از تمرکز محدود بر خروجی مستقیم خطوط

¹ Ascui

² Borghei

³ Chen

تولید (دامنه ۱) به شمول پیامدهای ثانویه ناشی از خرید انرژی (دامنه ۲) و به‌ویژه رهگیری آلایندگی‌های گسترده در طول زنجیره تأمین (دامنه ۳)، نشان‌دهنده یک تحول پارادایمی عمیق است. با توجه به اینکه در بخش صنعت، بیشترین حجم انتشارات در حوزه دامنه ۳ شکل می‌گیرد، حسابداری کربن جایگاهی کلیدی در مدیریت جامع زنجیره تأمین پایدار یافته است (وتونه موزنر، ۲۰۱۵).

ب-۱) گذار از نگرش جزیره‌ای درون‌سازمانی به رویکرد سیستمیک در زنجیره ارزش: رهیافت‌های مدرن، مرزهای ارزیابی زیست‌محیطی را از قلمرو فیزیکی یک شرکت فراتر برده و آن را در قالب یک کل یکپارچه بررسی می‌کنند. جهت‌گیری‌های استراتژیک در طراحی محصول، فرآیند ارزیابی تأمین‌کنندگان و مهندسی شبکه حمل‌ونقل، پیامدهای کربنی متعددی در کل پیکره زنجیره بر جای می‌گذارند. تحقیقات تجربی برون‌مرزی اثبات کرده‌اند که درهم‌آمیختن سنج‌های کربنی با این گزینش‌ها، نه تنها به کاهش بار آلودگی منجر می‌شود، بلکه از مسیر مدیریت بهینه هزینه‌ها، سودآوری را بهبود می‌بخشد (مولرو و همکاران، ۲۰۱۹) و حسابداری کربن را در جایگاه یک قابلیت متمایز رقابتی می‌نشانند (ژائو و همکاران، ۲۰۲۰). در داخل کشور، تمرکز پژوهشگران غالباً معطوف به پیامدهای گزارشگری در عرصه حاکمیت شرکتی و بازار سرمایه بوده است (حجازی و رامشه، ۱۳۹۱؛ واسعی چهارمحالی و همکاران، ۱۴۰۰). با این وجود، کوشش‌های اندکی که در راستای شبیه‌سازی پروتکل GHG در شبکه‌های تولیدی کشور انجام گرفته، فاقد جامعیت لازم برای دربرگیری کلیه پیوندهای سیستمی زنجیره بوده‌اند (جعفری‌نسب و حجازی، ۱۳۹۷).

ب-۲) استانداردهای حاکم و ابزارهای عملیاتی‌سازی: جهت‌عینیت‌بخشی به این سازوکار، پروتکل بین‌المللی GHG با طبقه‌بندی انتشارات در سه دامنه عملیاتی، مبنایی پذیرفته‌شده فراهم آورده است؛ اگرچه پیاده‌سازی سازوکارهای دامنه ۳ مستلزم تبادله نظام‌مند داده‌ها و هم‌پوشانی میان‌سازمانی قابل‌ملاحظه‌ای است (بورگی، ۲۰۲۱). همچنین استانداردهایی همچون ISO 14064 و PAS 2050 تمرکز خود را بر جزئیات فنی ارزیابی

چرخه عمر محصولات^۱ معطوف داشته‌اند. علاوه بر این، ظهور موازین نوین گزارشگری پایداری و معیارهای حاکمیت زیست‌محیطی، اجتماعی و شرکتی^۲ به‌ویژه چارچوب کارگروه افشای مالی مرتبط با اقلیم^۳ افشای داده‌های مربوط به ریسک‌های کربن را از رویکردی اختیاری به ضرورتی راهبردی جهت اقناع سهامداران و تأمین‌کنندگان مالی مبدل نموده است (ین و همکاران، ۲۰۲۲).

ب-۳) نقش‌آفرینی مدیریتی و موانع استقرار سیستمی: دستاوردهای پیاده‌سازی حسابداری کربن فراتر از ثبت‌های دفتری است و کارکردهایی نظیر شناسایی نقاط کانونی هدررفت انرژی، طراحی مسیرهای بهینه لجستیک و مهار ریسک‌های مالیاتی اقلیمی را در بر می‌گیرد؛ از این رو بنگاه‌های پیشرو با ادغام این سنج‌ها توانسته‌اند برتری رقابتی خود را تحکیم بخشند (برندنلرگ و همکاران^۴، ۲۰۱۹). با این وجود، مسیر استقرار این سیستم‌ها در شبکه‌های تأمین با چالش‌های فنی فراوانی همراه است. گستردگی ابعاد دامنه ۳، تشتت کانال‌های تأمین و عدم دسترسی به داده‌های قابل اتکا از سوی تأمین‌کنندگان خرد، ضریب خطای محاسباتی را به شدت افزایش می‌دهد. در بستر صنایع ایران، این محدودیت‌ها در تلاقی با فقر فناوری‌های یکپارچه‌ساز و کمبود دانش تخصصی درون‌سازمانی، مانع از تکوین ساختارهای کارآمد حسابداری کربن شده است (کائور و همکاران^۵، ۲۰۲۲). تحقق شفافیت واقعی و مستمر، بیش و پیش از هر چیز در گرو نوسازی این بسترها و توسعه زیرساخت‌های اطلاعاتی است (برزگر و عباسی، ۱۳۹۵).

ب-۴) جمع‌بندی نظری و رویکرد روش‌شناختی: برآیند ادبیات پیشین روشن می‌سازد در حالی که جریان بین‌المللی بر شبیه‌سازی ریاضی و مدل‌های داده‌محور عملیاتی تکیه دارد، ادبیات ملی در مرحله بازگویی اهمیت و تحلیل‌های توصیفی بازمانده است. از این رو، پژوهش کنونی با درک ماهیت این گسست ساختاری در فرآیند بومی‌سازی الگوهای

¹ LCA

² ESG

³ TCFD

⁴ Brandenburg

⁵ Kaur

تخصیص کربن، چارچوب مرور تحلیلی- انتقادی را به عنوان بستر روش‌شناسی برگزیده است. این گزینش، با هدف عبور از تلخیص منفعلانه متون و ورود به عرصه آسیب‌شناسی سازگاری الگوهای جهانی با اقتضائات زنجیره‌های تأمین در محیط اقتصادی کشور انجام شده است تا زمینه را برای توسعه یک الگوی مفهومی کارآمد و کاربردی فراهم سازد.

۳. روش

این مطالعه با اتخاذ رویکرد مرور نظام‌مند پیشنهادی توأم با تحلیل محتوای کیفی، به واکاوی عمیق جایگاه و ابعاد استقرار حسابداری کربن در پهنه مدیریت زنجیره تأمین بخش تولید کشور می‌پردازد. مقصود بنیادین این فرآیند، واکاوی نقادانه گسست‌های نظری و تجربی موجود در ادبیات موضوع و در نهایت، تدوین یک چارچوب تحلیلی منسجم و ارائه نقشه راهی کاربردی برای بومی‌سازی این سازوکار در فضای صنعتی ایران است.

الف) مراحل اجرای پژوهش

فرآیند پژوهش حاضر در قالب پنج گام متوالی و ساختاریافته به شرح زیر به مرحله اجرا درآمد:

الف-۱) تعیین و تحدید قلمرو مفهومی: در گام نخست، مرزهای نظری پژوهش با محوریت سه گستره کلیدی شامل حسابداری کربن، راهبری انتشار گازهای گلخانه‌ای و زنجیره تأمین صنایع تولیدی صورت‌بندی شد. بدین ترتیب، اولویت بررسی به پژوهش‌هایی اختصاص یافت که سازوکارهای سنجش، ردیابی، گزارشگری و مهار آلاینده‌ها را در سطوح خرد درون‌سازمانی و گستره کلان شبکه‌های تأمین مورد کاوش قرار داده‌اند.

الف-۲) جستجوی نظام‌مند در پایگاه‌های استنادی: جهت بازیابی جامع متون مرتبط، استعلام اطلاعاتی در پایگاه‌های شاخص علمی داخلی (شامل مگ‌ایران، نورمگز، پایگاه اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی (SID و ایرانداک) و مخازن معتبر بین‌المللی (نظیر Scopus، Web of Science، ScienceDirect، SpringerLink) و موتور کاوشگر Google

(Scholar) صورت پذیرفت. این جستجو با به کارگیری ترکیبی از کلیدواژه‌های تخصصی فارسی و لاتین (نظیر Carbon Accounting، Carbon Supply Chain Management، Carbon Emissions، Carbon Management و برابره‌های آن‌ها) در پنجره زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۴ به اجرا درآمد.

الف-۳) غربالگری و گزینش هدفمند اسناد: ارزیابی اسناد به دست آمده بر مبنای معیارهای دقیق شمول و عدم شمول صورت گرفت. ملاک‌های پذیرش شامل اصالت مقاله در نشریات داوری شده، پیوند مستقیم با محورهای پژوهش و ارائه بینش تحلیلی یا کاربردی بود؛ در مقابل، مقالات فاقد بنیان مدون، آثار دارای هم پوشانی یا تکرار و متون غیر مرتبط از چرخه ارزیابی نهایی کنار گذاشته شدند.

الف-۴) تحلیل محتوای کیفی و کدگذاری موضوعی: در این مرحله، مقالات منتخب با تکنیک تحلیل محتوای کیفی مورد واکاوی قرار گرفته و در چهار مضمون محوری دسته بندی شدند: ۱) پارادایم‌ها و متدهای حسابداری کربن، ۲) اسناد بالادستی و استانداردهای بین المللی، ۳) نقش و کارکرد ابزارها در شبکه تأمین، و ۴) موانع ساختاری، الزامات اقتصادی و پیامدهای تصمیم گیری پیرامون مدیریت کربن.

الف-۵) ارزیابی تطبیقی و صورت بندی شکاف پژوهشی: در گام آخر، دستاوردهای ادبیات تجربی داخل کشور در قیاس با یافته‌های پیشرو جهانی مورد ارزیابی تطبیقی قرار گرفت. نتایج این سنجش آشکار ساخت که ادبیات بین المللی با شتاب به سمت رویکردهای ریاضی، شبیه سازی و الگوهای مبتنی بر داده حرکت کرده است، در حالی که کاوش‌های داخلی در سطح توصیف مفاهیم و ارزیابی‌های کیفی متوقف مانده اند؛ این عدم توازن، به عنوان مهم ترین خلاء پژوهشی مبنای تکوین مدل این پژوهش تعیین گردید.

ب) معیارهای اعتبارسنجی و قابلیت اعتماد (روایی و پایایی کیفی)

به منظور تضمین پایایی و اعتبار تحلیل‌های کیفی، تدابیر چندگانه‌ای اتخاذ شد؛ اتکا به طیف وسیعی از مراجع مستند در یک دوره زمانی فراگیر (چهارده‌ساله)، بهره‌گیری از پروتکل چندمرحله‌ای غربالگری، و گزینش انحصاری مقالات مندرج در نشریات معتبر دانشگاهی و چارچوب‌های استاندارد جهانی، سوگیری محققان را به حداقل رسانده و قابلیت اتکا و تعمیم‌پذیری منطقی دستاوردهای تحلیلی پژوهش را ارتقا بخشیده است.

۴. یافته‌ها

دستاوردهای حاصل از سنتز داده‌های مستخرج از مرور نظام‌مند، افزون بر بازنمایی سیمای کنونی دانش حسابداری کربن در پهنه مدیریت زنجیره تأمین، بستری تحلیلی برای تبیین چرایی و ریشه‌یابی چالش‌های استقرار آن فراهم می‌سازد. در این بخش، برآیند داده‌ها در تقابل تطبیقی با شواهد تجربی جهان و مختصات بومی کشور واکاوی شده و دلالت‌های ساختاری آن در چارچوب نظری پژوهش تشریح می‌گردد:

الف) ضرورت بنیادین گذار از نگرش مرزهای سازمانی به رویکرد شبکه‌ای:

هم‌راستا با مبانی نظری تبیین‌شده، تغییر کانون توجه از محاسبات منفرد شرکتی به سمت کلیت تعاملات شبکه تأمین (دامنه ۳)، جریان‌ی گریزناپذیر در مقیاس جهانی است (بورگی، ۲۰۲۱). شواهد حاصل از این پژوهش صحنه می‌گذارد که محدودماندن مطالعات داخلی به انتشارات مستقیم درون‌بنگاهی (دامنه‌های ۱ و ۲)، به معنای توقف در الگوهای کهن و سنتی افشاگری است. این برآیند مبین آن است که ادبیات دانشگاهی کشور- حتی در آثاری که با تکیه بر نظریه نهادی به مسئله نگریسته‌اند (نظیر واسعی چهارمحالی و همکاران، ۱۴۰۰)- کماکان نتوانسته‌اند وابستگی ساختاری خود را به حصار فیزیکی بنگاه بگسلند و پیوستگی اجتناب‌ناپذیر انتشار کربن را در تاروپود زنجیره ارزش صورت‌بندی نمایند.

ب) فاصله از توصیف‌های مفهومی تا سنجش‌های محاسباتی

عمیق‌ترین تمایز آشکار شده میان ادبیات پژوهشی داخل و خارج، در میزان بلوغ و پیچیدگی روش‌شناختی نهفته است. در عرصه بین‌المللی، پژوهش‌ها به شکلی فزاینده به سمت به‌کارگیری تکنیک‌های پیشرفته ریاضی، الگوهای داده‌ستانده^۱ و شبیه‌سازی‌های چندعاملی^۲ جهت برآورد موشکافانه دامنه‌های پنهان انتشار (دامنه ۳) سوق یافته‌اند (چن و همکاران، ۲۰۱۹). در سوی دیگر، پژوهش‌های داخلی به شکلی غالب در گرو چارچوب‌های تئوریک، استنباط‌های ذهنی و ارزیابی‌های کیفی باقی مانده‌اند. این عدم توازن، به روشنی بر این واقعیت تأکید می‌ورزد که عرصه صنعتی کشور با فقر مفرد متدهای محاسباتی، داده‌محور و شبیه‌سازی‌های مبتنی بر آزمون‌های تجربی روبروست؛ نقیصه‌ای که امکان کاربست عملیاتی سنج‌های پایداری را در فرآیندهای تصمیم‌گیری بلادرنگ و پویا به شدت مسدود می‌سازد.

ج) چالش‌های انطباق و بومی‌سازی در بستر اکوسیستم اقتصادی ایران

تطبیق استانداردهای بین‌المللی با اقتضائات زیست‌بوم کسب‌وکار در ایران، یکی از پیچیده‌ترین برون‌دادهای این پژوهش است. اگرچه راهنماهایی همچون پروتکل بین‌المللی GHG هماهنگی اطلاعاتی را تجویز می‌نمایند، با این حال در محیط اقتصادی کشور، فقدان یک زیرساخت داده‌محور حاکمیتی و نبود شبکه‌های ابری مبادله اطلاعات زیست‌محیطی، بهای عملیاتی‌سازی این استانداردها را به شدت سنگین کرده است. این بحران فراتر از چالش‌های سخت‌افزاری بوده و به عدم تقارن اطلاعاتی و سازوکارهای سنتی حاکم بر قراردادهای تجاری مربوط می‌شود. حضور پرشمار بنگاه‌های کوچک و متوسط (SMEها) در رده‌های مختلف تأمین، به دلیل محرومیت از منابع تخصصی و سرمایه‌گذاری‌های دیجیتال، امکان محاسبه دقیق انتشار را سلب کرده و در نهایت، به مخدوش شدن و ایجاد تورش در داده‌های بالادستی منجر می‌گردد.

^۱ Input-Output

^۲ Agent-based

د) دلالت‌های یافته‌ها در ارتقای چارچوب مفهومی

جمع‌بندی خروجی‌های این مرور نقادانه، ضرورت تعمیق و بسط چارچوب نظری را اثبات می‌کند. دستاوردهای پژوهش آشکار می‌سازد که دستیابی به رسالت بنیادین حسابداری کربن (مهار و تقلیل واقعی بار آلاینده‌گی)، مستلزم بازنگری در مدل‌های کلاسیک و افزودن ابعاد نوینی به الگو است. بر این اساس، متغیرهای درجه بلوغ زیرساخت‌های داده‌ای زنجیره و سطح هم‌افزایی و بلوغ نهادی می‌بایست به عنوان متغیرهای تعدیل‌گر نقشی تعیین‌کننده ایفا نمایند؛ چرا که کیفیت و ضریب کارایی این دو مؤلفه معین خواهد ساخت که یک مدل مفهومی تا چه پایه ظرفیت تبدیل به اقدامات عملیاتی کاهش کربن را در صحنه عمل دارا خواهد بود.

و) ارائه الگوی پیشنهادی حسابداری کربن برای مدیریت زنجیره تأمین پایدار

بررسی ادبیات مرتبط با حسابداری کربن نشان می‌دهد که این حوزه از یک فعالیت محدود به اندازه‌گیری میزان انتشار، به رویکردی گسترده‌تر برای اندازه‌گیری، پایش، گزارشگری و مدیریت انتشار در سطوح مختلف سازمان، فرآیند، محصول و زنجیره تأمین تحول یافته است. سوتو و هارانگوزو^۱ (۲۰۱۷)، با مرور روند تحول حسابداری کربن تأکید می‌کنند که گسترش این حوزه، هم‌زمان با افزایش نگرانی‌های مربوط به تغییرات اقلیمی و ضرورت پاسخ‌گویی سازمان‌ها نسبت به آثار زیست‌محیطی فعالیت‌های اقتصادی شکل گرفته است. از این منظر، حسابداری کربن زمانی می‌تواند در مدیریت پایدار زنجیره تأمین اثربخش باشد که اطلاعات مربوط به انتشار، صرفاً برای ارائه گزارش‌های زیست‌محیطی جمع‌آوری نشود، بلکه به اطلاعاتی قابل استفاده برای برنامه‌ریزی، کنترل و تصمیم‌گیری مدیریتی تبدیل شود.

بر مبنای این دیدگاه، الگوی پیشنهادی این مقاله حسابداری کربن را به عنوان یک فرآیند پیوسته در نظر می‌گیرد که از شناسایی منابع انتشار آغاز می‌شود، با اندازه‌گیری و ثبت اطلاعات کربنی ادامه می‌یابد، سپس اطلاعات انتشار را به اطلاعات هزینه‌ای تبدیل می‌کند و

¹ Souto & Harangozó

در ادامه از طریق گزارشگری و افشای اطلاعات کربنی به ذی‌نفعان و مدیران منتقل می‌شود. در نهایت، اطلاعات حاصل باید در تصمیم‌های مدیریتی مربوط به کاهش انتشار، کنترل هزینه‌ها و ارتقای پایداری زنجیره تأمین مورد استفاده قرار گیرد. چنین رویکردی با یافته‌های (بویی و دو ویلیرز^۱، ۲۰۱۷) همخوانی دارد؛ آنان بر اساس مطالعه ۳۰ سازمان نشان دادند که کنترل‌های مرتبط با انتشار کربن زمانی اثربخش‌تر هستند که در فرآیندهای عملیاتی و راهبردی سازمان ادغام شوند و برای کاهش واقعی انتشار، تعیین اهداف مشخص، حمایت مدیریت و تخصیص منابع ضروری است.

الف) مرحله اول: شناسایی منابع انتشار کربن

نخستین مرحله الگوی پیشنهادی، شناسایی نظام‌مند منابع انتشار کربن در سراسر زنجیره تأمین است. در این مرحله، سازمان باید تمامی فعالیت‌هایی را که به صورت مستقیم یا غیرمستقیم موجب انتشار کربن می‌شوند شناسایی کند. در بخش تولید، این منابع می‌توانند شامل مصرف سوخت و انرژی در فرآیند تولید، استفاده از مواد اولیه، فعالیت ماشین‌آلات، حمل‌ونقل مواد و محصولات، انبارداری، توزیع و همچنین فعالیت‌های مرتبط با تأمین‌کنندگان باشند. اهمیت این مرحله از آنجا ناشی می‌شود که تمرکز صرف بر عملیات داخل سازمان ممکن است بخش قابل توجهی از انتشارهای مرتبط با زنجیره تأمین را نادیده بگیرد.

سوتو و هارانگوزو (۲۰۱۷) نشان می‌دهند که حسابداری کربن می‌تواند در سطح سازمان، فرآیند، محصول و زنجیره تأمین انجام شود؛ بنابراین، تعیین مرزهای حسابداری و شناسایی منابع انتشار باید متناسب با هدف و دامنه زنجیره تأمین صورت گیرد. در الگوی پیشنهادی، این مرحله مبنای مراحل بعدی محسوب می‌شود؛ زیرا بدون شناسایی دقیق منابع انتشار، اندازه‌گیری اطلاعات کربنی و تعیین هزینه‌های مرتبط نیز از دقت کافی برخوردار نخواهد بود.

¹ Bui & de Villiers

ب) مرحله دوم: اندازه‌گیری و ثبت اطلاعات کربنی

پس از شناسایی منابع انتشار، مرحله دوم به اندازه‌گیری و ثبت اطلاعات مربوط به میزان انتشار اختصاص دارد. در این مرحله، داده‌های مرتبط با مصرف انرژی، سوخت، مواد اولیه، حمل‌ونقل و سایر فعالیت‌های انتشارزا گردآوری و به مقادیر قابل مقایسه انتشار کربن تبدیل می‌شوند. اهمیت این مرحله در ایجاد یک پایگاه اطلاعاتی منظم و قابل اتکا است؛ زیرا اطلاعات حاصل از اندازه‌گیری باید امکان مقایسه عملکرد دوره‌های مختلف، واحدهای سازمانی و حتی تأمین‌کنندگان مختلف را فراهم کند.

یافته‌های بویی و دو ویلیرز (۲۰۱۷) نشان می‌دهد که کیفیت اطلاعات یکی از عناصر اساسی اثربخشی نظام‌های کنترل انتشار کربن است. آنان همچنین تأکید می‌کنند که اطلاعات کربنی باید از طریق سازوکارهای مناسب در اختیار مدیران و کارکنان قرار گیرد تا بتواند به اقدامات واقعی برای کاهش انتشار منجر شود. بنابراین، در الگوی پیشنهادی، اندازه‌گیری صرفاً به محاسبه میزان انتشار محدود نیست، بلکه ثبت، کنترل کیفیت، طبقه‌بندی و قابلیت استفاده مدیریتی اطلاعات نیز بخشی از این مرحله محسوب می‌شود.

ج) مرحله سوم: تبدیل انتشار کربن به اطلاعات هزینه‌ای

یکی از عناصر متمایزکننده الگوی پیشنهادی، تبدیل اطلاعات مربوط به میزان انتشار کربن به اطلاعات هزینه‌ای است. اندازه‌گیری مقدار انتشار، به تنهایی نمی‌تواند مشخص کند که انتشار کربن چه پیامد اقتصادی برای سازمان ایجاد می‌کند. از این رو، لازم است اطلاعات کربنی در کنار اطلاعات مالی قرار گیرد تا مدیران بتوانند هزینه‌های ناشی از مصرف انرژی، اتلاف منابع، حمل‌ونقل، الزامات زیست‌محیطی و سایر فعالیت‌های مرتبط با انتشار را شناسایی و ارزیابی کنند.

چیان، هوریش و شالتگر^۱ (۲۰۱۸) بر نقش حسابداری مدیریت زیست‌محیطی در بهبود مدیریت کربن و کیفیت افشای اطلاعات تأکید کرده‌اند. یافته‌های آنان نشان می‌دهد که

^۱ Qian, Hörisch & Schaltegger

ابزارهای حسابداری و کنترل زیست محیطی می توانند اطلاعات محیط زیستی را برای اهداف مدیریتی قابل استفاده تر کنند. همچنین بویی و دو ویلیرز (۲۰۱۷) نشان دادند که مدیریت مؤثر کربن نیازمند تخصیص منابع و توجه به هزینه های مرتبط با مدیریت انتشار است. بنابراین، در الگوی پیشنهادی، انتشار کربن نباید یک شاخص صرفاً زیست محیطی تلقی شود، بلکه باید به عنوان عاملی دارای پیامدهای اقتصادی و هزینه ای در تصمیم های سازمانی مورد توجه قرار گیرد.

در این مرحله، سازمان می تواند هزینه های مرتبط با انتشار را در قالب هزینه مصرف انرژی، هزینه سوخت، هزینه حمل و نقل، هزینه های جمع آوری و پردازش اطلاعات، هزینه های پایش و ارزیابی و سایر هزینه های مرتبط با مدیریت کربن شناسایی کند. این اقدام امکان می دهد مدیران میان فعالیت های مختلف زنجیره تأمین از نظر هزینه و انتشار مقایسه انجام دهند و منابع را به سمت فعالیت هایی هدایت کنند که ظرفیت بیشتری برای کاهش هم زمان هزینه و انتشار دارند.

د) مرحله چهارم: گزارشگری و افشای اطلاعات کربنی

در مرحله چهارم، اطلاعات اندازه گیری شده و هزینه های مرتبط با انتشار در قالب گزارش های مدیریتی و گزارش های قابل ارائه به ذی نفعان سازمان تنظیم می شوند. گزارشگری کربن باید به گونه ای انجام شود که اطلاعات مربوط به میزان انتشار، منابع اصلی انتشار، روند تغییرات، اقدامات انجام شده برای کاهش انتشار و پیامدهای اقتصادی این اقدامات را در اختیار استفاده کنندگان قرار دهد.

چیان و همکاران^۱ (۲۰۱۸) نشان داده اند که استفاده از سازوکارهای حسابداری مدیریت زیست محیطی با مدیریت کربن و کیفیت افشای اطلاعات ارتباط دارد؛ بنابراین، کیفیت گزارشگری کربن تا حد زیادی به کیفیت اطلاعاتی وابسته است که در مراحل اندازه گیری و ثبت ایجاد شده است. از سوی دیگر، کیلیچ و کوزی^۲ (۲۰۱۸) نشان دادند که ویژگی های

¹ Qian

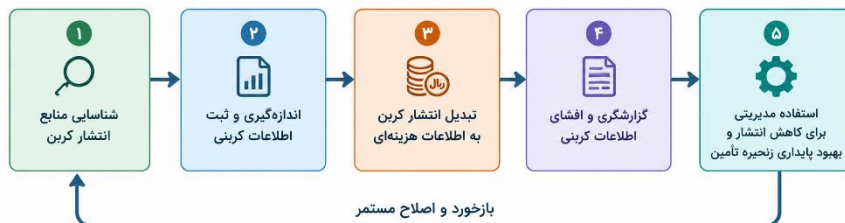
² Kılıç & Kuzey

حاکمیت شرکتی می‌تواند بر افشای انتشار کربن اثرگذار باشد و شرکت‌هایی با سازوکارهای مناسب‌تر حاکمیت شرکتی، تمایل بیشتری به افشای اطلاعات کربنی دارند. بر این اساس، گزارشگری در الگوی پیشنهادی صرفاً مرحله‌ای برای انتقال اطلاعات به خارج از سازمان نیست، بلکه باید به عنوان حلقه ارتباطی میان نظام اندازه‌گیری کربن و نظام تصمیم‌گیری مدیریتی عمل کند. اطلاعات گزارش شده باید از قابلیت مقایسه، اتکا و ارتباط با اهداف کاهش انتشار برخوردار باشد تا بتواند مبنای ارزیابی عملکرد و تصمیم‌گیری قرار گیرد.

و) مرحله پنجم: استفاده مدیریتی برای کاهش انتشار و بهبود پایداری زنجیره تأمین

مرحله نهایی الگو به استفاده مدیریتی از اطلاعات کربنی اختصاص دارد. هدف اصلی حسابداری کربن زمانی تحقق می‌یابد که اطلاعات تولید شده در مراحل پیشین، در تصمیم‌های واقعی سازمان مورد استفاده قرار گیرد. در این مرحله، مدیران می‌توانند با استفاده از اطلاعات مربوط به منابع انتشار و هزینه‌های مرتبط، فعالیت‌های پراشتار و پرهزینه را شناسایی کرده و برای اصلاح فرآیندهای تولید، انتخاب تأمین‌کنندگان، کاهش مصرف انرژی، بهینه‌سازی حمل‌ونقل، کاهش ضایعات و بهبود کارایی منابع تصمیم‌گیری کنند.

بویی و دو ویلیرز (۲۰۱۷) نشان دادند که کاهش واقعی انتشار بدون وجود اهداف مشخص کاهش، حمایت مدیریت و تخصیص منابع مناسب تحقق نمی‌یابد. آنان همچنین تأکید کردند که برای بهبود عملکرد و مدیریت مؤثر هزینه‌های مرتبط با الزامات کربنی، کنترل‌های کربن باید در فرآیندهای عملیاتی و راهبردی سازمان ادغام شوند. بنابراین، مرحله پنجم در واقع حلقه بازخورد الگو محسوب می‌شود؛ به این معنا که نتایج تصمیم‌های مدیریتی دوباره به مرحله شناسایی و اندازه‌گیری بازمی‌گردد و امکان اصلاح مستمر نظام حسابداری کربن را فراهم می‌کند.



نمودار ۱. مدل نهایی حسابداری کربن

۵. بحث و نتیجه‌گیری

هدف اصلی این پژوهش، گذار ادبیات حسابداری کربن در زنجیره تأمین بخش تولید از لایه‌های صرفاً تئوریک به بسترهای عملیاتی و کاربردی از مسیر یک مرور تحلیلی و انتقادی و در نهایت ارائه یک الگوی پنج مرحله‌ای منسجم بوده است. برآیند این واکاوی در قالب سه محور کلیدی جمع‌بندی شده و پیرو آن، دلالت‌های تجویزی ملموسی برای متولیان سیاست‌گذاری صنعتی و افق‌های نوینی برای کاوش‌های آتی صورت‌بندی می‌گردد.

الف) پاسخ به پرسش‌های پژوهش

یافته‌های این مطالعه توانسته است به سه دغدغه بنیادین پاسخ دهد:

مؤلفه‌های چارچوب مفهومی و الگوی پیشنهادی: تحلیل‌ها اثبات کرد که پیاده‌سازی حسابداری کربن در شبکه تأمین، مشروط به یک چرخش پارادایمی از رویکردهای محدود به مرزهای درون‌بنگاهی (دامنه‌های ۱ و ۲) به سوی الگوهای جامع‌نگر زنجیره‌ای (دامنه ۳) است. در پاسخ به این ضرورت، الگوی پیشنهادی پژوهش حاضر فرآیندی پنج مرحله‌ای شامل شناسایی منابع انتشار، اندازه‌گیری و ثبت داده‌های کربنی، تبدیل مقادیر انتشار به اطلاعات هزینه‌ای، گزارشگری و افشای کربن و در نهایت استفاده مدیریتی برای تصمیم‌گیری و بهبود

مستمر را ارائه کرد. این الگو نشان می‌دهد که اثربخشی مدیریت کربن در گرو پیوند شاخص‌های فیزیکی انتشار با پیامدهای مالی و تصمیم‌های راهبردی سازمان است.

واکاوی وضعیت روش‌شناختی: پیکره ادبیات دانشگاهی داخل کشور در حوزه مدل‌سازی محاسباتی و تبدیل مفاهیم به ابزارهای اجرایی با کمبودهای جدی روبروست. مهم‌ترین گسست موجود، عدم توسعه الگوهای سنجش کمی بومی برای برآورد انتشار دامنه ۳ در شبکه‌های تأمین و نبود زیرساخت حسابداری برای ریالی و هزینه‌ای کردن ردپای کربن است؛ شبکه‌هایی که از فقدان سامانه‌های شفاف تبادل داده رنج می‌برند.

تبیین ریشه‌ای موانع اجرایی: اصلی‌ترین چالش موجود، ناهمگونی زیرساخت‌های نهادی، سیاستی و فناورانه کشور با استانداردهای بین‌المللی است؛ تمرکز سازمان‌ها بر کنترل‌های صرفاً درون‌سازمانی و نبود سامانه‌های گزارشگری مشترک میان شرکای زنجیره، موجب شده تا حلقه‌های بالادستی و پایین‌دستی انگیزه کافی برای افشای اطلاعات انتشار نداشته باشند؛ بن‌بستی که گره‌گشایی از آن نیازمند ورود هوشمندانه نهادهای حاکمیتی است.

ب) توصیه‌های سیاستی و راهکارهای مدیریتی مبتنی بر الگوی پیشنهادی

به منظور انتقال از فضای توصیفی به عرصه پیاده‌سازی سازمانی و تحقق مراحل الگوی پنج‌مرحله‌ای، توصیه‌های اجرایی زیر خطاب به نهادهای تنظیم‌گر و مدیران ارشد پیشنهاد می‌شود:

استقرار مرحله‌ای و اولویت‌محور ضوابط افشا (هم‌راستا با مراحل شناسایی و افشا): به جای تحمیل یک‌باره الزامات طاقت‌فرسای سنجش دامنه ۳، مراجع ناظر باید سیاست پایبندی تدریجی را در حلقه‌های اصلی زنجیره اتخاذ کرده و برای صنایع پراکنش با ظرفیت فنی بالا، حدود مجاز انتشار را به صورت پلکانی هدف‌گذاری کنند.

توسعه سامانه‌های یکپارچه حسابداری مدیریت زیست‌محیطی (هم‌راستا با مرحله تبدیل به هزینه): بنگاه‌های تولیدی باید ابزارهای حسابداری خود را به گونه‌ای بازطراحی کنند که

هزینه‌های مرتبط با انتشار کربن (شامل اتلاف انرژی، هزینه‌های لجستیک و جرایم زیست‌محیطی) به‌وضوح در بهای تمام‌شده محصولات و تحلیل فرآیندها منعکس شود تا توجه اقتصادی طرح‌های کاهش انتشار مشخص گردد.

توسعه زیرساخت‌های ملی داده‌های محیط‌زیستی (هم‌راستا با مرحله اندازه‌گیری و ثبت): نهادهای متولی و دستگاه‌های توسعه‌ای موظفند در استقرار بسترهای دیجیتال مبادله داده‌های کربنی میان شرکای تجاری پیشگام سرمایه‌گذاری نمایند تا بار سنگین هزینه‌های برآورد انتشار غیرمستقیم از دوش کارگاه‌ها و واحدهای کوچک‌تر برداشته شود.

پیوند سنجه‌های کربن با اهداف کلان کسب‌وکار و ارزیابی عملکرد (هم‌راستا با مرحله استفاده مدیریتی): هدایت‌کنندگان سازمان‌ها می‌بایست سامانه‌های حسابداری کربن را به مثابه اهرمی کارآمد در مهار ریسک‌های زنجیره تأمین و صیانت از اعتبار برند قلمداد کنند و شاخص‌های کاهش انتشار را در سنجه‌های کلیدی عملکرد^۱ و تصمیم‌های راهبردی بگنجانند، نه ابزاری صرفاً تشریفاتی برای پاسخگویی به مراجع بیرونی؛ چنین رویکردی توجه‌پذیری سرمایه‌گذاری‌های بنیادین اولیه را دوچندان می‌سازد.

ج) افق‌ها و اولویت‌های پژوهش‌های آتی

برون‌دادهای تحلیلی این پژوهش، مسیرهای روشنی را برای تحقیقات دانشگاهی آینده فراروی پژوهشگران می‌گشاید:

توسعه مدل‌های محاسباتی و هزینه‌یابی بومی‌سازی شده: تقدم پژوهشی باید به طراحی و اعتبارسنجی الگوهای محاسباتی اختصاص یابد که قادر باشند با به‌کارگیری ماتریس‌های داده‌ستانده و شاخص‌های اختصاصی بومی و تکنیک‌های نوین هزینه‌یابی جریان مواد، انتشار دامنه ۳ را در بخش‌های کلیدی تولیدی کشور (نظیر پتروشیمی، خودروسازی و صنایع فلزی) برآورد نمایند.

^۱ KPI

سنجش تجربی سازوکارهای نهادی بر استقرار الگو: پژوهشگران در مطالعات آتی می‌توانند تأثیر عینی و آماری محرک‌های حاکمیتی (همچون معافیت‌های مالیاتی سبز یا تسهیلات اعتباری پایدار) را بر نرخ پذیرش و دقت گزارشگری کربن در میان بنگاه‌های ایرانی مورد سنجش قرار دهند.

تحلیل‌های طولی و علیتی پیامدها: اجرای کاوش‌های طولی برای ردگیری زنجیره علت و معلولی میان شفافیت در افشای انتشار دامنه ۳ و پیامدهای عینی آن بر افت واقعی بار آلاینده‌گی و عملکرد مالی زنجیره تأمین در گذر زمان، برای سنجش ضریب اثربخشی چارچوب‌های تئوریک ضرورت تام دارد.

سپاسگزاری

از پدر و مادر و همسر که مرا در این راه سخت همراهی کردند و استاد راهنمای صبورم کمال تشکر را دارم.

تعارض منافع

تعارض منافع ندارم.

ORCID

Mohammad Farrokh



<http://orcid.org/0009-0008-5858-5116>

Ali Lal Bar



<http://orcid.org/0000-0002-8997-3575>

Nazanin Shamloo



<http://orcid.org/0009-0009-9589-6498>

منابع

- برزگر، قدرت‌الله و عباسی، محسن. (۱۳۹۵). حسابداری و گزارشگری کربن و نقش حرفه حسابداری؛ با تأکید بر وضعیت فعلی و چشم‌انداز آینده. *مجموعه مقالات اولین همایش ملی پایداری کسب‌وکار، دانشگاه مازندران*.
- جعفری‌نسب، ندا و حجازی، رضوان. (۱۳۹۷). حسابداری کربن. *پژوهش حسابداری (نظری و کاربردی)*، ۸(۲۸)، ۶۹-۸۵.
- حجازی، رضوان و رامشه، منیژه. (۱۳۹۱). حسابداری کربن برای پایداری و مدیریت. *حسابداری و منافع اجتماعی*، ۲(۲)، ۹۹-۱۱۲.
- واسعی چهارمحالی، مهدی، عبدلی، محمدرضا و ولیان، حسن. (۱۴۰۰). تحلیل رویکرد ایزو ۲۶۰۰۵: راهنمای افشای کربن در گزارشگری مالی شرکت‌های بورس اوراق بهادار تهران. *حسابداری مدیریت*، ۱۴(۵۱)، ۱۳۹-۱۶۲.

References

- Ascuí, F. (2014). A review of carbon accounting in the social and environmental accounting literature: what can it contribute to the debate? *Social and Environmental Accountability Journal*, 34(1), 6-28.
- Brandenburg, M., Gruchmann, T., and Oelze, N. (2019), Sustainable Supply Chain Management, A Conceptual Framework and Future Research Perspectives, *Sustainability*, 11, (24), 1-15.
- Barzegar, G., Abbasi, M. (2016). Carbon accounting and reporting and the role of the accounting profession: Emphasizing the current status and future outlook. In *Proceedings of the 1st National Conference on Business Sustainability. University of Mazandaran*. [In Persian]
- Borghei, Z. (2021). Carbon disclosure: A systematic literature review. *Accounting & Finance*, 61(4), 5255-5280.
- Bui, B., de Villiers, C. (2017). Carbon emissions management control systems: Field study evidence. *Journal of Cleaner Production*, 166, 1283-1294.
- Harangozó, G. (2017). Twenty years of carbon accounting and auditing: A review and outlook. *Society and Economy*, 39(4), 459-480.
- Csutora, M., Harangozó, G. (2017). Twenty years of carbon accounting and auditing: A review and outlook. *Society and Economy*, 39(4), 459-480.

- Hu, Y., Tong, K., Wiedmann, T., Ramaswami, A., Wang, Y. (2019). Review on city-level carbon accounting. *Environmental Science & Technology*, 53(10), 5545–5558.
- Kaur, R., Patsavellas, J., Haddad, Y., Salonitis, K. (2022). Carbon accounting management in complex manufacturing supply chains: A structured framework approach. *Procedia CIRP*, 107, 869–875.
- Kaur, R., Patsavellas, J., Haddad, Y., Salonitis, K. (2023). The concept of carbon accounting in manufacturing systems and supply chains. *Energies*, 17(1), 10.
- Kılıç, M., Kuzey, C. (2018). The effect of corporate governance on carbon emission disclosure: Evidence from Turkey. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, 11(1), 35–53.
- Mulrow, K., Machaj, J., Deanes, S., Derrible, S. (2019). The state of carbon footprint calculators: An evaluation of calculator design and user interaction features. *Sustainable Production and Consumption*, 18, 33–40.
- Qian, W., Hörisch, J., Schaltegger, S. (2018). Environmental management accounting and its effects on carbon management and disclosure quality. *Journal of Cleaner Production*, 174, 1608–1619.
- Vetőné Móznér, Z. (2015). Carbon accounting in long supply chain industries. In S. Schaltegger, D. Zvezdov, I. Alvarez Etxeberria, M. Csutora, E. Günther (Eds.), *Corporate carbon and climate accounting* (pp. 143–162). Springer.
- Yin, L., Sharifi, A., Liqiao, H., & Jinyu, C. (2022). Urban carbon accounting: An overview. *Urban Climate*, 44, 101195.
- Zhang, Z. H., Xu, W. M., Shan, Z. Y., Liu, J. B., & Dong, D. D. (2020). Research on extended carbon emissions accounting method and its application in sustainable manufacturing. *Procedia Manufacturing*, 43, 175–182.1
- Barzegar, G., Abbasi, M. (2016). Carbon accounting and reporting and the role of the accounting profession; Emphasizing the current status and future outlook. In Proceedings of the 1st National Conference on Business Sustainability. *University of Mazandaran*. [In Persian]

استناد به این مقاله: مجید. (۱۴۰۴). مدیریت حسابداری کربن در زنجیره تأمین تولید، فصلنامه اقتصاد محیط زیست و منابع طبیعی، ۵(۱۳)، صفحات ۱۴۷–۱۷۱. DOI: 10.22054/eenr.2026.89687.219



Journal of Environmental and Natural Resource Economics licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

- Hejazi, R., Ramshah, M. (2012). Carbon accounting for sustainability and management. *Accounting and Social Interests*, 2(2), 99–112. [In Persian]
- Jafarinasab, N., Hejazi, R. (2018). Carbon accounting. *Accounting Research*, 8(28), 69–85. [In Persian]
- Vasei Chaharmahali, M., Abdoli, M., Valian, H. (2021). Analyzing the institutional isomorphic approach in presenting the pattern of carbon disclosure strategies in financial reporting of companies in Tehran Stock Exchange. *Management Accounting*, 14(51), 139–162. [In Persian]