

چگونه هدف نام تجاری سبز بر استراتژی انتخاب فناوری تأثیر می‌گذارد: مطالعه موردی

انتخاب فناوری بایولیچینگ تانک بر پایه روش MCDM و AHP

علیرضا شیخ^۱، امید اسماعیلی شجاع^{۲*}

^۱ استادیار گروه مدیریت کسب و کار، دانشده مدیریت علم و فناوری، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران
^{۲*} دانش آموخته کارشناسی ارشد مدیریت کسب و کار، بازاریابی، دانشده مدیریت علم و فناوری، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران
* ایمیل نویسنده مسئول: omid.shoja@aut.ac.ir

چکیده

در عصری که با افزایش نگرانی‌های پایداری در ابعاد اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی روبرو است، ضرورت پذیرش فناوری سبز بیش از پیش مشهود است. الگوهای مصرف و تولید ناپایدار تهدیدهای مهمی برای رفاه جهانی به حساب می‌آیند. با ادغام روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره^۱ و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی^۲، این تحقیق به بررسی این موضوع می‌پردازد که چگونه اهداف برندسازی سبز سازمان‌ها بر استراتژی انتخاب فناوری آنها تأثیر می‌گذارد. این تحقیق در یک مطالعه موردی از صنعت مس، از طریق معرفی چارچوبی جهت ارزیابی فناوری‌های تولید و بررسی بایک مس ایرانیان به عنوان شرکت پیشرو در زمینه تولید سبز کاتد مس، فناوری‌های موجود در زمینه تولید سبز و همسویی آنها را با هدف برندسازی سبز سازمان ارزیابی می‌کند و بهترین فناوری را در این راستا شناسایی کرده و بر انتخاب این شرکت صحنه می‌گذارد. نوآوری این شرکت در فناوری بایولیچینگ تانک برای تولید کاتد مس، نشان دهنده تعهد آن به شیوه‌های پایدار و از طرفی در نظر گرفتن سایر معیارهای ارزیابی از جمله بهره‌وری تولید می‌باشد. این تحقیق به ایجاد درک عمیق‌تری از رابطه پیچیده بین انتخاب فناوری و اهداف کسب‌وکار کمک می‌کند و جنبه‌ای حیاتی از استراتژی اداره کسب‌وکارها را روشن می‌کند.

واژگان کلیدی: برندسازی سبز، استراتژی انتخاب تکنولوژی پایدار، تصمیم‌گیری چند معیاره و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، تولید کاتد مس، بایولیچینگ تانک

¹ Multi Criteria Decision Making

² Analytical Hierarchical Process

Abstract

In an era that is facing increasing sustainability concerns in economic, environmental and social dimensions, the necessity of adopting green technology is more evident than ever. Unsustainable consumption and production patterns are considered important threats to global well-being. By integrating multi-criteria decision-making methods and the analytic hierarchical process, this research investigates how organizations' green branding goals affect their technology selection strategy. This research, in a case study of the copper industry, through the introduction of a framework to evaluate the production technologies, investigates Iranian Babak Copper Company as a leading company in the field of green production of copper cathode and evaluates the existing technologies and their alignment with green branding goal and identifies the best technology in this regard and endorses the choice of the company. The company's innovation in Tank Bioleaching technology for copper cathode production shows its commitment to sustainable practices and on the other hand, considering other evaluation criteria, including production efficiency. This research contributes to a deeper understanding of the complex relationship between technology choice and business objectives, and sheds light on a critical aspect of business management strategy.

Keywords: Green branding, Sustainable Technology Selection Strategy, Multi-Criteria Decision Making and Analytical Hierarchical Process, Copper Cathode Production, Tank Bioleaching

جهانی که ما در آن زندگی می‌کنیم با چالش‌های پایداری از هر سه بعد اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی مواجه است (بالکلی و بتسیل، ۲۰۰۵)^۱. افزایش این نوع مشکلات عمدتاً ناشی از مصرف و تولید ناپایدار است که منجر به بحران‌های اجتماعی و اقتصادی جدی می‌شود و به عنوان تهدیدی برای زندگی در این سیاره به حساب می‌آید. تنها راه ریشه کن کردن این مشکلات، قدم زدن در مسیر توسعه پایدار است. بنابراین، تغییر الگوهای تولید و مصرف می‌تواند به حفاظت از منابع طبیعی و زیست‌محیطی کمک کند (بگ و پریتوریوس، ۲۰۲۲)^۲. اتفاق نظر گسترده‌ای مبنی بر این تفکر که استفاده از فناوری سبز راه مهمی برای تبدیل حالت توسعه غیر مسئولانه فعلی به توسعه مبتنی بر حفظ محیط زیست است وجود دارد. پایداری منجر به پیشرفت اجتماعی و اقتصادی می‌شود. با این حال، چگونگی اتخاذ یک فناوری سبز مناسب و پیاده سازی آن در عملیات کسب و کار، برای متخصصان این کار بسیار دشواری است و گاهی مانع از تحول فناوری در عمل می‌شود (شیا، ژانگ، یو و تو، ۲۰۱۹ب)^۳. از سوی دیگر، اصطلاح "سبز" به عنوان نمادی استفاده شده است که نشان دهنده بسیاری از استراتژی‌های موقعیت یابی برند مانند جنبه‌های ارگانیک، بهره‌وری در مصرف انرژی و سازگاری با محیط زیست است. کسب و کار پایدار یا سبز، کسب و کاری است که کمترین تأثیر منفی را بر محیط جهانی یا محلی و جامعه داشته باشد (مانجوناث، ۲۰۱۴)^۴. اهمیت روزافزون مسائل زیست محیطی به بالا رفتن اهمیت برندسازی سبز منجر شده است. از طرفی اهمیت روزافزون برندسازی سبز شرکت‌ها را به توسعه و اصلاح شیوه‌های تبلیغاتی و تولیدی خود به شکل‌های سازگار با محیط زیست سوق داده است. علاوه بر این، تحقیقات انجام شده افزایش قابل توجهی را در حجم مقالات در دو دهه اخیر نشان می‌دهد که نشان‌دهنده افزایش علاقه به برندسازی سبز است (خنداول، تریپاتی، گوپتا، ۲۰۲۱)^۵. این افزایش بر اهمیت ادغام اهداف برند سبز در استراتژی‌های سازمانی از جمله استراتژی‌های انتخاب فناوری تأکید می‌کند. به طور کلی، برندهای سبز موفق با فناوری‌های جایگزین سبز یا فلسفه شرکت سبز مرتبط هستند (پارکر، سگو و پینتو، ۲۰۱۰)^۶.

توسعه در زمینه فناوری سبز توسط عوامل بسیاری از جمله جهت‌گیری تجاری، علایق و شرایط عملیاتی مربوطه هدایت می‌شود. پذیرش فناوری سبز به همکاری بین بسیاری از مؤلفه‌ها به طور سیستماتیک بستگی دارد که با ویژگی‌های عملیاتی، فنی، تجاری، ظرفیت و جنبه‌های فنی مرتبط است (شیا، ژانگ، یو و تو، ۲۰۱۹ا؛ هرمن، موسگارد و کزندراپ، ۲۰۱۶)^۷. تحقیقات قبلی نشان می‌دهد که عواملی مانند ویژگی‌های فناوری سبز، امکان‌سنجی، سودآوری و عملکرد مالی، شایستگی و وجود منابع عناصر عملیاتی کلیدی مؤثر بر کاربرد فناوری سبز در کسب‌وکار هستند (شیا، ژانگ، یو و تو، ۲۰۱۹ب؛ شیه، هو و ژو، ۲۰۱۹). با افزایش پیچیدگی در تصمیم‌گیری‌ها، شناسایی فناوری جایگزین که تمام معیارهای تصمیم‌گیری را شامل می‌شود، برای تصمیم‌گیرندگان روزبه‌روز دشوارتر می‌شود. برنامه‌ریزی شناسایی فناوری مستلزم یک رویکرد چندجانبه و اتخاذ روش‌های تحلیلی در یک چارچوب بهینه است که موارد جایگزین را بررسی می‌کند و همزمان ابعاد متعدد سیاسی، اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی را در نظر می‌گیرد و تضادها را کاهش می‌دهد. (آناندا و هرات، ۲۰۰۹؛ سی، مرجانوویچ، نصیری و بل، ۲۰۱۶)^۸. تصمیم‌گیری چند معیاره روش تصمیم‌گیری است که تصمیم‌گیرنده را برای حل مشکلات در زمانی که چندین معیار غیر مرتبط درگیر

¹ Bulkeley, H., & Betsill, M. M. (2005)

² Bag, S., & Pretorius, J. H. C. (2022)

³ Xia, D., Zhang, M., Yu, Q., & Tu, Y. (2019b)

⁴ Manjunath, G. (2014)

⁵ Khandelwal, U., Tripathi, V., & Gupta, A. (2021)

⁶ Parker, B., Segev, S., & Pinto, J. (2010)

⁷ Xia, D., Zhang, M., Yu, Q., & Tu, Y. (2019a); Hermann, R. R., Mosgaard, M., & Kerndrup, S. (2016)

⁸ Xie, X., Huo, J., & Zou, H. (2019)

⁹ Ananda, J., & Herath, G. (2009); Si, J., Marjanovic-halburd, L., Nasiri, F., & Bell, S. (2016)

هستند و نیاز به ارزیابی دارند، هدایت می‌کند. در طول سال‌ها، روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره متعددی در ادبیات پیشنهاد شده‌اند (سیتروس، سیلرز و بریتو-پارادا، ۲۰۱۹)^۱. این روش‌ها از نظر نوع سؤالات پژوهشی، نوع مشکل، پیش‌زمینه نظری و نوع پیامدها متفاوت هستند. سیتروس، سیلرز و بریتو پارادا، ۲۰۱۹؛ شاه نظری، روحانی، بوشان، علی و حسین ۲۰۲۰؛ علی، ناهیان و ما، ۲۰۲۰؛ کآ، رضایی، کامپ و وینتر، ۲۰۱۴؛ و یوسف زاده، یغمائیان، حسین و ناصری ۲۰۱۹^۵؛ فرآیند تحلیل سلسله مراتبی را که در ابتدا توسط ساعتی^۶ در دهه ۱۹۸۰ مطرح شده بود، به عنوان یک روش انتخاب فناوری در مقایسه با سایر روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره به کار گیرند. علاوه بر این، سیتروس، سیلرز و بریتو-پارادا، ۲۰۱۹؛ فرآیند تحلیل سلسله مراتبی را به عنوان متداول‌ترین روش مورد استفاده در زمینه انتخاب فناوری شناسایی کردند.

این تحقیق تلاش می‌کند تا با معرفی چارچوبی، به چگونگی انعکاس اهداف برندسازی سبز در استراتژی انتخاب فناوری سازمان پاسخ دهد. همچنین تعامل این بررسی با ادغام روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی تسهیل می‌یابد. این تحقیق با استفاده از یک مطالعه موردی از صنعت مس، به بررسی استفاده از روش‌های مذکور برای ادغام استراتژی‌های انتخاب فناوری با اهداف نام تجاری سبز در شرکت مس بابک، پیشگام بین‌المللی در توسعه روش بایولیچینگ تانک^۷ برای تولید کاتد مس، می‌پردازد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- برندسازی سبز

سبز، یک واژه بین‌المللی است و تعاریف زیادی توسط محققان برای این واژه ارائه شده است. سبز را می‌توان به عنوان هر فعالیتی که محیط زیست را حفظ می‌کند، تعریف کرد (ویلیامز، ۲۰۱۱)^۸. از سوی دیگر سبز برای دلالت بر سازگاری یک سرویس، محصول یا فناوری با محیط زیست استفاده می‌شود (دیردورف، نورتون، دروز، کروسالیس، ریوکی و لویس، ۲۰۰۹)^۹. همچنین سبز، به عنوان نمادی استفاده شده است که نشان دهنده بسیاری از استراتژی‌های موقعیت‌یابی برند مانند تولید ارگانیک و استفاده از انرژی پاک است (لی، امساده، سان، تان، لو و لائو، ۲۰۲۰)^{۱۰}.

ایجاد یک برند قوی همیشه یک هدف اصلی برای کسب و کار بوده است، زیرا مزایای زیادی از جمله: حاشیه سود بیشتر، فرصت‌های بیشتر برای توسعه، و حفظ موقعیت قوی در برابر رقبا در راستای داشتن یک برند قوی قابل دستیابی است (بالستر و آلیمان، ۲۰۰۵). برندسازی فرآیند ایجاد هویت منحصر به فرد برای یک محصول، خدمات یا شرکت است که آن را از رقبای خود متمایز می‌کند. با این حال، در سال‌های اخیر، تغییری در رویکرد شرکت‌ها به موضوع برندسازی مورد توجه قرار گرفته است. با افزایش نگرانی‌ها در مورد محیط زیست و پایداری، شرکت‌ها شروع به درک اهمیت ترکیب ایده‌های سبز در استراتژی‌های برندسازی خود کرده‌اند (مانجونات، ۲۰۱۴)^{۱۱}.

¹ Sitorus, F., Cilliers, J. J., & Brito-Parada, P. R. (2019)

² Shahnazari, A., Ra, M., Rohani, A., Bhushan, B., Ali, M., & Hossien, M. (2020)

³ Ali, T., Nahian, A. J., & Ma, H. (2020)

⁴ Kaa, G. Van De, Rezaei, J., Kamp, L., & Winter, A. De. (2014)

⁵ Yousefzadeh, S., Yaghmaeian, K., Hossein, A., & Nasser, S. (2019)

⁶ Thomas L. Saaty

⁷ Tank Bioremediation

⁸ Williams, C. D. (2011)

⁹ Dierdorff, E. C., Norton, J. J., Drewes, D. W., Kroustalis, C. M., Rivkin, D., & Lewis, P. (2009)

¹⁰ Li, L., Msaad, H., Sun, H., Tan, M. X., Lu, Y., & Lau, A. K. W. (2020).

¹¹ Manjunath, G. (2014)

نام تجاری سبز به استفاده از شیوه‌های سازگار با محیط زیست و پایداری در تلاش‌های برندسازی و بازاریابی اشاره دارد. این راهی است برای شرکت‌ها تا تعهد خود را به محیط زیست نشان دهند و برای مصرف‌کنندگانی که به طور فزاینده‌ای نسبت به محیط‌زیست آگاه هستند، جذابیت ایجاد کنند (بی اس چن، ۲۰۱۰).^۱ به گفته مراد، سراج و احمد، ۲۰۱۲؛ بسیاری از شرکت‌ها در سرتاسر جهان به دلایل زیادی مانند استفاده کارآمد از منابع، بازگشت سرمایه، ورود به بازارهای جدید، افزایش فروش و درآمد، بهبود تصویر شرکت، تمایز محصول و افزایش مزیت‌های رقابتی، استراتژی‌های برندسازی سبز را اتخاذ می‌کنند. همانطور که اشاره کردیم برند سبز بر کاهش تاثیر منفی بر محیط زیست و بهبود پایداری اجتماعی و اقتصادی شیوه‌های تجاری تمرکز دارد. برای شرکت‌ها بسیار مهم است که نه تنها برای جلب نظر مصرف‌کنندگان، بلکه برای بهبود عملکرد زیست محیطی و کمک به آینده‌ای پایدارتر، نام تجاری سبز را در استراتژی برندسازی کلی خود ادغام کنند.

۲-۲- تکنولوژی پایدار

جوامع در سراسر جهان اخیراً متوجه شده‌اند که به دلیل مقادیر عظیمی از آلودگی‌های زیست محیطی که توسط شرکت‌های صنعتی تولید می‌شود مسائل زیست محیطی به طور پیوسته در حال افزایش است (مراد، سراج و احمد، ۲۰۱۲). فناوری پایدار، که به عنوان فناوری پاک یا فناوری سبز شناخته می‌شود به توسعه فرآیندها و سیستم‌های نوآورانه اشاره دارد که با هدف به حداقل رساندن اثرات منفی زیست‌محیطی و در عین حال ارتقاء رفاه اقتصادی و رفاه اجتماعی انجام می‌شود. از طرفی، فناوری پایدار توسعه و بکارگیری محصولات، تجهیزات و سیستم‌هایی است که برای حفظ محیط زیست و منابع طبیعی مورد استفاده قرار می‌گیرند که تاثیر منفی فعالیت‌های انسانی را به حداقل می‌رساند و کاهش می‌دهد (باردواج، ۲۰۲۱).^۳ طبق این مفهوم، فناوری‌های سبز آن‌هایی هستند که آسیب‌های زیست‌محیطی و انتشار گازهای گلخانه‌ای را کاهش می‌دهند، و استفاده از منابع تجدیدپذیر را ترویج می‌دهند، منابع طبیعی و انرژی را حفظ می‌کنند، استفاده از آنها ایمن است و سلامت و پایداری محیط زیست را بهبود می‌بخشند (فرناندو، خوزه، جابور و واه، ۲۰۱۹).^۴

صنعت معدن که به عنوان محور این مطالعه عمل می‌کند، با چالش‌های پایداری متعددی مواجه است. یک مشکل عمده آسیب‌های زیست محیطی به دلیل سطح بالای آلودگی ناشی از فناوری‌های سنتی است (دواسیا و ناتارajan، ۲۰۰۴).^۵ در میان این چالش‌ها، موضوع فروشویی سنگ معدن و استحصال مواد معدنی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. روش‌های فروشویی به سه دسته اصلی شامل هیدرومتالورژی^۶، پیرومتالورژی^۷ و بیولیچینگ^۸ تقسیم می‌شوند. این روش‌ها در کنار هم تشکیل دهنده اکثر روش‌هایی هستند که به استخراج سنگ مس می‌انجامند. در مقایسه با پیرومتالورژی و هیدرومتالورژی سنتی، بیولیچینگ انرژی کمتری مصرف می‌کند و گازهای گلخانه‌ای مضر کمتری منتشر می‌کند (پورمند، ۲۰۱۶؛ وانگ، بین، وو و چن، ۲۰۲۰).^۹ بیولیچینگ فرآیندی است که در آن از میکروارگانیسم‌ها^{۱۰} برای استخراج فلزات از سنگ معدن یا مواد دیگر استفاده می‌شود. کاربرد تجاری بیولیچینگ مس به عنوان یک رویکرد سازگار با محیط زیست برای بازیافت منابع معدنی با عیار پایین یا منابع

¹ Chen, Y. S. (2010)

² Mourad, M., Serag, Y., & Ahmed, E. (2012)

³ Bhardwaj, M. (2021)

⁴ Fernando, Y., Jose, C., Jabbour, C., & Wah, W. (2019)

⁵ Devasia, P., & Natarajan, K. A. (2004)

⁶ Hydrometallurgy

⁷ Pyrometallurgy

⁸ Bioleaching

⁹ Pourmand, A. (2016); Wang, L., Yin, S., Wu, A., & Chen, W. (2020)

¹⁰ Micro Organisms

ثانویه، از دهه ۲۰۰۰ در سراسر جهان افزایش یافته است (یین، وانگ، کابو، چن، یان، آن، ژانگ و وو، ۲۰۱۸؛ پورمند، ۲۰۱۶). بایولیچینگ یک روش پایدار برای بازیافت فلزات از باطله‌ها و کنترل انتشار مواد زیست تخریبگر از آنها است که می‌تواند به حفظ انرژی تجدیدناپذیر و استفاده کامل از این منبع ثانویه کمک کند (ژائو، ژیانگ ال، مائو، یائو و ژیانگ پی، ۲۰۲۱).^۲ این روش قرار گرفتن کارکنان در معرض مواد خطرناک را به حداقل می‌رساند و خطر حوادث محل کار را کاهش می‌دهد. ثانیاً، بایولیچینگ به طور قابل توجهی اثرات زیست محیطی تولید مس را کاهش می‌دهد (پورمند، ۲۰۱۶).

در حال حاضر، بایولیچینگ مس بیش از ۳۰ درصد از تولید جهانی مس کاتدی را تشکیل می‌دهد (یین، وانگ، کابو، چن، یان، آن، ژانگ و وو، ۲۰۱۸). فرآیندهای بایولیچینگ صنعتی برحسب اصول مبتنی بر آبیاری به دو گروه (بایولیچینگ دامپ^۳، بایولیچینگ پشته‌ای^۴ و بایولیچینگ درجا^۵) و (بایولیچینگ حوضچه‌ای^۶ و بایولیچینگ تانک) تقسیم می‌شوند (ژائو، ژیانگ ال، مائو، یائو و ژیانگ پی، ۲۰۲۱).

در اینجا خلاصه‌ای از تعاریف هر روش آورده شده است:

- بایولیچینگ تانک: بایولیچینگ تانک شامل قرار دادن سنگ معدن ریز خرد شده در مخازن و انجام کشت‌های میکروبی است که به استخراج فلز می‌انجامد. مخلوط هم زده می‌شود و عمل میکروبی را تسهیل می‌کند. این یک روش کارآمد است و شرایط کنترل شده‌ای را برای رشد میکروبی و بازیابی فلز ارائه می‌دهد (پورمند، ۲۰۱۶).
- بایولیچینگ پشته‌ای: در بایولیچینگ پشته‌ای، سنگ معدن خرد شده به صورت توده‌ها یا پشته‌ها انباشته می‌شود و به آب و محلول‌های میکروبی اجازه می‌دهد تا در داخل کپه نفوذ کنند. این روش برای سنگ‌های با عیار پایین‌تر مناسب است و روشی مقرون به صرفه برای استخراج فلزات ارائه می‌دهد، اگرچه این فرآیند ممکن است بیشتر طول بکشد (یین، وانگ، کابو، چن، یان، آن، ژانگ و وو، ۲۰۱۸).
- بایولیچینگ دامپ: بایولیچینگ دامپ شبیه به لیچینگ پشته‌ای است، اما شامل قرار دادن سنگ معدن روی یک لاینر غیرقابل نفوذ است. محلول‌های لیچینگ از بالا اعمال می‌شود و فلز در پایه جمع آوری می‌شود. این روش برای تصفیه حجم بیشتری از سنگ معدن با عیار پایین سودمند است (یین، وانگ، کابو، چن، یان، آن، ژانگ و وو، ۲۰۱۸).
- بایولیچینگ حوضچه‌ای: در این روش سنگ معدن خرد شده در حوضچه‌هایی قرار می‌گیرد و محلول‌های لیچینگ و کشت‌های میکروبی اضافه می‌شود. مخلوط به صورت دوره‌ای هم زده می‌شود و از تماس کامل بین میکروب‌ها و سنگ معدن اطمینان حاصل می‌شود. این روش می‌تواند با انواع سنگ معدن سازگار شود (کاکسون، بوکسال، گومولیا، خالقو، موریس، بُو، چنگ، اوشر و لاکانیمی، ۲۰۱۸).^۷
- بایولیچینگ درجا: بایولیچینگ درجا شامل استحصال ذخایر سنگ معدن بدون حفاری آنها می‌شود. محلول‌های لیچ مستقیماً به بدنه سنگ در اعماق زمین تزریق می‌شوند و فعالیت میکروبی را برای حل کردن فلزات انجام می‌دهند. این روش اختلالات محیطی را به حداقل می‌رساند و برای ذخایر معدنی عمیق‌تر مناسب است (ریچر، کالکا، میبرز، نیکولای و مارتین، ۲۰۱۸).^۸

¹ Yin, S., Wang, L., Kabwe, E., Chen, X., Yan, R., An, K., Zhang, L., & Wu, A. (2018)

² Gao, X., Jiang, L., Mao, Y., Yao, B., & Jiang, P. (2021)

³ Dump Bioleaching

⁴ Heap Bioleaching

⁵ In-Situ Bioleaching

⁶ Vat Bioleaching

⁷ Kaksonen, A. H., Boxall, N. J., Gumulya, Y., Khaleque, H. N., Morris, C., Bohu, T., Cheng, K. Y., Usher, K. M., & Lakaniemi, A. M. (2018)

⁸ Richter, C., Kalka, H., Myers, E., Nicolai, J., & Märten, H. (2018).

تاکید بر این نکته ضروری است که هدف این مقاله بررسی پیچیدگی‌های روش‌های بایولیچینگ نیست و علیرغم وجود ادبیات گسترده که روش‌های مختلف بایولیچینگ را بررسی می‌کند، شکاف تحقیقاتی بحث شده، بررسی چگونگی دخول اهداف برندسازی سبز در انتخاب تکنولوژی با مطالعه موردی شرکت بابک‌مس می‌باشد.

۲-۳- برندینگ سبز و استراتژی انتخاب تکنولوژی

اهداف برندسازی سبز نقشی اساسی در شکل‌دهی معیارها و اولویت‌های ارزیابی فناوری ایفا می‌کند و منجر به پذیرش فناوری‌های سازگار با محیط زیست و مسئولیت‌پذیر اجتماعی می‌شود که با ارزش‌های زیست‌محیطی شرکت همسو می‌شود و تصویر کلی برند آن را ارتقا می‌دهد.

پذیرش فناوری سبز شامل اتخاذ فرآیندها، تکنیک‌ها و سیستم‌های جدید یا بهبود یافته برای کاهش اثرات مضر فعالیت‌های تجاری بر محیط زیست و تأثیر منفی فعالیت‌های انسانی است (یاکوب، وونگ و خور، ۲۰۱۹).^۱

همانطور که شرکت‌ها تلاش می‌کنند توسعه فناوری خود را با اهداف پایداری هماهنگ کنند، ملاحظات خاص مربوط به اثرات زیست‌محیطی، بهره‌وری منابع و مسئولیت اجتماعی بسیار مهم می‌شوند. با ادغام اهداف برندسازی سبز در فرآیند ارزیابی، سازمان‌ها اطمینان حاصل می‌کنند که انتخاب‌های فناوری نه تنها با اهداف پایداری آنها همسو می‌شوند، بلکه تعهد آن‌ها را به شیوه‌های مسئولانه و اخلاقی دربر می‌گیرد (وانگ ام، لی وای، لی جی و وانگ زد، ۲۰۲۱).^۲

پذیرش فناوری سبز یک فرآیند تصمیم‌گیری پیچیده است و به همکاری بین بسیاری از مؤلفه‌ها از جمله ویژگی‌های عملیات، ظرفیت و ویژگی‌های فنی به طور سیستماتیک بستگی دارد. معیارها ممکن است شامل عواملی مانند کارایی تولید، مقرون به صرفه بودن، مقیاس پذیری، استانداردها و قوانین و امکان سنجی تکنولوژیکی باشند (علی، ناهیان و ما، ۲۰۲۰؛ یوسف زاده، یغمائیان، حسین و ناصر، ۲۰۲۰). علاوه بر این، در شرکتی که با هدف برندسازی سبز هدایت می‌شود، معیارها باید با ملاحظات سبز مانند تولید پایدار، مسئولیت اجتماعی، بهره‌وری منابع و انرژی و سازگاری با محیط زیست در نظر گرفته شوند (باریرا و سگورا، ۲۰۲۲؛ شیا و همکاران، ۲۰۱۹؛ شیه و همکاران، ۲۰۱۹؛ فرز و نورووا، ۲۰۲۱).^۳

همانطور که قبلاً اشاره شد، در حالی که ادبیات فراوانی وجود دارد که پیچیدگی‌های فنی روش‌های بایولیچینگ را بررسی می‌کند، ارزیابی این روش‌ها از نظر همسویی آن‌ها با اهداف برندسازی سبز در بررسی ادبیات یافت نمی‌شود. در بخش بعدی با معرفی چارچوبی برای ارزیابی فناوری و سپس ارائه مطالعه موردی شرکت بابک‌مس ایرانیان که از فناوری بایولیچینگ در تولید کانداهای مس استفاده می‌کند، انتخاب فناوری بایولیچینگ تانک و انطباق آن با اهداف برندسازی سبز این شرکت را ارزیابی خواهیم کرد.

۲-۴- تصمیم‌گیری چند معیاره

تصمیم‌گیری چند معیاره یکی از حوزه‌های تحقیقاتی در عملیات و علم مدیریت است که به طور گسترده توسط محققان و دست‌اندرکاران مورد مطالعه قرار گرفته است (گول، سلیک، آیدین، تاسکین گوموس و گونری، ۲۰۱۶).^۴ در سناریوهای دنیای واقعی، تصمیم‌گیرندگان اغلب باید عوامل مختلفی را در نظر بگیرند که ممکن است سطوح اهمیت متفاوتی داشته باشند. تصمیم‌گیری چند معیاره یک فرآیند ساختاریافته و سیستماتیک برای ارزیابی چندین معیار به طور همزمان فراهم می‌کند و تصمیم

¹ Yacob, P., Wong, L. S., & Khor, S. C. (2019)

² Wang, M., Li, Y., Li, J., & Wang, Z. (2021).

³ Ali, T., Nahian, A. J., & Ma, H. (2020).

⁴ Barrera, F., & Segura, M. (2022); Freze, T., & Nurova, O. (2021)

⁵ Gul, M., Celik, E., Aydin, N., Taskin Gumus, A., & Guneri, A. F. (2016)

گیرندگان را قادر می‌سازد تا جایگزین‌ها را به طور عینی رتبه بندی و اولویت بندی کنند. هدف از این شیوه تصمیم‌گیری انتخاب بهترین مجموعه جایگزین‌ها (راه حل‌ها) با توجه به معیارها است (فرناندو، خوزه، جابور و واه، ۲۰۱۹).^۱ امروزه رویکرد تصمیم‌گیری چند معیاره با در نظر گرفتن بسیاری از اهداف و متغیرهای کمی و کیفی، به یکی از حوزه‌های تحقیقاتی اصلی برای رسیدگی به مسائل تصمیم‌گیری پیچیده تبدیل شده است (یوسف زاده، یغمائیان، حسین و ناصری، ۲۰۱۹).

تصمیم‌گیری چند معیاره چندین مزیت را به دنبال دارد که باعث بهتر شدن فرآیند تصمیم‌گیری می‌شود. این روش علاوه بر ارزیابی چندین معیار به طور همزمان منجر به تصمیم‌گیری‌های آگاهانه می‌شود (زیود و فوکس هانوش، ۲۰۱۷).^۲ تصمیم‌گیری چند معیاره با استفاده از محاسبات ریاضی ساختاریافته و رویه‌های شفاف گام به گام، عینیت را ارتقا می‌دهد. انعطاف‌پذیری آن امکان سفارشی‌سازی برای سناریوهای تصمیم‌گیری مختلف را فراهم می‌کند که معیارهای کیفی و کمی را به طور همزمان در نظر می‌گیرد (یوسف زاده، یغمائیان، حسین و ناصری، ۲۰۱۹).

چندین روش تصمیم‌گیری چند معیاره وجود دارد که معمولاً برای تسهیل فرآیندهای تصمیم‌گیری استفاده می‌شود (علی، ناهیان و ما، ۲۰۲۰). اگرچه هیچ فرمول یا قانون کلی برای انتخاب یک تکنیک خاص وجود ندارد، بررسی ادبیات نشان می‌دهد که فرآیند تحلیل سلسله مراتبی با حدود ۶۵ درصد کاربرد در زمینه‌های مختلف از جمله انتخاب فناوری، غالب‌ترین روش بوده است (سیتروس، سیلرز و بریتو-پارادا، ۲۰۱۹؛ یوسف زاده، یغمائیان، حسین و ناصری، ۲۰۱۹). بنابراین، بخش‌های بعدی بر توضیح دقیق و کاربرد فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در ارزیابی و اولویت‌بندی گزینه‌های فناوری در مطالعه موردی بررسی شده تمرکز خواهند کرد.

۲-۵- کاربرد فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در استراتژی انتخاب فناوری

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی یک تکنیک تصمیم‌گیری چند معیاره است که به طور گسترده‌ای پذیرفته شده است که به تصمیم‌گیرندگان کمک می‌کند تا با ساختار بندی سلسله مراتبی تصمیمات پیچیده را ساده سازی کنند. (کورسون اوغلو، ایچلاس و کایا، ۲۰۱۷).^۳

این فرآیند مسئله تصمیم‌گیری را به یک ساختار سلسله مراتبی با سه سطح اصلی تقسیم می‌کند: هدف، معیارها و گزینه‌ها. هدف نشان دهنده هدف کلی است، معیارها عوامل مؤثر بر تصمیم را نشان می‌دهند و گزینه‌های جایگزین نشان دهنده گزینه‌های مورد ارزیابی هستند. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی اساساً مبتنی بر ماتریس مقایسه زوجی و آزمون سازگاری برای بیان اهمیت نسبی بین معیارها و جایگزین است (یوسف زاده، یغمائیان، حسین و ناصری، ۲۰۱۹). در این فرآیند یک چارچوب سلسله مراتبی ساختاریافته و عینی ایجاد می‌شود که باعث کاهش تأثیر دیدگاه‌های ذهنی و سوگیری‌های شخصی جهت دهنده به ارزیابی می‌شود و شفافیت را در انتخاب جایگزین افزایش می‌دهد (خایرا و دیودی، ۲۰۱۸؛ زیود و فوکس هانوش، ۲۰۱۷؛ سیتروس، سیلرز و بریتو-پارادا، ۲۰۱۹). بدست آوردن اولویت‌ها در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی مستلزم محاسبات حداکثر مقدار ویژه، شاخص سازگاری (CI^۵)، نسبت سازگاری (CR^۶) و مقادیر نرمال شده برای هر معیار/جایگزین است (اومکارپراساد، وایدیا و کومار، ۲۰۰۶).^۷ انتخاب مناسب و دقیق بهترین فناوری علاوه بر کارایی فرآیند، نیازمند توجه جدی به معیارهای دیگر نیز می‌باشد. از آنجایی که انتخاب بهترین گزینه شامل چالش‌های زیادی در ارتباط با معیارهای مختلف و تصمیم‌گیری‌های پیچیده است، تصمیم‌گیری

¹ Fernando, Y., Jose, C., Jabbour, C., & Wah, W. (2019)

² Zyoud, S. H., & Fuchs-Hanusch, D. (2017)

³ Kursunoglu, S., Ichlas, Z. T., & Kaya, M. (2017)

⁴ Khaira, A., & Dwivedi, R. K. (2018).

⁵ Consistency Index

⁶ Consistency Ratio

⁷ Omkarprasad S. Vaidya, Sushil Kumar, (2006).

چند معیاره می‌تواند به عنوان ابزار مفیدی برای پرداختن به این موضوع مورد استفاده قرار گیرد (یوسف زاده، یغمائیان، حسین و ناصری، ۲۰۱۹).

استفاده از تصمیم‌گیری چند معیاره و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی برای انتخاب فناوری چندین مزیت دارد. اولاً، این رویکرد تصمیم‌گیرندگان را قادر می‌سازد تا با در نظر گرفتن چندین معیار به طور همزمان، یک ارزیابی جامع انجام دهند و اطمینان حاصل کنند که جنبه‌های مختلف از جمله فنی، زیست محیطی و اقتصادی فناوری‌ها را مورد بررسی قرار داده‌اند (شاه نظری، روحانی، بوشان، علی و حسین، ۲۰۲۰). علاوه بر این، انعطاف‌پذیری و سازگاری این روش‌ها به تصمیم‌گیرندگان اجازه می‌دهد تا معیارها و وزن‌ها را متناسب با زمینه‌های مختلف، تطبیق با شرایط متغیر و استراتژی‌های کسب‌وکار در حال تکامل تنظیم کنند. به طور کلی، استفاده از ارزیابی جامع تصمیم‌گیری چند معیاره و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، سازمان‌ها را قادر می‌سازد تا انتخاب‌های فناوری آگاهانه، استراتژیک و مسئولانه‌ای داشته باشند (علی، ناهیان و ما، ۲۰۲۰).

باباتونده، موندا و هامام، ۲۰۱۹؛ از تصمیم‌گیری چند معیاره برای اتخاذ فناوری‌های پایدار با ادغام ملاحظات پایداری در ارزیابی انتخاب یک سیستم انرژی تجدیدپذیر ترکیبی استفاده کرد. یوسف زاده، یغمائیان، حسین و ناصری، ۲۰۱۹؛ با در نظر گرفتن نقش معیارهای انتخاب شده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی برای انتخاب بهترین فرآیند لیچینگ برای بازیافت مس و استخراج آن PCB^۲ ها استفاده کرد. همچنین شاه نظری، روحانی، بوشان، علی و حسین، ۲۰۲۰؛ از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی برای انتخاب بهترین فناوری ترموشیمیایی با معیارهای فنی، اقتصادی و زیست محیطی استفاده کردند.

مطالعه انجام شده توسط سیتروس و همکاران، ۲۰۱۹؛ نشان داد که در زمینه‌های مربوط به معدن، روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره بیشترین استفاده را برای انتخاب روش استخراج داشته‌اند: ۳۳ مقاله از ۶۹ مقاله (۴۷/۳۸ درصد). همچنین در بین ۹۰ مقاله بررسی شده، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی پرکاربردترین روش منفرد است (۲۶ مقاله). در ۴۱ استفاده ترکیبی از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، ۱۷ (۴۱/۵ درصد) مقاله از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در ترکیب با یک یا چند روش دیگر تصمیم‌گیری چند معیاره استفاده کردند.

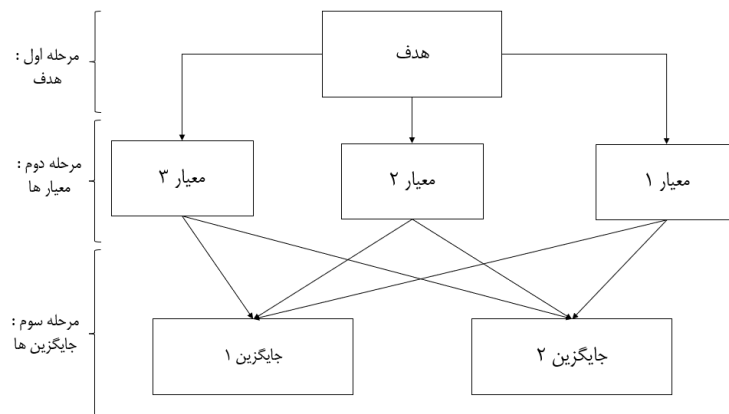
۲-۵-۱- به کارگیری فرآیند تحلیل سلسله مراتبی

همانطور که ذکر شد اولین گام استفاده از تصمیم‌گیری چند معیاره و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، تعریف هدف اصلی است (کورسون اوغلو، ایچلاس و کایا، ۲۰۱۷). این هدف انتخاب بهترین فناوری برای فرآیند تولید یا خط محصول خاص است. مرحله دوم، شناسایی معیارهایی است که بر ارزیابی گزینه‌های فناوری تولید تأثیر می‌گذارند. پس از شناسایی معیارها و پس از آن مشخص نمودن گزینه‌های تولید، آن‌ها به صورتی که در شکل ۱ مشخص شده‌اند ساختار می‌یابند (رن و لوتزن، ۲۰۱۵).^۳

^۱ Babatunde, O. M., Munda, J. L., & Hamam, Y. (2019).

^۲ Printed Circuit Board

^۳ Ren, J., & Lützen, M. (2015)



شکل ۱ - لایه بندی فرآیند تحلیل سلسله مراتبی

در مرحله سوم، تصمیم گیرندگان مقایسه‌های زوجی معیارهای شناسایی شده را برای تعیین اهمیت نسبی آنها در دستیابی به هدف اصلی انتخاب فناوری انجام می‌دهند (کآ، رضایی، کامپ و وینتر، ۲۰۱۴). این مقایسه‌های زوجی منجر به ماتریسی می‌شود که وزن‌های نسبی معیارها را نشان می‌دهد و اهمیت آنها را نسبت به هدف کلی انتخاب فناوری منعکس می‌کند (علی، ناهیان و ما، ۲۰۲۰). همچنین، تصمیم گیرندگان با توجه به هر یک از معیارهای شناسایی شده، گزینه‌های فناوری تولید را به صورت زوجی مقایسه می‌کنند. این فرآیند منجر به ماتریس‌هایی می‌شود که امتیازات نسبی یا رتبه‌بندی عملکرد گزینه‌های فناوری تولید را با توجه به معیارها نشان می‌دهد.

ماتریس‌های مقایسه زوجی گزینه‌ها و معیارها باید همانطور که در فرمول‌های زیر نشان داده شده است ساخته شوند.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix}, \quad (1)$$

$[A_{ij}]$, where, $i, j = 1, 2, \dots, n$,

$A_{ij} = 1$ for $i = j$,

$A_{ij} = \frac{1}{A_{ji}}$ for $i \neq j$.

جدول ۱؛ مقیاس‌های ارزیابی مقایسه زوجی را نشان می‌دهد (عزیز، سروشیان و محمود، ۲۰۱۶).

¹ Aziz, N. F., Sorooshian, S., & Mahmud, F. (2016).

جدول ۱ - مقیاس‌های ارزیابی مقایسه زوجی

میزان اهمیت	تعریف	توضیح
۱	تأثیر مستقیم یکسان	هر دو المان تأثیر یکسانی در هدف دارند
۲	تأثیر مستقیم نسبتاً ضعیف	یکی از المان‌ها تأثیر مستقیم نسبتاً بالایی دارد
۳		
۴	تأثیر مستقیم متوسط	یکی از المان‌ها تأثیر مستقیم بالایی دارد
۵		
۶	تأثیر مستقیم قوی	یکی از المان‌ها تأثیری کاربردی و قوی در مقایسه با المان دیگری دارد
۷		
۸	تأثیر مستقیم خیلی قوی	یکی از فاکتورها تأثیری بسیار قوی در مقایسه با المان دیگری دارد
۹		

در مرحله بعد، تصمیم گیرندگان وزن معیار و فناوری جایگزین را بر اساس مقادیر به دست آمده از ماتریس‌های مقایسه زوجی محاسبه می‌کنند. برای تعیین وزن معیارها و فناوری جایگزین، مقادیر عددی در هر ردیف از ماتریس مقایسه زوجی نرمال می‌شوند تا اطمینان حاصل شود که مجموع وزن‌ها برابر با ۱ است (الانگ کوماران، ساسیرخا، آنجکومار، ساکتیول، بوپاتی رجا، روبان، سیدهارتا، نظام‌الدین و پراوین، ۲۰۱۳).^۱ چندین روش ریاضی را می‌توان برای نرمال سازی استفاده کرد، مانند روش بردار ویژه یا روش میانگین هندسی (ساعتی، ۱۹۸۷).^۲

در مرحله بعد تصمیم گیرندگان امتیازات کلی هر گزینه فناوری تولید را با ترکیب وزن معیار به دست آمده با رتبه بندی عملکرد مربوط به هر گزینه فناوری بدست آمده از مقایسه‌های زوجی محاسبه می‌کنند (نورمی، ۲۰۱۷).^۳ در گام هفتم، برای انجام تجزیه و تحلیل حساسیت کورسون اوغلو و همکاران، ۲۰۱۷؛ و زیود و فانچ‌هانوش، ۲۰۱۷؛ پیشنهاد کردند که از شاخص سازگاری (CI) و نسبت سازگاری (CR) برای تأیید سازگاری ماتریس مقایسه استفاده شود. نسبت سازگاری باید کمتر از ۰.۱۰ باشد؛ در غیراین صورت ماتریس مقایسه زوجی نیاز به بازنگری و اصلاح دارد. نسبت سازگاری با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2)$$

CI، شاخص سازگاری، از معادله زیر محاسبه می‌شود:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (3)$$

λ_{\max} ، بزرگترین مقدار ویژه ماتریس ساعتی، ۱۹۷۸؛ است و n تعداد عناصر در قضاوت است. همچنین (RI^4) به معنای شاخص‌های تصادفی است. جدول ۲؛ استاندارد RI را با توجه به n نشان می‌دهد (دوراک، ارسلان و اوزدمیر، ۲۰۲۱).^۵

¹ Ilankumaran, M., Sasirekha, V., Anojkumar, L., Sakthivel, G., Boopathi Raja, M., Ruban Sundara Raj, T., Siddhartha, C., Nizamuddin, P. and Praveen Kumar, S. (2013)

² Saaty, R.W. (1987)

³ Nurmi .P. (2017)

⁴ Randomness Indicators

⁵ Durak, İ., Arslan, H. M., & Özdemir, Y. (2021)

جدول ۲ - شاخص‌های تصادفی

n	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
RI	۰	۰	۰/۵۲	۰/۸۹	۱/۱۱	۱/۲۵	۱/۳۵	۱/۴۰	۱/۴۵

به طور خلاصه، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی به طور گسترده در زمینه‌های مختلف، از جمله تجارت، مهندسی، مدیریت زیست محیطی و ارزیابی فناوری، برای اتخاذ تصمیمات آگاهانه و عینی در سناریوهای تصمیم‌گیری پیچیده استفاده شده است. شایان ذکر است که فرآیند تحلیل سلسله مراتبی توسط نرم‌افزارهای کاربر پسندی مانند Expert Choice و Super Decision پشتیبانی می‌شود (سیتروس، سیلرز و بریتو-پارادا، ۲۰۱۹).

۲-۶- ادغام روش انتخاب فناوری با اهداف برندسازی سبز

مطالعه انجام شده توسط چن، لای و وین، (۲۰۰۶)^۱ بیان کرد که نام تجاری سبز را می‌توان به محصول سبز یا نوآوری فرآیند سبز ارتباط داد. شرکت‌ها، مانند شرکت مس بابک ایرانیان (IBCCO)^۲، تشخیص دادند که همسویی انتخاب‌های فناوری با آرمان‌های نام تجاری سبز نه تنها تصویر زیست‌محیطی آن‌ها را بهبود می‌بخشد، بلکه تعهد آنها را به اقدامات پایدار و مسئولیت‌های اجتماعی نشان می‌دهد (سایت شرکت بابک مس ایرانیان، ۲۰۱۰)^۳.

ادغام روش‌های انتخاب فناوری با اهداف نام تجاری سبز نشان دهنده یک تغییر بنیادی در تصمیم‌گیری است. این ادغام انتخاب فناوری را از یک تمرین متمرکز به یک تلاش استراتژیک ارتقا می‌دهد که رشد کسب و کار را با ملاحظات محیطی و اخلاقی همسو می‌کند.

علی‌رغم کاربردهای گسترده تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره در فرآیندهای انتخاب فناوری، ادغام این روش با موضوع اهداف نام تجاری سبز به طور قابل توجهی در ادبیات موجود وجود ندارد. با ارائه یک مطالعه موردی از روش بایولیچینگ تانک در تولید کاتد مس در IBCCO، هدف ما نشان دادن این است که چگونه استراتژی انتخاب فناوری می‌تواند از تلاش‌های سازمان در راستای نام تجاری سبز حمایت کند و به اهداف کلی پایداری کمک کند.

۲-۷- بررسی اجمالی شرکت بابک مس ایرانیان

شرکت بابک مس یک شرکت معدنی مستقر در ایران است که در زمینه تولید مس تخصص دارد. این شرکت یکی از زیرمجموعه‌های هلدینگ "شرکت مادر تخصصی توسعه معادن و صنایع معدنی خاورمیانه"^۴ است که با نام MIDHCO در سال ۱۳۸۹ تاسیس شد و دفتر مرکزی آن در استان کرمان واقع در جنوب شرق ایران می‌باشد (سایت شرکت بابک مس ایرانیان، ۲۰۱۰).

۲-۷-۱- چشم‌انداز، ماموریت و ارزش‌های سازمان

چشم‌انداز IBCCO این است که یک شرکت جهانی، دانش بنیان و پیشرو در صنعت مس در منطقه با سود بالا برای سهامداران باشد. همچنین ماموریت شرکت تولید کاتد مس برای صنایع پایین دست با فناوری پیشرفته پایدار و توسعه و تبدیل فناوری پایدار به یک فناوری سودآور در صنعت مس می‌باشد. خلاقیت، نوآوری، تولید سبز و تعهد اقتصادی برخی از ارزش‌های شرکت است.

¹ Chen, Y., Lai, S., & Wen, C. (2006)

² Iranian Babak Copper Company

³ <https://ibcco.midhco.com/fa/page/Policy.html#1>

⁴ Middle East Mines & Mineral Industries Development Holding Company

شرکت مس بابک متعهد به توسعه پایدار است و ابتکارات متعددی را برای کاهش اثرات زیست محیطی خود به اجرا در آورده است. از جمله پیشروی در استفاده از فناوری بایولیچینگ تانک در تولید کاتد که به دلیل تأثیر زیست محیطی نسبتاً کم در مقایسه با روش‌های ذوب سنتی شناخته شده است (پورمند، ۲۰۱۶؛ وانگ، بین، وو و چن، ۲۰۲۰). همچنین، IBCCO از منابع انرژی تجدیدپذیر، اقدامات حفاظت از آب و برنامه‌های مدیریت زباله بهره می‌گیرد (سایت شرکت بابک مس ایرانیان، ۲۰۱۰). IBCCO متعهد به استفاده از فرآیندهای تولیدایمن و پایدار برای به حداقل رساندن تأثیر آنها بر محیط زیست و جامعه است.

۲-۷-۲- کارخانه‌های تاسیس شده

الف. کارخانه تولید کاتد مس بایولیچینگ با ظرفیت تولید ۵۰۰۰۰ تن در سال کاتد مس گرید A (LME^۱): شرکت مس بابک ادعا می‌کند که بزرگترین و اولین واحد تولید مس جهان به روش بایولیچینگ تانک با ظرفیت اسمی تولید سالیانه ۵۰۰۰۰ تن مس کاتد را دارد. این کارخانه در ۲۳ کیلومتری شمال شهرستان بابک در استان کرمان قرار دارد. مطالعات آزمایشگاهی، مطالعات پایلوت و طراحی قسمت فرآیندی واحد توسط شرکت کانادایی EPCM^۲ انجام شده است و عملیات اجرایی این پروژه از سال ۱۳۹۰ آغاز و فاز اول (۳۰ درصد ظرفیت) در سال ۱۳۹۷ راه‌اندازی شد (سایت شرکت هلدینگ میدکو، ۲۰۱۰).^۳

ب. کارخانه تولید لوله مسی با ظرفیت ۱۲۰۰۰ تن در سال: شرکت مس بابک ایرانیان مدعی برخورداری از آخرین تکنولوژی روز دنیا در تولید لوله‌های مسی به روش CAST & DRAW (چهارمین خط راه‌اندازی شده در دنیا) می‌باشد (سایت شرکت هلدینگ، ۲۰۱۰).

۲-۷-۳- دستاوردها

IBCCO موفق به اخذ گواهینامه CE^۴ از TUV NORD آلمان شده است. همچنین با رعایت کلیه استانداردهای مدیریت کیفیت، ایمنی و محیط زیست، موفق به اخذ استاندارد ISO^۵9001، ISO14001، ISO18001 و HSE-MS^۶ از موسسه SGS^۷ ایران شده است. قابل ذکر است، IBCCO همچنین با ثبت اختراع موفق فناوری خود در کانادا، شیلی و اروپا، گام‌هایی در زمینه نوآوری برداشته است، که گواهی بر شناخت و تأثیر جهانی آن است (سایت شرکت میدکو، ۲۰۱۵).

۲-۷-۴- ارزیابی انتخاب فناوری

تقاضای جهانی مس به طور مداوم در حال افزایش است، در حالی که سودآورترین منابع مس در حال حاضر تمام شده است و محتوای فلز در ذخایر سنگ طبیعی باقیمانده در حال کاهش است. این وضعیت منجر به تقاضای مستمر برای فرآیندهای جدید، بهبود یافته و مقرون به صرفه برای برنده شدن مس می‌شود (پورمند، ۲۰۱۶). همانطور که قبلاً ذکر شد، به دلیل دستیابی به اهداف برند سبز، IBCCO از فناوری بایولیچینگ تانک برای تولید کاتد مس استفاده می‌کند. بر این اساس، تحقیقات به سمت ارزیابی روش‌های مختلف بایولیچینگ سوق داده می‌شود. این ارزیابی شامل تجزیه و تحلیل این است که کدام تکنیک بایولیچینگ، با توجه به هدف برندسازی سبز شرکت مس بابک و سایر اهداف تجاری، به عنوان مناسب‌ترین فناوری برای سازمان عمل می‌کند. در تعقیب این هدف، از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی برای ارزیابی گزینه‌های فناوری استفاده می‌شود.

¹ London Metal Exchange

² Engineering, Procurement and Construction Management

³ [https://www.midhco.com/en/companies/21-Iranian-Babak-Copper-Co.\(IBCCO\).html](https://www.midhco.com/en/companies/21-Iranian-Babak-Copper-Co.(IBCCO).html)

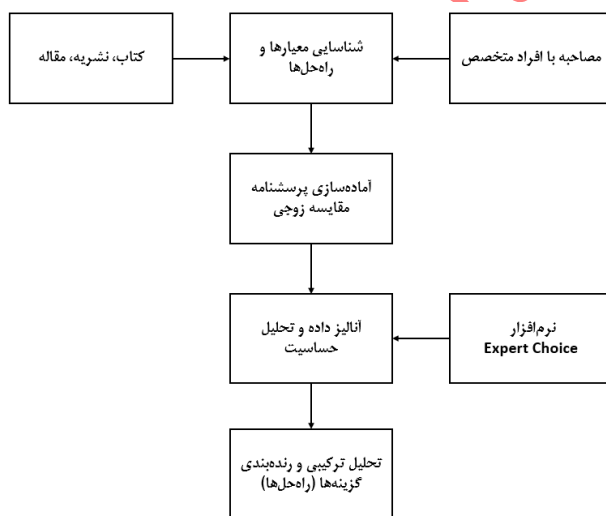
⁴ European Conformity

⁵ International Organization for Standardization

⁶ Health, Safety, Environment, Management System

⁷ Societe General De Surveillance S.A

این فرآیند با شناسایی پنج فناوری اصلی بایولیچینگ سنگ مس مرتبط با تولید کاتد مس آغاز می‌شود. به طور همزمان، گروه تحقیقاتی شش معیار کلیدی پایداری تولید، امکان سنجی، کارایی، سودآوری، مقیاس پذیری و نوآوری را برای ارزیابی این فناوری‌ها شناسایی می‌کند. این معیارها به عنوان عوامل اساسی در فرآیند انتخاب فناوری برای تولید کاتد مس عمل می‌کنند و از ارزیابی جامعی که با اهداف تجاری و اهداف پایداری شرکت هم‌راستا است، اطمینان حاصل می‌کنند. برای ادامه، پرسشنامه‌ای شامل هفت جدول تنظیم گردید. در این میان، شش جدول به عنوان ماتریس‌های مقایسه زوجی عمل می‌کنند که مقایسه فن آوری‌های مختلف با یکدیگر را بر اساس معیارهای شناسایی شده تسهیل می‌کنند. علاوه بر این، جدولی طراحی شده است تا امکان مقایسه زوجی بین خود معیارها را با توجه به هدف نهایی انتخاب فناوری در IBCCO، که ترویج تلاش‌های نام تجاری سبز است، فراهم کند. سپس با شش نفر از کارشناسان مجرب در زمینه معدن مصاحبه شد. این کارشناسان از بین مدیران IBCCO، اساتید معدن دانشگاه و مدیران شرکت پژوهش و نوآوری فراتاکی‌ایرانیان که در زمینه تحقیق و امکان سنجی فناوری بایولیچینگ در IBCCO فعالیت داشته‌اند، انتخاب شده‌اند. سپس از آنها خواسته می‌شود تا جداول را بر اساس دیدگاه خود در مورد ایجاد خط تولید بایولیچینگ در IBCCO تکمیل کنند. سپس ماتریس‌های مقایسه زوجی ایجاد شد که نرمال سازی شدند و سازگاری ماتریس‌ها توسط نرم افزار Expert Choice محاسبه شد. شکل ۲، فرآیند تصمیم گیری تحلیل سلسله مراتبی را نشان می‌دهد که توسط گروه تحقیقاتی برای ارزیابی فناوری تولید استفاده شد. در مرحله آخر، وزن گزینه‌های فناوری متناسب با هر معیار را با ضرب اولویت هر معیار در اولویت فناوری متناسب با آن معیار محاسبه می‌کنیم. سپس، با تجمیع وزن گزینه‌های فناوری متناسب با هر معیار امتیازات نهایی فناوری‌ها را متناسب با هدف اصلی شرکت محاسبه می‌کنیم.



شکل ۲ - فرآیند تصمیم گیری بر اساس مدل تحلیل سلسله مراتبی

۳- یافته های تحقیق

جدول ۳؛ مقادیر امتیاز متناسب به هر معیار را بر اساس هدف تولید (A)، همراه با امتیاز اختصاص داده شده به هر روش تولید با توجه به معیار مربوطه (C) را نشان می‌دهد. علاوه بر این، جدول ۴؛ خلاصه‌ای از نمرات هر روش تولید را با در نظر گرفتن تمام معیارهای ارزیابی شده ارائه می‌دهد.

جدول ۳ - وزن هر جایگزین با توجه به معیار و وزن هر معیار با توجه به هدف اصلی

معیار	امتیاز معیار نسبت به هدف	جایگزین	ناسازگاری	A	امتیاز جایگزین نسبت به معیار	C
پایداری تولید	۰/۱۹۶	بایولیچینگ تانک	۱/۰۱	۰/۱۹۶	۰/۴۴۳	۰/۰۸۶۸۲۸
		بایولیچینگ دامپ			۰/۱۵۵	۰/۰۳۰۳۸
		بایولیچینگ حوضچه‌ای			۰/۲۴۵	۰/۰۴۸۰۲
		بایولیچینگ پشته‌ای			۰/۱۱۲	۰/۰۲۱۹۵۲
		بایولیچینگ درجا			۰/۰۴۴	۰/۰۰۸۶۲۴
						۰/۰۱۹۶
بهره‌وری	۰/۱۱۳	بایولیچینگ تانک	۰/۰۲	۰/۱۱۳	۰/۰۴۳۰	۰/۰۴۸۵۹
		بایولیچینگ دامپ			۰/۱۵۴	۰/۰۱۷۴۰۲
		بایولیچینگ حوضچه‌ای			۰/۲۵۹	۰/۰۲۹۲۶۷
		بایولیچینگ پشته‌ای			۰/۱۲۳	۰/۰۱۳۸۹۹
		بایولیچینگ درجا			۰/۰۳۴	۰/۰۰۳۸۴۲
						۰/۱۱۳
مقیاس پذیری	۰/۰۶۹	بایولیچینگ تانک	۰/۰۳	۰/۰۶۹	۰/۰۹۵	۰/۰۰۶۵۵۵
		بایولیچینگ دامپ			۰/۲۱۷	۰/۰۱۴۹۷۳
		بایولیچینگ حوضچه‌ای			۰/۱۸۱	۰/۰۱۲۴۸۹
		بایولیچینگ پشته‌ای			۰/۴۱۵	۰/۰۲۸۶۳۵
		بایولیچینگ درجا			۰/۰۹۲	۰/۰۰۶۳۴۸
						۰/۰۶۹
نوآوری	۰/۱۷۷	بایولیچینگ تانک	۰/۰۳	۰/۱۷۷	۰/۵۱۴	۰/۰۹۰۹۷۸
		بایولیچینگ دامپ			۰/۱۱۹	۰/۰۲۱۰۶۳
		بایولیچینگ حوضچه‌ای			۰/۲۰۷	۰/۰۳۶۶۳۹
		بایولیچینگ پشته‌ای			۰/۱۲۲	۰/۰۲۱۵۹۴
		بایولیچینگ درجا			۰/۰۳۸	۰/۰۰۶۷۲۶
						۰/۱۷۷
سوددهی	۰/۱۷۰	بایولیچینگ تانک	۰/۰۳	۰/۱۷۰	۰/۱۸۱	۰/۰۳۰۷۷
		بایولیچینگ دامپ			۰/۲۲۸	۰/۰۳۸۷۶
		بایولیچینگ حوضچه‌ای			۰/۱۷۲	۰/۰۲۹۲۴
		بایولیچینگ پشته‌ای			۰/۳۵۶	۰/۰۶۰۵۲
		بایولیچینگ درجا			۰/۰۶۲	۰/۰۱۰۵۴
						۰/۱۷۰
امکان‌سنجی	۰/۲۷۶	بایولیچینگ تانک	۰/۰۰۴	۰/۲۷۶	۰/۳۷۱	۰/۱۰۲۳۹۶
		بایولیچینگ دامپ			۰/۱۷۹	۰/۰۴۹۴۰۴
		بایولیچینگ حوضچه‌ای			۰/۲۵۰	۰/۰۶۹
		بایولیچینگ پشته‌ای			۰/۱۳۷	۰/۰۳۷۸۱۲
		بایولیچینگ درجا			۰/۰۶۲	۰/۰۱۷۱۱۲
						۰/۲۷۶

جدول ۴ - امتیازهای نهایی تکنولوژی‌های مورد بررسی با در نظر گرفتن هدف اصلی

هدف	امکان‌سنجی	سوددهی	نوآوری	مقایسه پذیری	بهره‌وری	پایداری تولید	تکنولوژی
۰/۳۶۶۱۱۷	۰/۱۰۲۳۹۶	۰/۰۳۰۷۷	۰/۰۹۰۹۷۸	۰/۰۰۶۵۵۵	۰/۰۴۸۵۹	۰/۰۸۶۸۲۸	بایولیچینگ تانک
۰/۱۷۱۹۸۲	۰/۰۴۹۴۰۴	۰/۰۳۸۷۶	۰/۰۲۱۰۶۳	۰/۰۱۴۹۷۳	۰/۰۱۷۴۰۲	۰/۰۳۰۳۸	بایولیچینگ دامپ
۰/۲۳۴۶۵۵	۰/۰۶۹	۰/۰۲۹۲۴	۰/۰۳۶۶۳۹	۰/۰۱۲۴۸۹	۰/۰۲۹۲۶۷	۰/۰۴۸۰۲	بایولیچینگ حوضچه‌ای
۰/۱۸۴۴۱۲	۰/۰۳۷۸۱۲	۰/۰۶۰۵۲	۰/۰۲۱۵۹۴	۰/۰۲۸۶۳۵	۰/۰۱۳۸۹۹	۰/۰۲۱۹۵۲	بایولیچینگ پشته‌ای
۰/۰۴۷۲۸	۰/۰۱۱۲	۰/۰۱۰۵۴	۰/۰۰۶۷۲۶	۰/۰۰۶۳۴۸	۰/۰۰۳۸۴۲	۰/۰۰۸۶۲۴	بایولیچینگ درجا
۱	۰/۲۷۶	۰/۱۷	۰/۱۷۷	۰/۰۶۹	۰/۱۱۳	۰/۱۹۶	مجموع

پس از ارزیابی با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، مشخص می‌شود که فناوری بایولیچینگ تانک برجسته‌ترین انتخاب به عنوان انتخاب بهینه در راستای اهداف شرکت بابک مس است. این ارزیابی نشان می‌دهد که کارشناسان این شرکت مناسب‌ترین فناوری را در طول راه‌اندازی خط تولید کاتد مس انتخاب کرده‌اند که به خوبی با اهداف برندسازی سبز شرکت همخوانی دارد. امتیاز محاسبه‌شده فرآیند تحلیل سلسله مراتبی برای بایولیچینگ تانک، ۰/۳۶۶۱۱۷، به وضوح از این ایده حمایت می‌کند که فناوری انتخاب شده هماهنگ با مأموریت اصلی شرکت است.

از طریق بررسی ادبیات موجود، بایولیچینگ با توجه به ملاحظات تجاری و پایداری آن، به عنوان انتخاب ارجح زیست محیطی برای استخراج مس در مقابل گزینه‌هایی مانند هیدرومتالورژی و پیرومتالورژی برجسته می‌شود. مرحله بعدی، شامل ارزیابی روش‌های مختلف بایولیچینگ است که همگی از طریق تکنیک فرآیند تحلیل سلسله مراتبی انجام می‌شوند. در نهایت، نتایج ارزیابی بر اجحیت فناوری بایولیچینگ تانک با امتیاز ۰/۳۶۶۱۱۷، به عنوان بهترین انتخاب دلالت می‌کند که به طور یکپارچه با اهداف کلی شرکت بابک‌مس ایرانیان همسو است. این انتخاب بر تعهد این شرکت نه تنها به تولید کارآمد و سودآور مس بلکه بر نظارت بر محیط زیست و مسئولیت اجتماعی تاکید می‌کند.

۴- بحث و نتیجه گیری

این مقاله از طریق مرور ادبیات موجود در مورد نام تجاری سبز، فناوری پایدار و استراتژی‌های انتخاب فناوری، با مطالعه موردی انتخاب فناوری در شرکت بابک‌مس ایرانیان به بررسی تعامل بین هدف برندسازی سبز و استراتژی انتخاب فناوری با معرفی معیارهای کلیدی در ارزیابی فناوری پرداخته است.

با بررسی شرکت مذکور که برند سبز را به عنوان یک هدف اصلی انتخاب کرده است، این تحقیق به ارزیابی جامعی از انتخاب فناوری تولید کاتد مس و همسویی آن با آرمان‌های نام تجاری سبز می‌پردازد. برای تسهیل ارزیابی جایگزین‌های تولید، این مطالعه یک چارچوب جامع را با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی معرفی کرده است که انتخاب این روش ریشه در رواج آن در انتخاب فناوری، به ویژه در بخش معدن دارد.

پس از شناسایی فناوری سبز در حوضه فروشویی سنگ مس که بایولیچینگ نام دارد، این تحقیق با مطالعه ادبیات موجود انواع روش‌های بایولیچینگ را شناسایی کرده و با معیارهای شناسایی شده مطابقت هر کدام از روش‌های موجود را با هدف برندسازی سبز بررسی کرد. پس از بررسی روش‌های موجود به کمک روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی مشخص گردید بایولیچینگ تانک به خوبی با اهداف برندسازی سبز شرکت بابک‌مس ایرانیان مطابقت داشته و این شرکت

با انتخاب فناوری بایولیچینگ تانک به خوبی اهداف تولید کارآمد و بهره‌ور خود را با اهداف زیست محیطی و مسئولیت اجتماعی یکسو کرده است.

شایان ذکر است فرآیند معرفی شده برای ارزیابی فناوری های تولید مختص به صنعت خاصی نبوده و می‌تواند در تمامی صنایع تولیدی مورد استفاده قرارگیرد و این مقاله با معرفی چارچوبی مشخص نشان داد که چگونه در نظر گرفتن اهداف مشخص بر انتخاب تکنولوژی تولید تاثیر می‌گذارند.

از جمله محدودیت‌هایی که این مطالعه با آن مواجه شده‌اند، می‌توان به عدم دسترسی به نیروی کار IBCCO و جوامع محلی اشاره کرد که ارزیابی ابعاد مسئولیت اجتماعی فناوری بایولیچینگ تانک را دشوار می‌سازد. علاوه براین، تولید کاتد مس کمتر ظرفیت اسمی به دلیل دسترسی محدود به منابع سنگ مس و عدم اتمام کامل پروژه بایولیچینگ تانک، ارزیابی وضعیت مالی شرکت را در مقایسه با رقبای بین‌المللی محدود می‌کند، که مستلزم بررسی بیشتر است.

فرصت های تحقیقاتی آینده می‌توانند به بررسی تأثیر پذیرش فناوری سبز بر ارزیابی دارایی‌های نامشهود و مزایای قانونی بپردازند. علاوه براین، بررسی تمایل کسب‌وکارها و دولت‌ها برای پرداخت هزینه بیشتر برای محصولات سبز می‌تواند بینش‌های ارزشمندی ارائه دهد. همچنین ارزیابی پیامدهای بلندمدت کاهش هزینه‌های تولید در روش بایولیچینگ تانک، می‌تواند مورد اکتشاف واقع شود.

در نهایت، افزایش توجهات بر نام تجاری سبز در حوزه تولید بر اهمیت روزافزون تولید سبز در صنعت تاکید می‌کند. با این وجود، تشخیص این نکته ضروری است که پیشبرد اهداف برندسازی سبز عاری از چالش نیست و در برخی موارد، ممکن است باعث مبادله‌ای بین سودآوری و پایداری شود. با این وجود، این مطالعه نشان می‌دهد که شرکت‌ها می‌توانند به طور موثر اهداف زیست‌محیطی و سبز را در کنار اهداف اصلی کسب‌وکار خود ادغام کنند که نشان‌دهنده رویکردی مترقی برای مقابله با ضرورت فزاینده تولید سبز در صنعت است.

- Ali, T., Nahian, A. J., & Ma, H. (2020). A hybrid multi-criteria decision-making approach to solve renewable energy technology selection problem for Rohingya refugees in Bangladesh. *Journal of Cleaner Production*, 273, 122967. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122967>
- Ananda, J., & Herath, G. (2009). A critical review of multi-criteria decision making methods with special reference to forest management and planning. *Ecological Economics*, 68(10), 2535–2548. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.05.010>
- Aziz, N. F., Sorooshian, S., & Mahmud, F. (2016). MCDM-AHP method in decision making. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 11(11), 7217–7220. http://www.arpnjournals.org/jeas/research_papers/rp_2016/jeas_0616_4416.pdf
- Babatunde, O. M., Munda, J. L., & Hamam, Y. (2019). Selection of a hybrid renewable energy systems for a low-income household. *Sustainability*, 11(16), 1–24. <https://doi.org/10.3390/su11164282>
- Bag, S., & Pretorius, J. H. C. (2022). Relationships between industry 4.0, sustainable manufacturing and circular economy: proposal of a research framework. *International Journal of Organizational Analysis*, 30(4), 864–898. <https://doi.org/10.1108/IJOA-04-2020-2120>
- Barrera, F., & Segura, M. (2022). Sustainable Technology Supplier Selection in the Banking Sector. 1–21.
- Bhardwaj, M. (2021). The Advantages and Disadvantages of Green Technology. *Journal of Basic and Applied Engineering Research*, 1957–1960. <https://doi.org/10.3390/math10111919>
- Bulkeley, H., & Betsill, M. M. (2005). Rethinking sustainable cities: Multilevel governance and the “urban” politics of climate change. *Environmental Politics*, 14(1), 42–63. <https://doi.org/10.1080/0964401042000310178>
- Chen, Y., Lai, S., & Wen, C. (2006). The Influence of Green Innovation Performance on Corporate Advantage in Taiwan. *Journal of Business Ethics*, 331–339. <https://doi.org/10.1007/s10551-006-9025-5>
- Chen, Y. S. (2010). The drivers of green brand equity: Green brand image, green satisfaction, and green trust. *Journal of Business Ethics*, 93(2), 307–319. <https://doi.org/10.1007/s10551-009-0223-9>
- Delgado-Ballester, E., & Munuera-Alemán, J. L. (2005). Does brand trust matter to brand equity? *Journal of Product and Brand Management*, 14(3), 187–196. <https://doi.org/10.1108/10610420510601058>
- Devasia, P., & Natarajan, K. A. (2004). Bacterial Leaching Biotechnology in the Mining Industry. *Resonance*, 9(8), 27–34. <http://dx.doi.org/10.1007/BF02837575>
- Dierdorff, E. C., Norton, J. J., Drewes, D. W., Kroustalis, C. M., Rivkin, D., & Lewis, P. (2009). Greening of the World of Work: Implications for O*NET-SOC and New and Emerging Occupations. *The National Center for O*NET Development, Washington, DC*. https://www.onetcenter.org/dl_files/Green.pdf
- Durak, İ., Arslan, H. M., & Özdemir, Y. (2021). Technology Analysis & Strategic Management Application of AHP – TOPSIS methods in technopark selection of technology companies : Turkish case technology companies : Turkish case. *Technology Analysis & Strategic Management*. <https://doi.org/10.1080/09537325.2021.1925242>
- Fernando, Y., Chiappetta Jabbour, C. J., & Wah, W. X. (2019). Pursuing green growth in technology firms through the connections between environmental innovation and sustainable business performance: Does service capability matter? *Resources, Conservation and Recycling*, 141(September 2018), 8–20. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.09.031>
- Fernando, Y., Jose, C., Jabbour, C., & Wah, W. (2019). Resources , Conservation & Recycling Pursuing green growth in technology firms through the connections between environmental innovation and sustainable business performance : Does service capability matter? *Resources, Conservation & Recycling*, 141(July 2018), 8–20. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.09.031>
- Freze, T., & Nurova, O. (2021). Green brands and sustainable entrepreneurship. *E3S Web Conf*, 04007, 1–7. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125004007>
- Gao, X., Jiang, L., Mao, Y., Yao, B., & Jiang, P. (2021). Progress, Challenges, and Perspectives of Bioleaching for Recovering Heavy Metals from Mine Tailings. *Adsorption Science and Technology*, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/9941979>
- GhasemiNasab, K. (2021, May 25). *AHP method in Decision Making*. LinkedIn. <https://www.linkedin.com/pulse/ahp-method-decision-making-kimia-ghaseminasab/> (assessed by 9/15/2023)
- Gul, M., Celik, E., Aydin, N., Taskin Gumus, A., & Guneri, A. F. (2016). A state of the art literature review

- of VIKOR and its fuzzy extensions on applications. *Applied Soft Computing Journal*, 46, 60–89. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2016.04.040>
- Hermann, R. R., Mosgaard, M., & Kerndrup, S. (2016). The function of intermediaries in collaborative innovation processes: Retrofitting a Danish small island ferry with green technology. *International Journal of Innovation and Sustainable Development*, 10(4), 361–383. <https://doi.org/10.1504/IJISD.2016.079581>
- Ilangkumaran, M., Sasirekha, V., Anojkumar, L., Sakthivel, G., Boopathi Raja, M., Ruban Sundara Raj, T., Siddhartha, C., Nizamuddin, P. and Praveen Kumar, S. (2013). Optimization of wastewater treatment technology selection using hybrid MCDM, *Management of Environmental Quality*, Vol. 24 No. 5, pp. 619–641. <https://doi.org/10.1108/MEQ-07-2012-0053>
- Ismail Durak, Hakan Murat Arslan & Yahya Özdemir (2022). Application of AHP–TOPSIS methods in technopark selection of technology companies: Turkish case, *Technology Analysis & Strategic Management*, 34:10, 1109–1123, <https://doi.org/10.1080/09537325.2021.1925242>
- Kaa, G. Van De, Rezaei, J., Kamp, L., & Winter, A. De. (2014). Photovoltaic technology selection : A fuzzy MCDM approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 32, 662–670. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.01.044>
- Kaksonen, A. H., Boxall, N. J., Gumulya, Y., Khaleque, H. N., Morris, C., Bohu, T., Cheng, K. Y., Usher, K. M., & Lakaniemi, A. M. (2018). Recent progress in biohydrometallurgy and microbial characterisation. *Hydrometallurgy*, 180, 7–25. <https://doi.org/10.1016/j.hydromet.2018.06.018>
- Khaira, A., & Dwivedi, R. K. (2018). ScienceDirect A State of the Art Review of Analytical Hierarchy Process. *Materials Today: Proceedings*, 5(2), 4029–4035. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2017.11.663>
- Khandelwal, U., Tripathi, V., & Gupta, A. (2021). A Bibliometric Analysis of Green Branding Research from 2000 to 2019. *Vision: The Journal of Business Perspective*, 28(1). <https://doi.org/10.1177/09722629211033916>
- Kursunoglu, S., Ichlas, Z. T., & Kaya, M. (2017). PT. *Hydrometallurgy*. <https://doi.org/10.1016/j.hydromet.2017.05.013>
- Li, L., Msaad, H., Sun, H., Tan, M. X., Lu, Y., & Lau, A. K. W. (2020). Green innovation and business sustainability: New evidence from energy intensive industry in China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(21), 1–18. <https://doi.org/10.3390/ijerph17217826>
- Manjunath, G. (2014). Green Branding: An Analysis. *Asia Pacific Journal of Marketing & Management Review*, 3(1), 67–70. <https://papers.ssrn.com/abstract=3358315>
- Mourad, M., Serag, Y., & Ahmed, E. (2012). Perception of green brand in an emerging innovative market. *European Journal of Innovation Management*, 1999. <https://doi.org/10.1108/14601061211272402>
- Nallusamy, S., Sri Lakshmana Kumar, D., Balakannan, K., & Chakraborty, P. S. (2015). MCDM Tools Application for Selection of Suppliers in Manufacturing Industries Using AHP, Fuzzy Logic and ANN. *International Journal of Engineering Research in Africa*, 19, 130–137. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/jera.19.130>
- Nurmi .P. (2017). Green Mining - A Holistic Concept for Sustainable and Acceptable Mineral Production. *Annals of Geophysics*, 1–7. <https://doi.org/10.4401/ag-7420>
- Omkarprasad S. Vaidya, Sushil Kumar, (2006). Analytic hierarchy process : An overview of applications. *European Journal of Operational Research*, 169, 1–29. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2004.04.028>
- Parker, B., Segev, S., & Pinto, J. (2010). What it means to go green: Consumer perceptions of green brands and dimensions of “greenness”. *American Academy of Advertising*, 1999, 99–111. <https://www.jstor.org/stable/43784384>
- Pourmand, A. (2016). *Tank bioleaching of copper sulfide ores* (European Patent No. EP3034635A1). European Patent Office. <https://patents.google.com/patent/EP3034635A1/en>
- Ren, J., & Lützen, M. (2015). Fuzzy multi-criteria decision-making method for technology selection for emissions reduction from shipping under uncertainties. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 40, 43–60. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2015.07.012>
- Richter, C., Kalka, H., Myers, E., Nicolai, J., & Märten, H. (2018). Constraints of bioleaching in in-situ recovery applications. *Hydrometallurgy*, 178, 209–214. <https://doi.org/10.1016/j.hydromet.2018.04.008>
- Saaty, R. W. (1987). The analytic hierarchy process-what it is and how it is used. *Mathematical Modelling*, 9(3–5), 161–176. [https://doi.org/10.1016/0270-0255\(87\)90473-8](https://doi.org/10.1016/0270-0255(87)90473-8)
- Shahnazari, A., Ra, M., Rohani, A., Bhushan, B., Ali, M., & Hossien, M. (2020). Identification of effective

- factors to select energy recovery technologies from municipal solid waste using multi-criteria decision making (MCDM): A review of thermochemical technologies. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 40(February). <https://doi.org/10.1016/j.seta.2020.100737>
- Si, J., Marjanovic-halburd, L., Nasiri, F., & Bell, S. (2016). Assessment of building-integrated green technologies: A review and case study on applications of Multi-Criteria Decision Making (MCDM) method. *Sustainable Cities and Society*, 27, 106–115. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2016.06.013>
- Siekelova, A., Podhorska, I., & Imppola, J. J. (2021). Analytic Hierarchy Process in Multiple – Criteria Decision – Making: A Model Example. *SHS Web of Conf*, 90, 01019. <https://doi.org/10.1051/shsconf/20219001019>
- Sitorus, F., Cilliers, J. J., & Brito-Parada, P. R. (2019). Multi-criteria decision making for the choice problem in mining and mineral processing: Applications and trends. *Expert Systems with Applications*, 121, 393–417. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2018.12.001>
- Wang, L., Yin, S., Wu, A., & Chen, W. (2020). Synergetic bioleaching of copper sulfides using mixed microorganisms and its community structure succession. *Journal of Cleaner Production*, 245(xxxx), 118689. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118689>
- Wang, M., Li, Y., Li, J., & Wang, Z. (2021). Green process innovation, green product innovation and its economic performance improvement paths: A survey and structural model. *Journal of Environmental Management*, 297(July), 113282. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113282>
- Williams, C. D. (2011). Green Jobs Training and Placement: A Case Study of the Oakland, California, Green Jobs Corps [Master's thesis, University of Cincinnati]. OhioLINK Electronic Theses and Dissertations Center. http://rave.ohiolink.edu/etdc/view?acc_num=ucin1299617808
- www.ibcco.midhco.com, (2010a) <https://ibcco.midhco.com/fa/page/Policy.html#1> (assessed by 6/2/2023)
- www.ibcco.midhco.com, (2010b) <https://ibcco.midhco.com/en/about.html> (assessed by 6/2/2023)
- www.ibcco.midhco.com, (2010c) <https://ibcco.midhco.com/en/page/Mission.html> (assessed by 6/2/2023)
- www.ibcco.midhco.com, (2015) <https://ibcco.midhco.com/en/logo.html> (assessed by 6/2/2023)
- www.midhco.com, (2010) [https://www.midhco.com/en/companies/21-Iranian-Babak-Copper-Co.\(IBCCO\).html](https://www.midhco.com/en/companies/21-Iranian-Babak-Copper-Co.(IBCCO).html) (assessed by 6/2/2023)
- Xia, D., Zhang, M., Yu, Q., & Tu, Y. (2019a). Developing a framework to identify barriers of Green technology adoption for enterprises. *Resources, Conservation and Recycling*, 143(October 2018), 99–110. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.12.022>
- Xia, D., Zhang, M., Yu, Q., & Tu, Y. (2019b). Resources , Conservation & Recycling Developing a framework to identify barriers of Green technology adoption for enterprises. *Resources, Conservation & Recycling*, 143(December 2018), 99–110. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.12.022>
- Xie, X., Huo, J., & Zou, H. (2019). Green process innovation, green product innovation, and corporate financial performance: A content analysis method. *Journal of Business Research*, 101(June 2018), 697–706. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.01.010>
- Yacob, P., Wong, L. S., & Khor, S. C. (2019). An empirical investigation of green initiatives and environmental sustainability for manufacturing SMEs. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 30(1), 2–25. <https://doi.org/10.1108/JMTM-08-2017-0153>
- Yin, S., Wang, L., Kabwe, E., Chen, X., Yan, R., An, K., Zhang, L., & Wu, A. (2018). Copper bioleaching in China: Review and prospect. *Minerals*, 8(2). <https://doi.org/10.3390/min8020032>
- Yousefzadeh, S., Yaghmaeian, K., Hossein, A., & Nasser, S. (2019). Comparative analysis of hydrometallurgical methods for the recovery of Cu from circuit boards: Optimization using response surface and selection of the best technique by two-step fuzzy AHP-TOPSIS method. *Journal of Cleaner Production*, xxx, 119401. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119401>
- Zyoud, S. H., & Fuchs-Hanusch, D. (2017). A bibliometric-based survey on AHP and TOPSIS techniques. *Expert Systems with Applications*, 78, 158–181. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2017.02.016>