

فرصت‌های تحولی فناوری زنجیره بلوکی
در بخش معدن و صنایع معدنی
(چالش‌های عملیاتی و سیاستی توسعه آن در ایران)

معاونت پژوهش‌های زیربنایی و امور تولیدی
دفتر: مطالعات انرژی، صنعت و معدن

کد موضوعی: ۳۱۰
شماره مسلسل: ۱۷۰۲۳
اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۹

به نام خدا

فهرست مطالب

۱.....	خلاصه مدیریتی.....
۵.....	مقدمه
۸.....	۱. زنجیره بلوکی چیست و چه ابعاد اقتصادی دارد؟.....
۱۲.....	۲. مزیت‌ها و کاربردهای فناوری زنجیره بلوکی
۱۳.....	۳. کاربردهای فناوری زنجیره بلوکی در صنعت و معدن
۲۰.....	۴. چالش‌های جهانی پیاده‌سازی فناوری زنجیره بلوکی در معادن و صنایع معدنی.....
۲۲.....	۵. اقدامات شرکت‌های بزرگ معدن و صنایع معدنی در حوزه فناوری زنجیره بلوکی
۲۷.....	۶. چالش‌ها و فرصت‌های تحولی فناوری زنجیره بلوکی در معادن و صنایع معدنی ایران.....
۳۵.....	جمع‌بندی و ارائه راهکار
۳۸.....	پی‌نوشت‌ها.....



فرصت‌های تحولی فناوری زنجیره بلوکی در بخش معدن و صنایع معدنی (چالش‌های عملیاتی و سیاستی توسعه آن در ایران)

خلاصه مدیریتی

تأثیر شگرف فناوری‌های نو بر آینده کسب‌وکارهای حوزه معادن و صنایع معدنی فناوری‌ها و نوآوری‌های «عصر انقلاب صنعتی چهارم» چهره و شالوده کسب‌وکارها را دگرگون و اساس و منطق ارزش‌آفرینی بنگاه‌های بزرگ و کوچک را متحول کردند. این تحول به خلق مدل‌های کسب‌وکار نوین و سودآور منجر شده است. فناوری زنجیره بلوکی این قدرت را دارد که موجب افزایش بهره‌وری و کاهش هزینه‌های تولید در حوزه‌های صنعتی و معدنی شود و کسب‌وکارهای نوینی را خلق و بسیاری از کسب‌وکارهای موجود را با سرعت باورنکردنی حذف و نابود کند. سیاستگذاران و بنگاه‌های بزرگ و کوچک صنعتی و خدماتی باید به فناوری‌هایی مانند زنجیره بلوکی، اهمیت راهبردی بدهند. شرکت‌های بزرگ در حوزه فناوری اطلاعات در مدت زمان کم به چنان مزایای اقتصادی دست یافته‌اند که با درآمد حاصل از منابع نفت و گاز یک کشور یا چند ده برابر ارزش بازاری فولادسازهای بزرگ یا شرکت‌های معدنی بین‌المللی قابل قیاس است.

چیستی فناوری زنجیره بلوکی و کاربرد آن در صنعت و معدن

فناوری زنجیره بلوکی یکی از انواع روش‌های پیاده‌سازی «دفترکل توزیع‌شده» و «غیرمتمرکز» است. «عدم تمرکز» مفهومی کلیدی در فناوری زنجیره بلوکی است. در این فناوری، امکان ذخیره حجم زیادی از اطلاعات به صورت غیرقابل تغییر وجود دارد. به عبارتی در بلوک‌های زنجیره‌ای این فناوری، اطلاعات به گونه‌ای ثبت و ذخیره می‌شود که امکان تغییر در آنها وجود ندارد و کوچک‌ترین تغییر در یک بلوک تشکیل شده حتی توسط اعضا تا حدودی غیرممکن است. شفافیت در فناوری زنجیره بلوکی به طرز قابل ملاحظه‌ای بالاست و امکان فساد به شدت پایین است. به همین دلیل در مواردی که مدارک و سوابق (اعم از قراردادهای تا گواهی‌ها) نیاز به ثبت و عدم تغییر دارند این فناوری کاربری ویژه‌ای دارد. از آنجایی که این فناوری واسطه‌ها و قدرت مرکزی را حذف می‌کند و کاربران، اطلاعات را ثبت، تأیید و نگهداری می‌کنند، فرصت نوآوری‌های زیادی در کسب‌وکار فراهم می‌شود. این نوآوری‌ها همگی مبتنی بر حذف واسطه‌ها و اتکا بر توان پردازش جمعی و بدون نیاز به هزینه‌های ثابتی چون سرور مرکزی و ستادهای کنترل‌کننده، ایجاد می‌شوند.

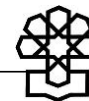
در گزارش‌های مؤسسات پژوهشی معتبر، برآورد شده است که تا سال ۲۰۲۳ حدود ۲۰ میلیارد دلار و تا سال ۲۰۳۰، ۱۷۶ میلیارد دلار در حوزه فناوری زنجیره بلوکی سرمایه‌گذاری خواهد شد. در اتحادیه اروپا نیز تاکنون حدود ۶ میلیون دلار بر روی استارت‌آپ‌های حوزه فناوری زنجیره بلوکی سرمایه‌گذاری شده است. از کاربردهای فناوری زنجیره بلوکی در حوزه معادن و صنایع معدنی می‌توان به ساده‌سازی فرایند انطباق با مقررات، مدیریت قراردادها، یافتن منشأ مواد معدنی، مدیریت زنجیره تأمین، نگهداری و تعمیرات، ارتقای امنیت سایبری و معدن‌کاری دیجیتال اشاره کرد.

چالش‌های جهانی و داخلی استفاده از فناوری زنجیره بلوکی در حوزه معادن و صنایع معدنی

در شرایط فعلی و علی‌رغم ابهامات متعدد در رابطه با فناوری زنجیره بلوکی، سیاستگذاران و مدیران کسب‌وکارهای کوچک و بزرگ ناگزیر هستند تا این فناوری را شناخته و کاربردهای موجود و احتمالی آن را درک کنند و در زمانی مناسب، برای صنعت خود تصمیمی درست اتخاذ کنند. در غیر این صورت، آنچه تجربه جهانی از مواجهه با فناوری‌های نو نشان داده است، خسران سنگین و نابودی کسب‌وکارها، کمترین آثار بی‌توجهی به گسترش فناوری‌های نوین است.

اگرچه صنعتگران نگرش تغییر یافته‌ای نسبت به فناوری‌های نوین دارند، اما بسیاری از افراد حتی آشنایی ابتدایی با زبان تئوری و کاربردی برای توصیف زنجیره بلوکی ندارند. بخش معدن و صنایع معدنی با چالش‌هایی در زمینه فناوری زنجیره بلوکی درگیر است. یکی از این چالش‌ها پیچیدگی‌های فنی مرتبط با انتقال رویه از ردیابی‌های سنتی به راهکارهای مبتنی بر زنجیره بلوکی است و دیگری ایجاد مشوق‌هایی برای ثبت و اعتبارسنجی دقیق داده‌ها و تغییر رویه از سیستم کاغذی به یک سیستم دیجیتالی است. ابهام پیرامون قوانین حاکم بر زنجیره بلوکی نیز یکی دیگر از چالش‌های مهم برای پیاده‌سازی فناوری زنجیره بلوکی است. مقایسه داده‌های سال ۲۰۱۸ و ۲۰۱۹، نشان از رشد شناخت سازمان‌ها از فناوری زنجیره بلوکی دارد. افزایش آگاهی سازمان‌ها با فناوری زنجیره بلوکی در کمتر از یک سال باعث شده تا شاخص چالش‌هایی مثل نگرانی‌های پیاده‌سازی، قانونی، امنیتی و عدم قطعیت در بازگشت سرمایه کاهش یابد.

شرکت‌های بزرگ معدن و صنایع معدنی در دنیا در پی بهره‌بردن از فرصت‌های ایجاد شده توسط فناوری زنجیره بلوکی هستند و فعالان این بخش با ایجاد همکاری با شرکت‌های فناور حوزه فناوری بلوکی، سعی در پیشبرد اهداف خود دارند. شرکت‌هایی مانند: بی‌اچ‌پی، ریوتینتو، گلنکور، باریک گلد، یوراسیا، نیومانت، انگلوماریکن، هوایو کبالت، دنیلی، استارت‌آپ ماینکس، داندی، دی‌ان‌آی متالز و یامانا گلد از شرکت‌های مهم این حوزه هستند که اقدام به آشنایی و استفاده از فناوری زنجیره بلوکی در حوزه معادن و صنایع معدنی، کرده‌اند.



از چالش‌های توسعه فناوری زنجیره بلوکی در حوزه معادن و صنایع معدنی ایران می‌توان به، ناشناخته بودن فناوری‌های نو برای بخش صنعت و معدن، عدم توجه اسناد بالادستی به مسئله فناوری‌های نو، وجود خلأهای قانونی، فقدان زیرساخت‌های توسعه فناوری زنجیره بلوکی، عدم وجود شرکت‌های پیشگام فناوری، فقدان تعاملات بین‌المللی در حوزه فناوری‌های نو، فقدان ارتباط میان صنعت، دانشگاه‌ها و مؤسسات توسعه‌دهنده فناوری، تغییر اولویت‌های معادن و صنایع معدنی به دلیل شرایط تحریم، مرزبندی میان شرکت بهره‌بردار و فناوری، عدم تمایل شرکت‌ها به فناوری‌های نو به دلیل بهره‌مندی از رانت و یارانه (به‌ویژه یارانه انرژی)، چالش شفافیت، تمایل صنعت به استفاده از زنجیره بلوکی‌های خصوصی، کنسرسیوم یا هیبریدی در برابر زنجیره بلوکی عمومی و گره خوردن فناوری زنجیره بلوکی با رمزارز اشاره کرد.

فرصت‌های تحولی فناوری زنجیره بلوکی

فرصت‌های تحولی توسعه فناوری زنجیره بلوکی در حوزه معادن و صنایع معدنی ایران بسیار هستند. ظرفیت بالای زنجیره ارزش مواد معدنی و فلزی برای استفاده از فناوری زنجیره بلوکی، ایجاد اعتماد میان ذی‌نفعان برای توسعه کسب‌وکارهای کوچک مقیاس، بهبود روابط میان دولت و ذی‌نفعان، مقابله با ریسک‌ها و مخاطرات فناوری اطلاعات و حملات سایبری، افزایش کارایی فرایندهای نظارتی بر فعالیت معادن و صنایع معدنی، ایجاد فرصت جهش در حوزه صنعتی و معدنی، ایجاد فرصت برای رشد فعالیت‌های استارت‌آپی در حوزه معادن و صنایع معدنی و ظرفیت «توکن کردن» ذخایر معدنی از این جمله‌اند.

راهکارهای سیاستی و بایدها و نبایدها

در سطح نهادهای حاکمیتی: مورد توجه قرار دادن و اولویت دادن به فناوری‌های نوظهور (به‌ویژه فناوری زنجیره بلوکی) در اسناد بالادستی کشور (مانند برنامه هفتم توسعه) توسط دولت و مجلس، تدوین برنامه راهبردی و گزارش‌های عملکرد سالیانه از نهادهای درگیر درخصوص فناوری‌های نوظهور به‌ویژه فناوری زنجیره بلوکی، ایجاد کارگروه‌ها و کمیته‌های تخصصی بین خبرگان فناوری و ذی‌نفعان حوزه صنعت و معدن برای نزدیک کردن فرایندهای عرضه و تقاضای فناوری به یکدیگر با محوریت معاونت علمی و فناوری ریاست‌جمهوری؛ تدوین قوانین و مقررات برای استفاده از فناوری زنجیره بلوکی برای ارتقای کیفیت فرایندهای نظارتی برای پیشگیری از تقلب و فساد، شناسایی منشأ، امنیت اطلاعات و شفافیت با همکاری نهادهای نظارتی و قضایی کشور؛ تسریع در بررسی و تصویب قوانین لازم برای شفاف‌کردن ابهامات مربوط به توسعه فناوری زنجیره بلوکی در کشور توسط مجلس شورای اسلامی، فرهنگ‌سازی و آموزش عمومی از طریق رسانه‌های فراگیر و منابع آموزشی برای آگاهی بخشی نسبت به فناوری زنجیره بلوکی برای فعالان حوزه صنعت و معدن و تصویب مقررات لازم برای فراهم کردن امکان

پذیرش ریسک‌های فناوری زنجیره بلوکی با همکاری شرکت‌های بیمه در حوزه صنایع و معادن از جمله راهکارهای توسعه کاربردهای این فناوری در بخش صنعت و معدن کشور است.

در سطح بنگاه‌های بزرگ معدن و صنایع معدنی: آموزش فناوری زنجیره بلوکی در برنامه‌های آموزشی مستمر بنگاه‌های اقتصادی، پیشگامی در توسعه فناوری‌های نو به‌ویژه فناوری زنجیره بلوکی و پذیرش ریسک توسعه این فناوری، انجام مطالعات عارضه‌یابی در سطح بنگاه و شناسایی مشکلات و چالش‌ها و غربال موارد قابل حل توسط فناوری بلاکچین، اشتراک چالش‌های اساسی بنگاه با متخصصان فناوری زنجیره بلوکی و ایجاد فرصت ارائه راهکار مبتنی بر زنجیره بلوکی، بازنگری استراتژی سازمان با دیدگاه نفوذدهی فناوری‌های نوظهور و اولویت‌دهی به حل مسائل سازمان با این فناوری‌ها، ایجاد کنسرسیوم‌های صنعتی و معدنی در زنجیره ارزش برای توسعه فناوری زنجیره بلوکی و استفاده از ظرفیت قراردادهای هوشمند، ایجاد گروه‌های متمرکز یا غیرمتمرکز برای پیش‌هوشمندان فناوری و ارائه گزارش‌های آینده‌نگرانه در مورد فناوری‌های نوظهور، تخصیص سرمایه‌خطرپذیر برای توسعه فناوری‌های نوظهور مانند زنجیره بلوکی و سرمایه‌گذاری در استارت‌آپ‌های مربوطه از جمله اقدامات لازم برای ارتقای سطح فناوری در بنگاه‌های بزرگ حوزه معدن و صنایع معدنی است.

در سطح شرکت‌های فناور معدن و صنایع معدنی: شرکت‌های فناور در حوزه‌های معدن و صنایع معدنی می‌توانند با ایجاد کانون‌ها و کارگروه‌های ترویجی و توسعه‌ای فناوری زنجیره بلوکی برای شرکت و مشتریان (بهره‌برداران معدنی)؛ تجمیع دانش و اطلاعات تاریخی مرتبط با مشکلات فناورانه شرکت‌های مشتری (شرکت‌های بهره‌بردار معدنی) و اشتراک‌گذاری آنها با ارائه‌کنندگان راهکارهای بلاکچینی؛ برنامه‌ریزی برای تربیت نیروی فناور بین‌رشته‌ای در حوزه معدن و فناوری زنجیره بلوکی؛ ایجاد تعامل با شرکت‌های فناوری و مهندسی تراز بین‌المللی در حوزه معدن و صنایع معدنی برای اکتساب راهکارهای مرتبط با فناوری‌های نوظهور به‌ویژه زنجیره بلوکی؛ تخصیص سرمایه‌خطرپذیر، امکانات زیرساختی، منابع انسانی تخصصی و اشتراک اطلاعات برای توسعه استارت‌آپ‌ها؛ پایش دوره‌ای فناوری‌های نوظهور و کاربردهای آن در حوزه معدن و صنایع معدنی و به‌روزرسانی استراتژی فناورانه شرکت با نتایج پایش سهم خود را در توسعه این فناوری ایفا کنند.

در سطح شرکت‌های فناور در حوزه فناوری زنجیره بلوکی: شرکت‌های فناور در حوزه فناوری زنجیره بلوکی نیز می‌توانند اقداماتی از جمله: برگزاری دوره‌های آموزشی و ترویجی برای فناوری زنجیره بلوکی متناسب با اقتضائات حوزه صنعت و معدن؛ تدارک برنامه‌ها و رویدادهای ویژه صنعت و معدن و فناوری زنجیره بلوکی برای آشنایی بیشتر مدیران صنعت با این فناوری و کاربردهای آن؛ مطالعه و بررسی نیازهای بخش صنعت و معدن و ارائه راهکارهای بلاکچینی متناسب با این نیازها؛ جذب افراد متخصص در حوزه صنعت و معدن و کمک به تربیت افراد بین‌رشته‌ای با دانش فناوری زنجیره بلوکی؛ توسعه راهکار



بلاکچینی با همراهی صنایع و معدن متناسب با نیازهای واقعی این حوزه؛ اقدام به همکاری‌های علمی و فناورانه با فناوران بلاکچینی در سطح بین‌الملل به‌ویژه تیم‌هایی که تجربه توسعه راهکارهای بلاکچینی را در حوزه صنعت و معدن داشته‌اند، انجام دهند.

مقدمه

در دهه‌های اخیر و در سطوح مختلف تصمیم‌گیری کشور؛ اعم از حاکمیت تا مدیران بنگاه‌های بزرگ و کسب‌وکارهای کوچک، همواره سؤالات و چالش‌های مهمی برای شناسایی و ارزیابی سطح تأثیر تحولات فناورانه و نوآورانه مطرح بوده است. از جهتی پاسخ به این سؤالات به سبب ذات پیچیده و پرشتاب تحولات فناورانه، با ابهام و عدم قطعیت فراوان روبه‌روست و از جهت دیگر، بی‌تفاوتی به این تحولات به‌ویژه آثار و عملکرد فناوری‌های نو، منجر به «تهدیدآفرینی» و «فرصت‌سوزی»، مانند از دست‌دادن فرصت جهش اقتصادی و رونق کسب‌وکار خواهد شد. به عبارت دیگر، بی‌تفاوتی در سطوح مختلف حاکمیتی یا بنگاهی نسبت به شناخت فناوری‌های نو و تحولات آن، منجر به آثاری همچون نابودی سریع یک کسب‌وکار ریشه‌دار و بزرگ تا عارضه‌های امنیتی، اجتماعی و اقتصادی در سطح حاکمیتی و اجتماعی و در لایه‌ای دیگر منجر به کاهش سوددهی و رقابت‌پذیری بنگاه‌های اقتصادی می‌شود. لذا همان‌طور که جهان امروز با جهان پیش از ظهور اینترنت قابل‌قیاس نیست، جهان‌های پیش‌رو (با ظهور و توسعه فناوری‌های نوین) با آنچه تاکنون در جریان بوده است تناظر و ارتباط خطی نخواهد داشت.

برخی عقیده دارند «همگرایی و هم‌افزایی» بین فناوری‌های نوین، منجر به رشد نمایی فناوری خواهد شد و مدل‌های کسب‌وکارهای استارت‌آپی، کاتالیزور مهمی برای سرعت‌بخشی به این تحولات خواهند بود. برای مثال، نانوربات‌ها در حوزه زیست‌فناوری، به مدد حوزه پزشکی خواهند آمد یا با کاربرد فناوری زنجیره بلوکی در صنعت، انرژی و حمل‌ونقل، توسعه انرژی‌های نو و خودروهای الکتریکی متحول خواهد شد. به‌طور کلی آنچه مشاهده می‌شود این است که فناوری‌ها و نوآوری‌های «عصر انقلاب صنعتی چهارم»^۱ چهره و شالوده کسب‌وکارها را دگرگون و اساس و منطق ارزش‌آفرینی بنگاه‌های بزرگ و کوچک را متحول کرده و نهایتاً منجر به خلق مدل‌های کسب‌وکار نوین و سودآور شده‌اند.

در میان طیف متنوع فناوری‌های نو و به‌ویژه فناوری‌هایی که از آنها با عنوان «فناوری‌های برافکن»^۲ یاد می‌شود، برخی، پیچیدگی‌ها، عدم قطعیت و احتمال فرصت‌سازی و تهدیدآفرینی بزرگ‌تری دارند.

فناوری‌های برافکنی چون اینترنت اشیا^۱، رباتیک^۲، پردازش کوانتومی^۳، چاپ سه‌بعدی^۴، مواد پیشرفته^۵، هوش مصنوعی^۶، زیست فناوری^۷، علوم شناختی^۸، بلاکچین^۹ و مواردی از این دست، قدرت این را دارند که در گام اول، افزایش بهره‌وری و کاهش هزینه‌ها را در کلیه صنایع با سرعت بی‌بدیلی ارتقا دهند و در نهایت کسب‌وکارهای نوینی را خلق و بسیاری از کسب‌وکارهای موجود را با سرعت باورنکردنی حذف و نابود کند. برای مثال تأثیر مفهوم «اقتصاد اشتراکی»^{۱۰} و همه‌گیر شدن تلفن‌های هوشمند، مدل حمل‌ونقل عمومی را متحول کرد و با ظهور اوبر^{۱۱} عملاً طیف بزرگی از آژانس‌های کوچک حمل‌ونقل را از دور خارج کرد. در نسخه‌های خلاقانه‌تر و فناورانه‌تر این مدل کسب‌وکار، به جای شرکت متمرکزی مانند اوبر، از یک شبکه مبتنی بر زنجیره بلوکی استفاده می‌شود و دیگر شرکت واسطه‌ای در میان نیست و خود رانندگان، مسافران و شبکه‌ای از داوطلبان این خدمت را انجام می‌دهند.

موارد فوق نشان‌دهنده این است که هر کدام از این فناوری‌ها به تنهایی یا به واسطه برهمکنش با دیگر فناوری‌ها، چشم‌انداز جدیدی برای کسب‌وکارهای جدید خلق می‌کنند و عامل نابودی کسب‌وکارها و رویه‌های پیشین می‌شوند. در عمل، سیاستگذار و بنگاه‌های بزرگ و کوچک اغلب از این تحولات جا می‌مانند و همیشه در شوک نتایج حاصل از این فناوری‌ها، به صورت منفعلانه در مقام پاسخ برمی‌آیند. لذا به طور خلاصه «توسعه، برهم‌کنش و هم‌افزایی» این فناوری‌های برافکن، نوید یا هشداردهنده تبعات اقتصادی، سیاسی و اجتماعی است که عملاً سطوح حاکمیتی و تمدنی یک کشور را متأثر می‌سازد. این فناوری‌ها را می‌توان با شاخصه‌های پنج‌گانه بدیع بودن رادیکال، رشد نسبتاً سریع، انسجام، تأثیر غالب و عدم قطعیت و ابهام شناسایی نمود.^(۱) دقت در هر کدام از این شاخصه‌ها نشان می‌دهد که چرا سیاستگذار و بنگاه‌های صنعتی و خدماتی باید به فناوری‌هایی مانند زنجیره بلوکی، اهمیت راهبردی بدهند.

شرکت‌های بزرگ در حوزه فناوری اطلاعات در مدت زمان کم به چنان مزایای اقتصادی دست یافته‌اند که با درآمد حاصل از منابع نفت و گاز یک کشور یا چند ده برابر ارزش بازاری فولادسازهای بزرگ یا شرکت‌های معدنی بین‌المللی قابل قیاس است.^(۲)

در سال‌های اخیر، فناوری زنجیره بلوکی و ابعاد آن، موضوع گزارش‌های متعدد و متنوع راهبردی

-
1. Internet of Things
 2. Robotics
 3. Quantum Computing
 4. 3D Printing
 5. Advanced Materials
 6. Artificial Intelligence
 7. Biotechnologie
 8. Cognitive Science
 9. Blockchain
 10. Sharing Economy

۱۱. Uber (یک تاکسی اینترنتی بین‌المللی که اسنپ و تپسی نمونه مشابه داخلی آن هستند).
 ۱۲. مقایسه شود ارزش بازاری ۲۵ میلیارد دلاری شرکت آرسلورمیتال با تولید حدود ۹۷ میلیون تن فولاد، با اهل به ارزش بازاری ۱ تریلیون دلار، هر دو در سال ۲۰۱۸.



در مؤسسات بزرگی چون مکنزی، اکسنچر،^۱ دیلویت،^۲ ارنست اندیانگ، کی.پی.ام.جی.^۳، پی.دبلیو.سی.^۴، گارتنر، مجمع جهانی اقتصاد^۵ و بین‌اندکمپانی^۶ بوده است. علاوه بر این انجمن‌ها و نهادهای کشورهای پیشرو و مجموعه‌های بین‌المللی صنعتی نیز به‌صورت جداگانه به بررسی تأثیر ابعاد فناوری زنجیره بلوکی بر صنعت پرداخته‌اند. همچنین، طبق پایش یک‌ساله‌ای که از پایگاه‌های اصلی و جهانی رصد تحولات و اخبار توسعه در صنعت «معادن و فلزات» انجام شده، این پایگاه‌ها به‌طور ویژه، تمام موارد کوچک یا بزرگ مربوط به فناوری زنجیره بلوکی در صنعت مذکور را با حساسیت متمایزی پوشش می‌دهند.

براساس موارد ذکر شده، در گزارش پیش رو بر شناسایی ابعاد تحولی فناوری برافکن زنجیره بلوکی بر بخش معادن، تمرکز شده است. بدیهی است که سیاستگذاران و مدیران با سؤالات زیادی درباره این فناوری مواجه هستند، سؤالاتی از قبیل این فناوری دقیقاً چیست و چه تأثیرات و کاربردهایی مشخصاً در حوزه معادن و صنایع معدنی دارد؟ چه بخشی از کارکردها در فرایندهای بخش معادن تحت تأثیر قرار خواهند گرفت؟ آیا این تأثیرات گسترده است یا به‌صورت موضعی بخشی از حوزه معادن و صنایع معدنی را درگیر می‌کند؟ آیا باید انتظار داشته باشیم به زودی تحولات بزرگی در معادن ایجاد شود و یا تحولات به‌صورت تدریجی و گام به گام خواهند بود؟ برای توسعه فناوری باید پیش‌تاز بود یا صبر کرد تا هزینه اولیه توسعه، توسط بازیگران بزرگ پرداخت شود؟ سیاستگذار (هم در سطح کلان و هم در سطح بخشی) و مدیران صنایع معدنی بزرگ در مواجهه با این فناوری چه باید بکنند؟ معدنکاران یا کسب‌وکارهایی که به این صنعت وابسته هستند باید چه روندی را در پیش بگیرند؟

به هر جهت با این ابهامات گسترده، سیاستگذار و مدیر کسب‌وکار ناگزیر است این فناوری را بشناسد و کاربردهای موجود و احتمالی آن را درک کرده و برای صنعت خود تصمیمی درست و در زمان درست اتخاذ نماید. در غیر این صورت، آنچه تجربه جهانی از مواجهه با فناوری‌های نو نشان داده است، خسران سنگین و نابودی کسب‌وکارها کمترین آثار بی‌توجهی به گسترش فناوری‌های نوین است.

با توجه به اهمیت فناوری‌های برافکن، به‌ویژه فناوری زنجیره بلوکی، بررسی این فناوری و شناسایی ابعاد اثرگذار آن بر حوزه معدن و صنایع معدنی در دستور کار این گزارش قرار گرفت. مطالب این گزارش در ۶ بخش ارائه شده است. بخش اول و دوم به فناوری زنجیره بلوکی، اقتصاد، مزیت‌ها و کاربردهای اصلی آن پرداخته است. بخش‌های سوم، چهارم و پنجم، کاربردهای ویژه برای حوزه معادن و صنایع معدنی و چالش‌های پیش‌روی این حوزه برای توسعه فناوری زنجیره بلوکی را بررسی کرده و اقدامات شرکت‌های بزرگ معدنی را شناسایی و مورد توجه قرار داده است. در بخش آخر ضمن تحلیل چالش‌ها

1. Accenture
2. Deloitte
3. KPMG
4. Pricewaterhouse Coopers (PwC)
5. World Economic Forum
6. Bain & Company

و فرصت‌های مرتبط با این فناوری در حوزه معادن و صنایع معدنی ایران، اقدامات سیاستی و عملیاتی برای توسعه این فناوری پیشنهاد شده است.

۱. زنجیره بلوکی چیست و چه ابعاد اقتصادی دارد؟

برای ارزیابی ابعاد اقتصادی فناوری زنجیره بلوکی و کسب‌وکارهای وابسته به آن برآوردهای متعددی ارائه شده است. از جمله در گزارش مؤسسه مکنزی تا سال ۲۰۲۳ برآورد حدود ۲۰ میلیارد دلاری^(۱۰) و در گزارش شرکت گارتنر تا سال ۲۰۳۰ برآورد ۱۷۶ میلیارد دلاری مطرح شده است.^(۱۱) در اتحادیه اروپا نیز تاکنون حدود ۶ میلیون دلار بر استارت‌آپ‌های حوزه فناوری زنجیره بلوکی سرمایه‌گذاری شده است.^(۱۲) از طرف دیگر، ارزش رمزارزها (به‌عنوان یکی از کاربردهای فناوری زنجیره بلوکی) طی چند سال اخیر با رشد چشمگیری مواجه بوده است. برای نمونه ارزش بازار بیت‌کوین^۱ در سال ۲۰۱۷ از ۲ میلیارد دلار به ۲۰۰ میلیارد دلار رسید و در سال ۲۰۱۸ از مرز ۳۰۰ میلیارد دلار عبور کرد. تعداد رمزارزها تا سال ۲۰۱۹ به عددی بالغ بر ۱۶۰۰ رسیده است. نمودار ۱ ارزش بازار رمزارز بیت‌کوین را بین سال‌های ۲۰۱۴ تا ۲۰۱۹ نشان می‌دهد. ارزش این رمزارز بعد از صعود شگفت‌آور در سال‌های ۲۰۱۷ و ۲۰۱۸ روند نزولی را طی کرده و در حال حاضر در حدود ۱۵۰ میلیارد دلار است.

نمودار ۱. ارزش بازار بیت‌کوین بین سال‌های ۲۰۱۴ تا ۲۰۱۹



Source: <https://coinmarketcap.com/currencies/bitcoin/>

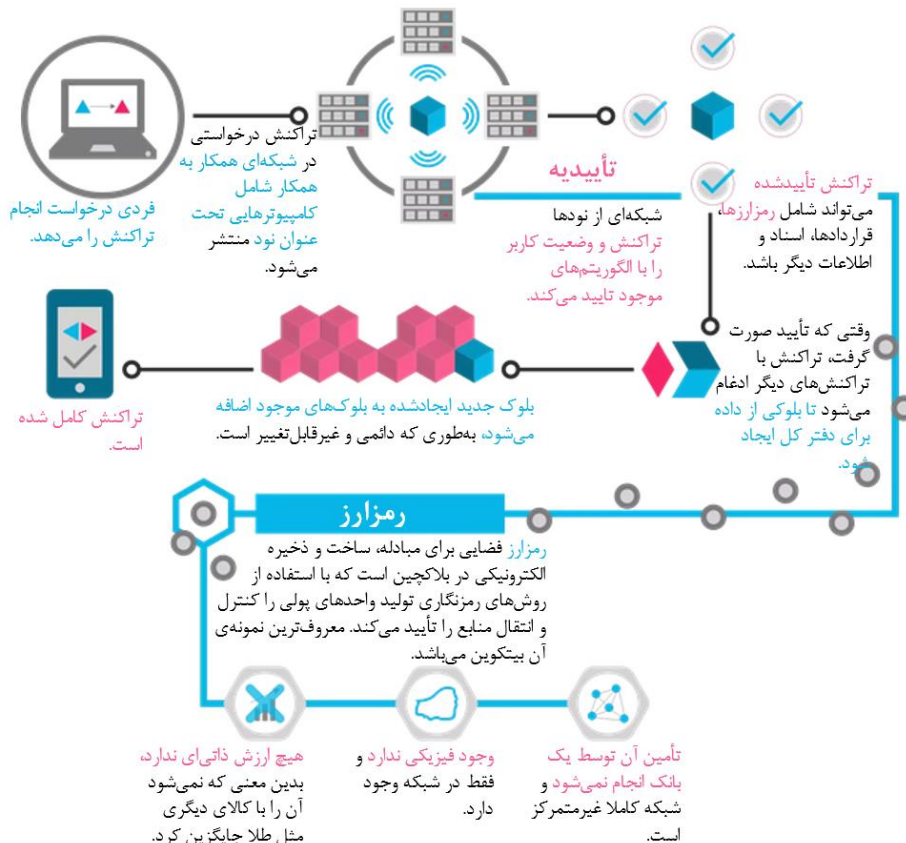
از لحاظ تعریف و ماهیت، به‌طور خلاصه فناوری زنجیره بلوکی یکی از انواع معماری‌های داده «دفترکل توزیع‌شده» و «غیرمتمرکز» است. «عدم تمرکز» مفهومی کلیدی در فناوری زنجیره بلوکی است. در فناوری زنجیره بلوکی امکان ذخیره حجم زیادی از اطلاعات به‌صورت غیرقابل تغییر وجود دارد. به‌عبارتی در بلوک‌های زنجیره‌ای این فناوری، اطلاعات به‌گونه‌ای ثبت و ذخیره می‌شود که امکان تغییر در آنها وجود ندارد. این فناوری از جهت تقابل، با دستگاه‌ها و سرورهای مرکزی قابل مقایسه است که



در آنها اطلاعات در دست سیستم مرکزی است و دارنده و مدیر این سیستم هر عمل و تغییری که بخواهد می‌تواند روی اطلاعات انجام بدهد. بالعکس در فناوری زنجیره بلوکی در مجموعه‌ای از بلوک‌ها، اطلاعاتی وجود دارد که از لحاظ محاسبات ریاضی به یکدیگر مرتبط هستند و توسط اعضای شبکه زنجیره بلوکی (یک سیستم غیرمتمرکز) تأیید می‌شود و کوچک‌ترین تغییر در یک بلوک تشکیل شده حتی توسط اعضا تا حدودی غیرممکن است.

در فناوری زنجیره بلوکی تمام تغییرات و اطلاعات در یک دفتر کل ثبت می‌شود که نسخه‌ای از این دفتر کل در اختیار همه قرار دارد. شفافیت در فناوری زنجیره بلوکی به طرز قابل ملاحظه‌ای بالاست و امکان فساد به شدت پایین است. به همین دلیل در مواردی که مدارک و سوابق (اعم از قراردادهای تا گواهی‌ها) نیاز به ثبت و عدم تغییر دارند این فناوری کاربری ویژه‌ای دارد.

شکل ۱. روش کار زنجیره‌های بلوکی



Source: <https://blockgeeks.com/blockchain-for-business>

به‌عنوان یک نمونه ساده در انجام یک تراکنش اطلاعاتی در شبکه زنجیره بلوکی، ابتدا فردی تراکنشی را انجام داده و آن را به شبکه زنجیره بلوکی ارسال می‌کند، اعضای شبکه با یک استاندارد از پیش تعیین شده این تراکنش را تأیید می‌کنند و برای این تراکنش یک بلوک تشکیل می‌شود که حاوی

اطلاعات این تراکنش است. سپس دفتر کل با این بلوک به‌روز شده و بین تمامی اعضای شبکه زنجیره بلوکی توزیع می‌شود.

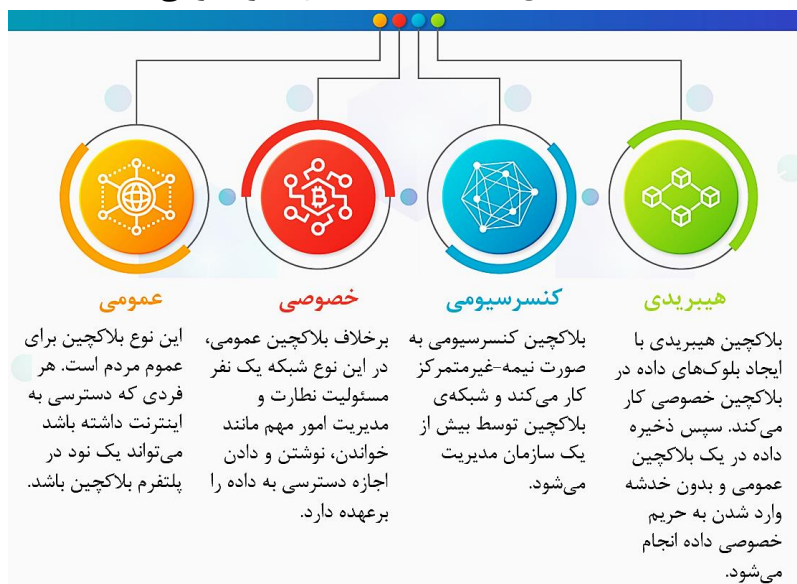
پیش‌تر هم ذکر شد که رمزارزها یک شاخه از کاربردهای زنجیره بلوکی هستند، ولی برای ساده‌کردن فهم زنجیره بلوکی توضیح منطبق رمزارز بیت‌کوین بسیار یاری‌رسان است. بیت‌کوین که اغلب به‌صورت رمزارز، ارز مجازی و یا ارز دیجیتال نیز توصیف می‌شود، نوعی پول مجازی و یا به‌عبارت دیگر یک نسخه آنلاین از پول نقد است. اشخاص می‌توانند برای خرید محصولات و خدمات از آن استفاده کنند، ولی هنوز بسیاری از فروشگاه‌ها از آن پشتیبانی نمی‌کنند و استفاده از آن در بسیاری از کشورها نیز ممنوع است. درواقع هر بیت‌کوین یک فایل رایانه‌ای است که روی نرم‌افزار کیف پول دیجیتال نصب‌شده بر روی گوشی هوشمند و یا رایانه ذخیره می‌شود. هر شخص می‌تواند چند بیت‌کوین یا بخشی از آن را توسط کیف پول دیجیتال برای دیگران ارسال کند و یا آنها را از طرف دیگران دریافت کند. تمام تراکنش‌های صورت گرفته در کیف پول زنجیره بلوکی ثبت می‌شود و می‌توان به راحتی تاریخچه بیت‌کوین‌ها را ردیابی کرد.^(۱۵) منطق کار بیت‌کوین نیز مطابق روند نشان داده شده در شکل ۱ است. به این ترتیب که تراکنش توسط فردی درخواست می‌شود و با تأیید نودها^۱ بلوکی غیرقابل تغییر ایجاد و به بلوک‌های موجود اضافه می‌شود. قابلیت غیرقابل تغییربودن از مهم‌ترین برتری‌های رمزارزها در مقابله با نظام سنتی پول و بانک‌داری است. گواه این مدعی این است که از زمان ارائه رمزارزها تاکنون هیچ‌گونه نفوذ و تقلبی در رابطه با آنها ثبت نشده است.

شبکه زنجیره بلوکی می‌تواند به‌صورت عمومی، خصوصی، کنسرسیومی یا هیبریدی باشد (شکل ۲). بدین معنا که در شبکه‌های عمومی (مانند شبکه رمزارزهایی چون بیت‌کوین) تمام تراکنش‌ها عمومی و در معرض دید است و هرکسی می‌تواند به این شبکه بپیوندد. در شبکه‌های خصوصی زنجیره بلوکی، پیوستن به شبکه و گاهی تأیید بلوک‌ها، توسط مدیر شبکه محدود می‌شود که در عمل ارزش این نوع شبکه زنجیره بلوکی برای سازمان‌ها و شرکت‌ها در تبادلات بین زنجیره بسیار کاربردی است، ولی تا حدودی از منطق اصلی زنجیره بلوکی و مزیت‌های کلیدی آن فاصله می‌گیرد. در نوع کنسرسیومی، بین شبکه‌های زنجیره بلوکی عمومی و خصوصی امکان تبادل ایجاد می‌شود. در زنجیره بلوکی کنسرسیومی، دسترسی به اطلاعات برای افراد مختلف، متفاوت است و براساس قوانین و استانداردهای از پیش تعیین شده، قدرت، توزیع شده است. برای مثال در صورتی که در زنجیره ارزش صنعتی مانند آهن و فولاد، لازم باشد تراکنش‌ها و قراردادهای بین کلیه ذی‌نفعان بر بستر زنجیره بلوکی انجام شود، می‌توان با همکاری بازیگران آن زنجیره، یک زنجیره بلوکی کنسرسیومی یا خصوصی ایجاد کرد و حتی برای محاسبه مالیات یا ارتباط با مؤسسات مالی و حقوقی، دسترسی‌ها و تأییدیه‌ها را گسترش داد. در حالت چهارم؛ زنجیره



بلوکی هیبریدی با ایجاد بلوک‌های داده در زنجیره بلوکی خصوصی کار می‌کند. سپس ذخیره داده در یک زنجیره بلوکی عمومی و بدون وارد شدن خدشه به حریم خصوصی آن، انجام می‌شود.

شکل ۲. انواع مختلف شبکه‌های زنجیره بلوکی



Source: <https://www.blockchain-council.org/infographics/4-main-types-of-blockchain>

برخی از ویژگی‌های انواع اصلی زنجیره‌های بلوکی در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱. برخی از ویژگی‌های انواع مختلف زنجیره‌های بلوکی

نوع زنجیره بلوکی	زنجیره بلوکی عمومی	زنجیره بلوکی خصوصی	زنجیره بلوکی کنسرسیومی
دسترسی	- همگانی	- یک سازمان مشخص	- چند سازمان انتخاب شده
اعضا	- بدون اجازه - ناشناس	- با اجازه - هویت‌های مشخص	- با اجازه - هویت‌های مشخص
امنیت	- مکانیسم اجماع - اثبات کار و گواه بر سهام ^۱	- اعضای تأیید شده - اجماع از طریق رأی	- اعضای تأیید شده - اجماع از طریق رأی
سرعت تراکنش	- آهسته	- سبک‌تر و سریع‌تر	- سبک‌تر و سریع‌تر

Source: <https://blog.xsolus.com/different-types-of-blockchain-networks>

شایان ذکر است، راهکارهای مبتنی بر فناوری زنجیره بلوکی در هر سازمان باید با توجه به ویژگی‌های مناسب با کاربرد مورد انتظار از آن، توسعه داده شود.

1. Proof of Stake (یک نوع الگوریتم دستیابی به اجماع در دفاتر کل توزیع شده)

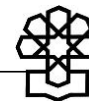
۲. مزیت‌ها و کاربردهای فناوری زنجیره بلوکی

فناوری زنجیره بلوکی مزیت‌های متعددی از جمله شفافیت، امنیت، نوآوری در کسب‌وکار، جلوگیری از فساد و مواردی از این دست دارد. با استفاده از این فناوری می‌توان اطلاعات را به صورت تقلب‌ناپذیر، غیرقابل فساد، در معرض دید عموم و با سرعت نسبتاً زیاد منتشر نمود. از آنجایی که این فناوری واسطه‌ها و قدرت مرکزی را حذف می‌کند و کاربران اطلاعات را ثبت و تأیید و نگهداری می‌کنند، در نتیجه فرصت نوآوری‌های زیادی در کسب‌وکار فراهم می‌شود. این نوآوری‌ها همگی مبتنی بر حذف واسطه‌ها و اتکا بر توان پردازش جمعی و بدون نیاز به هزینه‌های ثابتی چون سرور مرکزی و ستادهای کنترل‌کننده، ایجاد می‌شوند.

مزیت دیگر زنجیره بلوکی شفافیت آن است. به این دلیل که دفتر کل در اختیار تمام اعضا قرار دارد، همگی از مفاد تراکنش‌ها اطلاع دارند و این شفافیت بی‌بدیل است. مهم‌ترین نکته اینکه، این شفافیت برای شرکت‌ها و برای مبادلات اطلاعاتی، مالی و کالایی نه تنها هزینه‌ای دربر نداشته، بلکه به دلیل حذف واسطه‌ها به شدت به بهره‌وری و سرعت انجام مبادلات کمک می‌کند. با توجه به اینکه تمامی اطلاعات و مدارک در بلوک‌های زنجیره بلوکی ثبت و ضبط می‌شوند امکان رهگیری معاملات و استناد به تراکنش‌های قبلی (بدون امکان تغییر آن) وجود دارد و لذا این شفافیت برای شرایطی که عدم اعتماد طرفین به یکدیگر بالاست، بسیار کاربردی و در مراجع قانونی قابل استفاده است. نکته دیگر اینکه این شفافیت و تغییرناپذیری عامل مهمی در جلوگیری از تقلب و فساد است و خود کاهش‌دهنده هزینه‌های بعدی شکایات برای طرفین شاکه و دولت‌هاست.

با تکیه بر این مزایا، این فناوری کاربردهای گسترده‌ای دارد. البته همان‌طور که عنوان شد یکی از نقاط پرابهام فناوری زنجیره بلوکی کاربردهای قابل تصور، ولی محقق نشده آن است. همین باعث می‌شود که برخی بسیار به آینده آن امیدوار باشند و برخی دیگر معتقدند در ارزیابی آثار این فناوری اغراق شده است. در شکل زیر به برخی از کاربردهای فناوری زنجیره بلوکی در صنایع مختلف اشاره شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود موضوع تراکنش‌های مالی در کاربردهای فناوری زنجیره بلوکی بسیار پررنگ است.

از دیدگاهی دیگر، برای فناوری زنجیره بلوکی سه سطح کاربرد قابل تصور است. نخست سوابق دیجیتال قوی، دوم مبادله دارایی‌های دیجیتال و سوم اجرای قراردادهای هوشمند.^۱ نخست، زنجیره بلوکی از طریق سوابق امن، قابل حساسرسی و غیر قابل تغییر، امکان کنترل بی‌سابقه‌ای از اطلاعات را می‌دهد. این امکان نه تنها در معاملات، بلکه در نمودهای دیجیتالی دارایی‌های فیزیکی میسر است. دوم، کاربران می‌توانند دارایی‌های جدید ایجاد کرده و مالکیت آنها را در زمان واقعی بدون نیاز به بانک‌ها، بورس‌های اوراق بهادار و یا سامانه‌های پرداخت انتقال دهند. سوم، قراردادهای خودگردان، فرایندهای طولانی و ناکارآمد کسب‌وکار را ساده و خودکار می‌کند به طوری که شرایط و ضوابط در کد قرارداد ثبت



می‌شود و شبکه مشترک به صورت خودکار قرارداد را اجرا می‌کند و بر انطباق نظارت می‌کند. همچنین خروجی‌ها، مستقیماً بدون نیاز به یک شخص ثالث تأیید می‌شود.

شکل ۳. مزیت‌ها و کاربردهای فناوری زنجیره بلوکی



Source: <https://101blockchains.com/benefits-of-blockchain-technology>

۳. کاربردهای فناوری زنجیره بلوکی در صنعت و معدن

همان‌طور که پیش‌تر ذکر شد، فناوری زنجیره بلوکی در حال متحول کردن بنگاه‌های اقتصادی در صنایع مختلف است. فناوری رمزنگاری زنجیره بلوکی و دفتر دیجیتال، امکان ذخیره و اشتراک ایمن رمزرها را فراهم می‌کند. زنجیره بلوکی، امنیت و شفافیت در مبادلات کسب‌وکار، تغییرات ایجاد شده در طرح‌ها، اسناد و دیگر توافقنامه‌های کسب‌وکار را فراهم می‌کند. در حالی که ماهیت فناوری زنجیره بلوکی پیچیده است، ولی از نظر تئوری، مزایا و کاربردهای مشخص و قابل لمس دارد. این جنبه‌های زنجیره بلوکی آن را برای صنعت و معدن، مفید و مرتبط می‌کند. فناوری زنجیره بلوکی فرصت‌های هیجان‌آوری را برای تسهیل فرایندها در سرتاسر زنجیره تأمین صنعت و معدن فراهم می‌کند و با استفاده از راهکارهای موجود در آن، امکان بهبود شفافیت، اعتمادپذیری و امنیت در صنایع فراهم می‌شود. البته شرکت‌ها باید

از محدودیت‌های زنجیره بلوکی نیز آگاهی داشته باشند. زنجیره بلوکی فقط در صورتی قابلیت متحول کردن کسب‌وکارها را دارد که برخی معیارهای قابل مشاهده در شکل ۴ موجود باشد. در کل باید گفت که فناوری زنجیره بلوکی بر تمام حوزه‌های صنعت و معدن، از اکتشاف گرفته تا زنجیره تأمین مواد معدنی و مشتریان کلان و خرد، اثر قابل توجهی خواهد داشت.^(۱۹)

شکل ۴. معیارهای لازم برای یک کسب‌وکار جهت استفاده از فناوری زنجیره بلوکی



Source: Cosgrove (2019).

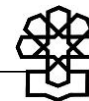
در بخش قبل، به کاربردهای عمومی فناوری زنجیره بلوکی اشاره شد. لکن برای تدقیق بیشتر و در ادامه این بخش، برخی از کاربردهای فناوری زنجیره بلوکی در حوزه صنعت و معدن مورد بحث قرار می‌گیرد.

الف) ساده‌سازی فرایند انطباق با مقررات: پیچیدگی فرایند انطباق با مقررات در شرکت‌های

معدنی، با استفاده از فناوری زنجیره بلوکی کمتر می‌شود. شرکت‌هایی که بر وظایف اجتماعی و کنترل دقیق محصولات و خدمات تأکید دارند، می‌توانند سطوح جدیدی از شفافیت را با استفاده از زنجیره بلوکی در کسب‌وکار خود به کار گیرند.^(۲۰) مدیریت و تأیید اسناد ایجاد شده در فرایند اکتشاف، تخمین منابع، طراحی معدن و فرایندهای طرح‌ریزی، پیچیدگی‌های خاص خود را دارند. شرکت‌ها در پی بهبود مکانیسم کنترل این مستندات هستند، به طوری که تضمین در خود اسناد تأیید شده موجود باشد. فناوری زنجیره بلوکی امکان بهبود ردیابی و کنترل این اسناد را فراهم می‌کند.^(۱۹)

ب) مدیریت قراردادهای: فناوری زنجیره بلوکی می‌تواند مفهوم قراردادهای هوشمند را به کسب‌وکارها

وارد کند. با به کارگیری این فناوری، امکان اعتبارسنجی جریان کار و خروجی استفاده شده در محاسبات منابع فراهم می‌شود. استفاده از فناوری زنجیره بلوکی در تنظیم انواع قراردادهای کاربردی است، اما بیشترین کاربرد در قراردادهایی است که تعداد ذی‌نفعان آن زیاد باشد. از طرفی با توجه به اینکه زمان و عملکرد در قراردادهای دو فاکتور اصلی هستند، در اختیار داشتن یک دفتر غیرقابل تقلب برای طرفین می‌تواند فرایند را تسهیل کرده و مناقشات را به راحتی حل نماید. برای نمونه در قراردادهای نگهداری و تعمیرات، قراردادهای مربوط به تجهیزات و کارکنان می‌توان از این فناوری بهره برد. از طرفی دیگر چالش موجود در اجرای قراردادهای

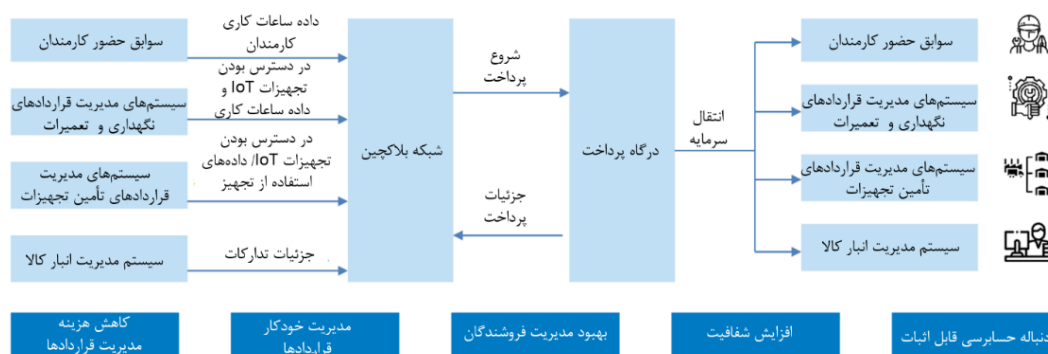


معمولاً به دخالت انسان برمی‌گردد. دخالت‌های انسانی در قراردادهای منجر به اجرای ضعیف، محاسبات غلط، هدررفت نیروی انسانی و هزینه‌های حقوقی می‌شود. فناوری زنجیره بلوکی با اتوماسیون اجرای بندهای مختلف قرارداد، به پیشبرد فرایند کمک کرده و با به حداقل رساندن مناقشات، اعتماد بین طرفین قرارداد را بهبود می‌بخشد. شکل ۵، چارچوب کاربست قراردادهای هوشمند در یک شرکت معدنی را نشان می‌دهد (۲۱).

قراردادهای هوشمند مبتنی بر فناوری زنجیره بلوکی از ویژگی‌های زیر برخوردار هستند:

- **تنظیم سریع:** این واقعیت که قراردادهای هوشمند توسط برنامه‌نویسی رایانه‌ای انجام می‌شود و به یک زنجیره بلوکی جهانی متصل هستند، به این معنی است که کارهای دیجیتالی می‌توانند در یک سیستم امن انجام شوند، بدون اینکه تأخیرهای اضافی توسط واسطه‌ها وارد شود.
- **دقت بالا:** اکثر اقداماتی که توسط زنجیره بلوکی انجام می‌شود، بسیار دقیق هستند، زیرا با برنامه‌های رایانه‌ای انجام می‌شوند که تقریباً به‌طور کامل احتمال خطا را از بین می‌برد.
- **ریسک کمتر:** قراردادهای هوشمند نسبت به توافق‌های سنتی که به سرورهای متمرکز احتیاج دارند، ایمن‌تر هستند. این قراردادها عملاً غیرقابل هک، غیرقابل تغییر و دست‌کاری هستند.
- **قابل اعتماد:** هیچ واسطه‌ای درگیر قراردادهای هوشمند نیست و این باعث اعتماد بیشتر به قضیه می‌شود. با این حال، سازندگان برنامه قرارداد هوشمند باید قابل اعتماد باشند. (۲۲)

شکل ۵. مدیریت قراردادها با استفاده از قراردادهای هوشمند



Source: Blockchain Understanding the Practical Applications for Mining, s.l.: Mining Journal, (2019).

(ج) یافتن منشأ مواد معدنی: یافتن منشأ استخراج مواد معدنی یکی از عوامل مهم تولیدکنندگان

در صنایع معدنی است. اینکه ماده معدنی مورد استفاده در کسب و کارشان از چه معدنی آمده و اینکه آیا در آن معادن موارد قانونی^۱ و حقوق بشری رعایت می‌شود یا خیر. (۲۳) برای نمونه شرکت‌هایی مثل اپل

۱. از منظر تهدید آفرینی برای کشوری تحریم شده یا در معرض تحریم، فناوری زنجیره بلوکی می‌تواند از صدور مواد معدنی یا حتی در حالت پیشرفته‌تر و گسترش یافته‌تر، از صادرات یا تولید مواد نهایی در زنجیره ارزش مانند یک وسیله الکترونیکی که مواد معدنی تحریمی یا غیرقانونی در آن به کار رفته باشد جلوگیری کند. البته مجدداً شایان ذکر است که این یک حالت و سناریوی تاحدودی محتمل و قابل تصور از آینده توسعه و گسترش این فناوری است.

تصمیم گرفته‌اند تا از مواد معدنی به دست آمده از «مناطق پر مناقشه»^۱ استفاده نکنند. لذا مواد استخراجی از معادن با نیروی کار با دستمزد غیرمنصفانه و با استانداردهای زیست‌محیطی ضعیف مشتریان بزرگی مثل اپل را از دست خواهند داد.^(۱۹) عطف به این حساسیت‌ها، فناوری زنجیره بلوکی امکان مشخص کردن منشأ مواد معدنی را فراهم می‌کند. البته از زمان ظهور این فناوری همیشه اشتیاق در به کارگیری از آن وجود داشته است، اما تاکنون کاربردی‌سازی زنجیره بلوکی با مشکل روبه‌رو بوده است. علاوه بر موارد مطرح شده، فناوری زنجیره بلوکی می‌تواند با بالا بردن شفافیت در معادن کوچک به حذف عملیات‌های غیرقانونی کمک کند. حذف مواد معدنی استخراج شده از معادن ناقص معیارهای حقوق بشری، با اعمال این ردیابی‌ها ممکن می‌شود. به صورت عمومی‌تر می‌توان گفت که نقش زنجیره بلوکی در توسعه پایدار، اساسی است. این نقش به علت توانایی فناوری زنجیره بلوکی در ردیابی مالی، زیست‌محیطی، اجتماعی و قانونی پروژه‌ها در طول زنجیره تأمین تولید مواد معدنی است.^(۲۴)

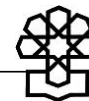
عامل محرک کاربردی‌سازی فناوری زنجیره بلوکی مبتنی بر منشأ مواد معدنی، به برخی قوانین کشور آمریکا برمی‌گردد. مطابق این قانون تأمین‌کنندگان برخی مواد معدنی مثل، تانتالیم، قلع، تنگستن و کبالت باید سالیانه گزارشی عمومی از زنجیره تأمین خود ارائه دهند. قوانین مشابهی در کمیسیون اروپا نیز جهت محدودیت دسترسی به «مواد معدنی مورد مناقشه»^۲ در حال اجرایی شدن است. البته صحبت‌هایی از کمیسیون اروپا به گوش می‌رسد که این محدودیت‌ها بر طیف گسترده‌تری از مواد معدنی اعمال خواهد شد. عامل محرک دیگر، مزیت‌های مالی حاصل از قابلیت «نشان دادن یکپارچگی محصول معدنی» است. برای مثال در صنعت کشاورزی، محصولات با این ویژگی، ارزش افزوده قابل توجهی را برای فروشنده ایجاد می‌کنند. خبرگان این حوزه معتقدند که بخش معدن از این واقعیت فاصله زیادی دارد. پایگاه داده مواد معدنی در بسیاری از شرکت‌ها در مناطق مورد بحث به صورت کاغذی است که همین امر بررسی را مشکل می‌کند. صنایع زیردستی مثل کارخانه‌های ذوب نیز در مقابل انتقال به یک دفتر توزیع شده مقاومت نشان می‌دهند. این صنایع هزینه‌های بالای اجرایی کردن این فرایند و همچنین عدم اطمینان از مزایای آن را دلیل امتناع اعلام کرده‌اند.^(۲۱)

یک مدل که در حال حاضر به صورت پایلوت اجرا می‌شود، برچسب‌گذاری نمونه‌های معادن مقیاس کوچک برای ردیابی با استفاده از چی‌پی‌اس است. البته یکپارچگی بارکدها و چی‌پی‌اس برای پیاده‌سازی کامل لازم است، اما هدفی قابل دستیابی است.^(۲۱) با توجه به افزایش نگرانی‌های مشتریان سنگ‌های قیمتی، طرح دیگری نیز تحت عنوان «طرح اطمینان از منشأ»^۳ راه‌اندازی شده است. این طرح توسط

1. Conflict Zones

۲. به مواد معدنی استخراج‌شده در مناطق مورد مناقشه و جنگ‌زده اطلاق می‌شود. مواد معدنی که در کشورهایی مثل کنگو تولید می‌شوند.

3. The Provenance Proof Initiative



آزمایشگاه سوئسی «گابلین لب»^۱ طراحی و اجرایی شده است. این طرح با استفاده از فناوری‌های نوین؛ مثل زنجیره بلوکی به کمک صنعت در افزایش شفافیت و افزودن قابلیت ردیابی به سنگ‌های قیمتی آمده است. بخش زنجیره بلوکی این طرح با همکاری «اورلجر»^۲؛ یکی شرکت‌های پیشرو در فناوری‌های نوظهور اجرایی شده است.^(۲۵)

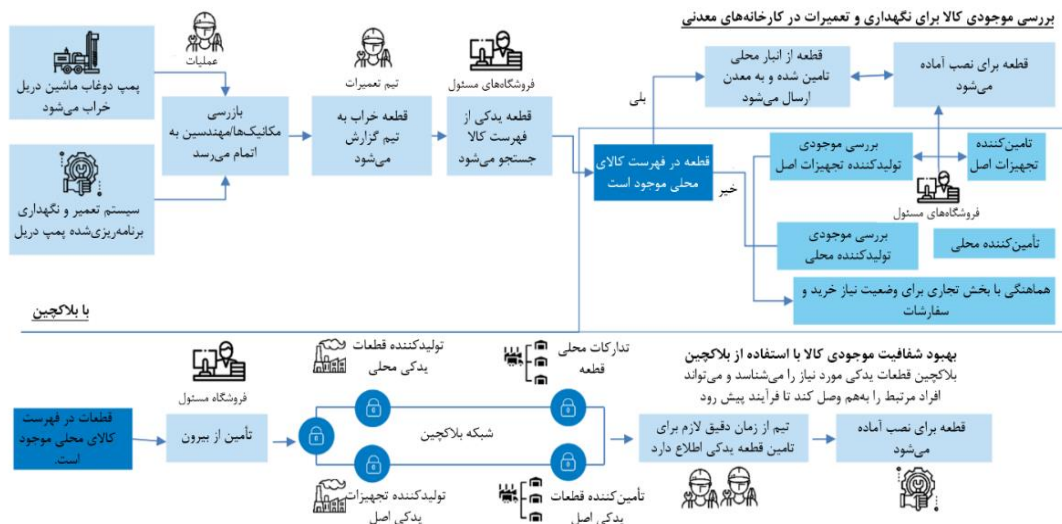
د) زنجیره تأمین: استفاده از فناوری زنجیره بلوکی در زنجیره تأمین بسیاری از کسب‌وکارها روبه افزایش است و بیشتر برای افزایش شفافیت سازمانی و افزایش مسئولیت‌پذیری به کار گرفته می‌شود. این عمل با توجه به ظرفیت زنجیره بلوکی برای ایجاد اسناد تراکنشی قابل اطمینان در سرتاسر زنجیره تأمین حاصل می‌شود. در این بین، معادن و صنایع معدنی باید توانایی پاسخ‌دادن به روند روبه رشد تقاضای مواد معدنی را داشته باشد. نیازهای مشتریان و ذی‌نفعان و ملزومات مقرراتی نیز باید با درجه بالاتری از «پایداری» و «قابلیت ردیابی محصولات» تأمین شود. این امر برای این صنعت از آنجایی حیاتی می‌شود که بسیاری از منابع مواد معدنی در کشورهایی قرار دارد که فعالیت‌های غیرقانونی در تمام ابعاد سیاسی و اجتماعی اثرگذار است. فناوری زنجیره بلوکی به‌طور کلی با قابلیت ایجاد دفترهای دیجیتال که امکان تغییر و حذف اسناد در آن ممکن نیست، می‌تواند این چالش اساسی را در زنجیره تأمین مواد معدنی برطرف کند و این فناوری قابلیت پاسخ‌دهی به این دست از نیازهای صنعت را دارد. همان‌طور که بیان شد از فناوری زنجیره بلوکی می‌توان برای ردیابی مواد معدنی در سرتاسر زنجیره تأمین استفاده کرد. در واقع ماده معدنی از مرحله استخراج تا زمانی که به‌صورت محصول نهایی به دست مشتری برسد، قابل ردیابی خواهد بود. خاکه استخراج‌شده از معدن یک گواهی کیفیت دارد و مشتری برای تأیید مندرجات، نمونه‌ای از خاکه را به آزمایشگاه می‌فرستد. طی این فرایند امکان بروز اختلاف نظر پیرامون کیفیت و قیمت خاکه وجود دارد. استفاده از فناوری زنجیره بلوکی امکان اتوماسیون این فرایند را فراهم می‌کند. همچنین با توجه به اینکه بیشتر شرکت‌های معدنی زنجیره تأمین‌های جداگانه‌ای دارند و تراکنش‌ها با شرکای متفاوت انجام می‌شود، زنجیره بلوکی می‌تواند شفافیت را برای این شرکا و سرمایه‌گذاران مشترک^۳ فراهم کند.

ه) نگهداری و تعمیرات: فناوری زنجیره بلوکی امکان اعتبارسنجی و همچنین کاهش زمان از کارافتادگی تجهیزات در فرایند نگهداری و تعمیرات را در صنعت و معدن فراهم می‌کند. اموری مانند اینکه سرویس تجهیز چه زمانی و توسط چه کسی انجام شده است، کدام قطعه تعویض شده و بازه زمانی تعویض چه مدت بوده است و ثبت دلایل خرابی قطعه که احتمال حادثه را کم می‌کند. وجود یک پایگاه داده غیرقابل ویرایش که اطلاعات کامل و زمان‌دار از چرخه عمر یک تجهیز را نشان می‌دهد، فرایند اعتبارسنجی و

1. Gubelin Gem Lab
2. Everledger Limited
3. Joint Venture Partners

مسئولیت‌پذیری را تسهیل و معتبر می‌کند. یکی‌بودن پلتفرم زنجیره بلوکی عرضه‌کنندگان با تولیدکنندگان تجهیزات اصلی^۱ و مشتریان نهایی، به نفع عرضه‌کنندگان خواهد بود. این امر می‌تواند باعث کاهش هزینه و زمان در به‌کارگیری قطعات یدکی و مشکلات مربوط به ضمانتنامه شود.^(۲۶)

شکل ۶. اثر زنجیره بلوکی بر بررسی موجودی کالا برای نگهداری و تعمیرات در کارخانه‌های معدنی



Source: BLOCKCHAIN Understanding the Practical Applications for Mining. s.l.: Mining Journal, (2019).

دسترسی همیشگی به شبکه‌ای از داده‌های تولیدکنندگان قطعات یدکی محلی، تأمین‌کنندگان محلی، تولیدکنندگان قطعات یدکی اصلی و تأمین‌کنندگان قطعات اصلی برای تمام ذی‌نفعان درگیر فرایند نگهداری و تعمیرات ممکن می‌شود. این دسترسی موجبات تعمیرات زمانبندی شده و شفاف را فراهم می‌کند و زمان از کارافتادگی تجهیزات را کاهش می‌دهد.

و) امنیت سایبری: با نزدیک شدن به عصر هوش مصنوعی و اتوماسیون، امنیت به یکی از مهم‌ترین نگرانی‌های هر کسب‌وکار تبدیل خواهد شد. زمانی که صحبت از امنیت در فضای سایبری می‌شود، فناوری زنجیره بلوکی جزو آن دسته از فناوری‌هایی است که در این حوزه مقبولیت پیدا کرده است. در کل می‌توان گفت کاربردهای فناوری زنجیره بلوکی بر پایه سه ویژگی اصلی امنیت، تغییرناپذیری و مسئولیت‌پذیری این فناوری استوار هستند. امنیت همراه این فناوری، از نبود یک سرور واحد در شبکه نشئت می‌گیرد. زمانی که در هر رایانه موجود در شبکه یک کپی از داده‌ها وجود دارد و هر تراکنش با تأیید اعضای شبکه نهایی می‌شود، امکان هک و دخل و تصرف در داده به شدت کم می‌شود.

با توجه به گزارش سال ۲۰۱۶ مؤسسه «سمانتک سکوریتی»^۲، بخش معادن و صنایع معدنی، قربانی

1. Original Equipment Manufacturer
2. Semantic Security



شماره یک دریافت ایمیل‌های اسپم است و در عامل دریافت ایمیل‌های حاوی ویروس، بین سه صنعت اول قرار دارد (جدول ۲). همچنین گزارش مؤسسه مشاوره مدیریتی ارنست اند یانگ با عنوان «۱۰ ریسک اصلی صنعت معدن و فلزات در سال‌های ۱۹۲۰-۲۰۱۹» نشان می‌دهد که ریسک‌های مربوط به امنیت سایبری رو به صعود است.^(۲۷) اضافه کردن کاربردهای زنجیره بلوکی و مفهوم دفتر دیجیتال توزیع‌شده در معادن و صنایع معدنی می‌تواند به انجام ایمن و کدگذاری شده تراکنش‌ها منجر شود و دست هکرها و سودجویان را از این حوزه کوتاه کند.

جدول ۲. آمار امنیت سایبری در معادن و صنایع معدنی

رتبه در بین صنایع	عملکرد	عنوان
۱	۵۶/۳ درصد	ایمیل اسپم در بخش معادن و صنایع معدنی
۸	۱ در ۲۲۲۵	نسبت فیشینگ ^۱ به کل ایمیل‌ها در معادن و صنایع معدنی
۹	۱ در ۳۰۴	نسبت ویروس به کل ایمیل‌ها
۲	۱۰/۳ درصد	احتمال مورد حمله قرار گرفتن معدنکاران از طریق اسپیر-فیشینگ ^۲ در سال

Source: <https://www.sofocle.com/blockchain-technology-to-secure-mining-industry>

استفاده از این فناوری برای انجام پرداخت‌های مالی بدون وابستگی به یک سرور مرکزی، نظارت بانک‌ها و ناظران بیگانه را حذف می‌کند و پرداخت‌های بین‌کشوری راحت‌تر انجام می‌شود. علاوه بر این، حذف میانجی‌ها در انجام فرایندهای مالی، شفافیت معاملات را برای طرفین تراکنش بهبود می‌بخشد.^(۲۸)

ح) رویکردی نوین به معادن و صنایع معدنی: در تعدادی از کنفرانس‌های اخیر میشل آش^۳؛ مدیر ارشد نوآوری شرکت باریک،^۴ بحث‌هایی را پیرامون «معدن دیجیتال» مطرح کرده است. یکی از سناریوهای مطرح‌شده استخراج طلا بدون حفاری است و فناوری زنجیره بلوکی جواب این ادعای عجیب است. در این مدل، سرمایه‌گذاران به جای خرید طلای فیزیکی، توکن‌های دیجیتالی می‌خرند که معادل طلای موجود در معدن است. با در نظر گرفتن این مدل، طلا دیگر استخراج نمی‌شود و تجارت با استفاده از این توکن‌ها انجام می‌شود. این مدل پتانسیل برافکنی در بازار طلا و فلزاتی که صرفاً جنبه سرمایه‌ای دارند را خواهد داشت. البته رسیدن به این نقطه نیاز به سطوح بالای اعتماد دارد و در حال حاضر فقط در حد یک ایده اولیه مطرح شده است،^۵ اما با توجه به هزینه‌های عملیات استخراج و توزیع و مسائل زیست‌محیطی و انسانی، اجرای این سناریوها پتانسیل بالایی دارند.

1. Phishing

2. Spear-phishing

3. Michelle Ash

4. Barrick Gold Corporation

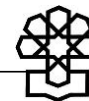
۵. نه تنها فلز ارزشمندی چون طلا، بلکه با استفاده از فناوری بلاکچین، توکن‌هایی بر مبنای ذخایر گاز و نفت نیز طرح موضوع شده‌اند.

۴. چالش‌های جهانی پیاده‌سازی فناوری زنجیره بلوکی در معادن و صنایع معدنی

فناوری زنجیره بلوکی در مسیر توسعه خود با موانع و چالش‌های متعددی مواجه است. در بخش معادن و صنایع معدنی، چالش‌های زیادی حتی برای پیاده‌سازی‌های اولیه فناوری زنجیره بلوکی وجود دارد. موارد زیادی بعد از موج اول اجراهای موفق زنجیره بلوکی در صنعت آموخته خواهد شد و در موج‌های بعدی خود را نشان خواهد داد. کاربردهای فناوری زنجیره بلوکی در صنایع مختلف در فازهای اولیه و تجربی قرار دارد و آینده اگرچه روشن به نظر می‌رسد، ولی هنوز مبهم است.^(۲۹) اگرچه صنعتگران نگرش تغییر یافته‌ای نسبت به فناوری‌های نوین دارند، اما بسیاری از افراد حتی آشنایی ابتدایی با زبان تئوری و کاربردی برای توصیف زنجیره بلوکی ندارند. یک نظرسنجی در مجله معدن^۱ در سال ۲۰۱۹ نشان می‌دهد که ۳۳ درصد از خوانندگان این مجله اصلاً نمی‌دانستند که فناوری زنجیره بلوکی چیست. همچنین ۲۶ درصد از شرکت‌کنندگان در این نظرسنجی هیچ ارتباطی برای معادن با فناوری زنجیره بلوکی قائل نیستند. این شک و تردید همیشه با پدیده‌های جدید و ناشناخته‌ها همراه بوده است و پیاده‌سازی موارد کاربردی اولیه را دشوار می‌کند. خبرگان صنعت راه عبور از این مانع را آموزش مفاهیم فناوری زنجیره بلوکی و تلاش برای ایجاد زیرساخت‌های لازم می‌دانند.

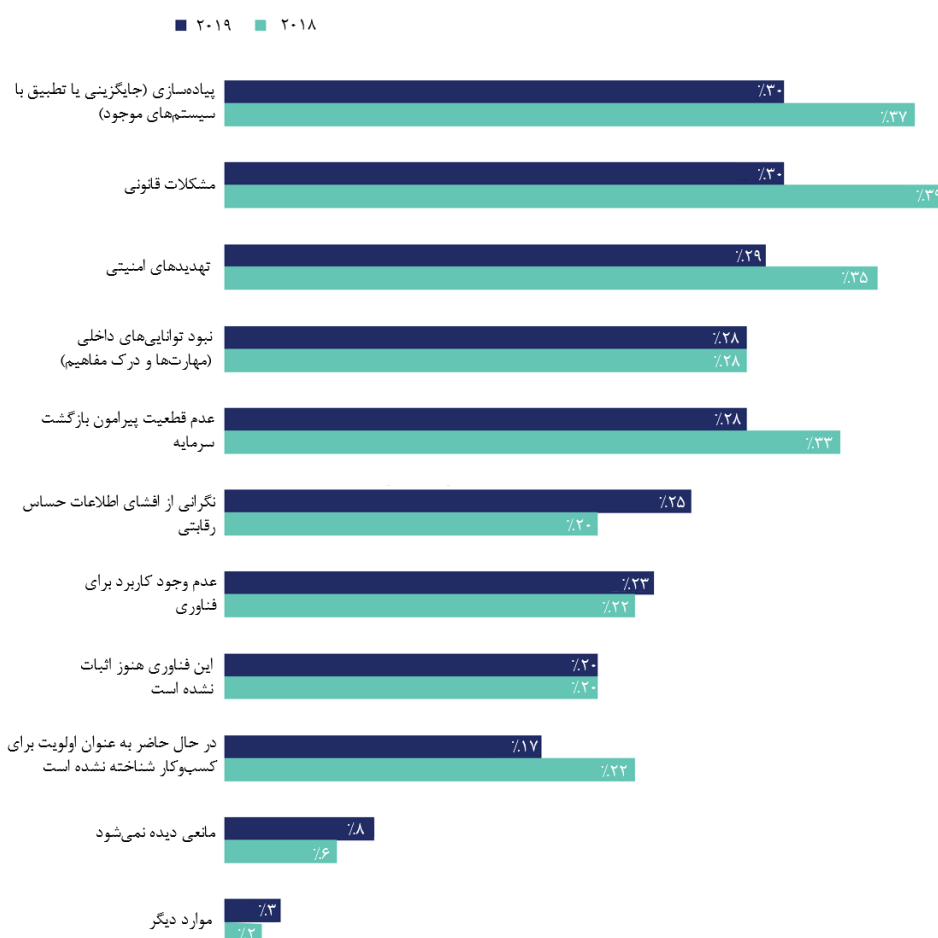
بخش معدن و صنایع معدنی با چالش‌های دیگری نیز در زمینه فناوری زنجیره بلوکی درگیر است. یکی از این چالش‌ها پیچیدگی‌های فنی مرتبط با انتقال رویه از ردیابی‌های سنتی به راهکارهای مبتنی بر زنجیره بلوکی است و دیگری ایجاد مشوق‌هایی برای ثبت و اعتبارسنجی دقیق داده‌ها و تغییر رویه از سیستم کاغذی به یک سیستم دیجیتالی است.^(۳۰) ابهام پیرامون قوانین حاکم بر زنجیره بلوکی نیز یکی دیگر از چالش‌های مهم برای پیاده‌سازی فناوری زنجیره بلوکی است. با توجه به نظرات خبرگان و پیمایش صورت گرفته مؤسسه دیلویت در سال ۲۰۱۹، برخی چالش‌های کلیدی سازمان‌ها در مواجهه با فناوری زنجیره بلوکی مطرح شده‌اند. در پیمایش از مدیران ارشد صنایع مختلف در جهان، چالش‌های قانونی، پیاده‌سازی (جایگزینی سیستم‌های موجود)، امنیتی، ناتوانایی‌های درون سازمانی، عدم قطعیت در بازگشت سرمایه و نگرانی پیرامون به اشتراک گذاشتن اطلاعات سازمانی با رقبای مهم‌ترین موانع بر سر سرمایه‌گذاری بیشتر شرکت‌ها در فناوری زنجیره بلوکی عنوان شده است. برخی نگرانی‌های دیگر پیرامون جدید بودن فناوری زنجیره بلوکی است و سازمان‌ها از کاربردی بودن آن مطمئن نیستند. لذا در صورتی که این موارد به‌عنوان چالش و مانع مد نظر قرار داده شود، فناوری زنجیره بلوکی نیاز دارد که بر این موانع غلبه کرده و در عمل نیز مؤثر بودن خود را اثبات کند.^(۳۱)

مقایسه داده‌های سال ۲۰۱۸ و ۲۰۱۹، نشان از رشد شناخت سازمان‌ها از فناوری زنجیره بلوکی دارد. همان‌طور که نمودار مشاهده می‌شود، افزایش آگاهی سازمان‌ها با فناوری زنجیره بلوکی در کمتر



از یک سال باعث شده تا شاخص چالش‌هایی مثل نگرانی‌های پیاده‌سازی، قانونی، امنیتی و عدم قطعیت در بازگشت سرمایه کاهش یابد. در آینده نیز احتمال می‌رود نگرانی سازمان‌ها حول موارد مطرح شده، با فراگیر شدن این فناوری به مراتب کمتر شود. به همین ترتیب رشد فناوری چالش فنی‌تری مثل نگرانی پیرامون به اشتراک گذاشتن اطلاعات سازمانی با رقبا پررنگ‌تر شده است. قیاس داده‌های همین دو سال نشانگر درک بیشتر صنایع برای پذیرش این فناوری است و نویدبخش حضور فعال زنجیره بلوکی در تمام فرایندهای کسب‌وکار است. (۳۱)

نمودار ۲. موانع سازمانی پیرامون سرمایه‌گذاری بیشتر در فناوری زنجیره بلوکی



Source: Deloitte's 2019 Global Blockchain Survey. s.l.: Deloitte, (2019).

۵. اقدامات شرکت‌های بزرگ معدن و صنایع معدنی در حوزه فناوری زنجیره بلوکی

شرکت‌های بزرگ معدنی در سراسر دنیا در پی بهره‌بردن از فرصت‌های ایجادشده توسط فناوری زنجیره بلوکی هستند و فعالان این بخش با ایجاد همکاری با شرکت‌های فناور حوزه زنجیره بلوکی، سعی در پیشبرد اهداف خود دارند. در ادامه با جستجوهای هدفمند، اقدامات برخی از بزرگ‌ترین شرکت‌های معدنی دنیا برای بهره‌بردن از فناوری زنجیره بلوکی پایش شده و نتیجه این اقدامات در جدول ۳ خلاصه شده است. نظر به اهمیت این اقدامات، در ادامه نیز به تفصیل و تفکیک شرکت‌ها، توضیحات تکمیلی ارائه شده است.

جدول ۳. خلاصه اقدامات برخی از بزرگ‌ترین شرکت‌های معدن و صنایع معدنی دنیا

نام شرکت	شرکت‌های همکار	نوع کاربرد فناوری بلاکچین
بی‌اچ‌بی ^۱	بلاک‌اپز ^۲ ، کانسنسیز ^۳	- زنجیره تأمین
	ان‌وای‌کی ^۴ ، گودفیولز ^۵ ، بلاک ^۶	زنجیره تأمین
ریو تینتو ^۷	چین‌سی ^۸ ، کارگیل ^۹ ، دو بانک «بی‌ان‌پی پاریباس» ^{۱۰} و «اچ‌اس‌بی‌سی» ^{۱۱}	قرارداد هوشمند
گلنکور ^{۱۲}	شبکه زنجیره بلوکی‌تأمین مسئولانه منابع ^{۱۳}	شفافیت در زنجیره تأمین
	کنسرسیوم زنجیره بلوکی‌فلزات و معادن ^{۱۴}	- یافتن منشأ مواد معدنی
استارتاپ ماین‌هاب ^{۱۵}	آی‌بی‌ام ^{۱۶} ، آی‌ان‌جی ^{۱۷} و شرکت‌های معدنی ویتن ^{۱۸} ، اوشن پارتنرز ^{۱۹} و کپ‌استون ^{۲۰}	- شفافیت در زنجیره تأمین - کاهش تقلب و فریب‌کاری - بهبود امنیت سایبری
باریک گلد ^{۲۱}	افزودن نیروی انسانی متخصص از سیلیکون ولی ^{۲۲} به تیم بلاکچین	

1. BHP
2. BlockApps
3. Consensus
4. NYK
5. GoodFuels
6. BLOC
7. Rio Tinto
8. Chinsay AB (شرکت سنگاپوری فعال در حوزه مدیریت قرارداد)
9. Cargill
10. BNP Paribas
11. HSBC Singapore
12. Glencore
13. Responsible Sourcing Blockchain Network (RSBN)
14. The Mining and Metals Blockchain Initiative
15. MineHub
16. IBM
17. ING
18. Wheaton Precious Metals
19. Ocean Partners
20. Capstone Mining
21. Barrick Gold Corporation
22. Silicon Valley



نام شرکت	شرکت‌های همکار	نوع کاربرد فناوری بلاکچین
یوراسیا ^۱	ای‌بی‌ام و گروه متال‌کول ^۲	- یافتن منشأ مواد معدنی
نیومانت ^۳		- یافتن منشأ مواد معدنی - توسعه پایدار - امنیت سایبری
انگلو امریکن ^۴	دبیرز ^۵	- یافتن منشأ مواد معدنی
	اکسنچر، ای‌بی‌ان آمو، آی‌ان‌جی و اسی‌بی‌سی ^۷ ، سی‌ام‌اس‌تی ^۸ ، هتری پارتنرز ^۹ و مرکوریا ^{۱۰}	- زنجیره تأمین
هواپو کبالت ^{۱۱}	آی‌بی‌ام، ال‌جی کم ^{۱۲} و آرسی‌اس گلوبال ^{۱۳}	- یافتن منشأ مواد معدنی
دنیلی ^{۱۴}	استارتاپ نواریس ^{۱۵}	- امنیت سایبری
استارتاپ ماینکس ^{۱۶}	فین‌بوت ^{۱۷}	- یافتن منشأ مواد معدنی
داندی ^{۱۸}	ماین‌آرپی ^{۱۹} ، کاروسچین ^{۲۰}	- شفافیت و ردیابی ایمن در زنجیره تأمین
دی‌ان‌آی متالز ^{۲۱}	بلاک‌ماین ^{۲۲}	- بهبود تعاملات با مشتریان - بهبود عملیات استخراج
یامانا گلد ^{۲۳}	امرجنت ^{۲۴}	- یافتن منشأ مواد معدنی

الف) بی‌اچ‌پی: شرکت معدنی «بی‌اچ‌پی»، استفاده از فناوری زنجیره بلوکی را در فرایندهای زنجیره تأمین آغاز کرده است و از زنجیره بلوکی برای ثبت داده‌های حمل‌ونقل محصولات معدنی استفاده خواهد کرد. طبق ادعای یکی از متخصصان این شرکت، سیستم جدید بازدهی داخلی سازمان را بهبود می‌بخشد. همکاری بی‌اچ‌پی با استارت‌آپ‌های فعال در حوزه بلاکچین؛ «بلاک‌اپز» و «کانسنسیز»، نتایج مذکور را به دنبال

1. Eurasian Resources Group (ERG)
2. Metalkol RTR
3. Newmont
4. Anglo American
5. De Beers
6. ABN Amro
7. OCBC Bank
8. CMST
9. Hartree Partners
10. Mercuria
11. Huayou Cobalt
12. LG Chem
13. RCS Global
14. Danieli Group
15. Naoris
16. Minexx
17. Finboot
18. Dundee Precious Metals
19. MineRP
20. Karuschain
21. DNI Metals
22. Blockmine Development (BMD)
23. Yamana Gold
24. Emergent

داشته است. (۳۲) این شرکت بزرگ معدنی در یک همکاری دیگر با شرکت ژاپنی ارسال کالای «ان‌وای‌کی» تلاش خود برای کاربست فناوری زنجیره بلوکی در معادن و صنایع معدنی را ادامه داده است. اوایل سال ۲۰۱۹، بی‌اچ‌پی با موفقیت پلتفرم زنجیره بلوکی را با همکاری ان‌وای‌کی، شرکت «گودفیولز»؛ فعال در حوزه سوخت زیستی و شرکت «بلاک»؛ شرکت توسعه‌دهنده کاربردهای فناوری زنجیره بلوکی، آزمایش کرد. (۳۳)

ب) ریوتینتو: همکاری سه شرکت «چین‌سی»، «کارگیل» و «ریوتینتو»، در نوامبر سال ۲۰۱۸ منجر به اولین معامله خاکه آهن بدون کاغذ شد. (۳۴) این معامله با همکاری دو بانک «بی‌ان‌پی پاریباس» و «اچ‌اس‌بی‌سی» و با استفاده از فناوری زنجیره بلوکی در کشور سنگاپور انجام شد. محموله خاکه آهن معامله شده متعلق به شرکت ریوتینتو بود که از استرالیا به چین منتقل شد. (۳۵)

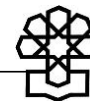
ج) گلنکور: شرکت بزرگ معدنی «گلنکور» در اواخر سال ۲۰۱۹ پیوستن به «شبکه زنجیره بلوکی تأمین مسئولانه منابع»، را اعلام کرد. این شبکه به‌واسطه استفاده از فناوری زنجیره بلوکی، در تلاش است تا شفافیت را در زنجیره ارزش مواد تولیدی بالا ببرد. امید می‌رود که این شبکه در سال ۲۰۲۰ به‌صورت تجاری آماده بهره‌برداری شود. پیروی از قوانین آمریکا و اتحادیه اروپا مبتنی بر شفافیت منشأ مواد معدنی یکی از دلایل اصلی این شرکت که از بزرگ‌ترین تولیدکنندگان کبالت است، جهت پیوستن به این شبکه است. (۳۶)

در دسامبر ۲۰۱۹ «مجمع جهانی اقتصاد» به همراه هفت شرکت پیشرو در صنایع فلزی و معدنی اعلام کردند که برای ایجاد شفافیت در زنجیره تأمین و توسعه راه‌حل‌های پایدار، کنسرسیوم زنجیره بلوکی تشکیل می‌دهند. اعضای بنیانگذار «طرح زنجیره بلوک‌فلزات و معادن» شامل آنتوفاگاستا^۱، گروه منابع یوراسیا، کلاکتر^۲، گلنکور، مینسور^۳، تاتااستیل و انگلوماریکن هستند. این کنسرسیوم در درجه اول روی موضوع عدم استانداردسازی، ردیابی منشأ مواد، افزایش کارایی و ردیابی انتشار کربن تمرکز خواهند کرد. اعضای کنسرسیوم به‌منظور توسعه پلتفرم زنجیره بلوکی روی اثبات مفهوم و ایجاد گروه‌های کاری همکاری می‌کنند. به گفته مجمع جهانی اقتصاد، انگیزه کنسرسیوم همکاری گسترده و همکاری بین شرکتی است. (۳۷)

همچنین استارت‌آپ کانادایی ماین‌هاب در ماه اکتبر سال ۲۰۱۹ خبر از راه‌اندازی یک پلتفرم زنجیره تأمین مبتنی بر فناوری زنجیره بلوکی داد. این پلتفرم رقیبی جدی برای کنسرسیوم زنجیره بلوکی «طرح زنجیره بلوکی فلزات و معادن» است. پلتفرم ماین‌هاب بر پلتفرم زنجیره بلوکی آی‌بی‌ام و با استفاده از «چارچوب نرم‌افزار های پرلجر فابریک»^۴ ساخته شده است. این پلتفرم با همکاری ماین‌هاب با شرکت فناوری آی‌بی‌ام و بانک آی‌ان‌جی و شرکت‌های معدنی ویتن، اوشن پارتنرز و کپاستون راه‌اندازی شده

1. Antofagasta Minerals
2. Klöckner & Co
3. Minsur

۴. Hyperledger Fabric Framework (هابرلجر یک تلاش مشارکتی با منبع باز است که به‌منظور توسعه فناوری‌های زنجیره بلوکی صنعتی ایجاد شده است. به عبارت دیگر هابریلجر یک همکاری جهانی است که توسط بنیاد لینوکس میزبانی می‌شود. این همکاری متشکل از پیشگامان در عرصه‌های سرمایه‌گذاری، بانکداری، اینترنت اشیا، زنجیره‌های تأمین، تولید و نیز فناوری است).



است. پیاده‌سازی پلتفرم مذکور استفاده از اسناد کاغذی مشکوک به فریب‌کاری و تقلب را حذف می‌کند. مدیر بازاریابی شرکت کپاستون اذعان دارد که توانایی ماین‌هاب برای ارائه جریانی از اطلاعات با لایه‌های امنیتی بالا و درعین حال شفاف، می‌تواند صنعت معدن را متحول کند. ماین‌هاب در حال حاضر هم با ایجاد داده‌های تراکنشی به اعضای فعال در پلتفرم در بهبود بازده فرایندهای کلیدی کمک کرده و سطوح جدیدی از اعتماد و شفافیت را به ارمغان می‌آورد.^(۳۸)

(د) باریک‌گلد: «ماین‌اسپایدر»^۱ یک استارت‌آپ بلاکچینی است که در حوزه تأمین مسئولانه منابع معدنی فعالیت می‌کند. این استارت‌آپ در سال ۲۰۱۹ با محقق شدن «میشل‌اش»؛ مدیر ارشد نوآوری سابق شرکت معدنی «باریک‌گلد» عزم خود را برای نفوذ در صنعت معدن نشان داده است.^(۳۹) از طرف دیگر شرکت باریک‌گلد نیز با اضافه کردن یک مدیر اجرایی از «سیلیکون ولی» با تجربه در فناوری زنجیره بلوکی، تلاش برای کاربست این فناوری را در پیش گرفته است.^(۴۰)

(ه) یوراسیا: «گروه منابع یوراسیا (ای‌آر‌جی)» قرار بوده است در سال ۲۰۱۹ با تکیه بر فناوری زنجیره بلوکی پروژه‌ای برای ردیابی کبالت موجود در جمهوری کنگو آغاز نماید. این پروژه توسط «پلتفرم زنجیره بلوکی آی‌بی‌ام»^۲ ایجاد می‌شود و توسط «گروه متال‌کول» گسترش می‌یابد که یکی از مهم‌ترین تولیدکنندگان کبالت است. راه‌حل‌های زنجیره بلوکی با جمع‌آوری داده و اطلاعات لازم به تولیدکنندگان کمک می‌کند تا منشأ منابع کبالت در متال‌کول تأیید شود. آی‌بی‌ام قصد دارد با پیاده‌سازی فناوری بلاکچین، ذی‌نفعان زنجیره تأمین کبالت را گردهم آورد و فرایندهای کسب‌وکار در صنعت معدن را تغییر دهد و اعتماد بیشتری در این صنعت به‌دست آورد. به گفته بندیکت سوبوتکا^۳، مدیرعامل گروه منابع یوراسیا، این شرکت قصد ایجاد استانداردهای جدیدی را دارد و با استفاده از فناوری زنجیره بلوکی در پلتفرم آی‌بی‌ام به مشتریان این اطمینان را می‌دهد که مواد خریداری شده از معادن غیرمجاز استخراج نشده باشد.^(۴۱)

(و) نیومانت: در فوریه ۲۰۱۸ شرکت آمریکایی نیومانت؛ فعال در استخراج طلا، اعلام کرد که قصد دارد از فناوری زنجیره بلوکی به‌عنوان راهی برای تولید پایدار طلا و پایبندی به اصول اخلاقی در تولید استفاده کند. به گفته گری گلدبرگ^۴، رئیس اجرایی شرکت نیومانت، معدنکاران بیشتری نیز ممکن است از فناوری زنجیره بلوکی استفاده نمایند، زیرا زنجیره بلوکی ابزاری مناسب برای ردیابی مواد معدنی و افزودن امنیت و شفافیت بیشتر در تجارت و سایر معاملات مالی است.^(۴۲)

(ز) انگلواامریکن: معادن هم‌اکنون در حال توسعه راه‌حلی مبتنی بر فناوری زنجیره بلوکی به‌منظور ردیابی زنجیره تأمین سنگ‌های قیمتی است. در این زمینه انگلواامریکن ابتکار عمل در کاربست فناوری

1. Minespider
2. IBM Blockchain Platform
3. Benedikt Sobotka
4. Gary Goldberg

زنجیره بلوکی را به دست گرفته است. تریسر^۱ در سال ۲۰۱۷ توسط دبیرز؛ یکی از زیرمجموعه‌های شرکت انگلوامریکن، به عنوان یک راه حل جامع در زمینه ردیابی مواد معدنی به وسیله زنجیره بلوکی در صنعت الماس ایجاد شد تا تجارت غیرقانونی این سنگ ارزشمند که همیشه سبب بروز جنگ و مناقشه بود را از بین ببرد. پایلوت تریسر در ژانویه ۲۰۱۸ با گروه کوچکی از صنعتگران آغاز به کار کرد که توانستند تعداد ۱۰۰ الماس را با استفاده از فناوری زنجیره بلوکی از معدن تا خرده‌فروشی ردیابی کنند.^(۴۳)

در اقدامی دیگر در ماه می ۲۰۱۹ به طور رسمی اعلام شد که کنسرسیوم زنجیره بلوکی به نام «فورس فیلد»^۲ آغاز به کار کرده است. در این کنسرسیوم بجز شرکت معدنی انگلوامریکن، مؤسسه مشاوره مدیریتی «اکسنچر»، بانک‌های «ای بی ان آمریکا»، «آی ان جی» و «آسی بی سی»، شرکت چینی فناوری‌های لجستیک «سی ام اس تی»، شرکت کالاهای بازرگانی «هتری پارتنرز» و شرکت «مرکوریا»^۳ نیز حضور دارند. پروژه فورس فیلد یک سیستم مدیریت موجودی کالا است که با قصد کاربست فناوری بلاکچین، اینترنت اشیا و ارتباطات میدان نزدیک (ان اف سی)^۴ برای پردازش پسامعامله‌ای^۵ را دارد. اهداف این پروژه شامل بهبود بازده و کاهش ریسک در رسیدگی به موجودی فیزیکی کالاها و همچنین منبع‌یابی پایدار می‌شود.^(۴۴)

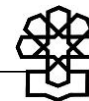
ح) هوایو کبالت: همکاری‌هایی جهت پیاده‌سازی فناوری زنجیره بلوکی در زنجیره تأمین صنعت معدن اجرا نموده است. برای نمونه، پروژه پایلوت شرکت فورد نمونه واقعی از استفاده فناوری زنجیره بلوکی است که با همکاری شرکت‌های «هوایو کبالت»، «آی بی ام»، «ال جی کم» و «آرسی اس گلوبال» اجرایی شده است. این پروژه از پلتفرم زنجیره بلوکی آی بی ام برای ایجاد یک سناریو منبع‌یابی شبیه‌سازی شده بهره می‌برد. کبالت در معادن شرکت هوایو در کشور کنگو تولید می‌شود و برای ذوب به کارخانه ال جی کم در کره جنوبی ارسال می‌شود و سپس به کارخانه فورد در ایالات متحده آمریکا برای استفاده در خودروها فرستاده می‌شود. زنجیره بلوکی کبالت را در سرتاسر زنجیره تأمین ردیابی می‌کند.^(۴۴)

ط) دنیلی: در اوت ۲۰۱۸ دنیلی؛ شرکت ایتالیایی مهندسی و ساخت در صنعت فلزات، اعلام کرد که قصد دارد از فناوری زنجیره بلوکی برای امنیت سایبری اطلاعات در شبکه‌های خود استفاده کند. به همین منظور، دنیلی تفاهمنامه همکاری با استارت‌آپ نواریس که در زمینه امنیت سایبری فعال است، به امضا رساند. این اقدام می‌تواند برای سایر شرکت‌های بزرگی که به دنبال گسترش راه‌حل‌های زنجیره بلوکی در زمینه امنیت سایبری و دفاع در برابر حمله‌های جدید سایبری هستند، پیش‌زمینه‌ای ایجاد کند.^(۴۵)

ی) استارت‌آپ ماینکس: در اکتبر سال ۲۰۱۹ شرکت زنجیره بلوکی «فین‌بوت» و استارت‌آپ

1. Tracr
2. Forcefield
3. Mercuria
4. Near-field Communication (NFC)

۵. Post-Trade Processing (این فرایند پس از تکمیل معامله شروع می‌شود. در این مرحله خریدار و فروشنده مواردی مثل تأیید تراکنش، تغییر در اسناد مالکیت و جابه‌جایی پول را انجام می‌دهند).



بریتانیایی «ماینکس» با هدف ردیابی محل دقیق استخراج مواد معدنی، پلتفرمی به نام «ماین اسمارت»^۱ را ایجاد کردند. فین بوت میان افزار زنجیره بلوکی به نام «ماکرو»^۲ را توسعه داده است که به عنوان پلتفرم خدمات از آن استفاده می کند. با ترکیب کردن فناوری ماکرو در پلتفرم ماین اسمارت می توان از زنجیره بلوکی برای ردیابی و ثبت اطلاعات منشأ مواد معدنی استفاده کرد.^(۴۶)

ک) داندی: شرکت جهانی نرم افزار و مشاوره ماین آریبی که یکی از همکاران شرکت «فلزات قیمتی داندی» است، در سپتامبر ۲۰۱۹ همکاری خود را با «پلتفرم زنجیره بلوکی کاروسچین» آغاز کرد. هدف این همکاری ایجاد شفافیت بیشتر و ردیابی ایمن و پیگیری اطلاعات مهم زنجیره تأمین می باشد.^(۴۷)

ل) دی ان آی متالز: «دی ان آی متالز (بی ام دی)» در ژانویه ۲۰۱۸ با گروه توسعه «بلاک ماین» یک قرارداد همکاری به امضا رساند. بلاک ماین پتانسیل استفاده و یا تولید رمزارزها را برای ادغام آن با مدل کسب و کار دی ان آی بررسی خواهد کرد. دی ان آی متالز قصد دارد از فناوری زنجیره بلوکی برای استخراج معادن خود و همچنین بهبود تعاملات با مشتریان استفاده کند.^(۴۸)

م) یامانا گلد: شرکت معدنی «یامانا گلد» در فوریه سال ۲۰۱۸ همکاری خود را با شرکت «امرجت» که پلتفرمی برای زنجیره تأمین براساس فناوری زنجیره بلوکی می باشد، آغاز کرد. هدف این همکاری توسعه راهکارهایی به منظور ساده سازی و خودکار کردن ردیابی زنجیره تأمین طلای بدون مناقشه از معدن تا بازار است. این پلتفرم جدید با جمع کردن و نگهداری اطلاعات دیجیتال، سیستمی شفاف و غیرقابل انکار در زمینه منشأ مواد فراهم می کند.^(۴۹)

بررسی کاربردهای کنونی فناوری زنجیره بلوکی در بخش معدن نشان می دهد که شرکتها بیشتر حول ردیابی محصولات در طول زنجیره متمرکز هستند. همچنین قوانین سخت اتحادیه اروپا و آمریکا پیرامون «منشأ برخی مواد معدنی» مثل کبالت باعث شده تا از فناوری زنجیره بلوکی در این حوزه نیز استفاده شود. استفاده از قراردادهای هوشمند مبتنی بر بستر زنجیره بلوکی نیز در ابتدای مسیر قرار دارد و پیش بینی می شود در آینده نزدیک این قراردادها در بیشتر کسب و کارها مرسوم شود.

۶. چالشها و فرصتهای تحولی فناوری زنجیره بلوکی در معادن و صنایع معدنی ایران

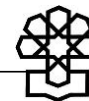
در بخشهای پیشین به طور کلی چالشها و فرصتهای مرتبط با فناوری زنجیره بلوکی برای کلیه صنایع (به ویژه معادن و صنایع معدنی) بررسی شد که همگی برای صنعت ایران نیز قابل تسری است. بدین معنی که می توان انتظار داشت با به کار بردن این فناوری، فرصتها و مزیتهایی چون افزایش امنیت، سرعت و شفافیت، کاهش هزینهها، ردیابی محصول، حذف واسطهها، تراکنشهای سریع، کمک به توسعه

پایدار و ارتباطات مؤثر در زنجیره تأمین، در اختیار ذی‌نفعان اصلی حوزه معادن و صنایع معدنی قرار گیرد. همچنین انتظار می‌رود، مشکلات قانونی، موانعی برای جایگزینی با سیستم‌های موجود، نبود فرهنگ سازمانی، نگرانی نسبت به بازگشت سرمایه، حساسیت نسبت به اشتراک‌گذاری داده‌ها با رقبای نبود توانمندی‌های داخلی، بدبینی نسبت به آینده فناوری و اولویت نداشتن آن در برنامه راهبردی شرکت‌ها، چالش‌های جدی استفاده از این فناوری در ایران باشد. به سبب ویژگی‌های خاص زیست‌بوم ایران (در حوزه‌های مختلف اقلیمی، کسب و کار، سیاسی، اقتصادی و...) می‌توان چالش‌های دیگری را نیز مطرح کرد و یا برخی از چالش‌های جهانی را با ضریب اهمیت بیشتری مورد توجه قرار داد. همین وضعیت از منظر فرصت‌ها نیز قابل بررسی است و برخی فرصت‌ها برای توسعه این فناوری در ایران، برجسته‌تر از فرصت‌های قابل دستیابی در دیگر کشورهاست. لذا ضمن اینکه همچنان تأکید می‌شود چالش‌ها و فرصت‌های جهانی با تغییر ضریب اهمیت آنها، قابل تعمیم به ایران هستند، در ادامه به تفکیک به چالش‌های و فرصت‌های حاصل از توسعه فناوری زنجیره بلوکی در معادن و صنایع معدنی ایران پرداخته شده است. همچنین عطف به این چالش‌ها و فرصت‌ها، پیشنهاد‌های تکمیلی به تفکیک نهاد‌های حاکمیتی اعم از دولت و مجلس، بنگاه‌های بزرگ، کسب و کارهای کوچک مقیاس و شرکت‌های فناور در حوزه معادن، صنایع معدنی و فناوری زنجیره بلوکی در سطوح مختلف دانشگاهی یا غیر آن، ارائه شده است.

۱-۶. چالش‌های توسعه فناوری زنجیره بلوکی در حوزه معادن و صنایع معدنی ایران

- **ناشناخته بودن فناوری‌های نو برای صنعت:** فناوری زنجیره بلوکی برای صنایع و معادن ایران یک «فناوری ناشناخته» است. حتی فناوری‌های پیش‌تر از این فناوری مانند اپلیکیشن‌های هوشمند صنعتی، رباتیک و اینترنت اشیا هنوز جایگاه مناسبی در صنعت ایران ندارد. تقریباً واضح است که این فناوری‌ها، هنوز جنبه ویترونی برای تعداد معدودی از صنایع داشته و چشم‌انداز کوتاه‌مدتی نیز برای فراگیر شدن آن وجود ندارد. در این میان، فناوری زنجیره بلوکی با وجود ابعاد و اهمیت آن، حدوداً در آخر صف فناوری‌های نوظهوری قرار دارد که صنایع معدنی ایران با آن در حال آشنایی بوده و یا احتمالاً هنوز چیزی از آن نشنیده است. لذا از جهت آگاهی و شناختی، پذیرش و کاربرد این فناوری با یک چالش جدی روبه‌روست.

- فرهنگ فناوری‌هراسی به قدر مفهوم فناوری، در ایران دارای سابقه تاریخی است. حوزه صنایع و معادن نیز نسبت به پذیرش فناوری‌های نو و نوآوری محافظه‌کار هستند. علاوه بر جنبه‌های فرهنگی مقابله با فناوری‌های نو، نوعی عافیت‌طلبی، رانت‌جویی و ایستایی نسبت به تغییر و نوآوری، در بخش‌هایی از صنعت نهادینه شده است که پذیرش فرهنگی فناوری‌های نوین و به‌خصوص فناوری‌های برافکن را دشوار می‌کند.



- **مرزبندی میان شرکت بهره‌بردار و فناور:** تفکیک تاریخی بین «بهره‌بردار» و «شرکت فناور» و مرزبندی دقیق و کامل بین این دو، در حوزه معادن و صنایع معدنی ایران مانند دیگر صنایع وجود دارد. به عبارتی صنعت معتقد است که توسعه فناوری و داشتن استراتژی فناوری، مختص شرکت‌های فناور است و شرکت بهره‌بردار هیچ نقش و وظیفه‌ای در این میان ندارد. تجارب جهانی (که در این گزارش به صورت مشروح اشاره شد) نشان می‌دهد که شرکت‌های اصلی بهره‌بردار در حوزه صنایع و معادن به چه میزان به توسعه فناوری و نفوذدهی فناوری‌های نو در فرایندهای تولید اهمیت می‌دهند. لکن تفکیک بهره‌بردار و شرکت فناور، همچنان یک چالش جدی برای توسعه فناوری‌های نوین مانند فناوری زنجیره بلوکی در ایران است.

- **عدم تمایل شرکت‌ها به فناوری‌های نو به دلیل بهره‌مندی از رانت و یارانه:** دولتی، خصولتی، رانتی و یارانه‌ای بودن صنعت و وضعیت تحریم‌های ظالمانه و تعرفه‌ها، چالش‌هایی برای فناوری‌هایی هستند که اساساً برای بهره‌وری و کاهش هزینه‌ها به وجود آمده‌اند. در این دست صنایع، به هر میزان که بر اهمیت فناوری زنجیره بلوکی برای کاهش هزینه‌ها و بهره‌وری تأکید شود، به این دلیل که صنعت با همین وضع موجود و با اتکا به رانت‌ها و یارانه‌ها و نبود رقیب جدی به سبب تحریم‌ها و تعرفه‌ها، می‌تواند با سود مناسبی تولید داشته باشد، عملاً نه منافع و ریسک‌های احتمالی یک فناوری نو را می‌پذیرد و نه انگیزه‌ای برای بهره‌وری و کاهش هزینه‌های آن دارد.

- **چالش شفافیت:** فناوری زنجیره بلوکی تراکنش‌ها و تعاملات را شفاف می‌کند و امکان تغییر در داده‌های تاریخی را تقریباً غیرممکن می‌کند همچنین منشأ مواد را شفاف می‌سازد. این مزایا ممکن است برای بخشی از بدنه صنعت و معدن، مزیت محسوب نشود و این امر متأثر از مشکلات و چالش‌های اقتصاد کلان ایران است. لذا یکی از چالش‌های پذیرش فناوری زنجیره بلوکی برای بخشی از ذی‌نفعان حوزه معادن و صنایع معدنی ایران، همان مزایای فناوری زنجیره بلوکی است.

- **تمایل صنعت به استفاده از زنجیره‌های بلوکی خصوصی، کنسرسیوم یا هیبریدی:** در مقابل توسعه زنجیره‌های بلوکی «عمومی»، برخی به شدت متمایل به زنجیره‌های بلوکی خصوصی، کنسرسیوم یا هیبریدی پیدا می‌کنند. این نوع بلاکچین‌ها اگر چه مزایایی دارند، اما از منظر و مزیت اصلی فناوری بلاکچین؛ یعنی تمرکززدایی فاصله دارند. پیش‌بینی می‌شود فعالان حوزه صنعت و معدن به عدم استفاده از زنجیره‌های بلوکی عمومی که معمولاً شفافیت و عدم تمرکز به همراه دارد، تمایل بیشتری داشته باشند. در این حالت انتظار می‌رود بخش‌هایی از زنجیره بلوکی کنسرسیومی یا نهادهای دیگر، سوپرنودهایی را در اختیار داشته باشند که باعث شود فناوری زنجیره بلوکی به شکل عقیم توسعه یابد و عملاً مزایای آن محقق نشود.

- **فقدان زیرساخت‌های توسعه فناوری زنجیره بلوکی:** زیرساخت‌های لازم برای توسعه فناوری زنجیره بلوکی در صنعت و معدن ایران مهیا نیست. هنوز رابطه صنعت با کلیت فناوری اطلاعات در سطح

واحدهای عملیاتی فراهم نیست. از لحاظ تجهیزات سخت‌افزاری الکترونیک و حسگرها، بخش صنعت و معدن نسبت به شرکت‌های بین‌المللی فاصله معناداری دارد. از لحاظ نیروی انسانی در واحدهای ستادی و عملیاتی، دانش کافی نسبت به جذب فناوری‌هایی چون زنجیره بلوکی مهیا نبوده و لذا توسعه این فناوری از لحاظ زیرساختی به‌ویژه در واحدهای عملیاتی با دشواری روبه‌روست. با توجه به گره خوردن فناوری به رمزارز بیت‌کوین، عمده آشنایی فعالان صنعت با فناوری زنجیره بلوکی به‌صورت کاملاً کلی و تصادفی و از طریق این رمزارز است. علاوه بر این در سطح شرکت‌های ارائه‌کننده راهکار زنجیره بلوکی و هم در سطح شرکت‌های صنعتی و معدنی، نیاز به افراد با تخصص بین‌رشته‌ای وجود دارد که در حوزه‌های کلان صنعت و معدن، هنوز توسعه و استفاده از نیروی انسانی بین رشته‌ای، نه ارزش و مقبولیت لازم را دارد و نه توسعه یافته است. به‌طور کلی همچنان تخصص‌گرایی در دوسوی صنعت و فناوری، مانع از ایجاد اتصال و زبان مشترک می‌شود. لذا شرکت‌های فناور در حوزه زنجیره بلوکی با موانعی بسیاری برای نفوذ اولیه به حوزه صنعت و معدن مواجه هستند.

- **وجود خلأهای قانونی:** از جمله چالش‌های جدی جهانی زنجیره بلوکی مسئله قانونگذاری است. در سطح کلان، به‌سبب دلایل متعدد از جمله پیچیدگی‌ها و ابهام‌های این فناوری، نهادهای مختلف و متعارض در تصمیم‌گیری، کندی فرایندهای قانونگذاری و سیاستگذاری، در اولویت نبودن فناوری (به‌ویژه فناوری‌های نو) نسبت به دیگر چالش‌های کلان و مواردی از این دست، چالش‌های قانونگذاری برای فناوری زنجیره بلوکی دوچندان شده است. اغلب کسب‌وکارها، فعالین و فناورهایی که در حوزه صنعت و معدن فعال هستند عملاً در خلأ قانونی حیات دارند و فضای مذکور برای توسعه همه‌جانبه یک فناوری مساعد نیست.

- **نبود شرکت‌های پیشگام فناوری:** در توسعه فناوری‌های نو نیاز به شرکت‌های پیشگام و پرچمدار وجود دارد. مدیران این شرکت‌ها معمولاً زودتر از شرکت‌های دیگر به استقبال ریسک‌های فناوری‌های نو می‌روند. شواهد جهانی این گزارش نشان می‌دهد که شرکت‌های بین‌المللی برای پیشگامی در به‌کار گرفتن فناوری‌های نو در حال رقابت با یکدیگر هستند. اما سوابق تاریخی در حوزه معادن و صنایع معدنی ایران نشان می‌دهد در این بخش، بنگاه‌های بزرگی با سوابق قابل توجه در حوزه تحقیق و توسعه وجود دارند، اما استقبال همه‌جانبه و پیشگامی از ریسک‌های فناوری‌های نو، چندان متداول نیست و لذا فرصت پایلوت فناوری‌های نو برای اولین بار، به سختی حاصل می‌شود. به‌دلیل اینکه حوزه معادن ایران یک صنعت بهره‌بردار و نه صنعتی فناوری‌محور است، لذا مدیران معمولاً در انتظار ظهور یک پیشگام می‌مانند تا پس از دیدن نتایج توسعه فناوری‌های نو، از او پیروی کنند. به‌ویژه در مجموعه شرایط تاریخی و کنونی کشور، نبود پیشگام نوآوری در حوزه معادن و صنایع معدنی ادامه خواهد داشت و این یک چالش جدی است که توسعه‌دهندگان فناوری زنجیره بلوکی با آن در سال‌های آتی روبه‌رو خواهند بود.



- **بی توجهی اسناد بالادستی به مسئله فناوری های نو:** توجه سیاستگذار در اسناد بالادستی کشور به انقلاب صنعتی چهارم و فناوری های نو، به اندازه کافی نبوده است. البته ظهور سرفصل «فناوری» در اسناد بالادستی کشور بیشتر در دهه اخیر بروز داشته، اما کماکان موضوع توسعه فناوری و نوآوری، موضوع جدی اسناد بالادستی کشور نیست. اگرچه اقدامات معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری و صندوق نوآوری شکوفایی و برخی از نهادها باعث شده است که در سال های اخیر توجه به موضوعات فناورانه و نوآورانه در سطح حاکمیتی و برخی بنگاه های بزرگ صنعتی بیشتر شود و انعکاسی از این موضوعات در اسناد بالادستی مشاهده شود. لکن همچنان عدم توجه در اسناد بالادستی چه در سطح ملی و چه در سطح چشم اندازهای شرکتی، برای توسعه دهندگان فناوری که می خواهند خود را به اهداف کلان کشوری و شرکتی مرتبط سازند، یکی از چالش جدی است.

- **فقدان تعاملات بین المللی در حوزه فناوری های نو:** یکی از بنیان های کلیدی یادگیری فناوری به خصوص در حوزه فناوری های نو، تعاملات بین المللی است. به دلیل موانع موجود در توسعه همکاری ها و تعاملات بین المللی، فرصت یادگیری فناورانه و انتقال تجربیات بین المللی به داخل کشور بسیار محدود شده است. در حوزه توسعه فناوری های نو مانند زنجیره بلوکی، نبود تعاملات بین المللی و تحریم های فناورانه، هم برای شرکت های توسعه دهنده و هم برای مدیران صنعتی و معدنی جزو چالش بزرگ محسوب می شود.

- **فقدان ارتباط میان صنعت، دانشگاه ها و مؤسسات توسعه دهنده فناوری:** فقدان ارتباط نظام مند، مستمر و اعتماد متقابل بین صنعت و مراکز دانشگاهی از یکسو و با مؤسسات توسعه دهنده فناوری از سوی دیگر، چالش مهمی برای توسعه فناوری های نو ظهور مانند زنجیره بلوکی است. در واقع فاصله بین صنعت و دانشگاه، در حوزه فناوری های نو دوچندان می شود. همچنین به عقیده رایج میان مدیران صنعتی، راهکارهای دانشگاهیان و پیشنهاد های ایشان تناسبی با مسائل صنعت ندارد و به عقیده دانشگاهیان، صنعت از درک و پیاده سازی راهکارهای فناورانه دانشگاهیان ناتوان است. به هر جهت فقدان تاریخی زبان و تجارب مشترک، در حوزه فناوری های نو ظهور مانند زنجیره بلوکی تشدید شده و چالش جدی برای توسعه این فناوری است. ضمن اینکه باید توجه داشت که پیمایش ها نشان می دهد که دانشگاه ها و مراکز تحقیقاتی، یکی از کانون های اساسی برای توسعه فناوری های نو ظهور مانند زنجیره بلوکی هستند.

- **تغییر اولویت های معادن و صنایع معدنی به دلیل شرایط تحریم:** با توجه به تشدید تحریم ها، در حال حاضر یکی از بزرگ ترین مشکلات حوزه معادن و صنایع معدنی ایران، دسترسی به مواد اولیه، ماشین آلات، قطعات و تجهیزات یدکی است. لذا در این شرایط، طرح راهکارهای مبتنی بر فناوری های نو، برای شرکت هایی که درگیر تهیه مواد اولیه، ماشین آلات و قطعات و رفع موانع تحریمی هستند، جذابیتی ایجاد نمی کند. همچنین حساسیت های بین المللی به شناسایی منشأ مواد معدنی به دلیل مسائل سیاسی،

سیاستگذاری یا زیست‌محیطی، پیشران مهمی برای توسعه فناوری زنجیره بلوکی است. لذا در شرایطی که کشور در تحریم قرار دارد و بخشی از صادرات، با گواهی مبدأ کشوری متفاوت انجام می‌شود، جذابیت فناوری زنجیره بلوکی کاهش می‌یابد. لذا برای توسعه‌دهندگان این فناوری تأکید بر شفافیت و مشخص شدن منشأ مواد، ممکن است در شرایط فعلی کشور، توجه زیادی را جلب نکرده و حتی ایجاد چالش نماید.^۱

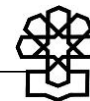
گره خوردن فناوری زنجیره بلوکی با رمازرز، از جمله چالش‌های توسعه این فناوری است. لذا چالش‌ها، مشکلات و ابهامات در آینده رمازرها، به صورت نادرست به فناوری زنجیره بلوکی تعمیم داده می‌شود. به بیان دیگر زمانی که «حباب بودن رمازرز بیت‌کوین یا باقی رمازرها» از سوی برخی صاحب‌نظران یا اصحاب رسانه مطرح می‌شود، این موضوع به حساب فناوری زنجیره بلوکی نوشته می‌شود. از جمله بزرگ‌ترین چالش‌های توسعه‌دهندگان فناوری زنجیره بلوکی در ایران، توضیح و ایجاد درک صحیحی در خصوص تمایز بین کلیت فناوری زنجیره بلوکی و رمازرهاست.

در این بخش، چالش‌هایی که در برابر توسعه فناوری زنجیره بلوکی در حوزه معادن و صنایع معدنی وجود دارد، بررسی شد. پیشنهاد می‌شود در پژوهشی مستقل، ابعاد این چالش‌ها با تمامی ذی‌نفعان صنعت طرح موضوع شده و میزان اهمیت آنها به صورت دوره‌ای برآورد و برنامه‌ریزی‌های لازم در این زمینه انجام شود. همچنین تا زمانی که یکی از بزرگ‌ترین موانع توسعه این فناوری، فقدان آگاهی نسبت به ماهیت، کاربردها، چالش‌ها و مزایای فناوری زنجیره بلوکی است، نمی‌توان انتظار داشت خبرگان و فعالان صنعتی و معدنی، برآورد دقیقی از میزان اهمیت هر کدام از موارد فوق داشته باشند.

۲-۶. فرصت‌های تحولی توسعه فناوری زنجیره بلوکی در حوزه معادن و صنایع معدنی ایران

ظرفیت بالای زنجیره ارزش مواد معدنی و فلزی برای استفاده از فناوری زنجیره بلوکی: ماهیت بخش معدن و صنایع معدنی ایران، از منظر زنجیره ارزش بسیار به هم وابسته و پیوسته است. وضعیت مشخصات و درجه مواد معدنی در منشأ، بر روی فرایند و فناوری‌های تولید در مراحل بعدی زنجیره ارزش مؤثر است. به دلایل متعدد، مشخصاً در زنجیره ارزش فولاد، بخش پایین دست به بالادست (و برعکس) ورود پیدا کرده است. علاوه بر این، زنجیره ارزش معادن و صنایع معدنی، با طیف گسترده‌ای از ذی‌نفعان کوچک و بزرگ از بخش‌های مختلف کسب و کاری کشور در تعامل است و گاهی مناقشات جدی در دو طرف این زنجیره به وقوع می‌پیوندد. چنین شرایطی برای توسعه فناوری زنجیره بلوکی که کارایی بسیاری در زنجیره ارزش دارد، بسیار مطلوب است. چالش‌ها و مشکلات زنجیره ارزش معادن و صنایع معدنی ایران، برای ارائه راهکارهایی که مبتنی بر قراردادهای هوشمند زنجیره بلوکی باشد، جذاب

۱. اگرچه باید توجه داشت که حساسیت‌های محیط زیستی و قانونی در سطح بین‌المللی، در نهایت منجر به توسعه و الزامی شدن فناوری‌هایی مانند زنجیره بلوکی خواهد شد و موادی که در آنها شرایط انسانی، زیست‌محیطی و به طور کلی توسعه پایدار رعایت نشده باشند، از دور تولید جهانی خارج خواهد شد.



است. لذا در مقایسه با زنجیره ارزش صنایع دیگر در کشور، زنجیره ارزش معادن و صنایع معدنی، موقعیت‌های جذاب بیشتری برای به‌کار بردن فناوری زنجیره بلوکی دارد.

- **ایجاد اعتماد میان ذی‌نفعان برای توسعه کسب‌وکارهای کوچک مقیاس:** مسئله تعدد ذی‌نفعان، عدم دسترسی کوچک‌مقیاس‌ها به بازارهای بزرگ، همچنین تنوع ابعاد کسب‌وکارها در بخش معدن و صنایع معدنی، مسئله مهمی برای ایجاد اعتماد و عقد قرارداد در این زنجیره ایجاد کرده است. به‌ویژه تمایل دولت و نهادهای قانونگذار به توسعه صنایع کوچک مقیاس و اتصال آنها به بازار اصلی کشور، چالش بزرگی برای نظام اقتصادی کشور است. در این فضا، فناوری زنجیره بلوکی فرصت خوبی برای ایجاد اعتماد بین ذی‌نفعان ایجاد می‌کند. به‌عبارتی تمرکز بر مزیت اعتمادزایی فناوری زنجیره بلوکی و قراردادن آن در متن توسعه کسب‌وکارهای کوچک‌مقیاس در حوزه معادن و صنایع معدنی ایران، فرصت بی‌بدیلی را برای این فناوری، نسبت به دیگر فناوری‌ها ایجاد می‌کند.

- **بهبود روابط میان دولت و ذی‌نفعان:** فناوری زنجیره بلوکی فرصت مطلوبی برای خودکار کردن و شفاف کردن روابط بین دولت و ذی‌نفعان در زنجیره ارزش است و به رونق زنجیره و توسعه کسب‌وکارهای آن کمک قابل توجهی خواهد کرد. یکی از نمونه‌های بارز روابط میان دولت و فعالان اقتصادی در بخش معادن، نظام حقوق دولتی معادن است که به کمک فناوری زنجیره بلوکی امکان نظام‌مند و شفاف کردن این روابط وجود دارد.

- **مقابله با ریسک‌ها و مخاطرات فناوری اطلاعات و حملات سایبری:** همگام با توسعه جهانی، در بخش صنعت و معدن ایران نیز تا حدودی مزایای فناوری اطلاعات به همراه مخاطرات و ریسک‌هایی مانند حملات سایبری آشکار شده است. در سطح جهانی، مسئله ریسک‌های سایبری برای معادن و صنایع معدنی، با چند پله صعود، به صدر ریسک‌ها آمده است. از جمله مزایای بسیار مهم فناوری زنجیره بلوکی (باتوجه به دفترکل غیرمتمرکز آن)، ضمن هزینه رقابتی‌تر، ضریب بالای امنیت و مقاومت در مقابل حملات سایبری است. لذا با توجه به اینکه در حوزه صنایع و معادن ایران نیز، نفوذ فناوری اطلاعات بیش از پیش اتفاق افتاده است، لزوم توجه به امنیت سایبری نیز افزایش یافته و در این میان زنجیره بلوکی قدرتی بی‌بدیل دارد.

- **افزایش کارایی فرایندهای نظارتی بر فعالیت معادن و صنایع معدنی:** فناوری زنجیره بلوکی برای جلوگیری از جعل، گواهی دروغین ثبت و تملک، تغییر مفاد قراردادها و تعهدات، کارایی بالایی دارد. لذا نهادهای دولتی، نظارتی و قضایی مانند مجلس شورای اسلامی، سازمان بازرسی و دیوان محاسبات، می‌توانند با استفاده از این فناوری، علاوه بر پیشگیری از جرم‌هایی مانند تقلب و فساد، هزینه‌های شکایت و بازرسی را به‌شدت کاهش دهند. نظر به تعدد معادن و گستردگی کسب‌وکارهای این حوزه در سطح کشور و وابستگی مسائل آن به موضوعات سرزمینی و مالکیتی، فناوری زنجیره بلوکی

اهمیت دوچندانی خواهد یافت.

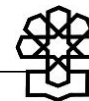
- **ایجاد فرصت جهش در حوزه صنعتی و معدنی:** فناوری‌های نوظهور، به‌خصوص فناوری‌هایی با پایه فناوری اطلاعات، فرصت خوبی برای صنعت و معدن کشور ایجاد می‌کند تا عقب‌ماندگی تاریخی خود را برای همپایی با تحولات فناورانه دنیا جبران کند. همچنین با توجه به اینکه فرصت توسعه فناوری در بسیاری از فناوری‌های مرسوم (که بعضاً در شرکت‌های فناوری خارجی سابقه ۵۰ ساله دارند) برای حوزه معادن و صنایع معدنی کشور تا حدودی دور از دسترس است و یا رسیدن به آن نیازمند صرف زمان و هزینه بالایی است، فرصت فناوری‌های نوظهور، فرصتی تازه محسوب می‌شود. تجربه فناوری نانو در کشور مؤید این ادعاست و در حوزه مدیریت فناوری، اکتساب بموقع یک فناوری فرصت مهمی برای پیشتازی نسبت به رقبا و همگامی با تحولات جهانی است. لذا فناوری زنجیره بلوکی (به‌خصوص در ترکیب با فناوری اینترنت اشیا) می‌تواند فرصتی برای پوست‌اندازی بخش معدن و صنایع معدنی کشور باشد.

- **فرصتی برای رشد فعالیت‌های استارت‌آپی در حوزه معادن و صنایع معدنی:** در سال‌های اخیر و به‌دنبال موج‌های ارزش‌آفرین جهانی در حوزه استارت‌آپ‌ها، توجه حوزه صنعت و معدن کشور به این مسئله جلب شده است. تحولات به‌قدری پرشتاب بوده که فاصله بخش معادن و صنایع معدنی از دیگر صنایع بزرگ کشور مانند خودرو یا صنعت نفت، زیاد نیست و تقریباً اکثر صنایع (به غیر از حوزه فناوری اطلاعات که نسبتاً پیشگام فعالیت‌های استارت‌آپی بوده است)^۱ در یک دوره زمانی به حوزه استارت‌آپی توجه کرده‌اند. با توجه به اینکه در توسعه فناوری‌های نوظهور به‌ویژه فناوری زنجیره بلوکی، نقش تیم‌های استارت‌آپی بسیار برجسته است، معادن و صنایع معدنی ایران با توجه به ویژگی‌ها و ظرفیت‌هایی که در بندهای پیشین اشاره شد، از فرصت‌های خوبی برای تعامل با استارت‌آپ‌های زنجیره بلوکی برخوردار هستند.

- **ظرفیت «توکن کردن»^۲ ذخایر معدنی:** در فناوری زنجیره بلوکی ظرفیت‌هایی مانند «توکن کردن» وجود دارد که می‌تواند در بخش معدن به‌کار گرفته شود. برای مثال می‌توان از توکن کردن ذخایر معدنی ارزشمند به جای استخراج آنها یا استفاده برای برنامه‌های اکتشاف و مواردی از این دست نام برد. با اینکه ایده و سوابق کوتاه برخی از این توکن‌ها در صنعت نفت، گاز، الماس و طلا وجود دارد ولی همچنان باید در مورد این کاربرد با احتیاط عمل کرد.

۱. از جمله موضوعاتی که فعالیت‌های استارت‌آپی را در معادن و صنایع معدنی تهدید می‌کند، الگوگیری خام از اکوسیستم نوآوری و استارت‌آپی حوزه فناوری اطلاعات است. به بیان دیگر مجریان و ذی‌نفعان امر باید توجه داشته باشند که امر توسعه فناوری و ارتقای اکوسیستم استارت‌آپی در صنایع منبع‌محور مانند معدن، تفاوت‌های جدی با دیگر صنایع مانند فناوری اطلاعات دارد.

۲. در تعدادی از کنفرانس‌های اخیر، بحث‌هایی پیرامون «معدن دیجیتال» مطرح شده است. یکی از سناریوهای مطرح‌شده استخراج طلا بدون حفاری است و فناوری زنجیره بلوکی جواب این ادعای عجیب است. در این مدل، سرمایه‌گذاران به‌جای خرید طلای فیزیکی، توکن‌های دیجیتالی می‌خرند که معادل طلای موجود در معدن است. با در نظر گرفتن این مدل، طلا دیگر استخراج نمی‌شود و تجارت با استفاده از این توکن‌ها انجام می‌شود. این مدل پتانسیل براه‌اندازی در بازار طلا و فلزاتی که صرفاً جنبه سرمایه‌ای دارند را خواهد داشت.

**الف) بایدها و نبایدهای نهادهای حاکمیتی**

نقش اصلی نهادهای حاکمیتی برای توسعه فناوری زنجیره بلوکی، سرعت‌بخشی به قانونگذاری و اقدامات حمایتی و تشویقی برای توسعه این فناوری است. در ادامه به‌صورت گزیده به برخی از پیشنهادها تکمیلی برای این نهادها اشاره شده است:

- مورد توجه قرار دادن و اولویت دادن به فناوری‌های نوظهور (به‌ویژه فناوری زنجیره بلوکی) در اسناد بالادستی کشور (مانند برنامه هفتم توسعه) توسط دولت و مجلس؛

- تدوین برنامه راهبردی و گزارش‌های عملکرد سالیانه از نهادهای درگیر درخصوص فناوری‌های نوظهور به‌ویژه فناوری زنجیره بلوکی؛

- ایجاد کارگروه‌ها و کمیته‌های تخصصی بین‌خبرگان فناوری و ذی‌نفعان حوزه صنعت و معدن برای نزدیک کردن فرایندهای عرضه و تقاضای فناوری به یکدیگر با محوریت معاونت علمی و فناوری ریاست‌جمهوری؛

- تدوین قوانین و مقررات برای استفاده از فناوری زنجیره بلوکی برای ارتقای کیفیت فرایندهای نظارتی برای پیشگیری از تقلب و فساد، شناسایی منشأ، امنیت اطلاعات و شفافیت با همکاری نهادهای نظارتی و قضایی کشور؛

- تسریع در بررسی و تصویب قوانین لازم برای شفاف‌کردن ابهامات مربوط به توسعه فناوری زنجیره بلوکی در کشور توسط مجلس شورای اسلامی؛

- فرهنگ‌سازی و آموزش عمومی از طریق رسانه‌های فراگیر و منابع آموزشی برای آگاهی‌بخشی نسبت به فناوری زنجیره بلوکی برای فعالان حوزه صنعت و معدن با محوریت معاونت علمی و فناوری ریاست‌جمهوری و مشارکت وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات، وزارت صنعت، معدن و تجارت، بانک مرکزی، وزارت امور اقتصادی و دارایی و صدا و سیما؛

- تصویب مقررات لازم برای فراهم‌کردن امکان پذیرش ریسک‌های فناوری زنجیره بلوکی با همکاری شرکت‌های بیمه در حوزه صنایع و معادن؛

ب) بایدها و نبایدهای بنگاه‌های بزرگ حوزه معادن و صنایع معدنی

با توجه به گستردگی بازار و توان مالی، صنعتی و نیروی انسانی بنگاه‌های بزرگ معدن و صنایع معدنی، نقش اصلی این بنگاه‌ها برای توسعه فناوری زنجیره بلوکی، تحول در راهبردها، پیشگامی در اکتساب فناوری زنجیره بلوکی و تعامل با شرکت‌های فناور برای حل مسائل صنعتی به‌واسطه این فناوری است. در ادامه به‌صورت گزیده به برخی از پیشنهادات تکمیلی برای این بنگاه‌ها اشاره شده است:

- آموزش فناوری زنجیره بلوکی در برنامه‌های آموزشی مستمر بنگاه؛

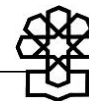
- پیشگامی در توسعه فناوری‌های نو به‌ویژه فناوری زنجیره بلوکی و پذیرش ریسک توسعه این فناوری؛
- انجام مطالعات عارضه‌یابی در سطح بنگاه و شناسایی مشکلات و چالش‌ها و غربال موارد قابل حل توسط فناوری زنجیره بلوکی؛
- اشتراک چالش‌های اساسی بنگاه با متخصصان فناوری زنجیره بلوکی و ایجاد فرصت ارائه راهکار مبتنی بر زنجیره بلوکی؛
- بازنگری استراتژی سازمان با دیدگاه نفوذدهی فناوری‌های نوظهور و اولویت‌دهی به حل مسائل سازمان با این فناوری‌ها؛
- ایجاد کنسرسیوم‌های صنعتی و معدنی در زنجیره ارزش برای توسعه فناوری زنجیره بلوکی و استفاده از ظرفیت قراردادهای هوشمند؛
- ایجاد گروه‌های متمرکز یا غیرمتمرکز برای پیش‌هوشمندانانه فناوری و ارائه گزارش‌های آینده‌نگرانه در مورد فناوری‌های نوظهور؛
- تخصیص سرمایه‌خطرپذیر برای توسعه فناوری‌های نوظهور مانند زنجیره بلوکی و سرمایه‌گذاری در استارت‌آپ‌های مربوطه؛

ج) بایدها و نبایدهای کسب‌وکارهای کوچک مقیاس حوزه معادن و صنایع معدنی

- با توجه چابکی بیشتر و بوروکراسی کمتر کسب‌وکارهای کوچک مقیاس، این بنگاه‌ها فرصت خوبی برای استفاده از فناوری زنجیره بلوکی و همکاری مشترک با استارت‌آپ‌های این حوزه و شدت‌بخشی به سرعت رشد خود خواهند داشت. در ادامه به‌صورت گزیده به برخی از پیشنهاد‌های تکمیلی برای این کسب‌وکارها اشاره شده است:
- رصد اکوسیستم استارت‌آپی و ارزیابی فرصت‌های شراکت، سرمایه‌گذاری و انواع مدل‌های همکاری با استارت‌آپ‌ها؛
- برنامه‌ریزی برای تربیت کارشناسان بین‌رشته‌ای و حضور مستمر در دوره‌های آموزشی و ترویجی زنجیره بلوکی؛
- ارائه چالش‌ها به شرکت‌های استارت‌آپی و فنور زنجیره بلوکی و توسعه مشترک فناوری با این شرکت‌ها؛
- ایجاد کنسرسیوم با شرکت‌های هم‌تراز و شرکت‌های فنور زنجیره بلوکی برای ایجاد راهکار مشترک و تسهیم ریسک‌ها و منافع؛

د) بایدها و نبایدهای شرکت‌های فنور در حوزه معادن و صنایع معدنی

- شرکت‌های فنور و مهندسی که در توسعه معادن و صنایع معدنی ایران نقش داشته‌اند، از لحاظ آشنایی با مفاهیم فناورانه و آمادگی برای توسعه فناوری‌های نوظهور مانند زنجیره بلوکی، قابلیت‌های بیشتری نسبت به شرکت‌های بهره‌بردار دارند. به‌ویژه، در صورت همراهی این شرکت‌ها با استارت‌آپ‌ها یا شرکت‌های زنجیره بلوکی، امکان پذیرش راهکار از سوی شرکت‌های بهره‌بردار معدنی بیشتر خواهد شد. در ادامه



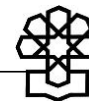
- به صورت گزیده به برخی از پیشنهادهای تکمیلی برای این شرکت‌ها اشاره شده است:
- ایجاد کانون‌ها و کارگروه‌های ترویجی و توسعه‌ای فناوری زنجیره بلوکی برای شرکت و مشتریان (بهره‌برداران معدنی)؛
 - جمع‌آوری دانش و اطلاعات تاریخی مرتبط با مشکلات فناورانه شرکت‌های مشتری (شرکت‌های بهره‌بردار معدنی) و اشتراک‌گذاری آنها با ارائه‌کنندگان راهکارهای زنجیره بلوکی؛
 - برنامه‌ریزی برای تربیت نیروی فناور بین‌رشته‌ای در حوزه معادن و فناوری زنجیره بلوکی؛
 - ایجاد تعامل با شرکت‌های فناوری و مهندسی تراز بین‌المللی در حوزه معادن و صنایع معدنی برای اکتساب راهکارهای مرتبط با فناوری‌های نوظهور به‌ویژه زنجیره بلوکی؛
 - تخصیص سرمایه‌خطرپذیر، امکانات زیرساختی، منابع انسانی تخصصی و اشتراک اطلاعات برای توسعه استارت‌آپ‌ها؛
 - پایش دوره‌ای فناوری‌های نوظهور و کاربردهای آن در حوزه معادن و صنایع معدنی و به‌روزرسانی استراتژی فناورانه شرکت با نتایج پایش.

ه) باید‌ها و نبایدهای افراد و شرکت‌های فناور در حوزه فناوری زنجیره بلوکی

- از جمله اصلی‌ترین نقش‌آفرینان در توسعه فناوری زنجیره بلوکی، افراد یا نهادهایی هستند که راهکارهای این فناوری را ارائه می‌کنند. به‌طور معمول این افراد یا نهادها، در استارت‌آپ‌ها، شرکت‌های فناوری یا در دانشگاه‌ها و مؤسسات پژوهشی حاضر هستند. در صورتی که تقاضای فناوری در بخش صنعت و معدن افزایش یابد، اما از سمت عرضه فناوری، قابلیت و استعدادی وجود نداشته باشد عملاً برنامه توسعه فناوری زنجیره بلوکی متوقف خواهد شد. در ادامه به صورت گزیده به برخی از پیشنهادهای تکمیلی برای این شرکت‌ها اشاره شده است:
- برگزاری دوره‌های آموزشی و ترویجی برای فناوری زنجیره بلوکی متناسب با اقتضانات حوزه صنعت و معدن؛
 - تدارک برنامه‌ها و رویدادهای ویژه صنعت و معدن و فناوری زنجیره بلوکی برای آشنایی بیشتر مدیران صنعت با این فناوری و کاربردهای آن؛
 - مطالعه و بررسی نیازهای بخش صنعت و معدن و ارائه راهکارهای زنجیره بلوکی متناسب با این نیازها؛
 - جذب افراد متخصص در حوزه صنعت و معدن و کمک به تربیت افراد بین‌رشته‌ای با دانش فناوری زنجیره بلوکی؛
 - توسعه راهکار زنجیره بلوکی با همراهی صنایع و معدن متناسب با نیازهای واقعی این حوزه؛
 - اقدام به همکاری‌های علمی و فناورانه با فناوران زنجیره بلوکی در سطح بین‌الملل به‌ویژه تیم‌هایی که تجربه توسعه راهکارهای زنجیره بلوکی را در حوزه صنعت و معدن داشته‌اند.

پی‌نوشت‌ها

1. Rotolo, Daniele, Diana, Hicks and Ben, "What is an emerging technology?" Martina R. 10, 2015, Vol. 44, pp. 1827-1843.
2. Manyika, James, et al. Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy. s.l.: McKinsey Global Institute, 2013.
3. Deconstructing disruption: Impact of future technologies - Enterprise IT trends and investments. s.l.: Ernst & Young, 2017.
4. Top 10 Strategic Technology Trends for 2018. s.l.: Gartner, 2018.
5. Yusuf, Zia. Are Blockchain and the Internet of Things Made for Each Other? s.l.: BCG, 2018.
6. Pawczuk, Linda, Massey, Rob and Schatsky, David. Breaking blockchain open Deloitte's 2018 global blockchain survey. s.l.: Deloitte, 2018.
7. Coworking in Mining. Minespace. [Online] May 2015. <http://minespace.com.au/coworking-in-mining/>
8. Moore, Sinéad. Accenture Opens Innovation Hub in Perth, Australia, to Help Mining and Energy Companies Boost Return on Investments in Digital Technologies. Accenture. [Online] November 2019. <https://newsroom.accenture.com/news/accenture-opens-innovation-hub-in-perth-australia-to-help-mining-and-energy-companies-boost-return-on-investments-in-digital-technologies.htm>.
9. Tasker, Sarah-Jane. Perth's Resources Technology Showcase 2019: WA poised to become global resources tech innovation hub, says BHP chief executive-elect Mike Henry. The West Australian. [Online] November 2019. <https://thewest.com.au/business/rts2019/perths-resources-technology-showcase-2019-wa-poised-to-become-global-resources-tech-innovation-hub-says-bhp-chief-executive-elect-mike-henry-ng-b881392277z>.
10. Brinkman, Marcel, et al. Five technologies for the next ten years. s.l.: McKinsey & Company, 2016.
11. Lovelock, John-David, et al. Forecast: Blockchain Business Value, Worldwide, 2017-2030. s.l.: Gartner, 2017.
12. EU5 Blockchain Technology Market (2018-2023). s.l.: Research and Markets, 2018.
13. Bitcoin history. Bitcoin Wiki. [Online] 2019. https://en.bitcoinwiki.org/wiki/Bitcoin_history.
14. Blasetti, Robert. Blockchain For Business, Should You Care? Block Geeks. [Online] July 2017. <https://blockgeeks.com/blockchain-for-business/>
15. Guide: What is Bitcoin and how does Bitcoin work? BBC World News. [Online] October 2018. <https://www.bbc.co.uk/newsround/25622442>.
16. Shivani. 4 Main Types of Blockchain. Blockchain Council. [Online] December 2019. <https://www.blockchain-council.org/infographics/4-main-types-of-blockchain/>
17. Tinny. Different Types of Blockchain Networks. Xsolus. [Online] March 2018. <https://blog.xsolus.com/different-types-of-blockchain-networks>.
18. Singh, Nitish. Benefits of Blockchain Technology. 101 Blockchain. [Online] November 2019. <https://101blockchains.com/benefits-of-blockchain-technology/>
19. Cosgrove, Leon. How will Blockchain technology change the mining industry? s.l.: WIPRO Group, 2019.



20. Koksal, Ilker. Why Rising Number of Mining Companies Are Embracing Blockchain Technology. *Forbes*. [Online] June 2019. <https://www.forbes.com/sites/ilkerkoksal/2019/06/28/why-rising-number-of-mining-companies-are-embracing-blockchain-technology/#23f1da6e26ae>.
21. BLOCKCHAIN Understanding the Practical Applications for Mining. s.l.: Mining Journal, 2019.
22. Picoli, Fabio. Blockchain for Construction. s.l.: MEED, 2019.
23. Nicola, Stefan. Using Blockchain to Help Fight Conflict Minerals. *Bloomberg*. [Online] April 2019. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2019-04-24/using-blockchain-to-help-fight-conflict-minerals>.
24. Uzsoki, David and Corneau, Stacy. How Can Blockchain Improve Sustainability in Mining? IISD. [Online] April 2019. <https://www.iisd.org/blog/blockchain-mining>.
25. Branstrator, Brecken. Gubelin, Everledger to Roll out Blockchain for Gems in 2019. *National Jeweler*. [Online] September 2018. <https://www.nationaljeweler.com/diamonds-gems/social-issues/6972-guebelin-everledger-to-roll-out-blockchain-for-gems-in-2019>.
26. Global Construction and Mining Equipment Blockchain Technology Overview 2019-2020. PR Newswire. [Online] June 2019. <https://www.prnewswire.com/news-releases/global-construction-and-mining-equipment-blockchain-technology-overview-2019-2020-300865442.html>.
27. Top 10 business risks facing mining and metals in 2019-20. s.l.: Ernst & Young, 2019.
28. Chamria, Ravi. Blockchain to secure mining industry. *Sofocle*. [Online] June 2017. <https://www.sofocle.com/blockchain-technology-to-secure-mining-industry/>
29. Blockchain for Traceability in Minerals and Metals Supply Chains: Opportunities and Challenges. s.l.: RCS Global, 2017.
30. Calvao, Filipe and Gronwald, Victoria. Blockchain in the Mining Industry: Implications for Sustainable Development in Africa. s.l.: Policy Insights, 2019.
31. Deloitte's 2019 Global Blockchain Survey. s.l.: Deloitte, 2019.
32. BHP to use blockchain for a different kind of mining. *IBS Intelligence*. [Online] 2016. <https://ibsintelligence.com/ibs-journal/ibs-news/bhp-to-use-blockchain-for-a-different-kind-of-mining/>
33. Berman, Ana. Major Mining Company BHP, Japanese Shipper NYK Deliver Biofuel Traced via Blockchain. *Coin Telegraph*. [Online] February 2019. <https://cointelegraph.com/news/major-mining-company-bhp-japanese-shipper-nyk-deliver-biofuel-traced-via-blockchain>.
34. Schmidt, Donna. Iron ore goes paperless thanks to Chinsay, Rio Tinto-led team. *Mining Magazine*. [Online] August 2019. <https://www.miningmagazine.com/investment/news/1369388/iron-ore-goes-paperless-thanks-to-chinsay-rio-tinto-led-team>.
35. Gleeson, Daniel. BNP, HSBC, Cargill and Rio Tinto complete iron ore blockchain transaction. *International Mining*. [Online] November 2018. <https://internationalmining.com/2018/11/12/bnp-hsbc-cargill-rio-tinto-complete-iron-ore-blockchain-transaction/>
36. Glencore to join The Responsible Sourcing Blockchain Network. *Glencore*. [Online] December 2019. <https://www.glencore.com/media-and-insights/news/glencore-joins-responsible-sourcing-blockchain-network>.

37. WEF, Glencore, Tata Steel, De Beers form metals, mining blockchain consortium. Ledger Insights. [Online] December 2019. [https://www.ledgerinsights.com/metals-mining-blockchain-consortium-wef-glencore-tata-steel-debeers./](https://www.ledgerinsights.com/metals-mining-blockchain-consortium-wef-glencore-tata-steel-debeers/)
38. Minehub's mining blockchain supply chain platform goes live. Ledger Insights. [Online] October 2019. [https://www.ledgerinsights.com/blockchain-mining-minehub-goes-live./](https://www.ledgerinsights.com/blockchain-mining-minehub-goes-live/)
39. Michelle Ash, former CIO of Barrick Gold, joins blockchain startup Minespider. Mining Dot Com. [Online] January 2019. [https://www.mining.com/web/michelle-ash-former-cio-barrick-gold-joins-blockchain-startup-minespider./](https://www.mining.com/web/michelle-ash-former-cio-barrick-gold-joins-blockchain-startup-minespider/)
40. Benton, Dale. Barrick Gold appoints Silicon Valley executive to lead digital transformation strategy. Mining Global. [Online] March 2018. <https://www.miningglobal.com/technology/barrick-gold-appoints-silicon-valley-executive-lead-digital-transformation-strategy>.
41. ERG to pilot blockchain-based solution to trace cobalt in DRC. Mining Technology. [Online] January 2019. [https://www.mining-technology.com/news/erg-blockchain-trace-cobalt-drc./](https://www.mining-technology.com/news/erg-blockchain-trace-cobalt-drc/)
42. World's second largest gold mining company plans to trial blockchain technology. Cryptoren. [Online] February 2018. [https://cryptoren.com/gold-mining-trial-blockchain-technology./](https://cryptoren.com/gold-mining-trial-blockchain-technology/)
43. Hotter, Andrea. BETTING ON BLOCKCHAIN: Anglo American unit leads diamonds blockchain initiative. Metal Bulletin. [Online] February 2019. <https://www.metalbulletin.com/Article/3859645/BETTING-ON-BLOCKCHAIN-Anglo-American-unit-leads-diamonds-blockchain-initiative.html>.
44. Accenture, ING, ABN Amro, Anglo American to launch Forcefield commodities blockchain consortium. Ledger Insights. [Online] May 2019. [https://www.ledgerinsights.com/commodities-blockchain-consortium-forcefield-accenture-ing-anb-amro-anglo-american./](https://www.ledgerinsights.com/commodities-blockchain-consortium-forcefield-accenture-ing-anb-amro-anglo-american/)
45. Metals giant Danieli moves towards blockchain-based cybersecurity. Industry Europe. [Online] August 2018. [https://industryeurope.com/metals-giant-danieli-announces-move-towards-blockchain-based./](https://industryeurope.com/metals-giant-danieli-announces-move-towards-blockchain-based/)
46. Holley, Elliott. Blockchain partnership seeks to bring transparency to mineral supply chain. Mining Magazine. [Online] October 2019. <https://www.miningmagazine.com/innovation/news/1373294/blockchain-partnership-seeks-to-bring-transparency-to-mineral-supply-chain>.
47. Schmidt, Donna. MineRP partners with Karuschain. Mining Magazine. [Online] September 2019. <https://www.miningmagazine.com/supply-chain-management/news/1372527/minerp-partners-with-karuschain>.
48. DNI, Blockmine team up on blockchain. Mining Magazine. [Online] January 2018. <https://www.miningmagazine.com/investment/news/1332133/dni-blockmine-team-up-on-blockchain>.
49. Emergent Technology and Yamana Gold team up. Mining Magazine. [Online] February 2018. <https://www.miningmagazine.com/investment/news/1332208/emergent-technology-and-yamana-gold-team-up>.



مرکز پژوهش‌ها
مجلس شورای اسلامی

شماره مسلسل: ۱۷۰۲۳

شناسنامه گزارش

عنوان گزارش: فرصت‌های تحولی فناوری زنجیره بلوکی در بخش معدن و صنایع معدنی
(چالش‌های عملیاتی و سیاستی توسعه آن در ایران)

نام دفتر: مطالعات انرژی، صنعت و معدن (گروه معدن و صنایع معدنی)

تهیه و تدوین: هومن فرزامی

مدیر مطالعه: بابک بهادری

همکاران: میلاد سلیمانی خلجی، فریبا واعظ قاسمی، محمدصادق رضائی، طیبیه صالحی

اظهار نظر کنندگان: مسعود عسکری، پریسا علیزاده، ابوالقاسم رجبی

ناظران علمی: حسین افشین، علی اصغر اژدری

ویراستار تخصصی: _____

ویراستار ادبی: _____

واژه‌های کلیدی:

۱. معدن

۲. صنایع معدنی

۳. زنجیره بلوکی



تاریخ انتشار: ۱۳۹۹/۲/۱۵