



Re-reading the Maxim of Lā Ḍarar in the Age of Technology A Case Study of Cryptocurrency Mining and Its Socio-Environmental Harms

Javad Soltanifard¹ 

1. Assistant Professor, Department of Jurisprudence and Private Law, Faculty of Humanities, Shahid Motahari University, Tehran, Iran. Email: j.soltanifard@motahari.ac.ir

Abstract

The present study, employing a descriptive-analytical method and a jurisprudence based approach, examines the role of the maxim of "Lā Ḍarar" in assessing the legitimacy and limits of crypto-currency mining. The maxim is grounded in the Prophetic hadith "Lā Ḍarar wa lā Ḍirār" and, according to the adopted view, prohibits any form of harm inflicted upon others. Accordingly, the main question is whether the social and environmental consequences of mining fall under the legal concept of "Harm" and, if harm is established, what role the maxim of "Lā Ḍarar" plays in prohibiting or conditioning (i.e., permitting only subject to constraints) this activity. The article then analyzes the most important challenges of mining, particularly under the energy-intensive Proof-of-Work model, at three levels: massive energy consumption and harm to national wealth; environmental damages (including carbon emissions, generation of electronic waste, and water consumption); and noise and thermal pollution at the local scale. The findings indicate that energy-intensive and unregulated mining can generate considerable harms to society and the environment; therefore, on the basis of the maxim of "Lā Ḍarar," its unconditional permissibility is not defensible. Finally, given the possibility of reducing or reasonably controlling these harms through technological solutions (transition to less energy-intensive mechanisms), industrial-executive measures (hardware optimization, appropriate siting, and load management), and legal-supervisory tools (conditional licensing, real-cost energy pricing, levying duties/taxes, and combating illegal mining), the article proposes a framework for Shariah-oriented and legal governance that, while preventing harm and safeguarding public rights, does not culminate in a wholesale negation of this economic potential.

Keywords: Maxim of Lā Ḍarar, Nafy al-Ḍarar, Extraction (Mining), Mining, Cryptocurrency.

Cite this article: Soltanifard, J. (2026). Re-reading the Maxim of Lā Ḍarar in the Age of Technology: A Case Study of Cryptocurrency Mining and Its Socio-Environmental Harms. *Jurisprudence and the Fundamentals of the Islamic Law*, 59 (1), 123-156. (in Persian)

Publisher: University of Tehran Press.

Authors retain the copyright and full publishing rights.

DOI: <https://doi.org/10.22059/jjfil.2026.409303.669944>



Article Type: Research Paper

Received: 2-Jan-2026

Received in revised form: 27-Jan-2026

Accepted: 21-Jul-2026

Published online: 22-Sep-2026

بازخوانی قاعده لاضرر در عصر فناوری

مطالعه موردی: استخراج رمزارز و ضررهای اجتماعی-زیست محیطی

جواد سلطانی فرد^۱

۱. استادیار، گروه فقه و حقوق خصوصی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه شهید مطهری، تهران، ایران. رایانامه: j.soltanifard@motahari.ac.ir

چکیده

این مقاله با روش توصیفی-تحلیلی و رویکردی فقهی، نقش قاعده «لاضرر» را در ارزیابی مشروعیت و حدود «استخراج رمزارز» بررسی می‌کند. قاعده مزبور مبتنی بر حدیث نبوی «لاضرر و لاضرار» است و بر اساس دیدگاه برگزیده از هرگونه زیان‌رسانی به دیگران منع می‌کند. از این رو پرسش اصلی آن است که آیا پیامدهای اجتماعی-زیست محیطی استخراج، عنوان «ضرر» دارد و در صورت احراز، قاعده لاضرر چه نقشی در منع یا مشروط‌سازی این فعالیت ایفا می‌کند. مقاله سپس مهم‌ترین چالش‌های استخراج، به‌ویژه در الگوی پرمصرف «اثبات کار»، را در سه سطح تحلیل می‌کند: مصرف نجومی انرژی و ورود ضرر به ثروت ملی، آسیب‌های زیست محیطی (از جمله انتشار کربن، تولید ضایعات الکترونیکی و مصرف آب) و آلودگی صوتی و حرارتی در مقیاس محلی. یافته‌ها نشان می‌دهد استخراج پرمصرف و کنترل نشده می‌تواند منشأ ضررهای قابل اعتنا به جامعه و محیط زیست باشد و بنابراین، بر مبنای قاعده لاضرر، جواز بی‌قیدوشرط آن قابل دفاع نیست. در پایان، با توجه به امکان کاهش یا کنترل متعارف آسیب‌ها از طریق راهکارهای فناورانه (گذار به سازوکارهای کم‌مصرف‌تر)، صنعتی-اجرایی (بهینه‌سازی سخت‌افزار و مکان‌یابی و مدیریت بار) و حقوقی-نظارتی (مجوزدهی مشروط، واقعی‌سازی هزینه انرژی، اخذ عوارض/مالیات و مقابله با استخراج غیرمجاز)، چارچوبی برای حکمرانی شرعی و قانونی پیشنهاد می‌شود که ضمن دفع ضرر و صیانت از حقوق عمومی، به نفی کلی این ظرفیت اقتصادی منتهی نشود.

کلیدواژه‌ها: قاعده لاضرر، نفی ضرر، استخراج، ماینینگ، رمزارز.

استناد: سلطانی فرد، جواد (۱۴۰۵). بازخوانی قاعده لاضرر در عصر فناوری: مطالعه موردی: استخراج رمزارز و ضررهای اجتماعی-زیست محیطی. فقه و مبانی حقوق اسلامی، ۵۹ (۱)، ۱۲۳-۱۵۶.

نوع مقاله: علمی-پژوهشی

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

دریافت: ۱۴۰۴/۱۰/۱۲

حق چاپ و حقوق نشر برای نویسندگان محفوظ است.

بازنگری: ۱۴۰۴/۱۱/۰۷ DOI: <https://doi.org/10.22059/jjfil.2026.409303.669944>

پذیرش: ۱۴۰۵/۰۴/۳۰

انتشار: ۱۴۰۵/۰۶/۳۱



مقدمه

از مشهورترین و بنیادی‌ترین قواعد فقهی، قاعده «نهی ضرر» یا همان «لاضرر» است که از حدیث مشهور نبوی «لاضرر و لاضرار» (کلینی، ۱۴۰۷: ج ۵: ۲۹۲ و ۲۹۳) گرفته شده و در باب مفاد آن دیدگاه‌های متفاوتی مطرح شده است. این قاعده در بیشتر ابواب فقه اعم از عبادات و معاملات به کار می‌رود؛ مانند نفی وجوب وضو اگر انجام‌دادنش موجب ضرر شود و نفی حرمت تراشیدن ریش اگر انجام‌دادنش ضرر داشته باشد (ایروانی، ۱۴۳۲: ج ۱: ۸۷). نمونه دیگر، نفی لزوم بیع مشتمل بر غبن است که در باب معاملات، بر اساس همین قاعده تحلیل می‌شود. شیخ طوسی در مبحث خیار غبن می‌نویسد:

«دلیلنا ما رَوَى عن النبی (صَلَّى اللّٰهُ عَلَیْهِ وَاٰلِهٖ وَسَلَّمَ) أَنَّهُ قَالَ: لَا ضَرَرَ وَلَا ضِرَارَ» (طوسی، بی‌تا: ج ۳: ۴۲)

اهمیت این قاعده تا آنجاست که برخی از معاصران آن را تنها مستند برای بسیاری از مسائل فقهی دانسته و نوشته‌اند:

«هی مدرک الوحید لکثیر من المسائل.» (مکارم‌شیرازی، ۱۳۷۰: ج ۱: ۲۸)

شهید اول این قاعده را جزو قواعد پنجگانه ای ذکر کرده است که امکان دارد احکام شرعی به آنها بازگردد (شهیداول، ۱۴۰۰: ج ۱: ۷۴ و ۱۴۰). آنچنانکه برخی از دانشمندان اهل تسنن نیز گفته‌اند:

«فقه دائر مدار پنج حدیث است، یکی از آنها حدیث لاضرر و لاضرار است» (نک: سیوطی، ۱۳۸۹: ج ۲: ۱۲۲).

بر همین اساس، این قاعده از دیرباز مورد توجه و تدقیق فقها قرار گرفته و دیدگاه‌های متفاوتی در باب تبیین مفاد، دامنه شمول و شروط جریان آن شکل گرفته است. بسیاری از فقها در ادوار مختلف، در تألیفات و تقریرات خود رساله‌ای مستقل به آن اختصاص داده‌اند. ظاهراً شهید اول در کتاب القواعد و الفوائد اولین فقیهی در شیعه بوده است که از قاعده مذکور مستقلاً با عنوان «قاعدة الضرر المنفی» مورد بحث قرار داده است (شهیداول، ۱۴۰۰: ج ۱: ۱۴۰).^۱

با این حال، تحول موضوعات اجتماعی و پدیدار شدن مسائل مستحدثه، ضرورت بازخوانی این قاعده را در نسبت با واقعیت‌های جدید برجسته ساخته است. در دوره معاصر، یکی از مهم‌ترین عرصه‌های نوظهور برای بررسی بر پایه این قاعده، فناوری رمزارزها و به‌ویژه «استخراج (ماینینگ)

^۱. برخی بر این باورند که سنت تکننگاری درباره این قاعده برای نخستین بار از قرن دوازدهم در میان علمای شیعه با کتابی از شیخ عبدالله سماه‌جی با عنوان الرسالة السلمانية فی مسألة لاضرر و لاضرار آغاز شد (غفوری‌نژاد، ۱۳۹۹: ۷۰).

رمزارز»^۲ است. استخراج رمزارز صرفاً یک فعالیت فنی یا اقتصادی فردی نیست، بلکه به دلیل اتکای سنگین به مصرف انرژی و استفاده گسترده از تجهیزات پردازشی، آثار بیرونی محسوس و فراگیر بر جامعه و محیط زیست برجای می‌گذارد؛ از جمله فشار بر شبکه برق و تشدید ناترازی انرژی، تحمیل هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم بر عموم مردم و ثروت ملی (به‌ویژه در کشورهایی با انرژی یارانه‌ای)، افزایش انتشار آلاینده‌های کربنی، تولید ضایعات الکترونیکی، مصرف آب در فرایندهای خنک‌سازی، و نیز ایجاد آلودگی صوتی و حرارتی در مقیاس محلی.^۳

از این‌رو، مسئله اصلی پژوهش آن است که آیا این پیامدهای اجتماعی-زیست‌محیطی، از منظر فقهی «ضرر» به شمار می‌آیند و در صورت احراز عنوان ضرر، قاعده لاضرر چه نقشی در تحدید، منع یا مشروط‌سازی مشروعیت استخراج رمزارز ایفا می‌کند؟ این پرسش زمانی اهمیت بیشتری می‌یابد که مفاد قاعده لاضرر نه صرفاً «نفی حکم ضرری»، بلکه «نهی تحریمی از آسیب‌رسانی» فهمیده شود؛ زیرا در این صورت، محور تحلیل از «برداشته شدن حکم در فرض ضرر» فراتر رفته و به ارزیابی خود فعل استخراج به‌مثابه رفتاری که می‌تواند منشأ ضرر زدن به غیر باشد، منتقل می‌شود.

بر این اساس، نوشتار حاضر با تمرکز بر «استخراج رمزارز» (نه معاملات آن)، می‌کوشد ضمن بازخوانی مفاد قاعده لاضرر بر مبنای دیدگاه برگزیده، مهم‌ترین مصادیق ضرر مترتب بر ماینینگ را در ابعاد ملی، زیست‌محیطی و اجتماعی شناسایی و تحلیل کند و سپس بر پایه آن، مشروعیت و حدود این فعالیت را تبیین نماید؛ به‌گونه‌ای که در نهایت، چارچوبی برای حکمرانی شرعی و قانونی در این حوزه ارائه شود که ضمن دفع ضرر، به نفی کلی این ظرفیت اقتصادی نیز منتهی نشود.

۱. پیشینه پژوهش

پژوهش‌های موجود درباره قاعده فقهی لاضرر، عمدتاً بر مبانی، مفاد، ادله و تطبیق‌های کلاسیک آن در ابواب سنتی فقه متمرکز بوده‌اند. در سال‌های اخیر نیز با ظهور پدیده‌های نوین اقتصادی و فناوری، تلاش‌هایی برای تطبیق برخی قواعد فقهی، از جمله قاعده لاضرر، بر این موضوعات صورت گرفته‌است. با این همه، در حوزه رمزارزها، بیشتر تحقیقات به بررسی ماهیت فقهی رمزارز، حکم معاملات و سرمایه‌گذاری در آن پرداخته‌اند. از این‌رو، موضوع «استخراج رمزارز» و پیامدهای اجتماعی و زیست‌محیطی آن تاکنون به‌صورت مستقل، مبسوط و تحلیلی، در قالب یک مطالعه فقهی متمرکز بر قاعده لاضرر، بررسی نشده‌است.

مقاله حاضر از چند جهت واجد نوآوری است:

۲. Mining 2.

۳. گفتنی است برخی پدیده‌هایی که در عرف عمومی از آن‌ها به «استخراج» تعبیر می‌شود-مانند برخی بازی‌های تلگرامی از جمله Hamster Combat-از حیث فنی و اقتصادی با استخراج متعارف سخت‌افزارمحور تفاوت دارند؛ از این‌رو، ملاحظات ناظر به مصرف انرژی و آسیب‌های محیط‌زیستی و محلی استخراج، لزوماً به آن‌ها سرایت نمی‌یابد.

الف) نوآوری در موضوع: این پژوهش به‌طور اختصاصی قاعده لاضرر را بر فرایند استخراج رمزارز و پیامدهای عینی آن، از جمله مصرف انرژی، آسیب‌های زیست‌محیطی و آلودگی‌های صوتی و حرارتی، تطبیق می‌دهد و آن را به‌مثابه یکی از مصادیق نوپدید ضرر اجتماعی مورد تحلیل فقهی قرار می‌دهد.

ب) نوآوری در مبنا: در تبیین مفاد قاعده لاضرر، این مقاله از دیدگاه مشهور «نفی حکم ضرری» فراتر رفته و با نقد آن، تفسیر «نهی تحریمی تکلیفی» را برمی‌گزیند. این رویکرد، مبنایی متفاوت برای تحلیل حکم استخراج رمزارز فراهم می‌آورد و بر منع شرعی هرگونه رفتار زیان‌بار نسبت به جامعه تأکید می‌کند.

ج) نوآوری در قلمرو تحلیل: این پژوهش به‌جای تمرکز صرف بر جنبه‌های اقتصادی یا فردی، ضررهای ناشی از استخراج را در سه سطح ملی، زیست‌محیطی و اجتماعی بررسی می‌کند؛ از اتلاف ثروت ملی و فشار بر منابع عمومی گرفته تا انتشار کربن، مصرف آب، تولید ضایعات الکترونیکی و آلودگی صوتی و حرارتی.

د) نوآوری در نتیجه‌گیری کاربردی: این پژوهش به تبیین حکم بسنده نمی‌کند، بلکه با تکیه بر رویکرد نهی‌محور در قاعده لاضرر، راهکارهایی فناورانه، صنعتی و قانونی-نظارتی برای کاهش یا رفع ضرر پیشنهاد می‌دهد و امکان مدیریت و اصلاح این فعالیت را در چارچوب فقه و حقوق نشان می‌دهد. بنابراین، با وجود برخی پژوهش‌های پراکنده در حوزه رمزارز و اشارات محدود به قاعده لاضرر، مقاله حاضر به دلیل تمرکز بر استخراج رمزارز، اتخاذ مبنایی خاص در تفسیر قاعده، تحلیل جامع ضررهای اجتماعی و زیست‌محیطی، و ارائه الگویی برای حکمرانی فقهی و حقوقی این صنعت، گامی نو در عرصه فقه تطبیقی و مسائل مستحدثه به شمار می‌آید.

۲. معنای ضرر و ضرار

برای روشن شدن مفاد حدیث-به‌عنوان مهم‌ترین مستند قاعده (مکارم‌شیرازی، ۱۳۷۰: ج ۱: ۳۰؛ نک: غروی‌نایینی، ۱۳۷۳: ج ۲: ۲۰۹)-معنای دو واژه کلیدی «ضرر» و «ضرار» بدین شرح تبیین می‌شود:

۲-۱. «ضرر»

این واژه یا مصدر ثلاثی مجرد به معنای «کاستن و زیان رساندن» است (ابن‌درید، ۱۹۸۷: ج ۲: ۱۰۰۷؛ زمخشری، ۱۹۷۹: ۳۷۴)، یا اسم مصدر ثلاثی مجرد (جوهری، ۱۴۰۷: ج ۲: ۷۱۹؛ خوبی، ۱۴۱۷: ج ۳: ۵۳۲؛ حسینی‌سیستانی، بی‌تا: ۱۱۶) به معنای «نقصان» (فراهیدی، ۱۴۰۹: ج ۷: ۷؛ ازهری،

۱۴۲۱: ج ۱۱: ۳۱۴) که معادل فارسی آن «کاستی و زیان» است (نک: دهخدا، ۱۳۷۳: ذیل واژه).

۴

تعدادی از فقها ضرر را به هرگونه نقص و کاستی در «مال»، «بدن» یا «آبرو» تعریف کرده‌اند (غروی اصفهانی، ۱۴۱۴: ج ۴: ۴۳۶؛ خویی، ۱۴۱۳: ج ۱: ۶۰۶؛ نک: ایروانی، ۱۴۳۲: ج ۱: ۱۱۲)، با این حال، به نظر می‌رسد دایره مفهوم ضرر اختصاص به این سه مورد ندارد، بلکه هرگونه تعدی به حقوق دیگران را نیز در بر می‌گیرد (نک: عراقی، ۱۴۱۱: ج ۴: ۳۳۹؛ خویی، ۱۴۱۷: ج ۳: ۵۳۲)؛ چنانکه در قضیه سَمْرَة بن جُنْدُب-که زمینه مشهور صدور حدیث «لاضرر و لاضرار» است-تعدی به حق و ایجاد مزاحمت برای دیگری، مصداق ضرر تلقی شده‌است. از همین روی یکی از معاصران در مورد واژه «ضرر» می‌گوید:

«از تتبع موارد استعمال این کلمه در ذهن به دست می‌آید که ضرر یعنی از دست دادن آنچه از مواهب زندگی می‌یابیم و سودی از آن عاید ما می‌شود، اعم از جان، مال، آبرو یا مانند آن.» (مکارم شیرازی، ۱۳۷۰: ج ۱: ۵۵)

لازم به ذکر است صرف وقوع «نقص» و «کاستی» در مال یا هر چیز دیگر، به خودی خود «ضرر» محسوب نمی‌شود؛ بلکه معیار اصلی، وقوع این نقص در جایی است که نباید رخ دهد (فی ما لاینی). به همین جهت یکی دیگر از معاصران می‌گوید:

«المقصود بالنقص نقص الشيء عما ينبغي أن يكون عليه» (حسینی سیستانی، بی‌تا: ۱۱۳؛ نک: سبحانی تبریزی، ۱۴۲۰: ۱۴۲)

برای مثال، هنگامی که فردی پول خود را برای خرید غذا یا پرداخت نفقه خانواده خود خرج می‌کند، اگرچه کاهشی در دارایی او رخ داده، اما این عمل به دلیل هدف عقلایی و مشروع آن، ضرر تلقی نمی‌شود. در مقابل، اگر همین کاهش مالی مثلاً بر اثر کلاهبرداری اتفاق بیفتد، مصداق بارز «ضرر» است، چرا که در مسیری ناشایست و نابجا واقع شده‌است. بنابراین، ماهیت ضرر نه از ذات نقص، بلکه از ناحق بودن آن ناشی می‌شود.

۲-۲. «ضرار»

در تحلیل معنایی واژه «ضرار»، دو احتمال اصلی مطرح شده‌است: احتمال نخست آنکه این واژه، مصدر ثلاثی مجرد از «ضَرَّ يَضُرُّ» باشد، نظیر واژه «کِتَاب» که مصدر «كَتَبَ يَكْتُبُ» است (نک: ابن اثیر

۴. در کلمات عربی به طور معمول مصدر و اسم مصدر، یک کلمه هستند و ممکن است ضرر نیز به معنای مصدر و اسم مصدر استعمال شده باشد (شبیبری، درس خارج اصول فقه، ۱۳۹۸/۱۰/۲۴؛ نک: ایروانی، ۱۴۳۲: ج ۱: ۱۱۵). گفتنی است برخی بر این باورند که احتمال دارد «ضرر» اسم مصدر ثلاثی مزید از باب تفعّل به معنای تضرّر و زیان دیدن باشد (نک: مددی، درس خارج اصول فقه، ۱۳۹۴/۱۲/۱۲).

جزری، ۱۳۶۷: ج ۳: ۸۱). اما احتمال قوی‌تر آن است که «ضرار» مصدر ثلاثی مزید و به عنوان مصدر سماعی باب مفاعله (ضَارٌّ يُضَارُّ مُضَارَّةً) باشد، همانند «جهاد» که مصدر دیگر «مُجَاهَدَةٌ» است (نک: جوهری، ۱۴۰۷: ج ۲: ۷۲۰؛ خویی، ۱۴۱۳: ج ۱: ۶۰۶؛ حسینی سیستانی، بی‌تا: ۱۱۶).

در میان طرفداران دیدگاه دوم، گروهی معتقدند «ضرار» به همان معنای ثلاثی مجرد (ضرر) به کار رفته (جوهری، ۱۴۰۷: ج ۲: ۷۱۹؛ نک: فیومی، ۱۴۱۴: ج ۲: ۳۶۰) و کاربرد آن در حدیث «لاضرر و لااضرار» صرفاً برای تأکید است (آخوندخراسانی، بی‌تا: ۳۸۱) و شماری دیگر برآنند باب مفاعله اساساً معنای مشارکت نداشته و طبیعتاً در «ضرار» نیز معنای مشارکت نمی‌تواند در نظر گرفته شود (نک: غروی اصفهانی، ۱۴۱۴: ج ۴: ۴۳۷؛ خویی، ۱۴۱۳: ج ۱: ۶۰۶ و ۶۰۷). در میان دانشمندانی که «ضرار» را به معنای مشارکت ندانسته‌اند، عده‌ای «ضرار» را از باب «کثرت صدور مبدأ از فاعل» دانسته‌اند که به معنای تکرار و تعدد صدور ضرر است (عراقی، ۱۴۱۸: ۱۳۰ و ۱۳۱؛ موسوی بجنوردی، ۱۳۷۷: ج ۱: ۲۱۴)؛ در مقابل، گروهی دیگر آن را به معنای اصرار بر ضرر و تعدد در آن تفسیر کرده‌اند (صدر، ۱۴۱۷: ج ۵: ۴۵۷).

۳. مهم‌ترین دیدگاه‌ها درباره مفاد قاعده لاضرر

با توجه به اینکه در حدیث نبوی «لاضرر و لااضرار» هر دو واژه «ضرر» و «ضرار» پس از «لا»، تنوین «تمکین» (تمکّن) خود را از دست داده و مفتوح شده‌اند، روشن می‌شود که «لا» در اینجا «لای نفی جنس»-یا به تعبیر دقیق‌تر، «لای محموله بر إنّ» (نک: سیوطی، ۱۴۳۰: ۱۳۱)-است. بنابراین، حدیث یادشده در مقام نفی جنس «ضرر» و «ضرار» است.

با این همه، روشن است که نفی جنس در زبان عربی-مانند «لارجل فی الدار» به معنای «هیچ مردی در خانه نیست»-در نگاه نخست بر نفی تحقق خارجی دلالت می‌کند. حال اگر «لاضرر و لااضرار» بر همین ظاهر حمل شود، لازمه‌اش آن است که در عالم خارج هیچ ضرر و ضراری وجود نداشته باشد؛ حال آنکه چنین چیزی بدیهی البطلان است، زیرا وقوع ضرر و زیان در زندگی آدمیزادگان امری آشکار است. افزون بر این، شارع در مقام تشریع و بیان احکام است، نه در مقام گزارش واقعیت‌های تکوینی و نفی امور خارجی.

از همین‌رو، فقها درصدد برآمده‌اند مقصود شارع از این ترکیب را کشف کنند و توضیح دهند که نفی «ضرر» و «ضرار» در این حدیث، ناظر به چه ساحت و با چه معنایی است؛ در نتیجه، دیدگاه‌های گوناگونی در تفسیر مفاد حدیث شکل گرفته‌است. در ادامه، به مهم‌ترین این دیدگاه‌ها اشاره می‌شود:

۳-۱. دیدگاه اول: نفی تشریع حکم ضرری

بر پایه این دیدگاه، مفاد قاعده «لاضرر» آن است که هر حکمی که از شارع صادر می‌شود (اعم از تکلیفی یا وضعی)، اگر اجرای آن برای مکلف زیان‌بار باشد یا از ناحیه جعل و تشریع آن، ضرری متوجه

مردم شود، در شریعت منفی است (انصاری، ۱۳۷۷: ج ۲: ۴۶۰). بنابراین «لا» در معنای حقیقی خود، یعنی «نفی جنس»، به کار رفته و ناظر به نفی هر «حکم ضرری» است. برای نمونه، اگر استعمال آب برای شخصی ضرر داشته باشد، حکم تکلیفی وجوب وضو به مقتضای قاعده از او برداشته می‌شود. همچنین در معامله غبنی که یکی از طرفین معامله مغبون می‌شود، اگر چنین معامله‌ای به حکم شارع لازم و غیرقابل فسخ باشد، طرف مغبون متحمل ضرر خواهد شد؛ اما حکم وضعی لزوم در اینجا بر اساس قاعده «لاضرر» منتفی بوده و مغبون می‌تواند معامله را فسخ کند. بنابراین، قاعده «لاضرر» بر نفی جعل حکم ضرری دلالت دارد، خواه ضرر ناشی از خود حکم باشد (مانند لزوم بیع غبنی) یا ناشی از متعلق حکم باشد (مانند وضوی ضرری).

در قضیه سمره نیز، از آنجا که حکم به جواز ورود او به باغ مرد انصاری به زیان مالک باغ می‌انجامید، «نفی ضرر» در این مقام به معنای نفی همان حکم جواز دخول است که منشأ تحقق ضرر به شمار می‌رفت. در نتیجه، با رفع حکم (سبب)، ضرر (مسبب) نیز منتفی می‌شود. بنابراین، اگرچه معصوم (ع) در ظاهر به‌طور مستقیم فرموده‌اند: «لاضرر»، مقصود آن است که سببیت این حکم برای ایجاد ضرر نفی شده است.

این دیدگاه، نظریه مشهور فقها و از جمله آنها محقق نراقی (نراقی، ۱۴۱۷: ۵۱)، شیخ انصاری (انصاری، ۱۳۷۷: ج ۲: ۴۶۰)، محقق نایینی (غروی نایینی، ۱۳۷۳: ج ۲: ۲۲۰)، سید یزدی (طباطبایی یزدی، ۱۳۷۰: ج ۲: ۸۰)، سید حکیم (طباطبایی حکیم، ۱۴۱۶: ج ۱۴: ۲۷۷)، محقق خویی (خویی، ۱۴۱۳: ج ۱: ۶۱۵) و محقق بجنوردی (موسوی بجنوردی، ۱۳۷۷: ج ۱: ۲۱۸) است.

۲-۳. دیدگاه دوم: نفی تحریمی تکلیفی

مطابق این دیدگاه، «لا» در «لاضرر و لاضرار» برای نفی جنس نیست، بلکه در مقام نفی و بازداشتن از آسیب‌رسانی به دیگران به کار رفته است.^۵ بر این اساس، مفاد حدیث یک حکم فرعی تکلیفی است؛ یعنی «حرمت ضرر رساندن به دیگری»، نه قاعده‌ای کلی که در همه ابواب فقهی قابل استناد باشد. از همین روی برخی معتقدند بر پایه این نظریه، «لاضرر» صرفاً یک حکم فقهی است که بر اساس آن، آسیب‌رسانی به دیگران جایز نیست و عنوان «قاعده فقهی» بر آن صدق نمی‌کند (هادوی تهرانی، درس خارج اصول فقه، ۱۴۰۲/۰۸/۲۰).

این نظریه با شیخ الشریعه اصفهانی شناخته می‌شود (شریعت اصفهانی، بی‌تا: ۱۹۰۱۸؛ نک: خویی، ۱۴۱۳: ج ۱: ۶۱۱)، هر چند که پیش از او صاحب وسائل (حرعاملی، ۱۴۰۹: ج ۲۵: ۴۲۷) و صاحب العناوین چنین دیدگاهی داشته (حسینی مراغی، ۱۴۱۷: ج ۱: ۳۱۱) و صاحب جواهر نیز بدان متمایل بوده است (نجفی، ۱۳۶۲: ج ۵: ۹۸).

^۵ در شمول قاعده «نفی ضرر» نسبت به اضرار به نفس، در کنار اضرار به غیر، اختلاف نظر است و تفصیل آن در محل خود نیازمند بررسی است.

۳-۳. نقد و بررسی

دیدگاه اول صحیح به نظر نمی‌رسد؛ زیرا مستلزم تقدیر گرفتن واژه «حکم» است؛ بدین ترتیب که روایت به دلالت اقتضا باید به شکل «لا حکم ضرریاً» تفسیر شود، در حالی که اصل، بر عدم تقدیر است و هرگاه بتوان بر اساس دیدگاه‌های دیگر توجیهی ارائه داد که نیاز به تقدیر نداشته باشد، نباید به تقدیر گرایش یافت (نک: عراقی، ۱۴۱۸: ۱۳۶ و ۱۴۳). به علاوه، بر اساس این دیدگاه، «ضرر» در روایت به صورت وصف «ضرری» به کار رفته که خلاف ظاهر است (نک: ایروانی، ۱۴۳۲: ج ۱: ۱۲۴). همچنین، اگر کسی به جای حذف مضاف، از طریق «مجاز در کلمه» استدلال کند که واژه «ضرر» به علاقه مسببیت به معنای «حکم» به کار رفته است (سبحانی تبریزی، ۱۴۲۰: ۶۹)، این ادعا نیز عرفاً پذیرفتنی نیست؛ چرا که در جای خود ثابت شده است که صرف وجود علاقه برای اثبات مجازیت کافی نیست، مگر آنکه عرف و ذوق سلیم چنین تجویزی را بپذیرند که به نظر می‌رسد در اینجا چنین پذیرشی وجود ندارد. این مطلب را نیز نباید از نظر دور داشت که اصل در استعمالات، کاربرد لفظ در معنای حقیقی آن است، مگر آنکه دلیل محکمی برای گذر از معنای حقیقی به مجازی وجود داشته باشد. از همین رو، امام خمینی تفسیر روایت به معنای نفی حکم ضرری را ناسازگار با فصاحت کلام می‌داند (موسوی خمینی، ۱۴۲۳: ج ۳: ۵۳۷).

نکته دیگر آنکه به نظر می‌رسد این تقریر از قاعده، مبتنی بر خلط میان حکم شرعی و متعلق آن است. توضیح مطلب آنکه بر اساس این دیدگاه، جعل حکم ضرری نفی شده است؛ در حالی که احکام شرعی (مانند وجوب یا حرمت) به مثابه اموری اعتباری، ذاتاً فاقد آثار تکوینی هستند و صرفاً انگیزه‌ساز و سبب انبعاث مکلف به سمت مکلف به محسوب می‌شوند. آنچه ممکن است حامل ضرر باشد، تحقق خارجی متعلق حکم (یعنی عمل مکلف در شرایط خاص) است، نه خود حکم. بنابراین، می‌توان گفت که حکم (مثل وجوب روزه)، سبب ضرر نیست، بلکه متعلق حکم (مثل روزه) است که ممکن است موجب ضرر شود (برگرفته از درس خارج فقه نورمفیدی، ۱۳۹۳/۱۱/۲۱).

امام خمینی نیز معتقد است معنای نفی حکم ضرری با روایت «وَقَضَى: أَنْ لَا ضَرَرَ وَلَا ضِرَارَ» - که از طرق عامه نقل شده - ناسازگار است؛ زیرا میان شکایت مظلوم از ظالم به پیشگاه حاکم و داوری او، با إخبار از نفی حکم ضرری و عدم جعل آن، هیچ تناسبی وجود ندارد (موسوی خمینی، ۱۴۲۳: ج ۳: ۵۳۷ و ۵۳۴).

افزون بر موارد پیش گفته، با کنار گذاشتن تفسیر «نفی حکم ضرری» از قاعده لاضرر، محذور تخصیص اکثر نیز برطرف می‌شود؛ زیرا در این صورت دیگر لازم نیست احکام متعددی که ممکن است در ظاهر متضمن نوعی ضرر باشند - مانند تشریع حدود، دیات، قصاص، تعزیرات، پرداخت خمس و زکات، کفارات و به‌ویژه وجوب جهاد - از شمول قاعده استثنا شوند و برای توجیه این استثنایا به تحلیل‌ها و توجیهات پیچیده و پرمؤنه متوسل شد؛ توجیهاتی که در برخی منابع فقهی ارائه شده است (نک: نراقی، ۱۴۱۷: ۵۶؛ انصاری، ۱۳۷۷: ج ۲: ۴۶۵؛ حسینی سیستانی، بی تا: ۲۲۰-۲۳۲). به‌ویژه

آنکه از نظر شماری از فقها، قاعده لاضرر-همانند حدیث «رفع» و قاعده «لا حرج»-در مقام امتنان بر بندگان وارد شده است و هرچه در مقام امتنان باشد، سیاقش آبی از تخصیص بوده و اساساً تخصیص ناپذیر محسوب می‌شود؛ تا چه رسد به اینکه مسئله تخصیص اکثر، کثیر یا حتی قلیل در مورد آن مطرح گردد (نک: موسوی خمینی، ۱۴۲۳: ج ۳: ۵۱۳).

به جهت همین ملاحظات است که باید مفاد حقیقی قاعده لاضرر را در دیدگاهی دیگر جستجو کرد.

به نظر می‌رسد آنچه نزدیک‌تر به فضا و سیاق حدیث می‌نماید، دیدگاه دوم یعنی نهی تکلیفی تحریمی است، چنانکه شیخ الشریعه تصریح می‌کند که بدون تردید آنچه از این روایت به ذهن متبادر می‌شود-البته برای ذهنی که خالی از احتمالات دیگر باشد-چیزی جز «نهی تکلیفی» نیست (شریعت‌اصفهانی، بی‌تا: ۲۶).

۳-۳-۱. تبیین امکان اراده معنای نهی از حدیث «لاضرر و لاضرار»

شایان ذکر است که برداشت «نهی» از این روایت، مستلزم آن نیست که «لا» در این عبارت، لزوماً «لای نهی» دانسته شود تا این اشکال پیش آید که «لای نهی» بر سر اسم داخل نمی‌شود. بر اساس دیدگاه برگزیده، «لا» در حدیث «لاضرر و لاضرار» همچنان «لای نفی جنس» است، اما مفاد نهایی جمله، نهی و بازداشتن از ضرر زدن است؛ یعنی حاصل معنا آن است که: «نباید ضرر و ضراری وجود داشته باشد.» برای تبیین این برداشت، دست کم سه روش قابل طرح است:

۳-۳-۱-۱. روش نخست: استعمال مجازی «لا» در معنای نهی

بر اساس این روش، «لای نفی جنس» از باب مجاز در کلمه، در معنای «لای نهی» به کار رفته است (ایروانی، ۱۴۳۲: ج ۱: ۱۱۹). وجه این مجاز را می‌توان در نوعی تناسب معنایی میان این دو کاربرد جست‌وجو کرد، زیرا هر دو در اصل معنای نفی مشترک‌اند؛ با این تفاوت که «لای نفی» ناظر به نفی در ساحت تکوین و اخبار است، اما «لای نهی» نفی را در قلمرو اعتبار و انشا افاده می‌کند. برخی اندیشمندان بر استفاده از معنای نهی در جمله «لاضرر و لاضرار» خرده گرفته‌اند، با این استدلال که چنین توجیهی متضمن مجاز است و تا زمانی که می‌توان جمله را به معنای حقیقی (نفی) حمل کرد، هیچ مجوزی برای عدول از معنای حقیقی به مجازی وجود ندارد (خویی، ۱۴۱۳: ج ۱: ۶۱۱).

پاسخ این اشکال آن است که حتی با فرض التزام به تفسیر «لاضرر و لاضرار» به عنوان «نفی جنس» (نفی وجود خارجی ضرر و ضرار)، این حمل نمی‌تواند حقیقی باشد؛ زیرا معنای حقیقی «نفی جنس» مستلزم عدم تحقق هیچیک از مصادیق خارجی ضرر است، حال آنکه مشاهده عینی خلاف آن را نشان می‌دهد (نک: انصاری، ۱۳۷۷: ج ۲: ۴۶۰). از این‌رو، برای پرهیز از لغویت کلام و حفظ اعتبار گفتار شرعی، ناگزیر باید از ظهور ابتدایی نفی تکوینی دست کشید و قائل به وجود مجاز شد؛

خواه این معنای مجازی، «نهی» باشد و خواه «نهی حکم». در نتیجه، هر دو تفسیر (نهی و نفی حکم)، متضمن نوعی مجاز خواهند بود و از این حیث، نمی‌توان یکی را صرفاً به دلیل حقیقی نبودن بر دیگری ترجیح داد (نک: حسینی سیستانی، بی‌تا: ۱۸۱-۱۸۲). افزون بر این، استنباط معنای نهی از حدیث «لاضرر و لاضرار» منحصر به مجازی دانستن کاربرد «لا» نیست، بلکه راه‌های دیگری نیز برای تبیین این مدعا وجود دارد.

۳-۱-۳. روش دوم: محذوف دانستن خبر

بر پایه این روش، «لا» بدون هیچ‌گونه مجاز، در همان معنای حقیقی «نفی جنس» به کار رفته و جمله در اصل برای نفی جنس ضرر و ضرار استعمال شده‌است، با این تفاوت که خبر آن «مشروع» یا «جائز» محذوف است (نک: حسینی مراغی، ۱۴۱۷: ج ۱: ۳۱۱). بر این اساس، مفاد جمله آن است که ضرر و ضرار در وعاء تشریع، مشروع یا جایز نیست. روشن است که لازمه نفی جواز شرعی یک رفتار، نهی از ارتکاب آن خواهد بود.

۳-۱-۳. روش سوم: استعمال جمله خبری در مقام انشای نهی

بر اساس این روش، جمله در ظاهر، صورت خبری دارد، اما در مقام انشای نهی به کار رفته‌است؛ همان‌گونه که صاحب‌خانه به خادم خود می‌گوید: «در خانه من دروغ و خیانت نیست»، در حالی که مقصود او صرف گزارش یک واقعیت خارجی نیست، بلکه مرادش آن است که: «در این خانه دروغ نگو و خیانت مکن» (مکارم شیرازی، ۱۳۷۰: ج ۱: ۶۱). این شیوه در زبان عرفی و نیز در استعمالات فقهی و حقوقی، امری شناخته‌شده‌است. نظیر همین امر در جمله خبری «بِعْتُ» (فروختم) نیز دیده می‌شود که در عین ساختار خبری، با قصد انشای عقد بیع به کار می‌رود (ایروانی، ۱۴۳۲: ج ۱: ۱۱۹؛ نک: خویی، ۱۴۱۷: ج ۳: ۵۳۶).

در تأیید روش اخیر، باید توجه داشت که استفاده از جمله خبری برای بیان نهی در کلمات فصیحان امری شناخته‌شده‌است (موسوی خمینی، ۱۴۲۳: ج ۳: ۵۳۷) و در متون دینی-اعم از کتاب و سنت- نیز سابقه دارد (خویی، ۱۴۱۷: ج ۳: ۵۳۷)؛ نمونه بارز آن در قرآن کریم، آیه شریفه «...فَلَا زِفَتْ وَ لَا فُسُوقٌ وَ لَا جِدَالٌ فِي الْحَجِّ» (بقره: ۱۹۷) است که به صورت خبری (در حج، آمیزش با زنان و گناه و جدال نیست) بیان شده، اما بار معنایی آن انشایی و نهی‌گونه است؛ یعنی حج‌گزاران از انجام‌دادن این اعمال منع شده‌اند. در روایات نیز به همین شیوه برخورد می‌شود؛ چنانکه در حدیثی آمده‌است: «لَا طَاعَةَ لِمَخْلُوقٍ فِي مَعْصِيَةِ الْخَالِقِ» (هیچ اطاعتی برای مخلوق در معصیت خالق وجود ندارد) (صدوق، ۱۴۱۳: ج ۲: ۶۲۱). این روایت به‌رغم ظاهر خبری، درواقع حکمی انشایی صادر می‌کند: «در معصیت خالق، از هیچ مخلوقی نباید پیروی کرد». بر این اساس، حمل «لاضرر و لاضرار» بر جمله‌ای خبری که در مقام انشای نهی صادر شده باشد، نه تنها از نظر ادبی و عرفی بعید نیست، بلکه در پرتو شواهد قرآنی و روایی، تفسیری قابل قبول و ریشه‌دار به شمار می‌آید. افزون بر این، فهم برخی

واژه‌شناسان، به‌ویژه لغویان متقدم، از تعبیر «لاضرر و لاضرار» و برداشت آنان از مفادی همسو با دیدگاه دوم، یعنی نهی تحریمی تکلیفی، می‌تواند مؤیدی دیگر برای این تفسیر باشد (ازهری، ۱۴۲۱: ج ۱۱: ۳۱۴).^۶

۴. چالش‌های مرتبط با استخراج رمزارزها

پس از بررسی دیدگاه‌های فقهی درباره مفاد حدیث «لاضرر و لاضرار» و تبیین مبنای برگزیده (حرمت آسیب‌زدن به دیگران)، نوبت به تحلیل مصادیق و آسیب‌هایی می‌رسد که در فرآیند استخراج رمزارز (ماینینگ) پدید می‌آیند. این چالش‌ها-که غالباً متوجه کشورهای میزبان فعالیت‌های استخراج است- عمدتاً مستقل از ماهیت رمزارز به‌عنوان دارایی دیجیتال بوده و بیشتر به پیامدهای منفی «ایجاد و تولید» آن مربوط می‌شود. مهم‌ترین این چالش‌ها که در ادامه به تفصیل بررسی خواهند شد، عبارت‌اند از:

۱. مصرف نجومی انرژی و ورود ضرر به ثروت ملی

۲. آسیب‌های گسترده و شدید زیست‌محیطی

۳. ایجاد آلودگی صوتی و حرارتی

۴-۱. مصرف نجومی انرژی و ورود ضرر به ثروت ملی

فرآیند استخراج به برق بسیار زیادی نیاز دارد (نک: سادات‌موسوی و همکاران، ۱۴۰۲: ۲۰۳). این مصرف، هم به شبکه سراسری برق کشور فشار وارد می‌آورد و هم با افزایش تعرفه‌ها، به عموم مردم ضرر اقتصادی مستقیم تحمیل می‌کند. به‌علاوه، وسایل برقی آن‌ها را نیز در معرض آسیب قرار می‌دهد. بر همین اساس، مدعی آن است که متضرر شدن مردم از این ناحیه باید با استناد به قاعده «نهی ضرر» منتفی گردد.

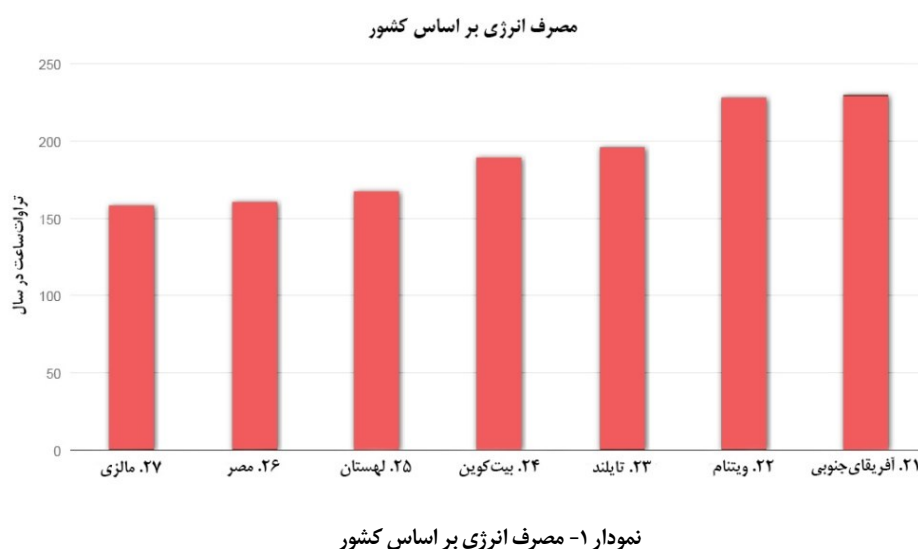
این چالش عمدتاً به مکانیسم اجماع «اثبات کار»^۷ مربوط می‌شود که پایه و اساس استخراج بیت‌کوین و بسیاری از رمزارزهای اولیه است. در سیستم اثبات کار، ماینرها (استخراج‌کنندگان) برای تایید تراکنش‌ها و امنیت شبکه، باید مسائل ریاضی بسیار پیچیده‌ای را با استفاده از قدرت پردازشی کامپیوترهای خود حل کنند. اولین ماینری که مسئله را حل کند، پاداش (بیت‌کوین جدید) دریافت می‌کند. این فرآیند به رقابتی تبدیل شده که در آن ماینرها برای برنده شدن، دائماً سخت‌افزارهای

^۶ هرچند در فقه، درباره لزوم احراز قطعی ضرر یا کفایت خوف ضرر در جریان قاعده «نهی ضرر» اختلاف نظر وجود دارد، نکته مشترک آن است که احتمال ضرر، حتی اگر به تنهایی کافی دانسته شود، باید معتدبه و عقلایی باشد؛ نه صرف توهم یا احتمالات ضعیفی که عقلاً به آن اعتنا نمی‌کنند. از این رو، خوف غیرمعتدبه، حتی بنابر کفایت آن، برای جریان قاعده کافی نخواهد بود (نک: عراقی، ۱۴۱۸: ۲۱۶-۲۱۳؛ نجفی، ۱۳۶۲: ۵؛ و ۱۰۵: ج ۱۶: ۳۴۶ و ۳۴۷).

^۷ Proof of Work

قوی‌تر و تعداد بیشتری از آن‌ها را به کار می‌گیرند که منجر به مصرف برق بسیار بالا می‌شود (carboncredits, 2025)^۸

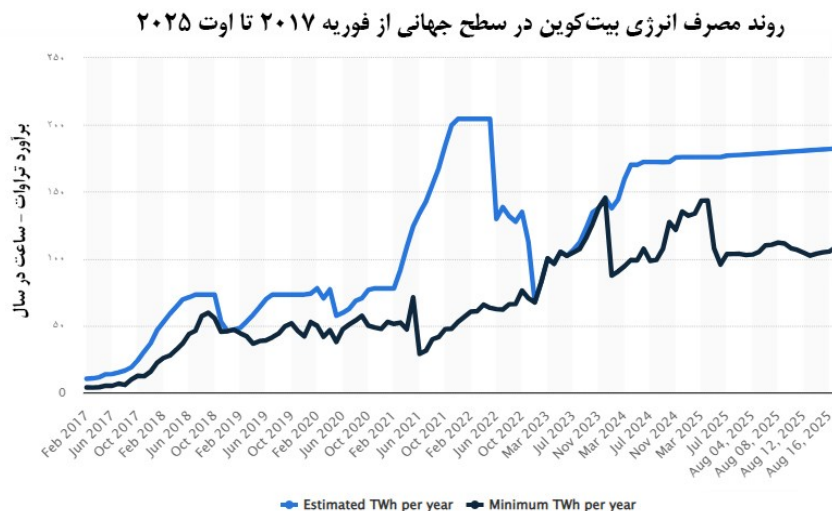
بر اساس گزارش digiconomist، شبکه بیت‌کوین سالانه حدود ۱۸۵ تراوات ساعت برق مصرف می‌کند. به دیگر بیان، اگر بیت‌کوین یک کشور بود، با مصرف انرژی یادشده، در رتبه ۲۴ جهان قرار می‌گرفت. همان‌طور که در نمودار مشاهده می‌شود، این میزان مصرف حتی از کشورهای بزرگی مانند لهستان (رتبه ۲۵)، مصر (رتبه ۲۶) و مالزی (رتبه ۲۷) نیز بالاتر و تقریباً با مصرف انرژی کشورهای تایلند (رتبه ۲۳) و ویتنام (رتبه ۲۲) قابل مقایسه است (digiconomist, 2025)^۹.



همان‌طور که از مقایسه جایگاه بیت‌کوین با کشورهای مختلف مشخص است، این شبکه به یک مصرف‌کننده عظیم انرژی در سطح جهانی تبدیل شده است. نمودار زیر به‌طور دقیق‌تر، روند تاریخی این مصرف انرژی را از سال ۲۰۱۷ تا سال ۲۰۲۵ نشان می‌دهد.

^۸. Bitcoin Hits All-Time High, But Will Its Carbon Footprint Cloud the Rally ?

^۹. Bitcoin Energy Consumption Index



نمودار ۲- روند مصرف انرژی بیت کوین (statista, 2025)^{۱۰}

همان‌طور که در این نمودار مشهود است، مصرف انرژی شبکه بیت کوین از فوریه ۲۰۱۷ تا اوت ۲۰۲۵ رشدی چشمگیر را تجربه کرده است. روند صعودی نمودار نشان‌دهنده افزایش مداوم مصرف انرژی است که علت اصلی آن ورود ماینرهای بیشتر، استفاده از سخت‌افزارهای قوی‌تر و رشد قیمت بیت کوین است. این آمار تأکید می‌کند که بیت کوین نه تنها یک پدیده مالی، بلکه یک مصرف‌کننده عمده منابع انرژی جهانی است که بحث‌های جدی درباره تأثیرات زیست‌محیطی و ضرورت استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر را برانگیخته است.

حال اگر این چالش به‌طور خاص در نسبت با جمهوری اسلامی ایران بررسی شود، روشن می‌شود که مسئله از دو جهت با «ثروت ملی» کشور ارتباط پیدا می‌کند:

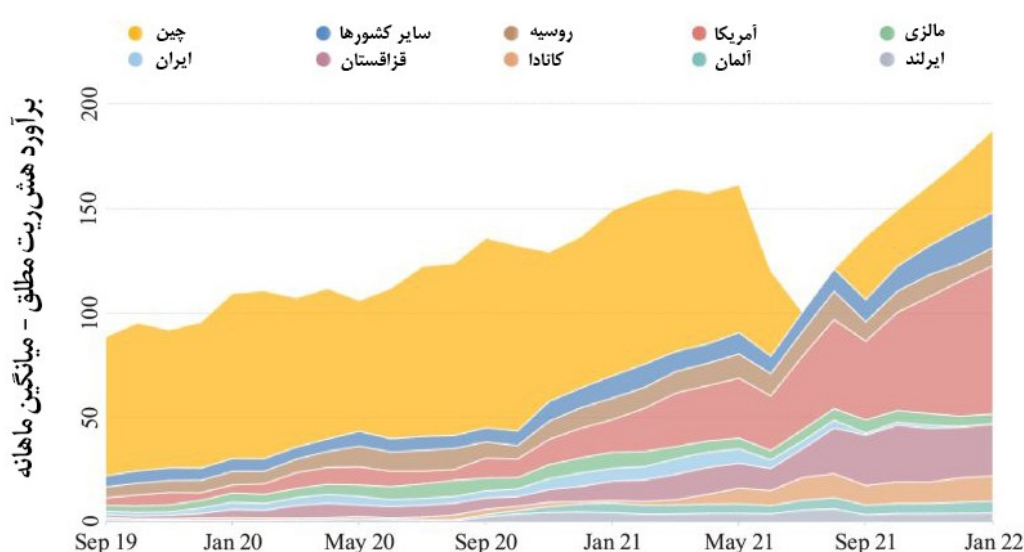
الف) یارانه پنهان به استخراج گران غیرقانونی

در کشورهایی مانند ایران که قیمت برق به شدت یارانه‌ای است، ماینرهای بین‌المللی غیرمجاز از این اختلاف قیمت داخلی برق با قیمت جهانی آن سود می‌برند، به‌طوری‌که به گفته معاون وزیر نیرو افزایش بیش‌ازحد آن‌ها می‌تواند به ضرر صنعت برق باشد (irna, 1399)^{۱۱}: نک: سادات‌موسوی و همکاران، ۱۴۰۲: ۲۱۰). وی بر این باور است که تولید هر واحد بیت کوین معادل مصرف برق ۲۸ مشترک خانگی است و ادامه این روند خطرناک بوده و می‌تواند مصرف برق ماینرها را به بیش از ۲ هزار مگاوات برساند

^{۱۰}. Bitcoin energy consumption worldwide .

^{۱۱}. کد خبر: 84180657.

(irna, 1399)^{۱۲}. یکی دیگر از متخصصان این حوزه معتقد است به طور تقریبی مصرف یک ماینر در یک ساعت معادل یک لیتر گازوئیل است (news. tavanir, 1403)^{۱۳}.
بر اساس تصویر زیر کشور جمهوری اسلامی ایران پس از کشورهایی همچون چین، روسیه، آمریکا و مالزی تا ماه ژانویه ۲۰۲۲ بیشترین سهم را در استخراج بیت کوین داشته و طبیعتاً چالش و مشکل پیش گفته به طور جدی در مورد آن مطرح است.



نمودار ۳- سهم کشورها در استخراج بیت کوین (ieeexplore. ieee, 2024)^{۱۴}

ب) خاموشی‌ها و فشار به شبکه برق

مصرف فوق‌العاده بالا توسط ماینرها (حتی مجاز) می‌تواند منجر به overload شدن شبکه برق^{۱۵}، خاموشی‌های گسترده، آسیب دیدن وسایل برقی و به طور کلی اختلال در زندگی مردم و کسب‌وکارهای تولیدی شود. این امر مستقیماً به اقتصاد و تولید ناخالص داخلی (ثروت ملی) آسیب می‌زند.

^{۱۲}. کد خبر: 84180657.

^{۱۳}. کد خبر: ۱۳۰۹۰۳

^{۱۴}. Investigating the Cryptocurrency Mining Loads' High Penetration Impact on Electric Power Grid

^{۱۵}. Overload شدن شبکه برق یعنی بار یا مصرف الکتریکی که به شبکه تحمیل می‌شود، از حداکثر ظرفیت طراحی شده آن بیشتر شود. به عبارت دیگر، شبکه بیش از حدی که می‌تواند تحمل کند، تحت فشار قرار گیرد.

۴-۱-۱. نقد و بررسی

در برابر نقدهای ناظر به مصرف بالای برق در استخراج رمزارزها، برخی طرفداران استخراج بیت کوین در ایران معتقدند که مصرف برق تمامی ماینرهای دنیا در مقایسه با اتلاف انرژی در شبکه توزیع برق کشور ناچیز است. ظرفیت شبکه برق ایران ۱۰۰ هزار مگاوات است و حدود ۱۰ درصد از آن در شبکه توزیع هدر می‌رود، درحالی‌که کل مصرف برق ماینرها در صورت فعالیت در ایران، تنها هفت هزار مگاوات خواهد بود (ilna, 1398).^{۱۶} برخی نیز استدلال می‌کنند که مصرف برق استخراج رمزارزها در مقایسه با تولید برق کشور قابل توجه نبوده و ارتباط دادن مشکلات مدیریت برق به این صنعت، ناعادلانه است (sharghdaily, 1403).^{۱۷} در این میان، حتی برخی نویسندگان معتقدند که استخراج رمزارزها می‌تواند به عنوان فرصتی برای کاهش اثر تحریم‌ها و درآمدزایی از طریق صادرات غیرمستقیم انرژی عمل کند و پدافند غیرعامل کشور را تقویت نماید (نک: لاریجانی، ۱۴۰۱: ۸۱).

باین حال، صرف نظر از ادعای حامیان استخراج، این پرسش مطرح است که آیا پیامدهای منفی ادعا شده نسبت به استخراج رمزارزها ناشی از هرگونه فعالیت در حوزه استخراج رمزارز است، یا آنکه صرفاً مربوط به استخراج غیرمجاز ارزهای یاد شده در کشور است؟ بر اساس آمار، تنها ۲۵۲ مزرعه مجاز با مصرف ۶.۲۷ مگاوات در کشور فعال هستند، درحالی‌که اخیراً حدود ۱۰ هزار مزرعه غیرمجاز کشف و حدود ۲۳۱ هزار دستگاه ماینر با دیماندر برآوردی ۵۸۰ مگاوات جمع‌آوری شده‌اند (mizanonline, 1403).^{۱۸} به همین دلیل است که برخی از کارشناسان معتقدند بخش قابل توجهی از کسری برق کشور ناشی از استفاده غیرمجاز از ماینرها است (news. tavanir, 1403).^{۱۹}

به نظر می‌رسد راهکارهایی برای مدیریت مشکلات مطرح شده وجود دارد که در سه سطح قابل

دسته‌بندی هستند:

۴-۱-۱-۱. راهکارهای فناورانه

در سطح فناورانه، بنیادی‌ترین رویکرد، کاهش وابستگی به رمزارزهای مبتنی بر اثبات کار و حرکت به سمت سازوکارهای کم‌مصرف‌تر است. در بسیاری از پروژه‌های جدید، سازوکارهایی مانند «اثبات سهام»^{۲۰} جایگزین رقابت سنگین محاسباتی شده است؛ به این معنا که به جای مصرف گسترده برق برای حل مسائل محاسباتی، اعتبارسنجی تراکنش‌ها توسط مشارکت‌کنندگانی انجام می‌شود که دارایی خود را «سهام‌گذاری» یا به تعبیر دقیق‌تر «وثیقه‌گذاری»^{۲۱} می‌کنند و پاداش نیز متناسب با سازوکار شبکه تخصیص می‌یابد. گزارش‌های تحلیلی نشان می‌دهد این گذار می‌تواند کاهش بسیار

^{۱۶}. کد خبر: 783364

^{۱۷}. کد خبر: 953430

^{۱۸}. کد خبر: ۴۷۹۹۸۴۶

^{۱۹}. کد خبر: ۱۳۰۹۰۳

^{۲۰}. Proof of Stake

^{۲۱}. Staking

چشمگیری در مصرف انرژی در پی داشته باشد؛ به طوریکه این روش مصرف انرژی را تا ۹۹٪ در مقایسه با الگوریتم «اثبات کار» کاهش می‌دهد. یک نمونه موفق از این گذار، اتریوم است که در سپتامبر ۲۰۲۲ و از طریق رویداد «The Merge»، به طور کامل از اثبات کار به اثبات سهام مهاجرت کرد و مصرف انرژی خود را تقریباً ۹۹٪ کاهش داد (نک: investopedia, 2024).^{۲۲}

۴-۱-۱-۲. راهکارهای صنعتی و اجرایی

راهکارهای صنعتی نیز نقش مکملی در کاهش مصرف انرژی ایفا می‌کنند. این راهکارها عمدتاً بر بهینه‌سازی زیرساخت‌های فیزیکی و پیاده‌سازی عملی فناوری‌ها متمرکز هستند که مهم‌ترین آن‌ها عبارت‌اند از:

الف. بهینه‌سازی مکان‌یابی و تأمین انرژی مزارع استخراج

استقرار مزارع استخراج در نزدیکی منابع انرژی و بهره‌گیری از منابع غیردولتی، یکی از راهکارهای کلیدی در بهینه‌سازی مصرف انرژی است. بسیاری از ماینرها به طور فزاینده‌ای به سمت مناطقی با انرژی مازاد و ارزان (مانند مجاورت سد‌ها یا نیروگاه‌های بادی) یا حتی استفاده از گازهای فلر^{۲۳} (گازهای مشتعل شده در میادین نفتی، که پیش از این در فرآیند استخراج نفت و گاز سوزانده شده، هدر می‌رفت و موجب آلودگی هوا می‌شد) حرکت کرده‌اند (نک: hashrateindex, 2023).^{۲۴} علاوه بر این، تأمین برق از طریق منابع غیردولتی مانند پنل‌های خورشیدی، ژنراتورهای دیزلی، انرژی آبی، زمین‌گرمایی و نیروی باد نیز ایده‌های دیگری در این زمینه به شمار می‌آیند.^{۲۵} این استقرار استراتژیک و استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر نه تنها هزینه‌های عملیاتی را کاهش می‌دهد، بلکه از هدررفت منابع انرژی جلوگیری کرده و به پایداری محیط زیست کمک می‌کند.

ب. افزایش بازدهی سخت‌افزارها

توسعه تراشه‌های مخصوص استخراج^{۲۶} با بازدهی انرژی بالاتر، یکی دیگر از راهکارهای کلیدی است. این تراشه‌های نسل جدید قادرند محاسبات بیشتری را با مصرف برق کمتر انجام دهند که در نهایت به کاهش مصرف کلی انرژی در شبکه منجر می‌شود.

^{۲۲}. What Was the Ethereum Shanghai Upgrade ?

^{۲۳}. Flare

^{۲۴}. Flared Gas Bitcoin Mining

^{۲۵}. بر اساس دستورالعمل اجرایی مقررات تأمین برق مراکز استخراج رمز ارزها از منابع تجدیدپذیر و پاک مصوبه وزارت نیرو به تاریخ ۱۴۰۰/۰۱/۱۶، تأمین برق مرکز استخراج رمز ارزها به ۴ روش امکان پذیر است که انتخاب آن به عهده متقاضی است: الف) سرمایه گذاری در طرح‌های بهینه سازی مصرف برق، ب) تأمین برق از طریق نیروگاه‌های تجدیدپذیر (اعم از موجود و جدید)، ج) اتصال به شبکه و خرید انرژی از شرکت برق یا د) نصب و بهره برداری از مولدهای حرارتی.

^{۲۶}. ASIC

ج. مدیریت بار و محدودیت در ساعات اوج

اتخاذ تدابیر مدیریتی و حفاظتی می‌تواند نقش مؤثری در بهینه‌سازی مصرف انرژی و کاهش مخاطرات داشته باشد. از جمله این اقدامات، توقف عملیات استخراج در ساعات اوج مصرف برق است. با این حال، اجرای چنین سیاست‌هایی صرفاً به کاهش مصرف محدود نمی‌شود و لازم است پیامدهای فنی و حقوقی ناشی از محدودیت‌ها و نوسانات شبکه نیز هم‌زمان مورد توجه قرار گیرد. در این راستا، برای کاهش احتمال خرابی دستگاه‌های برقی می‌توان با استفاده از محافظ‌های برق، ریسک آسیب را به حداقل رساند و از تبعات اقتصادی ناشی از اختلالات شبکه جلوگیری کرد. افزون بر این، ممکن است ادعا شود ایجاد محدودیت‌های برقی برای مردم لزوماً به معنای ضرر رساندن به آنان نیست، بلکه بیشتر در قالب «نفع نرساندن» قابل تحلیل است؛ ضمن آنکه قطعی نیست بتوان «عدم‌النفع» را در همه موارد «ضرر» محسوب کرد.

۴-۱-۳. راهکارهای حقوقی و نظارتی

در سطح حقوقی و نظارتی، کارآمدترین سیاست‌ها معمولاً بر واقعی‌سازی هزینه‌ها و حذف انگیزه بهره‌برداری از یارانه پنهان استوار است. اهم ابزارهای این سطح عبارت‌اند از:

الف. ممنوعیت کامل استخراج

برخی کشورها بنا به ملاحظات به سمت ممنوعیت کامل رفته‌اند. نمونه بارز این رویکرد، تصمیم چین در سال ۲۰۲۱ برای اعمال ممنوعیت کامل استخراج رمزارزها به دلیل ملاحظات امنیتی و زیست‌محیطی بود (reuters, 2021).^{۲۷}

ب. مجوزدهی مشروط و تنظیم‌گری

صدور مجوز استخراج صرفاً تحت شرایط خاص، از جمله:

۴. اخذ مالیات سنگین: دریافت مالیات بر درآمد و مالیات بر مصرف برق از ماینرها به منظور جبران هزینه‌های اجتماعی و زیست‌محیطی.

۵. تعیین تعرفه برق ویژه: محاسبه قیمت برق برای ماینرها بر اساس قیمت واقعی و بین‌المللی (نه قیمت یارانه‌ای داخلی) تا انگیزه قاچاق برق از بین برود.

۶. الزام به استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر: اعطای مجوز تنها به ماینرهایی که از منابع پاک مانند انرژی خورشیدی یا بادی استفاده می‌کنند.

ج. تشویق پروژه‌های کم‌مصرف

سیاست‌گذار می‌تواند به‌جای گسترش استخراج مبتنی بر اثبات کار، از پروژه‌ها و خدمات مبتنی بر سازوکارهای کم‌مصرف‌تر (مانند اثبات سهام) حمایت کند؛ به‌نحوی که انگیزه سرمایه‌گذاری و توسعه

²⁷. China's top regulators ban crypto trading and mining, sending bitcoin tumbling

از «استخراج پرمصرف» به سمت «کاربست‌های کم‌هزینه‌تر انرژی» هدایت شود. این رویکرد، در صورت همراهی با چارچوب‌های نظارتی، به کنترل مصرف انرژی و کاهش آثار زیان‌بار اقتصادی کمک می‌کند.

۴-۲. آسیب‌های گسترده و شدید زیست‌محیطی

این چالش به طور مستقیم به مصرف انرژی بسیار بالا توسط رمزارزهای مبتنی بر الگوریتم اثبات کار مانند بیت‌کوین گره خورده است. با این حال، منشأ اصلی آسیب زیست‌محیطی، نه «خود تراکنش‌ها»، بلکه منبع تولید انرژی مصرفی برای استخراج است؛ بدین معنا که هرچه سهم سوخت‌های فسیلی در تأمین برق مزارع استخراج بیشتر باشد، پیامدهای محیط‌زیستی نیز شدیدتر و گسترده‌تر خواهد بود.

الف. انتشار کربن^{۲۸}

از آنجا که در بسیاری از کشورها سوخت‌های فسیلی (مانند زغال‌سنگ و گاز طبیعی) همچنان منبع غالب تولید برق به شمار می‌آیند، افزایش تقاضای انرژی برای استخراج، به مصرف بیشتر این سوخت‌ها و در نتیجه، تولید حجم بالایی از دی‌اکسیدکربن منجر می‌شود؛ امری که به تشدید آلودگی هوا، افزایش اثر گلخانه‌ای و تحمیل هزینه‌های اجتماعی ناشی از تخریب محیط‌زیست می‌انجامد.

بر پایه برخی برآوردها، شبکه بیت‌کوین سالانه حدود ۱۰۳ مگاتن CO₂ منتشر می‌کند که از حیث مقیاس، با میزان انتشار کربن کشوری مانند بلژیک قابل مقایسه است (digiconomist, 2025).^{۲۹} از دیدگاه برخی دانشمندان، این میزان انتشار می‌تواند در بازه زمانی حدود دو دهه، دمای زمین را تا دو درجه سلسیوس افزایش دهد (نک: سادات‌موسوی و همکاران، ۱۴۰۲: ۲۱۰). اهمیت این سطح از افزایش دما از آن روست که تغییرات چند درجه‌ای-ولو به ظاهر اندک-می‌تواند آثار زنجیره‌ای و غیرقابل جبران بر اکوسیستم‌ها، امنیت غذایی و پایداری زیست‌محیطی بر جای گذارد.

افزون بر این، برآوردهای Digiconomist نشان می‌دهد که هر تراکنش بیت‌کوین به طور متوسط حدود ۶۲۳ کیلوگرم CO₂ منتشر می‌کند که معادل آلایندگی حاصل از تماشای ۱۰۳۰۹۴۵ ساعت (حدود ۱۱/۸ سال) ویدئو در یوتیوب است (digiconomist, 2025).^{۳۰}

ب. ضایعات الکترونیکی^{۳۱}

آسیب زیست‌محیطی استخراج، منحصر در انتشار کربن نیست. سخت‌افزارهای تخصصی استخراج^{۳۲} معمولاً عمر مفید کوتاهی دارند (حدود ۱/۵ تا ۲/۵ سال) و پس از کاهش صرفه اقتصادی یا منسوخ شدن، به سرعت با مدل‌های جدیدتر جایگزین می‌شوند. پیامد این چرخه، تولید حجم عظیمی از

^{۲۸}. Carbon Footprint

^{۲۹}. Bitcoin Energy Consumption Index

^{۳۰}. Bitcoin Energy Consumption Index

^{۳۱}. E-Waste

^{۳۲}. ASIC

زباله‌های الکترونیکی است که غالباً حاوی مواد سمی بوده و بازیافت آن‌ها نیز در عمل دشوار و پرهزینه است. برای نمونه، گزارش شده است که شبکه بیت‌کوین سالانه حدود ۲۲ هزار کیلو تن ضایعات الکترونیکی تولید می‌کند که معادل کل زباله‌های تجهیزات الکترونیکی کوچک تولیدشده توسط کشوری مانند هلند است (digiconomist, 2025).^{۳۳}

ج. مصرف آب^{۳۴}

افزون بر ضایعات الکترونیکی، استخراج بیت‌کوین با مصرف قابل توجه آب نیز همراه است. بخش مهمی از این مصرف، به نیاز مزارع استخراج به خنک‌سازی دستگاه‌ها بازمی‌گردد؛ به‌ویژه در تأسیسات بزرگ که از سامانه‌های خنک‌کننده آبی استفاده می‌کنند و بدین‌وسیله مصرف مستقیم آب افزایش می‌یابد.

بر اساس برخی داده‌های جدید، شبکه بیت‌کوین سالانه حدود ۲۰۹۲۳ گیگا لیتر (معادل ۲/۹۲۳ تریلیون لیتر) آب مصرف می‌کند که با مصرف کل آب سالانه کشور سوئیس قابل مقایسه است (digiconomist, 2025).^{۳۵} یکی از محققان در پژوهشی با عنوان «Bitcoin's growing water footprint» که در نوامبر ۲۰۲۳ منتشر شد، بیان کرده است: «یک تراکنش بیت‌کوین می‌تواند به اندازه یک استخر شنا در حیات خلوت هزینه آب داشته باشد.» (researchgate, 2023).

افزون بر مصرف مستقیم آب، در پاره‌ای موارد گزارش شده است که مزارع استخراج، آب گرم ناشی از فرایند خنک‌سازی را به دریاچه‌ها یا دیگر منابع آبی تخلیه می‌کنند. این عمل می‌تواند موجب افزایش دمای متوسط منابع آبی و برهم خوردن تعادل زیستی آن‌ها شود و نیز نگرانی‌هایی درباره آثار جانبی تخلیه مداوم پساب‌های گرم ایجاد کند (نک: nrdc, 2022).^{۳۶}

نمودار زیر که بر اساس اطلاعات سایت دیجیکونومیس تهیه شده است، به طور جامع، تأثیرات زیست‌محیطی شبکه بیت‌کوین را در چهار بخش کلیدی «تأثیر کربن»، «مصرف انرژی الکتریکی»، «ضایعات الکترونیکی» و «مصرف آب شیرین» اندازه‌گیری کرده و آن را با معیارهای شناخته‌شده جهانی مقایسه می‌کند. این داده‌ها بر اساس آخرین برآوردها و در تاریخ اوت ۲۰۲۵ (مرداد ۱۴۰۴) ارائه شده‌اند.

³³. Bitcoin Electronic Waste Monitor

³⁴. Water Consumption

³⁵. Bitcoin Energy Consumption Index

³⁶. Bitcoin Mining Is Bad for the Climate-and Local Communities Too

تأثیرات زیست محیطی سالانه بیت کوین

ردپای کربن 103.43 Mt CO₂  قابل مقایسه با ردپای کربن کشور بلژیک	انرژی الکتریکی 185.44 TWh  قابل مقایسه با مصرف انرژی کشور تایلند
ضایعات الکترونیکی 21.78 kt  قابل مقایسه با ضایعات کوچک تجهیزات فناوری اطلاعات کشور هلند	مصرف آب شیرین 2,923 GL  قابل مقایسه با کل مصرف آب کشور سوئیس

نمودار ۴- تأثیرات زیست محیطی سالانه بیت کوین

۴-۲-۱. نقد و بررسی

راهکارهای متعددی برای مدیریت و کاهش چالش‌های زیست محیطی رمزارزها وجود دارد که در سطوح مختلف قابل پیاده‌سازی هستند. این راهکارها علاوه بر امکان‌پذیر بودن، هم‌اکنون نیز در برخی موارد در حال اجرا هستند. در ادامه، این راهکارها به صورت طبقه‌بندی شده ارائه می‌شوند.

۴-۲-۱-۱. راهکارهای فناورانه

این دسته از راهکارها ناظر به اصلاح سازوکار فنی استخراج و کاهش شدت مصرف انرژی در خود فرایند استخراج است.

الف. گذار به سمت الگوریتم‌های کم‌مصرف

مؤثرترین راهکار، کاهش وابستگی به الگوریتم پرمصرف اثبات کار و حرکت به سوی سازوکارهای کم‌مصرف‌تری مانند اثبات سهام است. در این سازوکارها، اعتبارسنجی تراکنش‌ها به جای اتکا بر رقابت سنگین محاسباتی، بر مبنای مشارکت مالی و وثیقه‌گذاری دارایی انجام می‌شود و در نتیجه، نیاز به مصرف گسترده برق و استفاده از سخت‌افزارهای پرمصرف به شدت کاهش می‌یابد. تجربه اتریوم در گذار از اثبات کار به اثبات سهام نیز نشان داده‌است که این تغییر می‌تواند کاهش بسیار چشمگیری در مصرف انرژی شبکه ایجاد کند (ethereum, 2024).^{۳۷} البته باید توجه داشت که این راهکار در همه

^{۳۷}. Proof of Stake (PoS)

شبکه‌ها به سادگی قابل تحقق نیست؛ زیرا در برخی رمزارزها، ساختار فنی و منطق امنیتی شبکه همچنان بر الگوریتم اثبات کار استوار است.

ب. بهینه‌سازی فنی در استخراج مبتنی بر اثبات کار

در مواردی که کنار گذاشتن الگوریتم اثبات کار در کوتاه‌مدت امکان‌پذیر نباشد، می‌توان از طریق ارتقای بهره‌وری سخت‌افزارها، استفاده از تجهیزات کم‌مصرف‌تر، بهبود سامانه‌های خنک‌سازی و بازیافت حرارت تولیدشده، شدت آسیب‌های زیست‌محیطی را کاهش داد. روشن است که این اقدامات، اصل مصرف بالای انرژی را از میان نمی‌برد، اما می‌تواند از گسترش بخشی از پیامدهای جانبی آن جلوگیری کند.

۲-۱-۲-۴. راهکارهای مرتبط با منبع انرژی

در فرض بقای استخراج مبتنی بر اثبات کار، یکی از مهم‌ترین راهکارها، اصلاح منبع انرژی مصرفی است؛ زیرا بخش قابل توجهی از آسیب زیست‌محیطی نه از خود استخراج، بلکه از نحوه تولید برق مورد نیاز آن ناشی می‌شود.

الف. بهره‌گیری از انرژی‌های تجدیدپذیر یا انرژی‌های هدررفته

یکی از راهکارهای مهم، استقرار مزارع استخراج در مناطقی است که انرژی‌های تجدیدپذیر مازاد یا ارزان در دسترس است؛ نمونه‌های موفق این راهبرد شامل استفاده از برق مازاد نیروگاه‌های برق‌آبی در فصول پرآبی در کشورهایی مانند نروژ (hashrateindex, 2023)^{۳۸}، انرژی تولیدی مزارع خورشیدی و بادی، یا استفاده از گازهای فلر در میادین نفتی است. این رویکرد، در صورت اجرای صحیح، می‌تواند از شدت وابستگی استخراج به سوخت‌های فسیلی بکاهد و بخشی از آثار کربنی آن را کاهش دهد. با این حال، این راهکار زمانی موجه و مؤثر است که واقعاً از انرژی‌های بلااستفاده یا کم‌کاربرد بهره گرفته شود و موجب محروم‌سازی سایر بخش‌های مصرفی یا تحمیل فشار مضاعف بر شبکه برق نشود.

ب. شفافیت در ترکیب انرژی مصرفی

شفاف‌سازی منشأ برق مصرفی مزارع استخراج، شرط مهمی برای ارزیابی صحیح آثار زیست‌محیطی این صنعت است. هرچه اطلاعات دقیق‌تری درباره سهم انرژی‌های تجدیدپذیر، فسیلی و سایر منابع در دسترس باشد، سیاست‌گذاران و ناظران بهتر می‌توانند میان فعالیت‌های کم‌خطرتر و پرخطرتر تمایز قائل شوند و حمایت‌ها یا محدودیت‌های خود را بر همان اساس تنظیم کنند. از این رو، ایجاد و استقرار نظام گزارش‌دهی و نظارت بر نوع انرژی مصرفی، بخشی ضروری از مدیریت این حوزه به شمار می‌رود.

^{۳۸}. Bitcoin Mining Around the World: Norway

در همین راستا، پروژه‌هایی مانند شاخص مصرف انرژی بیت‌کوین کمبریج^{۳۹} با ارائه تخمین‌های دقیق‌تر، به سرمایه‌گذاران و قانون‌گذاران کمک می‌کنند تا تصویر روشن‌تری از وضعیت مصرف انرژی به دست آورند و بر مبنای آن، عملاً از ماینرهای استفاده‌کننده از انرژی‌های پاک حمایت کرده و قوانین بهتری را وضع کنند. در نتیجه، این شفافیت، انگیزه‌ای قوی برای ماینرها به منظور گذار به سمت منابع پاک ایجاد می‌کند.

۴-۲-۱-۳. راهکارهای صنعتی و سرمایه‌گذاری

علاوه بر اصلاحات فنی و انرژی، کنشگران اقتصادی فعال در این صنعت نیز می‌توانند در کاهش آسیب‌ها نقش مؤثری ایفا کنند. شرکت‌های فعال در حوزه استخراج و استخرهای بزرگ می‌توانند با تعهد به استفاده از منابع انرژی پاک‌تر، ارتقای بهره‌وری تجهیزات و رعایت استانداردهای زیست‌محیطی، از شدت خسارات این فعالیت بکاهند. همچنین توجه به مدیریت چرخه عمر سخت‌افزارها، تعمیر، استفاده مجدد و بازیافت تجهیزات مستعمل، می‌تواند در کاهش ضایعات الکترونیکی نقش مهمی داشته باشد.

از سوی دیگر، جهت‌گیری سرمایه‌گذاران نیز در این میان بی‌تأثیر نیست. سرمایه‌گذاران (اعم از نهادی و خرد) باید سرمایه‌گذاری در «پروژه‌های پایدار»^{۴۰} (مانند دارایی‌های مبتنی بر الگوریتم اثبات سهام) را در اولویت قرار دهند و به طور فعال از تأمین مالی پروژه‌های پرمصرف اجتناب کنند. این انتخاب آگاهانه می‌تواند به عنوان اهرمی قدرتمند، جهت‌گیری کل بازار را به سمت پایداری تغییر دهد (نک: coincub, 2025)^{۴۱}.

۴-۲-۱-۴. راهکارهای حقوقی و نظارتی

در نهایت، بدون مداخله حقوقی و نظارتی دولت‌ها، مدیریت مؤثر بسیاری از این آسیب‌ها دشوار خواهد بود. از این‌رو، وضع قواعد الزام‌آور و نظارت مؤثر بر اجرای آن‌ها، یکی از ارکان اصلی مواجهه با چالش‌های زیست‌محیطی استخراج رمزارزها است. مهم‌ترین ابزارهای نظارتی عبارت‌اند از:

الف. مجوزدهی مشروط به رعایت استانداردهای زیست‌محیطی

دولت‌ها می‌توانند اعطای مجوز استخراج را به رعایت معیارهایی مانند استفاده از منابع انرژی کم‌آسیب، رعایت ظرفیت شبکه برق، و به‌کارگیری تجهیزات استاندارد و کم‌مصرف منوط کنند. چنین رویکردی موجب می‌شود اصل فعالیت استخراج، از ابتدا در چهارچوب ملاحظات زیست‌محیطی سامان یابد.

³⁹. CBECI

^{۴۰}. پروژه‌های پایدار (Sustainable Projects) به طرح‌هایی اطلاق می‌شود که با به‌کارگیری الگوریتم‌های اجماع کم‌مصرف و تأمین انرژی از منابع تجدیدپذیر (مانند خورشید، باد و نیروی برق‌آبی)، تأثیرات منفی زیست‌محیطی را به حداقل می‌رسانند و به سوی آینده‌ای پایدار حرکت می‌کنند.

⁴¹. Investing in Green Cryptocurrency

ب. اخذ مالیات یا عوارض زیست محیطی

وضع مالیات بر کربن یا سایر عوارض مبتنی بر میزان آسیب زیست محیطی، از ابزارهای اقتصادی مؤثر در اصلاح رفتار فعالان این حوزه است. این سیاست می تواند هزینه واقعی استفاده از انرژی های آلاینده را آشکار سازد و استخراج کنندگان را به سمت منابع پاک تر یا فناوری های کم مصرف تر سوق دهد.

ج. وضع مقررات سخت گیرانه درباره پسماند الکترونیک^{۴۲}

از آنجا که بخش مهمی از آسیب های این صنعت از رهگذر فرسودگی سریع تجهیزات استخراج و تولید زباله های الکترونیکی حاصل می شود، تدوین مقررات سخت گیرانه درباره جمع آوری، بازیافت و دفع مسئولانه این تجهیزات ضروری است. این مقررات باید هم متوجه استخراج کنندگان و هم ناظر به تولید کنندگان و وارد کنندگان این تجهیزات باشد.

د. مقابله با استخراج غیر مجاز و واقعی سازی هزینه انرژی

بخش مهمی از آسیب های زیست محیطی و اقتصادی استخراج، ناشی از فعالیت های غیر مجاز و استفاده از برق یارانه ای یا خارج از ضوابط قانونی است. از این رو، مقابله با استخراج غیر مجاز، پایش مؤثر مصرف برق، و واقعی سازی هزینه انرژی مصرفی، از جمله ابزارهای ضروری برای کاهش این آسیب ها به شمار می رود.

۴-۳. ایجاد آلودگی صوتی و حرارتی

این چالش عمدتاً متوجه مزارع بزرگ استخراج است که از سخت افزارهای پرقدرت (عمدتاً ASIC ها) استفاده می کنند. برخلاف تأثیرات جهانی چالش هایی مانند مصرف انرژی، این مشکل بیشتر به عنوان یک آسیب محلی برای ساکنان مجاور این تأسیسات ظاهر می شود. این مسئله عمدتاً در قالب دو نوع آلودگی بروز می کند:

الف. آلودگی صوتی

این آلودگی ناشی از دستگاه های استخراج (ماینها)^{۴۳} است که برای خنک ماندن و جلوگیری از داغ شدن بیش از حد^{۴۴}، به فن های بسیار قوی مجهز هستند. زمانی که صدها یا هزاران دستگاه در یک سالن^{۴۵} به طور هم زمان فعالیت می کنند، صدایی شبیه به فرودگاه یا موتور جت ایجاد می شود که تا فواصل دور قابل شنیدن است. برای نمونه، یک دستگاه ماینر متداول مانند Antminer S19 در فاصله یک متری، حدود ۷۰ تا ۹۰ دسیبل آلودگی صوتی تولید می کند که معادل سطح صدای یک جاروبرقی صنعتی یا ماشین لباسشویی در حالت عملکرد حداکثری است (bitcoinmagazine,)

^{۴۲}. Electronic waste

^{۴۳}. miners

^{۴۴}. Overheating

^{۴۵}. Farm

(2022) ^{۴۶}. تجمع صد ها دستگاه از این نوع در فضایی محدود، به ایجاد آلودگی صوتی پیوسته با شدت قابل توجه می انجامد و می تواند تأثیرات نامطلوبی بر محیط اطراف داشته باشد. به عنوان مثال، ساکنان یک شهر کوچک در کارولینای شمالی ^{۴۷} علیه ماینر های بیت کوین محلی موضع گرفتند. همچنین ساکنان یک جامعه روستایی در اوهایو ^{۴۸} به کمیسیون برنامه ریزی شهر خود درباره سطح سر و صدای تأسیسات استخراج مجاور شکایت کردند؛ تا جایی که حتی یک شرکت استخراج نیروی نیز به دلیل شکایت های مردمی با تهدید بمب مواجه شده است (bitcoinmagazine, 2022) ^{۴۹}.

ب. آلودگی حرارتی

هم زمان، آلودگی گرمایی قابل توجهی نیز توسط این تأسیسات تولید می شود. سخت افزار های استخراج با بازدهی پایین، تقریباً تمام برق مصرفی را به گرما تبدیل می کنند؛ به گونه ای که یک مزرعه استخراج بزرگ، همچون یک بخاری غول پیکر عمل کرده و حجم عظیمی از گرمای زائد را به محیط منتشر می سازد و دمای محلی را افزایش می دهد. جالب توجه آنکه در کبک ^{۵۰} کانادا، پروژه ای برای استفاده از گرمای مزرعه استخراج به منظور گرم کردن گلخانه های بزرگ در دست بررسی است که خود گویای میزان قابل توجه گرمای تولیدی است (نک: hortidaily, 2023) ^{۵۱}.

مجموع این چالش ها نشان می دهد که حتی در فرض کنترل یا حل مسئله مصرف انرژی، آثار محیطی استخراج رمزارزها همچنان نیازمند راهکار های اختصاصی و تنظیم گری متناسب است.

۴-۳-۱. نقد و بررسی

اگرچه آلودگی صوتی و گرمایی ناشی از مزارع استخراج رمزارزها چالشی جدی به نظر می رسد، اما چه بسا بتوان با به کارگیری راهکار های مناسب، این مشکلات را مدیریت و تا حد زیادی برطرف کرد و از آزار ساکنان مجاور جلوگیری نمود.

۴-۳-۱-۱. راهکار های فناورانه

این دسته از راهکارها با هدف کاهش مستقیم آلودگی در مبدأ طراحی شده اند و عمدتاً در سه شکل اصلی قابل طرح اند:

الف. بهینه سازی تجهیزات ^{۵۲} و سیستم های کنترلی

این راهکار در دو سطح خرد (تجهیزات) و کلان (سیستمیک) عمل می کند:

⁴⁶. Bitcoin Mining Noise Pollution

⁴⁷. North Carolina

⁴⁸. Ohio

⁴⁹. Bitcoin Mining Noise Pollution

⁵⁰. Quebec

⁵¹. Crypto-miner looks to heat greenhouse with excess heat

⁵². Mining Hardware Optimization

در سطح خرد، می‌توان با «جایگزینی فن‌های پرسرعت با فن‌های کم‌صدا» (مانند فن‌های Noctua که تا ۲۵ دسیبل کاهش صدا ایجاد می‌کنند) و «استفاده از محفظه‌های عایق صدا» (نظیر Black Box که سطح صدا را تا ۵۰٪ کاهش می‌دهد)، بازدهی آکوستیک^{۵۳} را به طور چشمگیری بهبود بخشید. این محفظه‌ها علاوه بر کاهش صدا، با بهبود کارایی خنک‌کاری، مدیریت گرمایی را نیز بهینه می‌کنند (bitcoinmagazine, 2022)^{۵۴}.

در سطح کلان نیز «نصب سیستم‌های مانیتورینگ یکپارچه» امکان پایش و تنظیم آنی عملیات را فراهم می‌آورد. این سیستم‌ها با اندازه‌گیری همزمان صدا و دما، امکان بهینه‌سازی مصرف انرژی و کاهش تولید گرما و صدا در ساعات اوج را فراهم می‌کنند (ledger, 2025)^{۵۵}. برای تکمیل این راهکار، «استفاده از موانع آکوستیک پیشرفته» (شامل پنل‌های جذب صدا، تایل‌های عایق صوتی و فوم‌های آکوستیک) توصیه می‌شود (نک: acoustiblok. co, 2024)^{۵۶}. برای درک بهتر، می‌توان یک مرکز استخراج را به یک آشپزخانه صنعتی بزرگ تشبیه کرد که در آن ده‌ها اجاق به طور همزمان فعال هستند. سیستم مانیتورینگ یکپارچه در اینجا نقش یک سرآشپز هوشمند را ایفا می‌کند که به طور دائمی بر دمای اجاق‌ها نظارت کرده (پایش دما) و سطح سروصدا را اندازه‌گیری می‌کند (پایش صدا). در صورت تشخیص دما یا صدای بیش‌ازحد، این سیستم بلافاصله واکنش نشان داده و تنظیمات لازم را اعمال می‌کند (تنظیم آنی). برای مثال، در ساعات اوج مصرف که قیمت برق افزایش می‌یابد، می‌تواند دستگاه‌های کم‌اولویت را به طور موقت غیرفعال کند تا هم هزینه‌ها کاهش یابد و هم تولید گرما و صدا مدیریت شود. از سوی دیگر، موانع آکوستیک در این مقایسه نقش عایق‌بندی آشپزخانه را بازی می‌کنند. همان‌طور که نصب پنل‌های عایق روی دیوارها و سقف آشپزخانه از هدررفت صوت و گرما جلوگیری می‌کند، استفاده از پنل‌های جذب صدا، تایل‌های عایق و فوم‌های آکوستیک در مراکز استخراج نیز انتشار صوت به محیط اطراف را حداقل می‌کند و به حفظ انرژی حرارتی کمک می‌نماید. این ترکیب هوشمندانه، منجر به کنترل همزمان صدا و گرما شده و در نتیجه در دوره‌های پیک مصرف، انرژی کمتری تلف می‌شود.

ب. خنک‌سازی غوطه‌وری^{۵۷}

هرچند خنک‌سازی غوطه‌وری را می‌توان از مصادیق بهینه‌سازی تجهیزات دانست، به دلیل اهمیت و تأثیر چشمگیر آن در مدیریت همزمان آلودگی صوتی و حرارتی، بررسی مستقل آن موجه به نظر می‌رسد.

⁵³. Acoustics

⁵⁴. Bitcoin Mining Noise Pollution

⁵⁵. Bitcoin Mining at Home: A Practical Guide

⁵⁶. Types of Soundproofing Materials

⁵⁷. Immersion Cooling

این راهکار شامل غوطه‌ورسازی کامل دستگاه‌های ماینر درون محلول‌های خنک‌کننده غیررسانا (مانند روغن‌های دیالکتریک^{۵۸}) است. در این روش، مایع مستقیماً گرمای تراشه‌ها را جذب می‌کند که این امر نه تنها نیاز به فن‌های پرسرعت و پرمصرف را از بین می‌برد، بلکه به دلیل کارایی بالاتر در انتقال حرارت، امکان بازیابی و استفاده مجدد از انرژی گرمایی تولید شده را فراهم می‌آورد (نک: mara, 2023)^{۵۹}. این ویژگی، خنک‌سازی غوطه‌وری را به یکی از مؤثرترین راهکارهای مدیریت آلودگی صوتی و حرارتی تبدیل کرده است.

ج. استقرار هوشمند تأسیسات^{۶۰}

این راهکار بر انتخاب مکان‌های مناسب برای استقرار مزارع استخراج تمرکز دارد و گزینه‌هایی چون استفاده از فضاهای صنعتی قدیمی و بلااستفاده، بهره‌برداری از معادن و تونل‌های متروکه، و نیز احداث تأسیسات در زیر زمین را مورد توجه قرار می‌دهد. این رویکرد با ایجاد فاصله فیزیکی مناسب، مسئله آلودگی صوتی را به طور ریشه‌ای حل می‌کند.

مجموع این راهکارها نشان می‌دهد که با به‌کارگیری فناوری‌های مناسب و برنامه‌ریزی مهندسی دقیق، می‌توان چالش‌های محیطی ناشی از استخراج رمزارزها را تا حد قابل‌توجهی کنترل کرد.

۴-۱-۲. راهکارهای خلاقانه

این دسته از راهکارها می‌کوشد به‌جای صرفاً دفع آثار جانبی استخراج، برخی از پیامدهای آن، به‌ویژه گرمای تلف‌شده، را به فرصتی اقتصادی و کارکردی تبدیل کند.

الف. بازیابی و استفاده مجدد از گرمای تلف‌شده^{۶۱}

این راهکار، مشکل گرمای زائد را به یک فرصت اقتصادی و منبع درآمد تبدیل می‌کند. نمونه‌های کاربردی آن عبارت‌اند از:

۱. گرمایش گلخانه‌ها^{۶۲}: گرمای تولیدشده توسط مزارع استخراج می‌تواند برای گرم کردن گلخانه‌های صنعتی در فصول سرد استفاده شود. این امر نه تنها به گسترش کشاورزی محلی کمک می‌کند، بلکه هزینه‌های انرژی گلخانه را نیز کاهش می‌دهد. برای نمونه، یک گلخانه در هلند (بزرگترین تولیدکننده گل لاله و دومین صادرکننده محصولات کشاورزی جهان) از گرمای تولیدشده توسط استخراج رمزارز برای گرم کردن بخشی از فضای عظیم خود استفاده می‌کند. این راهکار به دلیل افزایش شدید قیمت انرژی و ورشکستگی برخی کشاورزان، به عنوان یک راه نجات عمل کرده است (euronews, 2022)^{۶۳}.

⁵⁸. Dielectric Fluids

⁵⁹. Immersion-Cooled Bitcoin Mining

⁶⁰. Smart Site Selection

⁶¹. Waste Heat Recovery

⁶². Greenhouse Heating

⁶³. Dutch tulip farmer is swapping gas for heat from Bitcoin mining

۲. گرمایش ساختمان‌ها^{۶۴}: در کشورهای سردسیر، این گرمای بازیافتی می‌تواند از طریق سیستم‌های گرمایش منطقه‌ای^{۶۵} برای گرم کردن ساختمان‌های اداری، مسکونی، استخرهای شنا و حتی محله‌ها استفاده شود. برای نمونه، Heatbit یک دستگاه استخراج بیت‌کوین است که به عنوان بخاری هوشمند طراحی شده و گرمای تولیدشده را برای گرمایش فضاهای مسکونی استفاده می‌کند (entrepreneur, 2023).^{۶۶}

خشک کردن محصولات کشاورزی^{۶۷}: از این گرما برای خشک کردن چوب، غلات و سایر محصولات کشاورزی بهره گرفته می‌شود که کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی را به دنبال دارد. برای نمونه، شرکت Kryptovault در نروژ از گرمای تولیدشده توسط ماینرهای بیت‌کوین برای خشک کردن چوب و نیز برای خشک کردن جلبک دریایی استفاده می‌کند. این روش نه تنها هزینه‌های خشک کردن را کاهش می‌دهد، بلکه به عنوان «دوستدار محیط زیست» توصیف شده است (cointelegraph, 2022).^{۶۸}

۳-۱-۳-۴. راهکارهای حقوقی و نظارتی

در کنار راهکارهای فناورانه و خلاقانه، دولت‌ها و نهادهای محلی، مانند شهرداری‌ها، نیز می‌توانند با تدوین و اجرای مقررات هدفمند، آلودگی صوتی و حرارتی ناشی از استخراج رمزارز را مدیریت کنند. مهم‌ترین این راهکارها عبارت‌اند از:

الف. تعیین و اجرای قوانین سختگیرانه کنترل صدا^{۶۹}

این مقررات می‌تواند شامل تعیین حد مجاز سطح صدا، بر حسب دسیبل، برای واحدهای صنعتی و تجاری، اعمال جریمه‌های مؤثر برای متخلفان، و نیز پایش مستمر آلودگی صوتی باشد.

ب. صدور مجوز مشروط برای راه‌اندازی مزارع استخراج

این مجوزها می‌تواند تنها در صورتی اعطا شود که طرح عملیاتی متقاضی، مشتمل بر شرایطی مشخص باشد؛ از جمله: کنترل آلودگی صوتی از طریق عایق‌بندی سالن‌ها و نصب سامانه‌های جذب صدا، بازیابی و استفاده مفید از گرمای تلف‌شده برای تأمین گرمایش گلخانه‌ها یا ساختمان‌ها، و نیز استقرار در مناطق مجاز دور از سکونتگاه‌های انسانی و نزدیک به منابع انرژی. برای نمونه، در ایالت آرکانزاس^{۷۰} (واقع در جنوب مرکزی آمریکا) پس از تصویب «قانون مراکز داده آرکانزاس مصوب ۲۰۲۳»^{۷۱} به منظور حمایت از فعالیت استخراج رمزارز، برخی مناطق این ایالت بلافاصله اقدام به

⁶⁴. Building Heating

⁶⁵. District Heating Systems

⁶⁶. Home Heater That Mines Bitcoin ?

⁶⁷. Agricultural Drying

⁶⁸. Sustainable Bitcoin miner uses waste heat to dry wood

⁶⁹. Noise Ordinances

⁷⁰. Arkansas

⁷¹. Arkansas Data Centers Act of 2023

تدوین مقررات محلی برای کنترل آلودگی صوتی این صنعت کردند. این قانون به طور مشخص تصریح می‌کند که مقامات محلی حق وضع محدودیت‌های صوتی فراتر از استانداردهای عمومی آلودگی صوتی را برای استخراج خانگی رمزارزها ندارند (blockworks, 2023).^{۷۲}

نتایج و یافته‌ها

برآیند این پژوهش آن است که قاعده «لاضرر»-برگرفته از حدیث «لاضرر و لاضرار»-با قرینه سیاق و با توجه به نقدهای وارد بر تفسیر مشهور «نهی حکم ضرری»، ناظر به «نهی تحریمی تکلیفی از آسیب‌رسانی» است. بر پایه این مبنا، هر فعالیتی که منشأ ورود ضرر قابل اعتنا به دیگران و جامعه گردد، نمی‌تواند مشروع تلقی شود.

با تطبیق این مبنا بر پدیده استخراج رمزارز، روشن شد که این فعالیت، به‌ویژه در الگوی رایج مبتنی بر «اثبات کار»، می‌تواند در سه سطح اصلی منشأ ضرر باشد: نخست، از رهگذر مصرف بسیار بالای انرژی و فشار بر شبکه برق، که در کشورهایی با ساختار یارانه‌ای و ناترازی انرژی، به اتلاف ثروت ملی، تحمیل هزینه بر عموم مردم، تشدید خاموشی‌ها و اختلال در زندگی و تولید می‌انجامد؛ دوم، از حیث آثار زیست‌محیطی، از جمله افزایش انتشار کربن، تولید ضایعات الکترونیکی و مصرف آب؛ و سوم، از جهت آلودگی صوتی و حرارتی، که به‌صورت مستقیم آسایش و حقوق ساکنان مجاور مزارع استخراج را مخدوش می‌سازد. از این‌رو، استخراج رمزارز را، دست‌کم در شکل پرمصرف و کنترل‌نشده آن، نمی‌توان بدون قید و شرط مجاز دانست. در عین حال، یافته‌های پژوهش نشان داد که پیامدهای زیان‌بار استخراج، در همه فروض و با هر شیوه‌ای یکسان نیست و در مواردی می‌توان با اتخاذ تدابیر مناسب، دامنه این آسیب‌ها را کاهش داد یا کنترل کرد. راهکارهایی مانند حرکت به سوی سازوکارهای کم‌مصرف‌تر، بهینه‌سازی سخت‌افزارها و سامانه‌های خنک‌سازی، استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر یا انرژی‌های هدررفته، مدیریت بار در ساعات اوج مصرف، بازیابی گرمای تلف‌شده، مجوزدهی مشروط، واقعی‌سازی هزینه انرژی، اخذ عوارض و مالیات متناسب، و مقابله با استخراج غیرمجاز، همگی نشان می‌دهند که مواجهه با این پدیده لزوماً در قالب ممنوعیت مطلق خلاصه نمی‌شود.

بنابراین، مقتضای قاعده لاضرر در این حوزه، نه تجویز مطلق استخراج رمزارز است و نه نفی کلی آن؛ بلکه مشروط‌سازی مشروعیت این فعالیت به فقدان ضرر یا کنترل متعارف آن است. بر این اساس، هرچا استخراج رمزارز به‌گونه‌ای انجام شود که مستلزم اضرار به دیگران، جامعه یا منابع عمومی باشد، مشمول نهی خواهد بود؛ اما هرگاه با تنظیم‌گری دقیق، رعایت الزامات فنی، زیست‌محیطی و حقوقی، و پیشگیری از ورود ضررهای قابل اعتنا همراه گردد، اصل فعالیت می‌تواند در چهارچوبی محدود و ضابطه‌مند مورد پذیرش قرار گیرد. بدین ترتیب، حکمرانی شرعی و قانونی در این حوزه باید بر مدار دفع ضرر، صیانت از حقوق عمومی و هدایت این فناوری به سوی الگوهای کم‌آسیب و پایدار استوار باشد.

⁷². Crypto mining is too loud for these American counties

منابع

قرآن مجید

- آخوند خراسانی، محمدکاظم (بی تا). کفایة الأصول. مؤسسة آل البيت علیهم السلام لإحياء التراث.
- ابن اثیر جزری، مبارک بن محمد (۱۳۶۷). النهایة فی غریب الحدیث و الأثر. مؤسسه اسماعیلیان.
- ابن درید، محمد (۱۹۸۷). جمهرة اللغة. دار العلم للملايين.
- ازهری، محمد (۱۴۲۱). تهذیب اللغة. دار إحياء التراث العربی.
- انصاری، مرتضی (۱۳۷۷). فرائد الأصول. مجمع الفكر الإسلامی.
- ابروانی، محمدباقر (۱۴۳۲). دروس تمهیدية فی القواعد الفقهية. دار الفقه للطباعة و النشر.
- جوهری، اسماعیل بن حماد (۱۴۰۷). الصحاح: تاج اللغة و صحاح العربية. دار العلم للملايين.
- حر عاملی، محمد (۱۴۰۹). تفصیل وسائل الشیعة إلى تحصیل مسائل الشریعة. مؤسسة آل البيت علیهم السلام.
- حسینی سیستانی، سیدعلی (بی تا). قاعدة لاضرر و لاضرار. مكتب آية الله العظمى السيد السيستاني.
- حسینی مراغی، سیدعبدفتاح (۱۴۱۷). العناوين الفقهية. مؤسسة النشر الإسلامی التابعة لجماعة المدرسين.
- خویی، سیدابوالقاسم (۱۴۱۳). مصباح الأصول. مؤسسة إحياء آثار الإمام الخوئي.
- خویی، سیدابوالقاسم (۱۴۱۷). الهداية فی الأصول (تقرير ع. صافی اصفهانی). مؤسسه فرهنگي صاحب الأمر (عج).
- دهخدا، علی اکبر (۱۳۷۳). لغت نامه. روزنه.
- زمخشري، محمود (۱۹۷۹). أساس البلاغة. دار صادر.
- سادات موسوی، جمیله، افشاری، مریم و علی پور، محمدرضا (۱۴۰۲). تأثیر استخراج ارزهای دیجیتال بر محیط زیست از منظر رژیم های بین المللی. پژوهش های روابط بین الملل، ۱۳ (۴۸)، ۲۰۱-۲۲۵. <https://doi.org/10.22034/irr.2022/368933/2292>
- سبحانی تبریزی، جعفر (۱۴۲۰). نیل الوطر من قاعدة لاضرر (تقرير ج. سبحانی). مؤسسه امام صادق علیه السلام.
- سیوطی، جلال الدین (۱۳۸۹). تنویر الحوالک شرح علی موطأ مالک. المكتبة التجارية الكبرى.

- سیوطی، جلال الدین (۱۴۳۰). البهجة المرضیة علی ألفیة ابن مالک. اسماعیلیان.
- شیری زنجانی، سیدمحمدجواد (۱۳۹۸، ۲۴ دی). تقریرات درس خارج اصول فقه. <https://www.eshia.ir>
- شریعت اصفهانی، فتح الله (بی تا). قاعدة لاضرر. مؤسسة النشر الإسلامی التابعة لجماعة المدرسين.
- شهید اول، محمدبن مکی (۱۴۰۰). القواعد و الفوائد فی الفقه و الأصول و العربية. مفید.
- صدر، سیدمحمدباقر (۱۴۱۷). بحوث فی علم الأصول (تقریر م. هاشمی شاهرودی). مرکز الغدير للدراسات الإسلامية.
- صدوق، محمدبن علی (۱۴۱۳). من لا یحضره الفقیه. دفتر انتشارات اسلامی وابسته به جامعه مدرسین حوزه علمیه قم.
- طباطبایی حکیم، سیدمحسن (۱۴۱۶). مستمسک العروة الوثقی. دار التفسیر.
- طباطبایی یزدی، سیدمحمدکاظم (۱۳۷۰). حاشیة المکاسب. مؤسسة إسماعیلیان.
- طوسی، محمدبن حسن (بی تا). الخلاف. مؤسسة النشر الإسلامی التابعة لجماعة المدرسين.
- عراقی، ضیاء الدین (۱۴۱۱). منهاج الأصول. دار البلاغة.
- غروی اصفهانی، محمدحسین (۱۴۱۴). نهاية الدراية فی شرح الکفایة. مؤسسة آل البيت علیهم السلام لإحياء التراث.
- غروی نایینی، محمدحسین (۱۳۷۳). منیة الطالب فی حاشیة المکاسب (تقریر م. نجفی خوانساری). المكتبة المحمدية.
- غفوری نژاد، محمد (۱۳۹۹). مفهوم شناسی ضرر و ضرار. پژوهش های اصولی، ۶(۲۵)، ۶۹-۹۴.
- فراهیدی، خلیل بن احمد (۱۴۰۹). کتاب العین. هجرت.
- فیومی، احمدبن محمد (۱۴۱۴). المصباح المنیر فی غریب الشرح الکبیر. مؤسسة دار الهجرة.
- کلینی، محمدبن یعقوب (۱۴۰۷). الکافی. دار الکتب الإسلامية.
- لاریجانی، سعید و طاهری، امیرحسین (۱۴۰۱). امکان سنجی اقتصادی طرح ترکیب نیروگاه های برق کوچک مقیاس و مزارع استخراج رمزارز و تحلیل اثرات آن بر امنیت تأمین انرژی و پدافند غیرعامل کشور. اقتصاد دفاع و توسعه پایدار، ۷(۲۵)، ۶۷-۸۹.
- مددی، احمد (۱۳۹۴، ۱۲ اسفند). تقریرات درس خارج اصول فقه. <https://www.eshia.ir>

مکارم شیرازی، ناصر (۱۳۷۰). القواعد الفقهية. مدرسة الإمام علي بن أبي طالب عليه السلام.
 موسوی بجنوردی، سیدحسن (۱۳۷۷). القواعد الفقهية. الهادي.
 موسوی خمینی، سیدروح الله (۱۴۲۳). تهذيب الأصول (تقرير ج. سبحانی تبریزی). مؤسسة تنظيم و
 نشر آثار الإمام الخميني (ره).
 نجفی، محمدحسن (۱۳۶۲). جواهر الكلام في شرح شرائع الإسلام. دار إحياء التراث العربي.
 نراقی، احمد (۱۴۱۷). عوائد الايام في بيان قواعد الأحكام و مهمات مسائل الحلال و الحرام. دفتر
 تبلیغات اسلامی حوزه علمیه قم.

نورمفیدی، سیدمجتبی (۱۳۹۳، ۲۱ بهمن). تقریبات درس خارج فقه. <https://www.m-noormofidi.com>

هادوی تهرانی، مهدی (۱۴۰۲، ۲۰ آبان). تقریبات درس خارج اصول فقه. <https://www.eshia.ir>

References (including transcribed/translated titles)

Holly Quran

Akhūnd-i Khurāsānī, Muḥammad Kāzim (n.d.). *Kifāyat al-uṣūl*. Mu'assasat Āl al-Bayt ('a) li-Iḥyā' al-Turāth. (in Arabic)

Anṣārī, Murtaḍā (1377). *Farā'id al-uṣūl*. Majma' al-Fikr al-Islāmī. (in Arabic)
 al-Azhārī, Muḥammad (1421). *Tahdhīb al-lughā*. Dār Iḥyā' al-Turāth al-'Arabī. (in Arabic)

Dehkhodā, 'Alī Akbar (1373). *Lughat-nāma*. Rowzaneh. (in Persian)

al-Farāhīdī, Khalīl b. Aḥmad (1409). *Kitāb al-'Ayn*. Hijrat. (in Arabic)

al-Fayyūmī, Aḥmad b. Muḥammad (1414). *al-Miṣbāḥ al-munīr fī gharīb al-Sharḥ al-Kabīr*. Mu'assasat Dār al-Hijra. (in Arabic)

Ghafūry Nejad, Mohammad (1399). Mafhūm-shināsī-yi ḍarar va ḍirār. *Pazhūhish-hā-yi Uṣūlī*, 6(25), 69–94. (in Persian)

Gharawī-i Iṣfahānī, Muḥammad Ḥusayn (1414). *Nihāyat al-dirāya fī sharḥ al-Kifāya*. Mu'assasat Āl al-Bayt ('a) li-Iḥyā' al-Turāth. (in Arabic)

Gharawī-i Nā'īnī, Muḥammad Ḥusayn (1373). *Munya al-ṭālib fī ḥāshiyat al-Makāsib* (M. Najafī Khwānsārī, Comp.). al-Maktaba al-Muḥammadiyya. (in Arabic)

Hadavi Tehrani, Mehdi (1402, November 11). *Taqrīrāt-i dars-i khārij-i uṣūl-i fiqh*. <https://www.eshia.ir> (in Persian)

al-Ḥurr al-'Āmilī, Muḥammad (1409). *Tafṣīl Wasā'il al-Shī'a ilā taḥṣīl masā'il al-sharī'a*. Mu'assasat Āl al-Bayt ('a). (in Arabic)

Husaynī-i Marāghī, Sayyid ‘Abd al-Fattāh (1417). *al-‘Anāwīn al-fiqhiyya*. Mu’assasat al-Nashr al-Islāmī. (in Arabic)

Husaynī-i Sīstānī, Sayyid ‘Alī (n.d.). *Qā’idat lā ẓarar wa-lā ẓirār*. Maktab Āyat Allāh al-‘Uẓmā al-Sayyid al-Sīstānī. (in Arabic)

Ibn al-Athīr al-Jazarī, Mubārak b. Muḥammad (1367). *al-Nihāya fī gharīb al-ḥadīth wa-l-athar*. Mu’assasa-yi Ismā‘īliyyān. (in Arabic)

Ibn Durayd, Muḥammad (1987). *Jamharat al-lugha*. Dār al-‘Ilm li-l-Malāyīn. (in Arabic)

Īravānī, Muḥammad Bāqir (1432). *Durūs tamhīdiyya fī al-qawā’id al-fiqhiyya*. Dār al-Fiqh li-l-Ṭibā‘a wa-l-Nashr. (in Arabic)

al-Jawharī, Ismā‘īl b. Ḥammād (1407). *al-Ṣiḥāḥ: Tāj al-lugha wa-ṣiḥāḥ al-‘Arabiyya*. Dār al-‘Ilm li-l-Malāyīn. (in Arabic)

al-Khū‘ī, Sayyid Abū al-Qāsim (1413). *Miṣbāḥ al-uṣūl*. Mu’assasat Ihya’ Āthār al-Imām al-Khū‘ī. (in Arabic)

al-Khū‘ī, Sayyid Abū al-Qāsim (1417). *al-Hidāya fī al-uṣūl* (‘A. Ṣāfi Iṣfahānī, Comp.). Mu’assasa-yi Farhangī-yi Ṣāhib al-Amr (‘aj). (in Arabic)

al-Kulaynī, Muḥammad b. Ya‘qūb (1407). *al-Kāfī*. Dār al-Kutub al-Islāmiyya. (in Arabic)

Larijani, Saeed & Taheri, Amirhossein (1401). Imkān-sanjī-yi iqtisādī-yi tarḥ-i tarkīb-i nūrūgāh-hā-yi barq-i kūchak-miqyās va mazārī-i istikhraj-i ramzarz va taḥlīl-i atharāt-i ān bar amnīyyat-i ta’mīn-i انرژی va padāfand-i ghayr-i ‘āmil-i kishvar. *Defense Economics and Sustainable Development*, 7(25), 67–89. (in Persian)

Madadī, Ahmad (1394, March 2). *Taqrīrāt-i dars-i khārij-i uṣūl-i fiqh*. <https://www.eshia.ir> (in Persian)

Makārim-i Shīrāzī, Nāṣir (1370). *al-Qawā’id al-fiqhiyya*. Madrasat al-Imām ‘Alī b. Abī Ṭālib (‘a). (in Arabic)

Mūsawī-i Bujnūrdī, Sayyid Ḥasan (1377). *al-Qawā’id al-fiqhiyya*. al-Hādī. (in Arabic)

Mūsawī-i Khumaynī, Sayyid Rūḥ Allāh (1423). *Tahdhīb al-uṣūl* (J. Subḥānī Tabrīzī, Comp.). Mu’assasa-yi Tanẓīm va Nashr-i Āthār-i Imām Khumaynī. (in Arabic)

al-Najafī, Muḥammad Ḥasan (1362). *Jawāhir al-kalām fī sharḥ sharā’i‘ al-Islām*. Dār Ihya’ al-Turāth al-‘Arabī. (in Arabic)

Narāqī, Ahmad (1417). *‘Awā’id al-ayyām fī bayān qawā’id al-aḥkām wa-muhimmāt masā’il al-ḥalāl wa-l-ḥarām*. Daftār-i Tablīghāt-i Islāmī. (in Arabic)

Noormofidi, Seyed Mojtaba (1393, February 10). *Taqrīrāt-i dars-i khārij-i fiqh*. <https://www.m-noormofidi.com> (in Persian)

Sadat Mousavi, Jamileh, Afshari, Maryam & Alipour, Mohammadreza (1402). Ta'thīr-i istikhraj-i arz-hā-yi dijitali bar muhit-i zist az manzar-i rizhim-hā-yi bayn al-milali. *International Relations Researches*, 13(48), 201–225. <https://doi.org/10.22034/irr.2022/368933/2292>

al-Ṣadūq, Muḥammad b. 'Alī (1413). *Man lā yaḥḍuruhu al-faqīh*. Daftār-i Intishārāt-i Islāmī. (in Arabic)

al-Ṣadr, Sayyid Muḥammad Bāqir (1417). *Buḥūth fi 'ilm al-uṣūl* (M. Hāshimī Shāhrūdī, Comp.). Markaz al-Ghadīr li-l-Dirāsāt al-Islāmiyya. (in Arabic)

al-Shahīd al-Awwal, Muḥammad b. Makkī (1400). *al-Qawā'id wa-l-fawā'id fi al-fiqh wa-l-uṣūl wa-l-'Arabiyya*. Mufid. (in Arabic)

Sharī'at-i Iṣfahānī, Faṭḥ Allāh (n.d.). *Qā'idat lā ḍarar*. Mu'assasat al-Nashr al-Islāmī. (in Arabic)

Shubayrī-i Zanjānī, Sayyid Muḥammad Jawād (1398, January 14). *Taqrīrāt-i dars-i khārij-i uṣūl-i fiqh*. <https://www.eshia.ir> (in Persian)

al-Suyūṭī, Jalāl al-Dīn (1389). *Tanwīr al-ḥawālik sharḥ 'alā Muwaṭṭa' Mālik*. al-Maktaba al-Tijāriyya al-Kubrā. (in Arabic)

al-Suyūṭī, Jalāl al-Dīn (1430). *al-Bahja al-marḍiyya 'alā Alfīyyat Ibn Mālik*. Ismā'iliyān. (in Arabic)

Ṭabāṭabā'i-i Ḥakīm, Sayyid Muḥsin (1416). *Mustamsak al-'Urwat al-wuthqā*. Dār al-Tafsīr. (in Arabic)

Ṭabāṭabā'i-i Yazdī, Sayyid Muḥammad Kāzīm (1370). *Hāshiyat al-Makāsib*. Mu'assasa-yi Ismā'iliyān. (in Arabic)

al-Ṭūsī, Muḥammad b. al-Ḥasan (n.d.). *al-Khilāf*. Mu'assasat al-Nashr al-Islāmī. (in Arabic)

Subḥānī-i Tabrīzī, Ja'far (1420). *Nayl al-waṭar min qā'idat lā ḍarar* (J. Subḥānī, Comp.). Mu'assasa-yi Imām Ṣādiq ('a). (in Arabic)

al-'Irāqī, Diyā' al-Dīn (1411). *Minḥāj al-uṣūl*. Dār al-Balāgha. (in Arabic)

al-Zamakhsharī, Maḥmūd (1979). *Asās al-balāgha*. Dār Ṣādir. (in Arabic)

<https://www.acoustiblok.co.uk>

<https://www.bitcoinmagazine.com>

<https://www.blockworks.co>

<https://www.carboncredits.com>

<https://www.coincub.com>

<https://www.cointelegraph.com>

<https://www.digieconomist.net>

<https://www.entrepreneur.com>

<https://www.ethereum.org>
<https://www.euronews.com>
<https://www.hashrateindex.com>
<https://www.hortidaily.com>
<https://www.ieeexplore.ieee.org>
<https://www.ilna.ir>
<https://www.investopedia.com>
<https://www.irna.ir>
<https://www.ledger.com>
<https://www.mara.com>
<https://www.mizanonline.ir>
<https://www.m-noormofidi.com>
<https://www.news.tavanir.org.ir>
<https://www.nrdc.org>
<https://www.researchgate.net>
<https://www.reuters.com>
<https://www.sharghdaily.com>
<https://www.statista.com>