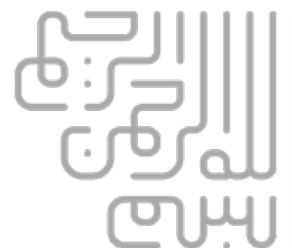


برآورد تأثیر استخراج رمزارزها بر مصرف برق کشور



تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۰۶/۳۱
Publish Date : 2026/09/22



عنوان: برآورد تأثیر استخراج رمزارزها بر مصرف برق کشور
تهیه و تدوین کنندگان (Authors): علی صابری، رضا شریفی
واژه‌های کلیدی: برق، ناترازی برق، رمزارز، ماینر
ناشر: مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی

Doi: <https://doi.org/10.22034/mrc.report.21900>

Permanent Link: https://report.mrc.ir/article_11971.html

Publisher : Islamic Parliament Research Center of Iran

عنوان: برآورد تأثیر استخراج رمزارزها بر مصرف برق کشور

نوع گزارش: طرح / لایحه □، نظارتی □، راهبردی ■، پیش نویس قانونی □

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

همکار: سیده مریم موسوی

اظهار نظر کنندگان داخل مرکز: محمد حسن هدایتی (گروه مخابرات و فناوری اطلاعات)، رضا

لطفی (گروه پولی و بانکی)، سید محمد کشفی، محمدبرزگر خسروی (گروه حقوق اقتصادی)

اظهار نظر کننده خارج از مرکز: آرش عباسی (معاون دفتر برنامه ریزی کلان برق و انرژی وزارت نیرو)

مدیر مطالعه: ایمان رضایی

ناظران علمی داخل مرکز: میلاد بیگی، حبیب الله ظفریان

ناظر علمی خارج از مرکز: عادل محسنی (مدیر تحقیقات و توسعه فناوری شرکت مدیریت شبکه برق ایران)

گرافیک و صفحه آرایی: نفیسه حاجی صفری

ویراستار ادبی: زهرا کریمی

تاریخ شروع مطالعه: ۱۴۰۵/۰۱/۱۵



فهرست مطالب

چکیده.....	۶
خلاصه مدیریتی.....	۷
۱. مقدمه.....	۹
۲. سابقه قانونی تأمین انرژی استخراج رمزارز.....	۱۰
۳. بر آورد مصرف برق استخراج رمزارز در ایران.....	۱۲
۴. جمع‌بندی و پیشنهادها.....	۲۱
منابع و مآخذ.....	۲۳

فهرست شکل‌ها

شکل ۱. نمودار میزان هش‌ریت استخراج رمزارز در دنیا در سال‌های اخیر.....	۱۳
شکل ۲. نمودار میزان مصرف ساعتی برق در دی‌ماه سال ۱۴۰۴.....	۱۶
شکل ۳. نمودار مقایسه مصرف ساعتی برق از زمان قطعی سراسری اینترنت با مصرف یک هفته قبل آن.....	۱۷
شکل ۴. نمودار متوسط توان مصرفی برق ساعت ۳ تا ۵ صبح روزهای مختلف هفته (قبل و بعد از قطع سراسری اینترنت).....	۱۸
شکل ۵. نمودار درصد ساعات ناترازی از کل ساعات ۴ ماه گرم سال به تفکیک بازه‌های کسری لحظه‌ای برق.....	۱۹

فهرست جداول

جدول ۱. شیوه‌های تأمین انرژی مزارع رمزارز مبتنی بر دستورالعمل تأمین برق مراکز استخراج رمزارزی ها.....	۱۱
جدول ۲. بهای هر کیلووات ساعت برق مصرفی مراکز استخراج رمزارز.....	۱۲



برآورد تأثیر استخراج رمزارزها بر مصرف برق کشور

چکیده



استخراج غیرقانونی رمزارزها دو پیامد عمده به همراه دارند: نخست، سوءاستفاده از یارانه‌های انرژی و دوم، اعمال محدودیت‌های تأمین برق در اوج تقاضا در اوج مصرف تابستان و زمستان که به کاهش رفاه عمومی و افت تولید ناخالص داخلی منجر می‌شود. با توجه به نبود آمارهای رسمی در این حوزه، هدف گزارش حاضر برآورد سهم واقعی استخراج رمزارزها از مصرف برق کشور است. این پژوهش از دوروش مجزا با تکیه بر شاخص بین‌المللی و همچنین تحلیل داده‌های مصرف برق در دوره قطع سراسری اینترنت، میزان مصرف برق استخراج رمزارز را برآورد کرده است. براساس نتایج این گزارش، توان مصرفی استخراج رمزارز (بدون لحاظ موارد مرتبط با اینترنت ماهواره‌ای)، حدود ۹۳۰ تا ۱۲۰۰ مگاوات برآورد می‌شود که میزان انرژی اختصاص یافته به آن در چهار ماه گرم سال معادل ۱۴ درصد از کل ناترازی برق و حدود ۶ درصد از کل ناترازی توان برآورد می‌شود. با حذف استخراج غیرمجاز رمزارز، سهم ساعات با کسری بیش از ۱۰ هزار مگاوات در کل تابستان از ۱۷.۹ درصد به ۱۲.۳ درصد اوقات می‌رسد. تأمین برق استخراج رمزارز، نیازمند مصرف سالیانه حدود ۲ میلیارد لیتر سوخت معادل گازوئیل است و بار مالی ناشی از آن تنها از این محل حدود ۱,۵ میلیارد دلار در سال ارزیابی می‌شود. از این رو مواجهه با این چالش نیازمند به کارگیری جدی ابزارهای نظارتی هوشمند برای ردیابی مصارف غیرقانونی است. علاوه بر این، چارچوب قانونی فعلی برای مقابله با آن با خلأها و ابهام‌هایی مواجه است و اصلاح مقررات مربوط به مجازات آن که در گزارش دیگری بررسی خواهد شد، ضروری است.

بیان / شرح مسئله

سودآوری استخراج رمزارز و پایین بودن نسبی قیمت برق موجب گسترش فعالیت استخراج رمزارز در کشور شده بود، هرچند از سال ۱۳۹۸ به بعد چارچوب‌های قانونی برای فعالیت و تأمین برق استخراج رمزارز تدوین شد، اما همچنان بخشی از این فعالیت‌ها به صورت غیرمجاز و از طریق انشعابات غیرقانونی و بهره‌گیری از تعرفه‌های یارانه‌ای و نامتناسب با ماهیت این مصرف انجام می‌شود. در سال‌های اخیر نیز به واسطه تشدید ناترازی برق، مصرف برق فعالیت‌های غیرمجاز استخراج رمزارز بسیار مدنظر قرار گرفته است. از این رو، برآورد ابعاد مصرف برق استخراج غیرمجاز رمزارز و آثار آن بر شبکه برق کشور، به یکی از موضوعات مهم در حوزه سیاستگذاری انرژی و مدیریت منابع تبدیل شده است.

نقطه نظرات / یافته‌های کلیدی

■ از منظر انرژی، افزایش هرگونه مصارف غیرمجاز برق، به‌ویژه در صنعت استخراج رمزارز، چالش‌ها و پیامدهای عمده‌ای به همراه دارد که از مهم‌ترین آنها عبارت‌اند از: استفاده نامتعارف اشخاصی خاص از یارانه‌های انرژی؛ تحمیل مستقیم محدودیت‌های تأمین برق معادل مصرف غیرمجاز، به بخش‌های مولد و رفاهی در اوقات اوج مصرف تابستان و زمستان، که در نهایت به کاهش تولید ناخالص داخلی و سطح رفاه عمومی جامعه منجر می‌شود و در نهایت تجهیزات استخراج رمزارز به دلیل استفاده از منابع تغذیه اینورتری می‌توانند با افزایش هارمونیک، بر کیفیت برق شبکه اثر منفی بگذارند.

■ یکی از راه‌های برآورد مصرف برق فعالیت استخراج رمزارز، استفاده از شاخص هش‌ریت^۱ است که به دلیل رابطه مستقیم میان توان پردازشی و مصرف انرژی سخت‌افزارهای ماینینگ، یکی از مبانی اصلی برآورد مصرف برق محسوب می‌شود. هش‌ریت ایران در پایان سال ۲۰۲۵ برابر با ۱۰ گزاهش بوده که بعد از جنگ رمضان، به حدود ۱۲ گزاهش کاهش یافته است. با فرض میانگین هش‌ریت هر دستگاه در حدود ۱۳ تا ۱۵ TH/s و میانگین توان مصرفی در بازه ۱۳۰۰ تا ۱۵۰۰ وات و سایر فرضیه‌ها، برآورد می‌شود مصرف برق ناشی از دستگاه‌های استخراج رمزارز در ایران تا پیش از وقوع جنگ رمضان در بیشترین حالت حدود ۱۰۴۰ الی ۱۱۵۰ مگاوات متغیر باشد. این روش به دلیل برخی از فرضیه‌ها، دارای خطاهایی در میزان سهم هش‌ریت ایران در جهان است، اما در صورت عدم وجود آمار قابل استناد، دید خوبی از میزان مصرف در یک کشور می‌دهد.

■ یکی دیگر از راه‌های برآورد مصرف استفاده از بازه‌های زمانی قطع سراسری اینترنت در کشور است، زیرا ماینرها برای فعالیت پایدار به اتصال اینترنت نیاز دارند. با تحلیل الگوی مصرف در دی‌ماه سال ۱۴۰۴ که شبکه اینترنت در سراسر کشور با قطعی مواجه شد، می‌توان دریافت که الگوی متوسط مصرف یک هفته پس از قطع سراسری اینترنت (در ساعات ۳ تا ۵ صبح که بار پایه وجود دارد)، با کاهش حدود ۹۳۰ مگاوات در بار پایه مواجه شده است. با این حال، این برآورد با ملاحظات همراه بوده، چرا که بخشی از آن ممکن است ناشی از کاهش سایر مصارف وابسته به اینترنت مانند کاهش فعالیت مراکز داده، سرورها یا سایر مصرف‌های زیرساختی باشد. از سوی دیگر مصرف برق استفاده برخی ماینرها از مسیرهای ارتباطی جایگزین مانند اینترنت ماهواره‌ای که تفکیک و اندازه‌گیری سهم آنها امکان‌پذیر نیست در آن لحاظ نشده است.

■ شبکه برق کشور در تابستان سال‌های گذشته به صورت متوسط با کسری انرژی در حدود ۵ میلیارد کیلووات ساعت در ماه مواجه بوده و مصرف برق استخراج غیرمجاز رمزارزها، معادل حدود ۱۴ درصد از کل کسری انرژی ماهیانه کشور در ایام اوج مصرف تابستان

1. Hashrate



است. شایان ذکر است به لحاظ ناترازی توان در اوج تقاضای تابستان که به حدود ۱۴,۷ هزار مگاوات رسیده، سهم توان ۹۳۰ مگاواتی استخراج رمزارزها حدود ۶ درصد برآورد می‌شود.

■ بررسی توزیع ساعات ناترازی برق نیز نشان می‌دهد حذف مصرف برق مرتبط با استخراج غیرمجاز رمزارزها می‌تواند به کاهش قابل توجه شدت ناترازی کمک کند. در این حالت، سهم ساعات بدون کسری برق از کل ساعات تابستان از ۵.۲ درصد به ۳۳.۶ درصد افزایش یافته و سهم ساعات دارای کسری کمتر از هزار مگاوات از ۲۸.۷ درصد به ۲.۱ درصد کاهش می‌یابد. همچنین سهم ساعات با کسری بیش از ۱۰ هزار مگاوات از ۱۷.۹ درصد به ۱۲.۳ درصد می‌رسد. این نتایج بیانگر آن است که اگرچه استخراج رمزارز علت اصلی ناترازی برق کشور نیست، اما کنترل و حذف مصارف غیرمجاز این بخش می‌تواند نقش مؤثری در کاهش شدت و توزیع ناترازی شبکه ایفا کند.

■ مقایسه آستانه درآمدزایی استخراج رمزارز با تعرفه‌های برق سال ۱۴۰۵ در ایران نشان می‌دهد که این فعالیت در بخش‌های مصرفی کشور که دارای تعرفه پلکانی‌اند، مانند خانگی فاقد توجیه اقتصادی است و در بخش‌های کشاورزی، تجاری، صنعتی (به ویژه صنایعی که کسب و کار آنها به دلایلی کاهش یافته یا با تعطیلی مواجه بوده‌اند) و عمومی (بخش‌هایی که تعرفه برق آنها ناچیز است) امکان سودآوری دارد. در نتیجه، فعالیت‌های غیرمجاز استخراج عمدتاً از طریق انشعاب‌های غیرمجاز از همه بخش‌ها، سوءاستفاده از انشعاب‌های دارای تعرفه اقتصادی یا بهره‌برداری از برق داخلی نیروگاه‌ها (هرچند مقدار برق خالص و ناخالص نیروگاه‌ها قابل اندازه‌گیری بوده و امکان شناسایی سوءاستفاده احتمالی در این بخش قابل انجام است) امکان‌پذیر است.

پیشنهاد راهکارهای تقنینی، نظارتی یا سیاستی

بخشی از مصارف برق ماینرها از اتصالات غیرمجاز (پشت کنتور) یا تکیه بر تعرفه‌های رایگان، ثابت و فاقد پایش پله‌ای است. از این رو فرایند کشف فعالیت غیرمجاز استخراج رمزارز صرفاً از طریق مقایسه مصرف مشترکان میسر نخواهد بود. مواجهه مؤثر با این پدیده، نیازمند تغییر روش‌های سنتی به سمت نظارت‌های هوشمند و یکپارچه است که مجموعه‌ای از اقدام‌های چندبُعدی مانند داده‌کاوی الگوهای بار در مراکز اندازه‌گیری و سنجش داده‌های بار، تحلیل آماری مصرف داخلی نیروگاه‌ها، تلفات غیرفنی شبکه توزیع و تقاطع آن با مصارف فیدرها و مشترکان و تقاطع‌گیری آن با سایر داده‌ها از جمله داده‌های ترافیک شبکه اینترنت، تولید واحدهای صنعتی با محصول خروجی آن را می‌طلبد.

در کنار ضعف‌های موجود در سازوکارهای شناسایی و پایش، چارچوب قانونی موجود مانند قانون مجازات استفاده‌کنندگان غیرمجاز از آب، برق، تلفن برای مقابله با استخراج غیرمجاز رمزارز کافی نبوده و نیز با خلأها ابهام‌هایی مواجه است، از این رو تکمیل چارچوب تقنینی ناظر بر مجازات استخراج غیرمجاز رمزارز ضروری است که در گزارش دیگری به آن پرداخته خواهد شد.

۱. مقدمه

فرایند استخراج رمزارزها به دلیل ماهیت پردازشی خود، نیازمند مصرف مداوم برق است و تقریباً در تمامی کشورهای دنیا فعالیت‌هایی در این راستا وجود دارد، اما به صورت کلی در کشورهایی که قیمت انرژی یارانه‌ای بوده، جذابیت استخراج به مراتب بیشتر است. در مواجهه با این تقاضای فزاینده، عموم کشورها به سمت تدوین چارچوب‌های قانونی و مقررات‌گذاری حرکت کرده‌اند، رویه‌ای که در ایران نیز طی سال‌های اخیر دنبال شده و بستر قانونی مشخصی را برای این فعالیت ایجاد کرده است. در حال حاضر، فعالیت استخراج رمزارز در کشور به دو صورت انجام می‌شود. گروه نخست، فعالانی هستند که با توجه به مقررات موجود نسبت به اخذ مجوز و تأمین انرژی لازم اقدام کرده‌اند، گروه دوم با هدف کسب سود بیشتر، به شکل غیرقانونی فعالیت می‌کنند. مصارف انرژی پنهان این گروه عموماً از طریق انشعابات غیرمجاز به شبکه تحمیل می‌شود یا در پوشش بخش‌های مصرفی دارای تعرفه پایین، صورت می‌گیرد.

از منظر انرژی، افزایش هرگونه مصارف غیرمجاز برق، به‌ویژه در صنعت استخراج رمزارز، دو چالش و پیامد عمده به همراه دارد: نخست، تحمیل هزینه تمام شده انرژی مصرفی که به صورت غیرمجاز استفاده شده به کل جامعه، در حالی که عواید اقتصادی حاصل از آن صرفاً به بخش محدودی از افراد اختصاص می‌یابد، و دوم، تحمیل مستقیم محدودیت‌های تأمین برق معادل مصرف غیرمجاز به بخش‌های مولد و رفاهی در اوقات اوج مصرف تابستان و زمستان، که در نهایت به کاهش تولید ناخالص داخلی و افت سطح رفاه عمومی جامعه منجر می‌شود. در حالی که صنعت برق کشور در سال‌های اخیر با چالش ناترازی برق مواجه شده، به‌طوری که براساس آمارهای اعلامی وزارت نیرو، میزان کسری برق در اوج تقاضای بار در سال‌های اخیر در محدوده ۱۴ تا ۱۷٫۵ هزار مگاوات بوده است. ابعاد گسترده ناترازی سبب شده تا مدیریت اضطراری بار و اعمال خاموشی‌ها، علاوه بر بخش‌های صنعتی و تجاری، مصارف خانگی را نیز تحت تأثیر قرار داده و در برخی بازه‌های زمانی به حدود چهار ساعت در روز افزایش یابد. از منظر انرژی نیز، میزان کسری ماهیانه برق در فصول گرم سال به حدود ۵٫۶ میلیارد کیلووات ساعت می‌رسد. در چنین شرایطی، هرگونه بار مصرفی غیرمجاز مانند مصرف برق استخراج رمزارز، پایداری شبکه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. این موضوع در زمستان سال جاری، با توجه به کسری گاز و احتمال کاهش تولید برق نیروگاه‌های گازی، اهمیت بیشتری خواهد داشت؛ زیرا با کاهش مصارف سرمایشی، مصرف برق خانگی نیز کاهش می‌یابد و در نتیجه، برای جبران بار غیرمجاز ناشی از استخراج رمزارز، محدودیت بر تعداد بیشتری از مشترکین خانگی اعمال خواهد شد.

تاکنون ارزیابی‌ها و گزارش‌های متعددی درباره میزان مصرف برق این بخش منتشر شده که تفاوت‌هایی در ارقام اعلامی آنها مشاهده می‌شود و از روش‌هایی استفاده شده که با توجه به ماهیت فرایند استخراج قابل اتکا نیست. این مرکز نیز در گزارش پیشین خود، با توجه به شاخص نرخ پردازش شبکه (هش‌ریت)، اقدام به برآورد مصرف برق بر مبنای توان محاسباتی کرده، اما با توجه به اهمیت موضوع، گزارش حاضر با هدف دقیق‌تر کردن سهم واقعی استخراج رمزارز در مصرف انرژی برق تدوین شده است. این پژوهش از یک سو با تمرکز بر شاخص‌های بین‌المللی و توان پردازشی کل شبکه (هش‌ریت) و از سوی دیگر با تحلیل تجربی رفتار و داده‌های مصرف شبکه در دوره قطع سراسری اینترنت، به برآورد مصرف برق فرایند استخراج رمزارز در ایران پرداخته است.

در بخش اول، به صورت مختصر به مرور تاریخچه مقررات مرتبط با وضعیت تأمین انرژی استخراج رمزارز در ایران می‌پردازد. در بخش دوم، میزان سهم این صنعت از مصرف کل برق کشور براساس دوروش مجزا برآورد می‌شود. در نهایت، بخش پایانی گزارش به تحلیل ابعاد و پیامدهای این مصارف بر ناترازی برق و همچنین برآورد مالی هزینه‌های تحمیلی سوخت نیروگاهی اختصاص یافته است.



۲. سابقه قانونی تأمین انرژی استخراج رمزارز

فعالیت‌های مرتبط با استخراج رمزارز در ایران در دهه ۱۳۹۰ آغاز شد، اما این حوزه تا پیش از اواخر سال ۱۳۹۸ فاقد بستر قانونی و چارچوب مقرراتی مشخص برای نظام‌بخشی به فعالیت فعالان این بخش بود. با تشدید نیاز به ساماندهی این فرایند، هیئت وزیران در مصوبه‌ای در سال ۱۳۹۸^۱، استخراج فرآورده‌های پردازشی رمزنگاری شده (رمزارز) را به عنوان یک فعالیت صنعتی به رسمیت شناخت و تداوم آن را به اخذ مجوزهای قانونی از وزارت صنعت، معدن و تجارت مشروط کرد. پس از آن، در سال ۱۴۰۱، آیین‌نامه استخراج رمزارزی‌ها با اصلاحات و الحاقات بعدی^۲ به تصویب هیئت وزیران رسید که مهم‌ترین سند بالادستی در این حوزه محسوب می‌شود. به منظور تبیین جزئیات اجرایی تأمین برق مراکز استخراج رمزارزی، وزارت نیرو دستورالعمل تأمین برق مراکز استخراج رمزارزی‌ها^۳ را در اجرای این آیین‌نامه تدوین و ابلاغ کرده است. این دستورالعمل، الزامات اجرایی مرتبط با نحوه تأمین برق مراکز استخراج، شرایط واگذاری انشعاب، محدودیت‌های مصرف در دوره‌های اوج بار، سازوکار اعمال تعرفه‌ها و مشوق‌های قیمتی، ضوابط احداث نیروگاه‌های اختصاصی، نحوه خرید برق از تابلوی سبز بورس انرژی و الزامات پایش و کنترل مصرف از طریق تجهیزات اندازه‌گیری را تشریح می‌کند. مهم‌ترین موارد مربوط به این آیین‌نامه و همچنین دستورالعمل در حوزه انرژی شامل موارد زیر می‌شود:

- **منوط شدن صدور مجوز به استعلام از وزارتخانه‌های نفت و نیرو (آیین‌نامه، تبصره «۴» ماده (۲)):** وزارت صمت و سازمان‌های مناطق آزاد موظف شده‌اند پیش از صدور هرگونه مجوز استخراج، تأییدیه تأمین سوخت فسیلی و برق را به ترتیب از وزارتخانه‌های نفت و نیرو دریافت کنند. هدف از این بند، تطبیق پتانسیل رشد مصرف این بخش با میزان ناترازی شبکه بوده است.
- **مکانیزم مشوق‌های قیمتی (دستورالعمل، بندهای «۲-۳-۴» و «۳-۳-۴»):** برای متقاضیان دریافت انشعاب از شبکه سراسری، دو نوع تخفیف مشروط بر روی قبوض گاز و برق در نظر گرفته شده است، تخفیف اتصال به ولتاژهای بالا جهت تشویق مزارع بزرگ مقیاس (حداکثر ۲۰ درصد) و تخفیف مربوط به ایفا و تأیید تعهد ارزی توسط بانک مرکزی (حداکثر ۱۰ درصد).
- **اعمال محدودیت در ایام ناترازی (پیک مصرف) ماده (۸) آیین‌نامه و همچنین دستورالعمل، بندهای «۴-۱-۲-۳»، «۴-۱-۲-۱۰» و «۴-۲-۴»:** وزارتخانه‌های نیرو و نفت موظف به تعیین و ابلاغ رسمی زمان‌های محدودیت شبکه در طول سال شده‌اند. شرکت‌های تابعه مکلف‌اند با ابزارهای سنجش، مصرف مزارع را پایش کرده و در صورت عدم رعایت محدودیت‌ها در ایام پیک، نسبت به قطع فوری برق و گاز آنها اقدام کنند.
- **ممنوعیت تغییر کاربری انشعاب‌ها (ماده (۵) آیین‌نامه):** استفاده از هرگونه انشعاب برق یا گاز که برای مصارف خانگی، صنعتی، کشاورزی یا تجاری برقرار شده، جهت استخراج رمزارزی ممنوع است. استفاده از چنین انشعاب‌هایی از مصادیق استفاده غیرمجاز در ماده (۱) قانون استفاده‌کنندگان غیرمجاز از آب، برق، تلفن، فاضلاب و گاز تلقی و وزارت نیرو مکلف به شناسایی و قطع آنها شده است.
- **تعیین شیوه‌های تأمین انرژی مزارع رمزارز (دستورالعمل، فصل ۴ (بخش ۲-۴)):** مراکز مجاز می‌توانند انرژی مورد نیاز خود را از طریق یک یا ترکیبی از روش‌های زیر تأمین کنند:

۱. مصوبه هیئت وزیران در خصوص شرایط استفاده از رمزارزها، به شماره ۵۸۱۴۴/ت/۵۵۶۳۷-هـ مورخ ۱۳/۵/۱۳۹۸.

۲. مصوبه شماره ۵۱۴۵۵/ت/۵۹۳۶۸-هـ مورخ ۱۴۰۱/۰۶/۱۴ هیئت وزیران.

۳. دستورالعمل تأمین برق مراکز استخراج رمزارزی‌ها، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی وزارت نیرو، بهار ۱۴۰۳، مستند بر مصوبه شماره ۵۱۴۵۵/ت/۵۹۳۶۸-هـ هیئت وزیران مورخ ۱۴۰۱/۸/۲۲ هیئت وزیران و اصلاحات بعد آن.

جدول ۱. شیوه‌های تأمین انرژی مزارع رمزارز مبتنی بر دستورالعمل تأمین برق مراکز استخراج رمزارزها

ردیف	روش تأمین برق	شرایط
۱	اتصال به شبکه و خرید از شرکت‌های برق	نیاز به جواز تأسیس و پروانه بهره‌برداری معتبر از وزارت صمت. خرید برق در اوقات محدودیت‌دار ممنوع است.
۲	احداث نیروگاه حرارتی خارج از شبکه	انشعاب جداگانه مجاز اما اتصال نیروگاه به شبکه ممنوع است. در صورت داشتن انشعاب، فقط وقتی می‌توان از نیروگاه استفاده کرد که مصرف از شبکه کاملاً قطع شده باشد. خرید برق از شبکه در اوقات محدودیت‌دار ممنوع بوده و تأمین سوخت تابع آیین‌نامه استخراج رمزارزهاست.
۳	نیروگاه حرارتی با سوخت گاز همراه (فلر)	می‌تواند انشعاب برق را (با رعایت ضوابط) واگذار کند. خرید برق از شبکه برای استخراج در اوقات محدودیت‌دار ممنوع است. تأمین سوخت فقط از گاز فلر مجاز است، استفاده از هر سوخت دیگر، نیروگاه را از این بند خارج کرده و تابع دستورالعمل جداگانه‌ای می‌کند.
۴	نیروگاه‌های تجدیدپذیر جدید/احداث	در این حالت، انشعاب پشتیبان از شبکه در صورت نیاز مجاز است. پس از کسر مصرف استخراج و تهاتر انرژی دریافتی از شبکه، اگر خالص برق تزریق شده به شبکه مثبت باشد، سابقاً آن را طبق مقررات خرید تضمینی خریداری می‌کند، در صورت منفی بودن، مابه‌التفاوت با نرخ فروش برق به مراکز استخراج رمزارز محاسبه و دریافت می‌شود.
۵	سرمایه‌گذاری در بهینه‌سازی مصرف یا گواهی صرفه‌جویی	متقاضی باید قرارداد انشعاب برق با شرکت برق را منعقد کند. تنها در صورتی در اوقات محدودیت‌دار مجاز است که صرفه‌جویی در همان اوقات محقق شود.
۶	خرید از تابلوی سبز بورس انرژی	متقاضی باید قرارداد انشعاب برق با شرکت برق را منعقد کند. نکته مهم اینکه اگر خرید برق از تابلوی سبز در اوقات محدودیت‌دار انجام شود، شرکت برق موظف است برق مرکز استخراج را تأمین کند (تأمین برق الزامی است).

مأخذ: یافته‌های پژوهش.

باید توجه داشت در ایام اوج تقاضای برق که توسط وزارت نیرو اعلام می‌شود، خرید برق از شبکه برای استخراج رمزارز کاملاً ممنوع است، مگر آنکه تأمین برق از طریق یکی از روش‌های ۴، ۵ و ۶ و با رعایت شرایط مقرر برای هر یک از این روش‌ها مطابق دستورالعمل تأمین برق مراکز استخراج رمزارزها انجام شود.^۱

در خصوص بهای هر کیلووات ساعت برق مصرفی مراکز استخراج رمزارز، همان‌طور که ذکر شد معادل متوسط قیمت صادراتی برق و براساس نرخ ارز حواله مرکز مبادله ارز و طلای ایران تعیین می‌شود و عوارض برق و مالیات بر ارزش افزوده نیز به آن افزوده می‌شود. این نرخ هر سه ماه یک‌بار توسط شرکت توانیر به‌روزرسانی و ابلاغ می‌شود. در جدول ۲ نرخ هر کیلووات ساعت برق مصرفی مراکز استخراج رمزارز براساس بخشنامه‌های وزارت نیرو در ۸ دوره زمانی متفاوت نشان داده شده است.

۱. تبصره «۳» بند «۴-۲-۳»، بند «۴-۲-۵-۳» و بند «۴-۲-۶-۳» دستورالعمل تأمین برق مراکز استخراج رمزارزها.



جدول ۲. بهای هر کیلووات ساعت برق مصرفی مراکز استخراج رمزارز

دوره سه ماهه	نرخ هر کیلووات ساعت (ریال)
۲۸ مرداد تا ۲۸ آبان ۱۴۰۲	۲۶,۲۵۷
۲۸ آبان تا ۲۸ بهمن ۱۴۰۲	۲۷,۰۸۳
۲۸ اردیبهشت تا ۲۸ مرداد ۱۴۰۳	۲۸,۳۲۰
۲۸ مرداد تا ۲۸ آبان ۱۴۰۳	۳۱,۵۷۴
۲۸ آبان تا ۲۸ بهمن ۱۴۰۳	۳۸,۹۱۸
۲۸ بهمن ۱۴۰۳ تا ۲۸ مرداد ۱۴۰۴	۴۶,۲۷۹
۲۸ مرداد تا ۲۸ آبان ۱۴۰۴	۴۲,۸۵۴
۲۸ بهمن ۱۴۰۴ تا ۲۸ اردیبهشت ۱۴۰۵	۷۰,۹۰۵

مأخذ: براساس بخشنامه‌های وزارت نیرو.

اگرچه اختلاف میان نرخ برق صادراتی مصرف رمزارزها و تعرفه مصارف داخلی وجود دارد و استفاده از برق سایر بخش‌ها با تعرفه‌های کمتر به منظور استخراج رمزارز محتمل بوده، اما ساختار تعرفه گذاری در اکثر بخش‌های مصرفی برق به صورت پلکانی و متناسب با حجم مصرفی تنظیم شده است. با توجه به اینکه مصارف مداوم تجهیزات استخراج رمزارز بار مصرفی را به بالاترین پلکان‌ها منتقل می‌کند، لذا برق مصرفی آنها با بیشترین تعرفه مختص هر بخش محاسبه می‌شود. بنابراین بخش عمده فعالیت‌های غیرقانونی در این حوزه، به سمت بهره‌گیری از انشعابات غیرمجاز (پشت کنتور) یا سوءاستفاده از تعرفه ثابت و فاقد پایش پلکانی دائم حرکت کرده که در ادامه به آن پرداخته خواهد شد. شایان ذکر است که شرکت‌های توزیع نیروی برق موظف‌اند افراد متخلفی را که بدون مجوز معتبر (یا با استفاده غیرمجاز از شبکه) اقدام به استخراج رمزارز می‌کنند، شناسایی و ضمن قطع جریان برق، هزینه مصرفی، خسارات و حقوق مترتبه را دریافت و متخلفان را با استناد به ماده (۱) قانون استفاده غیرمجاز از آب، برق، تلفن، فاضلاب و گاز به مراجع قضایی معرفی کنند. همچنین برای انسجام در برخورد، شرکت‌های توزیع نیروی برق موظف‌اند کارگروهی با نماینده شورای تأمین استان و سایر دستگاه‌ها تشکیل دهند. همچنین شناسایی متخلفان توسط اشخاص حقیقی، حقوقی و دستگاه‌های امنیتی و انتظامی مشمول پاداش و حق الکشف می‌شود.

۳. برآورد مصرف برق استخراج رمزارز در ایران



برای محاسبه میزان مصرف برق مرتبط با استخراج رمزارز در یک کشور، به‌طور کلی سه رویکرد وجود دارد. روش اول بر پایه آمار دقیق و ثبت شده از سخت‌افزارهای فعال در کشور استوار بوده که اگرچه با داشتن توان مصرفی هر دستگاه محاسباتی دقیق ارائه می‌دهد، اما به دلیل ماهیت نامتمرکز این صنعت و سهم بالای استخراج غیرقانونی، عملاً ابزاری ناکارآمد و دور از واقعیت است. روش دوم، اتکا به داده‌های کلان شبکه مانند هش‌ریت جهانی و محاسبه مصرف برق آن براساس تخمین سهم کشور از پردازش جهانی است. در نهایت، روش سوم به عنوان یک روش تجربی، استفاده از بازه‌های زمانی قطع سراسری اینترنت و تقاطع آن با تغییرات و ریزش بار در شبکه برق است که تصویری از میزان مصرف را نشان می‌دهد.

در ادامه این بخش، با تکیه بر دوروش مبتنی بر داده‌های بین‌المللی و همچنین تحلیل رفتار بار در زمان قطعی اینترنت، میزان استخراج رمزارز در ایران برآورد شده است. بنابراین، تمامی تحلیل‌ها و محاسبات ارائه شده در این گزارش، براساس آخرین داده‌های به‌روز شده پایش شبکه برق و داده‌های

شبکه استخراج رمزارز انجام گرفته است. باید توجه کرد که روش‌های برآورد به کار رفته امکان تفکیک کامل استخراج مجاز و غیرمجاز را ندارند، اما با توجه به سهم محدود و اندک^۱ مراکز استخراج مجاز در دوره مورد مطالعه، تمام برآورد صورت گرفته به عنوان مصارف غیرمجاز لحاظ می‌شود.

۳-۱. برآورد میزان مصرف برق استخراج رمزارز مبتنی بر هش ریت

هش ریت شاخصی برای اندازه‌گیری کل قدرت پردازشی شبکه یک رمزارز مانند بیت کوین در هر ثانیه است که معمولاً با واحدهایی مانند اگراهش بر ثانیه سنجیده می‌شود. هش ریت بازتاب‌دهنده مستقیم حجم سخت‌افزارهای فعال در شبکه است و به عنوان هسته اصلی محاسبات برق مصرفی در این بخش شناخته می‌شود. علت اینکه می‌توان از هش ریت برای تخمین مصرف برق استفاده کرد، رابطه میان قدرت پردازش و توان الکتریکی مصرفی سخت‌افزار است. از آنجاکه برای تولید هر واحد هش ریت، دستگاه‌ها ناگزیر به مصرف انرژی هستند، می‌توان به یک محدوده از برق مصرفی کل شبکه دست یافت. مراجع پژوهشی بین‌المللی با پایش مداوم مدل سخت‌افزارهای غالب در بازار و تقاطع آن با هش ریت شبکه، توان مصرفی کل را اندازه‌گیری می‌کنند [۱، ۲ و ۳].

شکل هش ریت کل شبکه بیت کوین در چند سال اخیر، یک روند صعودی مستمر را نشان می‌دهد که علی‌رغم نوسانات قیمتی و محدودیت‌های نظارتی در برخی کشورها، همواره صعودی بوده است. این شاخص که در اواخر سال ۲۰۲۱ میلادی در محدوده ۱۸۰ اگراهش بر ثانیه قرار داشت، با پیمودن مسیری افزایشی، در سال ۲۰۲۵ برای نخستین بار از مرز ۱۰۰۰ اگراهش (یک زتاهش) بر ثانیه عبور کرد. این جهش نشان می‌دهد که توان پردازشی شبکه بیت کوین طی این بازه زمانی کوتاه، بیش از ۶ برابر رشد کرده است [۱].

شکل ۱. نمودار میزان هش ریت استخراج رمزارز در دنیا در سال‌های اخیر [۱]



۱. سهم محدود مراکز استخراج مجاز در دوره مورد مطالعه ناشی از دو عامل اصلی است: نخست، اعمال محدودیت‌های مصرف برق این مراکز در هر دو دوره اوج بار تابستان و افزایش ناترازی برق، منجر به جمع‌آوری بخشی از مزارع رمزارز مجاز شده؛ و دوم، هم‌زمانی دوره مطالعه با فصل زمستان و شرایط کمبود سوخت نیروگاه‌ها که به تشدید محدودیت‌های تأمین برق برای این مراکز منجر شده است.



برای برآورد میزان مصرف برق استخراج بیت کوین در ایران، نخستین گام، تعیین سهم ایران از کل هشریت جهانی است. با این حال، دستیابی به یک عدد قطعی در این زمینه با چالش‌هایی روبه‌رو است، زیرا آمار رسمی و یکپارچه‌ای که تمام فعالیت‌های این حوزه (به‌ویژه بخش‌های غیررسمی) را پوشش دهد، وجود ندارد. اگرچه برخی منابع بین‌المللی با استفاده از تحلیل ترافیک شبکه و داده‌های نمونه تصویری از وضعیت کشورها ارائه می‌دهند، اما بررسی دقیق‌تر نشان می‌دهد که این آمارها اغلب با ابهامات ساختاری همراه‌اند. به‌عنوان مثال، شاخص دانشگاه کمبریج^۱ که مرجع مورد استفاده در بسیاری از تحقیقات مشابه بوده، به‌روزرسانی نقشه استخراج خود را براساس داده‌های مستقیم دریافتی، عملاً پس از ژانویه ۲۰۲۲ محدود کرده است. اما برای سال‌های پس از آن، برآوردهای مربوط به سهم کشورها در مقالات و مجلات بین‌المللی بیشتر بر پایه مدل‌سازی‌های احتمالی و داده‌های محدود منتشر شده که نمی‌توان آنها را به‌عنوان آمار قطعی تلقی کرد [۳].

به‌عنوان مثال در بازه زمانی پیش از سال ۲۰۲۱ که سایت کمبریج آمار تفکیکی ارائه می‌داد، داده‌ها تحت ملاحظات متدولوژی خاصی منتشر می‌شدند. براساس متدولوژی اعلام شده در این وبسایت، چندین چالش کلیدی وجود دارد که اعتبار آمارها را ممکن است با ابهام روبه‌رو کند. بسیاری از ماینرها برای دور زدن محدودیت‌ها یا ملاحظات امنیتی، از ابزارهایی استفاده می‌کنند که آدرس IP واقعی آنها را پنهان می‌کند. این موضوع باعث می‌شود هشریت تولیدی در یک کشور، به اشتباه در کشور دیگری که سرور VPN در آن قرار دارد ثبت شود. همچنین عموماً برآوردها براساس مشارکت داوطلبانه تعداد محدودی از استخرهای بزرگ استخراج جمع‌آوری شده است. اگرچه این استخرها سهم بزرگی از بازار را دارند، اما رفتار ماینرها در استخرهای کوچک‌تر یا خصوصی ممکن است متفاوت باشد و در آمار لحاظ نشود. بنابراین، اتکا به این آمارها بدون در نظر گرفتن این سوگیری‌های آماری، می‌تواند به محاسبات اشتباه در برآورد مصرف انرژی منجر شود [۳].

اما در عین حال، باید پذیرفت که علی‌رغم تمام این عدم قطعیت‌ها، چنانچه داده‌های دیگری در دسترس نباشند، همین شاخص‌های بین‌المللی کماکان به‌عنوان تنها ابزار موجود برای ترسیم نمایی کلی از وضعیت استخراج شناخته می‌شوند. استفاده از این آمارها برآوردی نسبی و دید کلی از میزان مصرف برق کشور ارائه می‌دهند که برای تحلیل‌های کلان انرژی و سیاستگذاری‌های اولیه، به مراتب کارآمدتر از فقدان کامل اطلاعات است.

بررسی‌های صورت گرفته بر پایه منابع متعدد و آخرین داده‌های در دسترس نشان می‌دهد که میزان هشریت ایران در سال‌های اخیر، عموماً در محدوده‌ای بین ۶ الی ۱۰ اگراهش بر ثانیه برآورد می‌شود. همچنین براساس آخرین اطلاعات بین‌المللی [۲]، میزان هشریت کشور در دوره پیش از جنگ در ۹ اسفند، حداکثر مقدار این بازه یعنی حدود ۱۰ اگراهش بر ثانیه ثبت شده که با آغاز جنگ و وقوع قطعی گسترده اینترنت، این شاخص با ریزش قابل توجه به محدوده ۲ اگراهش بر ثانیه تقلیل می‌یابد. از این رو، در بخش محاسبات مبتنی بر روش هشریت در این گزارش، عدد ۱۰ اگراهش بر ثانیه به‌عنوان حداکثر توان پردازشی کشور در شرایط عادی شبکه لحاظ شده است.

اگرچه هشریت مورد استفاده در این تحلیل صرفاً به شبکه بیت کوین مربوط بوده، اما با توجه به اینکه بخش عمده کشفیات استخراج غیرمجاز رمزارز در کشور تاکنون به بیت کوین اختصاص داشته است [۴]، فرض می‌شود تمامی فعالیت‌های استخراج رمزارز مربوط به بیت کوین باشد. از این رو، هشریت شبکه بیت کوین به‌عنوان نماینده‌ای مناسب برای برآورد مصرف کل انرژی ناشی از استخراج رمزارز در این گزارش استفاده شده است. برای تخمین مصرف برق استخراج رمزارز در ایران، لازم است پس از برآورد سهم هشریت در ایران که در بالا به آن اشاره شد، میانگین توان مصرفی و میانگین هشریت دستگاه‌های مورد استفاده نیز برآورد شود. با این حال، به دلیل ماهیت غیررسمی و قاچاق بودن بخش قابل توجهی از این فعالیت‌ها، داده دقیق و قابل اتکایی در دسترس نیست. با توجه به اینکه این دستگاه‌ها عموماً به‌صورت غیررسمی از شبکه برق استفاده می‌کنند و اغلب از نسل‌های قدیمی‌تر یا دست دوم هستند، می‌توان نتیجه گرفت که نسبت به استاندارد جهانی، از توان مصرفی نسبتاً بالا و هشریت پایین‌تری برخوردارند. با توجه به میانگین توان دستگاه‌های کشف شده، در این تحلیل میانگین هشریت هر دستگاه در حدود ۱۳ تا ۱۵ TH/s و میانگین توان مصرفی در بازه ۱۳۰۰ تا ۱۵۰۰ وات در نظر گرفته شده است [۴]. با توجه به فرضیات صورت

1. CBECI

گرفته در خصوص سهم ایران از هشریت جهانی، متوسط توان مصرفی و هشریت برآورده شده دستگاه‌های موجود در ایران، حداکثر مصرف برق ناشی از دستگاه‌های استخراج رمزارز ۱۰۳۷ الی ۱۱۵۰ مگاوات تخمین زده می‌شود. بنابراین، این عدد کران بالای مصرف برق به واسطه استخراج رمزارز است، زیرا تجهیزات استخراج رمزارز فرض شده در محاسبه این عدد از نوع کم‌بازده انتخاب شده‌اند. باید توجه کرد که این روش به دلیل برخی از فرضیه‌ها، دارای خطاهایی در میزان سهم هشریت ایران در جهان است، اما در صورت نبود آمار قابل استناد، دید خوبی از میزان مصرف در یک کشور می‌دهد.

۳-۲. برآورد میزان مصرف برق استخراج رمزارز مبتنی قطع سراسری اینترنت

یکی از راهکارهای محاسبه میزان مصرف برق استخراج رمزارز، استفاده از بازه زمانی خاصی است که اینترنت در کشور به صورت سراسری با قطعی همراه بوده است. دستگاه‌های استخراج رمزارز برای فعالیت، نه تنها به برق، بلکه به یک اتصال پیوسته اینترنت نیاز دارند. بنابراین، با قطع شدن اینترنت سراسری، دستگاه‌های استخراج ناکارآمد شده و فرایند محاسباتی آنها متوقف می‌شود که این امر با خروج آنها از شبکه، به معنای کاهش مصرف برق آنهاست. با بررسی منحنی بار شبکه برق کشور در ساعات قبل و بعد از قطع اینترنت و سنجش میزان افت ناگهانی مصرف (در شرایطی که سایر متغیرهای محیطی مانند دما ثابت هستند)، می‌توان توان مصرفی دستگاه‌های خاموش شده را با دقت قابل قبولی محاسبه کرد.

برای برآورد میزان مصرف برق بخش استخراج رمزارز در ایران، سه مقطع زمانی قطع سراسری اینترنت در یک سال اخیر به عنوان آزمایش‌های طبیعی بررسی شده که هر کدام ویژگی‌ها و محدودیت‌های فنی متفاوتی دارند.

■ **قطع سراسری اینترنت در خرداد سال ۱۴۰۴:** در ۲۳ خرداد سال ۱۴۰۴، به دلیل وقوع جنگ دوازده روزه، اینترنت کشور پس از چندین اختلال، در نهایت در تاریخ ۲۸ خرداد به طور کامل و سراسری قطع شد. اطلاعات برق مصرفی شبکه برق در این دوره کاملاً در دسترس است، اما تقارن این مسئله با آغاز فصل گرم، مانع از ارزیابی دقیق جابه‌جایی بار رمزارزها می‌شود. در این بازه، نوسانات شدید ناشی از ورود سیستم‌های سرمایشی به مدار از یک سو، و جابه‌جایی جمعیت (به ویژه از پایتخت به سایر نقاط کشور) از سوی دیگر، رفتاری نامنظم و فاقد روند مشخص در منحنی مصرف کل ایجاد کرده است. این درهم آمیختگی متغیرها، امکان تفکیک سهم دقیق استخراج رمزارز از کل بار مصرفی را سلب می‌کند. لذا بررسی این آمار، دارای دقت کافی نیست.

■ **قطع سراسری اینترنت در دی ۱۴۰۴:** مقطع دوم که مبنای اصلی محاسبات این گزارش قرار گرفته، قطع سراسری اینترنت در ۱۸ دی ماه سال ۱۴۰۴ است. این بازه زمانی به دلیل وقوع در فصل زمستان، ایدئال‌ترین شرایط را برای تحلیل آماری فراهم آورده، زیرا عملاً هیچ گونه بار سرمایشی در شبکه وجود نداشته و جابه‌جایی جمعیت نیز به دلیل ماهیت علت قطع سراسری اینترنت، رخ نداده است. ثبات رفتار مصرف کنندگان خانگی و صنعتی در زمستان سبب شده که منحنی بار مصرفی کشور روند مشخص و ثابتی داشته باشد. در نتیجه، می‌توان کاهش ناگهانی بار هم‌زمان با قطع سراسری اینترنت را به خاموشی تجهیزات استخراج رمزارز مرتبط دانست، زیرا سایر مؤلفه‌ها ثابت بوده‌اند.

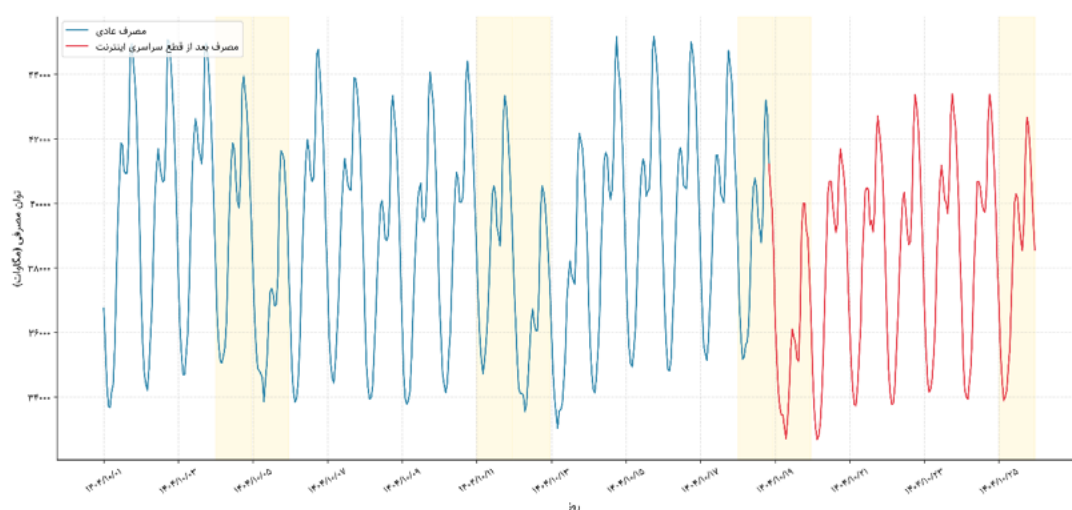
■ **قطع سراسری اینترنت در اسفند ۱۴۰۴:** سومین مقطع، قطع اینترنت سراسری به واسطه جنگ رمضان در ۹ اسفند سال ۱۴۰۴ است. اگرچه این رویداد نیز در فصل سرد رخ داد و پتانسیل بالایی برای تحلیل دارد، اما دو چالش اساسی مانع از استفاده از آن شده: نخست، عدم امکان دسترسی به داده‌های خام و تفکیکی شبکه برق به دلیل وجود شرایط خاص در این بازه زمانی و دوم، امکان بروز پدیده سازگاری با قطعی اینترنت بوده است. این امکان وجود دارد که با تکرار فرایند قطع اینترنت، بخشی از استخراج کنندگان به مرور روش‌های جایگزین و مسیرهای ارتباطی دیگری (نظیر اینترنت‌های ماهواره‌ای) را جایگزین کنند. همان‌طور که پیش‌تر ذکر شد براساس آمار هشریت ایران، با آغاز جنگ رمضان از ۱۰ به ۲ هگزهش کاهش یافت [۲] و به صورت کامل قطع نشد. بنابراین، با وجود خروج بخش عمده ماینرها از مدار، فعال ماندن برخی از لایه‌های این صنعت از طریق کانال‌های فرعی، احتمال خطای محاسباتی در این مقطع زمانی را افزایش می‌دهد.

از این رو با توجه به توضیحات ذکر شده، در ادامه برآورد میزان برق مصرفی استخراج‌کنندگان رمزارز براساس قطع سراسری اینترنت در ۱۸ دی‌ماه سال ۱۴۰۴ صورت می‌گیرد.

در تاریخ ۱۸ دی‌ماه ۱۴۰۴ [۵] شبکه اینترنت در سراسر کشور به مرور و طی چندین ساعت با قطعی گسترده و ناگهانی مواجه شد. این محدودیت که به مدت چند هفته به‌طور کامل ادامه داشت، عملاً تمامی فعالیت‌های مبتنی بر پهنای باند بین‌المللی را متوقف کرد. لذا با توجه به نکات گفته شده در بخش قبلی، برآورد مصرف برق استخراج‌کنندگان رمزارز در این مقطع زمانی امکان‌پذیر شد. با توجه به ماهیت غیررسمی فعالیت‌های استخراج رمزارز در کشور، این عدد باید به‌عنوان یک تخمین تحلیلی و نه یک مقدار قطعی در نظر گرفته شود. با این حال، در محاسبات انجام شده تلاش بر این بوده تا با فیلتر کردن نوسانات روزانه و تمرکز بر ساعات بار پایه، خطاهای معمول به حداقل رسیده و تخمین قابل قبولی با تکیه بر داده‌های موجود حاصل شود.

در شکل ۲ وضعیت مصرف ساعتی برق از تاریخ یکم الی ۲۵ دی‌ماه نشان داده شده است [۶]. بخش‌هایی از منحنی که به رنگ قرمز درآمده دقیقاً بازه زمانی قطعی سراسری اینترنت را ترسیم کرده و نوارهای هایلایت زرد شده نیز نشان‌دهنده روزهای پنج‌شنبه و جمعه هستند که به دلیل تفاوت ساختاری الگوی مصرف مشترکان در روزهای تعطیل، از سایر روزها متمایز شده‌اند. به وضوح مشخص است که قطع سراسری اینترنت باعث کاهش ناگهانی مصرف برق شده، به‌طوری که حتی اگر صرفاً میزان مصرف در روز جمعه ۱۹ دی‌ماه که اینترنت سراسری قطع بوده را با مدت زمان مشابه هفته قبل از آن مقایسه کنیم، این افت مصرف کاملاً مشهود است. این حجم از کاهش مصرف که در تمام ساعات شبانه‌روز هفته قطعی ادامه داشته، نشان می‌دهد که یک بار مصرفی مداوم از شبکه حذف شده و با توجه به اینکه در فصل زمستان تغییرات دما به دلیل استفاده از گاز برای گرمایش تأثیر چندانی بر مصرف برق ندارد، این اختلاف سطح مصرف را می‌توان به خاموشی دستگاه‌های استخراج رمزارز نسبت داد که برای فعالیت به اتصال اینترنت وابستگی کامل دارند. بنابراین در عمل تمامی افت بار مشاهده شده لزوماً متعلق به تجهیزات استخراج رمزارز نیست. بخشی از این کاهش مصرف می‌تواند ناشی از خاموش شدن یا به حالت تعلیق درآمدن سرورهای داخلی و مراکز داده‌ای یا کاهش ترافیک در زیرساخت‌های مخابراتی و تجهیزات بوده باشد. از این رو عدد برآورد شده، حداکثر میزان مصرف برق استخراج رمزارز خواهد بود.

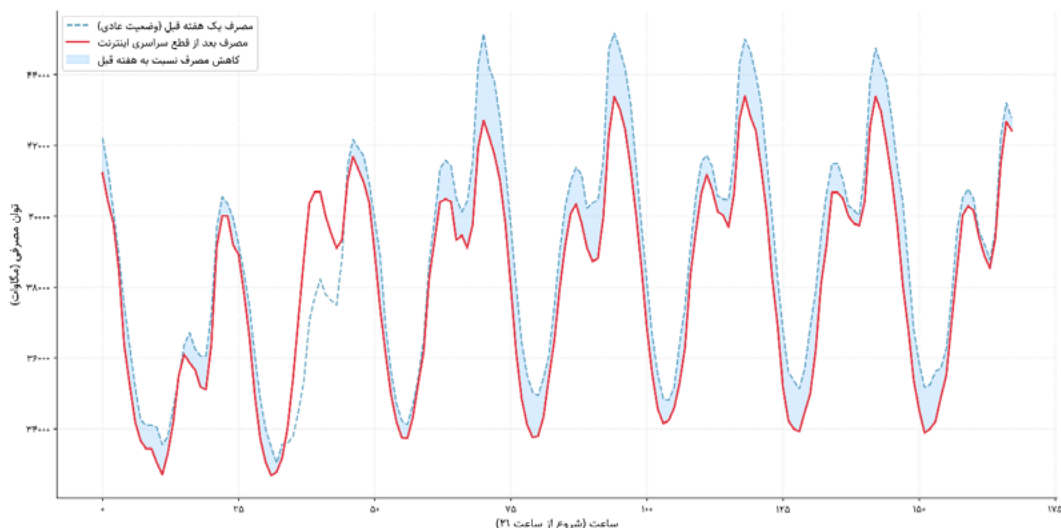
شکل ۲. نمودار میزان مصرف ساعتی برق در دی‌ماه سال ۱۴۰۴



مأخذ: محاسبات گزارش براساس آمار دریافتی از شرکت مدیریت شبکه برق ایران.

برای برآورد تخمین عددی، بازه زمانی یک هفته‌ای بلافاصله پس از لحظه قطعی مستقیماً بر روی بازه زمانی معادل در یک هفته پیش از آن منطبق شده که نتیجه آن در شکل مقایسه‌ای زیر قابل مشاهده است. در این شکل، منحنی قرمز رنگ که مربوط به هفته دارای قطعی اینترنت است، در اکثر ساعات شبانه‌روز پایین‌تر از منحنی آبی رنگ (هفته قبل) قرار گرفته، به‌طوری که میانگین این کاهش مصرف در طول ۱۶۸ ساعت مورد مطالعه شده، عدد ۸۱۸ مگاوات را نشان می‌دهد. نکته حائز اهمیت در این انطباق، همراستا بودن نقاط پیک و نقاط قعر هر دو منحنی بوده که نشان می‌دهد رفتارهای عمومی مشترکان تغییری نکرده، اما یک بار ثابت از کل شبکه حذف شده است. این اختلاف ۸۱۸ مگاواتی، می‌تواند برای حداکثر برآورد سهم دستگاه‌های استخراج رمزارزی باشد که با قطع دسترسی به اینترنت بین‌الملل، فعالیتشان به‌طور کامل متوقف شده است.

شکل ۳. نمودار مقایسه مصرف ساعتی برق از زمان قطعی سراسری اینترنت با مصرف یک هفته قبل آن

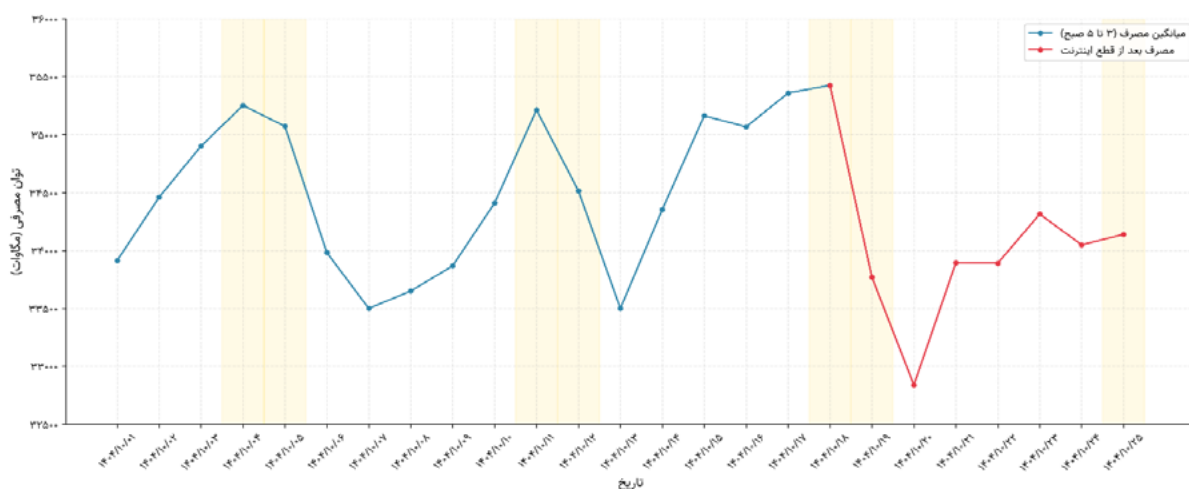


مأخذ: همان.

اگرچه شکل فوق نشان می‌دهد که مصرف تقریباً در اکثر ساعات شبانه‌روز به یک میزان مشخصی کاهش یافته، اما همچنان می‌توان این مسئله را در نظر گرفت که امکان وجود برخی تغییرات مصرفی در ساعات روز به دلیل تغییرات الگوی مصرف ناشی از رخداد‌های مختلف وجود دارد. از این رو با پذیرش این نکته که محاسبات مبتنی بر کل شبانه‌روز ممکن است به دلیل تغییرات الگوی مصرف خانوارها، صنایع و سایر بخش‌ها در طول روز با درصدی از خطا همراه باشد، باید برای دستیابی به دقیق‌ترین برآورد، نوسانات متغیر حذف شود.

به همین منظور، مبنای نهایی محاسبه بر بازه زمانی ساعت ۳ تا ۵ صبح متمرکز شده، ساعاتی که فعالیت‌های انسانی و صنعتی به حداقل می‌رسد و بار شبکه در پایدارترین حالت قرار دارد. الگوی مصرف برق در هفته‌های منتهی به قطع سراسری اینترنت نشان‌دهنده یک روند تکرار پذیر در رفتار مصرف برق است، به گونه‌ای که کمترین میزان بار پایه در ساعات ۳ تا ۵ صبح مربوط به روز شنبه بوده و با حرکت به سمت پایان هفته، این مقدار به صورت پلکانی و مستمر افزایش می‌یابد. وجود این الگوی مشخص و پیش‌بینی پذیر باعث شده تا برای دستیابی به تحلیل قابل قبول، روش مقایسه روز به روز (معادل سازی روزهای هفته) جایگزین تحلیل‌های میانگین کل شود. بر این اساس، هر روز از هفته پس از وقوع محدودیت‌ها دقیقاً با روز مشابه خود در هفته پیش از آن مقایسه شده تا آثار ناشی از تفاوت فعالیت‌ها در روزهای میانی و پایانی هفته خنثی شود. نتایج این محاسبات، نشان‌دهنده افت مستمر توان در پایه‌ای‌ترین سطح بار شبکه است که با توجه به بازه زمانی انتخاب شده، مستقیماً از کاهش فعالیت‌های زیرساختی و تجهیزاتی حکایت دارد که پیش از این به صورت شبانه‌روزی در مدار بوده‌اند.

شکل ۴. نمودار متوسط توان مصرفی برق ساعت ۳ تا ۵ صبح روزهای مختلف هفته (قبل و بعد از قطع سراسری اینترنت)



مأخذ: همان.

با استناد به محاسبات انجام شده بر این مبنا، متوسط کاهش بار پایه معادل ۹۲۷ مگاوات برآورد شده است. این عدد نشان دهنده ظرفیتی بوده که از مدار خارج شده است. باید توجه نمود تمامی افت بار مشاهده شده لزوماً متعلق به تجهیزات استخراج رمزارز نیست. بخشی از این کاهش مصرف می‌تواند ناشی از خاموش شدن یا به حالت تعلیق درآمدن سرورهای داخلی و مراکز داده یا کاهش ترافیک در زیرساخت‌های مخابراتی و تجهیزات باشد. از سوی دیگر مصرف برق استفاده برخی ماینرها از مسیرهای ارتباطی جایگزین مانند اینترنت ماهواره‌ای که تفکیک و اندازه‌گیری سهم آنها امکان‌پذیر نیست در آن لحاظ نشده است. شایان ذکر است که توان مصرفی ۹۲۷ مگاواتی بخش استخراج رمزارز، به دلیل ماهیت دائم و شبانه‌روزی خود، سالیانه حجمی از انرژی را مصرف می‌کند که معادل مصرف برق حدود ۲ میلیون و ۴۸۰ هزار خانوار در کشور است که در ادامه آثار این حجم از مصرف بر شبکه برق کشور به اختصار بررسی شده است.

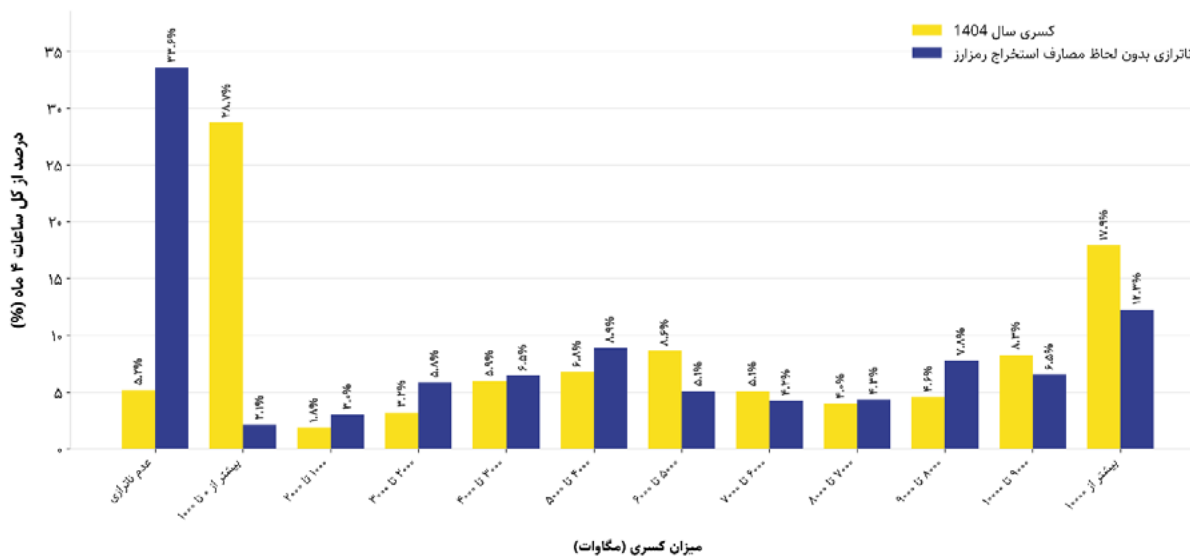
۳-۳. اثر مصارف غیر مجاز استخراج رمزارز بر کشور

با توجه به اینکه ناترازی توان در اوج تقاضای تابستان سال ۱۴۰۴ به حدود ۱۴,۷ هزار مگاوات رسیده بود [۷]، سهم توان مصرفی ۹۲۷ مگاواتی استخراج‌کنندگان رمزارز در تشدید این ناترازی در لحظه اوج تقاضا برابر ۶ درصد برآورد می‌شود. از آنجاکه فرایند استخراج رمزارز برخلاف سایر مصارف مرسوم، ماهیتی پیوسته و شبانه‌روزی دارد، این بار ثابت ۹۲۷ مگاواتی در طول یک ماه به مصرف حجم قابل توجهی از انرژی برق در کشور منجر می‌شود. با در نظر گرفتن فعالیت دائم این تجهیزات در کل ساعات شبانه‌روز، میزان برق مصرفی این بخش در هر ماه حدود ۷۰۰ میلیون کیلووات ساعت برآورد می‌شود. این تقاضای پایدار در فصول گرم سال و هم‌زمان با تشدید بحران ناترازی برق، مستقیماً به شکل محدودیت‌های تأمین بار و خاموشی‌های اجباری به بخش‌های مولد اقتصادی و مصرف‌کنندگان خانگی منتقل می‌شود. شبکه برق کشور در تابستان سال‌های گذشته به‌طور میانگین با کسری انرژی در حدود ۵ میلیارد کیلووات ساعت در ماه مواجه بوده، لذا مصرف برق استخراج غیر مجاز رمزارزها، معادل حدود ۱۴ درصد از کل کسری انرژی ماهیانه کشور در ایام اوج مصرف تابستان است.

اما نکته مهم‌تر، امکان بررسی موضوع از زاویه کسری انرژی در کنار کسری توان است [۸ و ۹]. در شکل ۵ درصد ساعات ناترازی از کل ساعات ۴ ماه گرم سال به تفکیک مقدار ناترازی توان (بازه‌های مختلف هزار مگاواتی) در دو وضعیت موجود و وضعیت با فرض حذف مصارف استخراج‌کنندگان رمزارز (۹۲۷ مگاوات) نشان داده شده است. در وضعیت عدم لحاظ این مصارف، درصد ساعات بدون ناترازی از ۵.۲ درصد وضع موجود به ۳۳.۶ درصد افزایش می‌یابد و کسری زیر هزار مگاوات از ۲۸.۷ درصد به ۲.۱ درصد کاهش پیدا می‌کند. میزان ساعات کسری در

بازه بیش از ۱۰ هزار مگاوات نیز از حدود ۱۷,۹ درصد وضع موجود به ۱۲,۳ درصد کاهش می‌یابد. این تغییرات نشان می‌دهد اگرچه علت اصلی ناترازی برق در کشور مربوط به مصارف استخراج رمزارز نیست، اما با حذف مصارف مرتبط با این فعالیت، می‌توان کسری توان در زمان اوج و انرژی را کاهش داد. این مصارف مربوط به کل مصارف مجاز و غیرمجاز استخراج رمزارز بوده، اما با توجه به اینکه بخش عمده‌ای از این مصارف به صورت غیرمجاز است و در اوج مصرف تمامی مصارف مجاز، فعالیت استخراج رمزارز ندارند، می‌توان کل آن را به مصارف غیرمجاز تعمیم داد. شکل زیر معادل مصارف غیرمجاز در نظر گرفته شده است.

شکل ۵. نمودار درصد ساعات ناترازی از کل ساعات ۴ ماه گرم سال به تفکیک بازه‌های کسری لحظه‌ای برق



مأخذ: محاسبات گزارش.

در خصوص آسیب اقتصادی فعالیت استخراج غیرمجاز رمزارز نیز، باید توجه کرد که عواید حاصل از این فعالیت‌ها به طور کامل به فعالان غیرمجاز اختصاص می‌یابد، در حالی که با توجه به غیرمجاز بودن انشعاب برق این فعالیت، نه تنها هیچ گونه بازگشت مالی برای شبکه برق کشور ایجاد نکرده و هزینه تأمین انرژی مصرفی آنها از محل یارانه‌های عمومی به کل جامعه تحمیل می‌شود، بلکه هزینه‌های ناشی از قطعی برق صنایع و رفاه فردی ناشی از قطعی برق خانگی نیز به همراه خواهد داشت. با توجه به توان مصرفی این بخش (که معادل ۹۲۷ مگاوات برآورد شد)، مصرف انرژی برق سالیانه آن معادل ۸.۴۶ میلیارد کیلووات ساعت برآورد می‌شود که سوخت مورد نیاز برای تأمین این میزان انرژی (با فرض اینکه کل انرژی مصرفی این فعالیت توسط نیروگاه‌های حرارتی تأمین شده باشد) حدود ۲,۱ میلیارد مترمکعب سوخت معادل گاز است. با توجه به اینکه تراز گاز کشور منفی بوده و مجموعه نیروگاه‌های حرارتی کشور نه تنها در ایام سرد، که در کل ایام سال گازوئیل مصرف می‌کنند، میزان سوخت مصرفی استخراج کنندگان رمزارز معادل ۸۰ درصد از کل گازوئیل تأمین شده کشور با نرخ وارداتی در سال ۱۴۰۴ است. با در نظر گرفتن حداقل قیمت ۷۰ سنت برای هر لیتر گازوئیل با نرخ وارداتی، بار مالی ناشی از تأمین سوخت برای استخراج رمزارز، سالیانه رقمی حدود ۱,۴۸ میلیارد دلار برآورد می‌شود. این هزینه که صرفاً برای تأمین سوخت مصرفی استخراج کنندگان به کشور تحمیل می‌شود (بدون در نظر گرفتن هزینه تبدیل سوخت گازوئیل به برق)، سهم منابع عمومی است که باید در توسعه زیرساخت‌های کشور هزینه می‌شد، ضمن اینکه در کنار آن، به واسطه عدم تأمین برق معادل برای بخش تولیدی، عدم النفع کاهش تولید از این محل نیز وجود دارد.

۴-۳. بررسی وضعیت تعرفه استخراج رمزارز بیت کوین

بر مبنای فرضیات ارائه شده در بخش قبل (میانگین توان الکتریکی و توان پردازشی متوسط در ایران)، یک دستگاه استخراج در این رده با احتساب بار اضافی ناشی از سیستم‌های خنک‌کاری و تهویه، ماهیانه حدود ۱,۱۵۹ کیلووات ساعت برق مصرف می‌کند. از سوی دیگر، با توجه به مشخصات فعلی شبکه جهانی استخراج رمزارز، سهم این دستگاه از پاداش رمزارز به تولید تقریبی ۰.۰۰۰۲۵۸ بیت کوین در ماه منجر می‌شود که ارزش آن معادل ۲۱/۳ دلار است.^۱ با تقسیم این درآمد بر کل مصرف انرژی ماهیانه، آستانه درآمدی برق مصرفی دستگاه از محل استخراج برای دستگاه‌های ذکر شده (که با استاندارد جهانی فاصله دارند)، ۱.۹ سنت دلار (۳,۴۱۱ تومان)^۲ به ازای هر کیلووات ساعت برآورد می‌شود. هر چقدر دستگاه‌های استخراج راندمان بالاتری داشته باشند، این عدد بیشتر خواهد شد.

در نتیجه، رابطه میان هش‌ریت و قیمت بیت کوین بر پایه یک چرخه بازخورد اقتصادی و رقابتی استوار بوده که عامل محرک آن اقتصاد است. از منظر منطبق بازار، قیمت بیت کوین به عنوان پیشران اصلی عمل می‌کند، به این معنا که با جهش قیمت، ارزش دلاری پاداش حاصل از استخراج افزایش می‌یابد و حاشیه سود صعودی می‌شود. این جذابیت اقتصادی، سیگنالی قوی برای ورود سرمایه‌های جدید یا روشن کردن دستگاه‌های قدیمی‌تر است. با ورود ماینرها برای تصاحب سهم بیشتر از بازار، قدرت پردازش کل یا همان هش‌ریت شبکه جهانی رشد می‌کند، لذا سهم هر دستگاه از رمزارز استخراج شده کاهش می‌یابد. از این رو افزایش درآمد ناشی از رشد قیمت بیت کوین تا حدی از طریق افزایش هش‌ریت و رقابت شبکه خنثی می‌شود و در نتیجه، آستانه اقتصادی برق برای این تجهیزات در میان مدت تمایل دارد در محدوده نسبتاً مشخصی نوسان کند.^۳

مقایسه آستانه درآمدی با میزان تعرفه برق کشور^۴ در سال ۱۴۰۵ در بخش‌های مختلف مصرفی نشان می‌دهد که فرایند استخراج با تجهیزات مذکور، در بخش خانگی (با احتساب حداکثر تعرفه در بالاترین پلکان مصرف به دلیل عبور قطعی از الگو) دارای توجیه اقتصادی نیست. با این حال، تعرفه در سایر بخش‌ها از جمله کشاورزی، تجاری، صنعتی و زیربخش‌های مصارف عمومی،^۵ استخراج را سودآور می‌کند. از این رو فعالیت استخراج رمزارز غیرقانونی در کشور ناگزیر به سه شکل متمرکز خواهد بود: نخست، به صورت انشعابات غیرمجاز در همه بخش‌های مرسوم مصرفی، و دوم، بهره‌برداری غیرمجاز با انشعاب موجود در بخش با تعرفه اقتصادی برای استخراج. علاوه بر این، امکان استفاده غیرمجاز از برق داخلی نیروگاه‌های کشور به عنوان یک پتانسیل برای تأمین انرژی پایدار این تجهیزات خارج از نظارت شبکه سراسری امکان‌پذیر است.

این مسئله نشان می‌دهد مکانیزم تعرفه‌گذاری پلکانی در بخش‌های مختلف، مانع از سوءاستفاده از انشعاب‌های قانونی شده، زیرا مصرف پیوسته ماینرها به سرعت بار مصرفی را به پلکان‌های انتهایی منتقل کرده و علاوه بر تعرفه بالا، ریسک کشف فعالیت را از طریق سیستم‌های صدور قبض افزایش می‌دهد. در نتیجه، الگوی تخلف در مصارف ماینرها به جای سوءاستفاده از انشعاب قانونی مصارف مرسوم، از اتصالات غیرمجاز (پشت کنتور) یا تکیه بر تعرفه‌های ثابت و فاقد پایش پله‌ای است. از این رو فرایند کشف فعالیت غیرمجاز استخراج رمزارز صرفاً از طریق مقایسه مصرف مشترکان میسر نخواهد بود. مواجهه مؤثر با این پدیده، نیازمند تغییر از روش‌های سنتی به سمت نظارت‌های هوشمند و یکپارچه است که مجموعه‌ای از اقدام‌های چندبعدی از جمله داده‌کاوی الگوهای بار در دیسپاچینگ، تحلیل آماری تلفات غیرفنی شبکه توزیع و تقاطع آن با مصارف فیدرها و مشترکان و تقاطع‌گیری داده‌های ترافیک شبکه اینترنت با مصرف لحظه‌ای فیدرهای ترانسفورماتورها را می‌طلبد.

۱. در زمان نگارش این گزارش، قیمت هر بیت کوین حدود ۸۵,۰۰۰ دلار و نرخ هش‌ریت کل شبکه جهانی نزدیک به ۷۸۰ گره‌اش بر ثانیه است.

۲. نرخ تسعیر در زمان نگارش گزارش معادل ۱۸۰ هزار تومان در نظر گرفته شده و سایر هزینه‌های عملیاتی و سرمایه‌ای در نظر گرفته نشده است.

۳. براساس رابطه تخمینی بین هش‌ریت و قیمت براساس سری زمانی محاسبه شده است.

۴. بخشنامه وزارت نیرو در خصوص تعرفه‌های برق و شرایط عمومی آنها در سال ۱۴۰۵.

۵. نظیر کدهای ۲-الف و ۲-ب تعرفه‌های برق در سال ۱۴۰۵.



فرایند استخراج رمزارزها به دلیل ماهیت پردازشی خود، نیازمند مصرف مداوم برق بوده که این مسئله در کشورهای با قیمت انرژی پایین، دارای جذابیت بیشتری است. در ایران نیز در دهه ۱۳۹۰ به واسطه قیمت نسبتاً پایین برق، از فعالیت استخراج رمزارز استقبال بسیاری شد. اگرچه در سال ۱۳۹۸ به بعد، مقرراتی در خصوص نحوه فعالیت و نحوه تأمین و مصرف برق این فعالیت‌ها به تصویب رسید، اما در کنار فعالیت قانونی برخی از استخراج‌کنندگان رمزارز متناسب با مقررات موجود، بخش قابل توجهی نیز به صورت غیرقانونی و در قالب انشعابات غیرمجاز یا استفاده غیرقانونی از برق بخش‌های مصرفی با تعرفه‌های پایین و غیرپلکانی فعالیت می‌کنند. فعالیت غیرمجاز استخراج رمزارز، در بسیاری از موارد بدون پرداخت هزینه برق و خارج از سازوکارهای رسمی تأمین برق است، لذا از منظر اقتصادی، هزینه انرژی مصرفی این فعالیت‌ها عملاً از طریق یارانه انرژی و توسط تمام جامعه تأمین می‌شود، در حالی که منافع حاصل از آن به بهره‌برداران آن اختصاص می‌یابد. علاوه بر این، در شرایط ناترازی برق در اوج تقاضا، هر میزان مصرف برق این فعالیت‌ها به معنای تشدید محدودیت تأمین برق برای سایر بخش‌هاست. به بیان دیگر، مصرف برق در فعالیت‌های غیرمجاز استخراج رمزارز، معادل بخشی از کاهش امکان تأمین برق برای بخش‌های مولد اقتصادی یا مشترکان خانگی است. از این رو، برآورد دقیق ابعاد این مصرف، موضوعی مرتبط با سیاستگذاری انرژی، رفاه عمومی و مدیریت بهینه منابع ملی است.

برای برآورد مصرف برق ناشی از استخراج رمزارز در ایران، به‌طور کلی سه رویکرد اصلی وجود دارد: نخست، استفاده از آمار ثبت‌شده تجهیزات و سخت‌افزارهای فعال که هرچند از نظر محاسباتی دقیق است، اما به دلیل گستردگی استخراج غیررسمی و نامتمرکز بودن فعالیت‌ها، تصویر کاملی ارائه نمی‌دهد؛ دوم، برآورد مبتنی بر داده‌های کلان شبکه مانند هش‌ریت جهانی و تخصیص سهم ایران از آن؛ و سوم، روش تجربی مبتنی بر تحلیل تغییرات بار شبکه در دوره‌های قطع سراسری اینترنت که به عنوان یک آزمایش طبیعی برای مشاهده رفتار مصرف به کار می‌رود. در این گزارش، با استفاده از دورویکرد مبتنی بر داده‌های شبکه جهانی استخراج و تحلیل کاهش مصرف برق در شرایط قطعی اینترنت، تلاش شده برآوردی از میزان استخراج رمزارز در ایران ارائه شود.

■ **برآورد براساس سهم ایران از هش‌ریت جهانی:** هش‌ریت شاخصی برای سنجش توان پردازشی کل شبکه یک رمزارز مانند بیت‌کوین است که معمولاً برحسب ارزش بر ثانیه بیان می‌شود و به دلیل رابطه مستقیم میان توان پردازشی و مصرف انرژی سخت‌افزارهای ماینینگ، یکی از مبانی اصلی برآورد مصرف برق در این صنعت محسوب می‌شود. براساس آخرین آمار در دسترس، هش‌ریت ایران در پایان سال ۲۰۲۵ برابر با ۱۰ اگزش بوده که بعد از جنگ رمضان، به حدود ۱۲ اگزش کاهش یافته است. با فرض میانگین هش‌ریت هر دستگاه در حدود ۱۳ تا ۱۵ TH/S و میانگین توان مصرفی در بازه ۱۳۰۰ تا ۱۵۰۰ وات به ازای هر دستگاه، برآورد می‌شود مصرف برق ناشی از دستگاه‌های استخراج رمزارز تا پیش از وقوع جنگ سال جاری حدود ۱۰۳۷ الی ۱۱۵۰ مگاوات متغیر باشد.

■ **برآورد براساس زمان قطع سراسری اینترنت:** با توجه به اینکه ماینرها برای فعالیت پایدار به اتصال اینترنت نیاز دارند و در صورت قطع کامل، بخش قابل توجهی از آنها از مدار خارج شده و افت ناگهانی بار شبکه می‌تواند نمایانگر مصرف حذف شده باشد. در دی‌ماه ۱۴۰۴، شبکه اینترنت در سراسر کشور به مرور و طی چند ساعت به‌طور کامل قطع شد که میزان کاهش مصرف برق پس از آن باید مدنظر قرار گیرد. برای کاهش خطای ناشی از تغییرات رفتاری مصرف در بخش‌های خانگی، صنعتی و خدماتی، در این گزارش تحلیل بر بازه زمانی ۳ تا ۵ صبح متمرکز شده، زمانی که بار شبکه در پایین‌ترین و پایدارترین سطح خود قرار دارد. نتایج این روش نشان می‌دهد که در بازه زمانی یک هفته پس از قطع سراسری اینترنت، کاهش حدود ۹۲۷ مگاوات در بار پایه شبکه رخ داده است. باین حال، این برآورد با ملاحظات همراه است، چراکه بخشی از آن ممکن است ناشی از کاهش سایر مصارف وابسته به اینترنت مانند کاهش فعالیت مراکز داده، سرورها یا سایر مصرف‌های زیرساختی باشد. از سوی دیگر مصرف برق استفاده برخی ماینرها از مسیرهای ارتباطی جایگزین مانند اینترنت ماهواره‌ای که تفکیک و



اندازه‌گیری سهم آنها امکان‌پذیر نیست در آن لحاظ نشده است.

مصرف برق ناشی از استخراج رمزارزها با برآورد توان متوسط ۹۲۷ مگاوات، به دلیل ماهیت پیوسته و شبانه‌روزی این فعالیت، ماهیانه حدود ۷۰۰ میلیون کیلووات ساعت انرژی برق را به خود اختصاص می‌دهد. شبکه برق کشور در تابستان سال‌های گذشته به صورت متوسط با کسری انرژی در حدود ۵ میلیارد کیلووات ساعت در ماه مواجه بوده، لذا مصرف برق استخراج غیرمجاز رمزارزها، معادل حدود ۱۴ درصد از کل کسری انرژی ماهیانه کشور در ایام اوج مصرف تابستان است. باید توجه کرد که به لحاظ ناترازی توان در اوج تقاضای تابستان که به حدود ۱۴,۷ هزار مگاوات رسیده است، سهم توان ۹۲۷ مگاواتی رمزارزها حدود ۶ درصد برآورد می‌شود. بررسی توزیع ساعات ناترازی برق نیز نشان می‌دهد حذف مصرف برق مرتبط با استخراج غیرمجاز رمزارزها می‌تواند به کاهش قابل توجه شدت ناترازی کمک کند. در این حالت، سهم ساعات بدون کسری برق از کل ساعات تابستان از ۵,۲ درصد به ۳۳,۶ درصد افزایش یافته و سهم ساعات دارای کسری کمتر از هزار مگاوات از ۲۸,۷ درصد به ۲,۱ درصد کاهش می‌یابد. همچنین سهم ساعات با کسری بیش از ۱۰ هزار مگاوات از ۱۷,۹ درصد به ۱۲,۳ درصد می‌رسد. این نتایج بیانگر آن است که اگرچه استخراج رمزارز علت اصلی ناترازی برق کشور نیست، اما کنترل و حذف مصارف غیرمجاز این بخش می‌تواند نقش مؤثری در کاهش شدت و فراوانی ناترازی شبکه ایفا کند.

مقایسه آستانه سودآوری استخراج رمزارز با تعرفه‌های برق سال ۱۴۰۵ در ایران نشان می‌دهد که این فعالیت در اغلب بخش‌های مصرفی کشور که دارای تعرفه پلکانی اند از جمله خانگی فاقد توجیه اقتصادی است و در بخش‌های کشاورزی، تجاری، صنعتی و عمومی امکان سودآوری دارد. در نتیجه، امکان فعالیت‌های غیرمجاز استخراج عمدتاً از طریق انشعابات غیرمجاز، سوءاستفاده از انشعاب‌های دارای تعرفه اقتصادی یا بهره‌برداری از برق داخلی نیروگاه‌ها وجود دارد. بنابراین استفاده از انشعاب‌های دارای تعرفه اقتصادی، به دلیل امکان شناسایی، کمتر به وقوع می‌پیوندد. از این رو عموماً از روش انشعاب غیرمجاز استفاده شده که شناسایی آنها از طریق پایش مصرف مشترکان امکان‌پذیر نبوده و نیازمند پایش باروش‌های جدید است. به عنوان مثال توسعه سامانه‌های هوشمند مبتنی بر تحلیل هم‌زمان داده‌های شبکه برق، تلفات غیرفنی در سطح شبکه توزیع و فیدرها و الگوهای ترافیک اینترنت منطقه‌ای امکان شناسایی انشعاب‌های غیرمجاز را افزایش می‌دهد. از این رو پیشنهاد می‌شود بررسی که در این گزارش در سطح مصرف کل کشور صورت گرفته، در سطح فیدرها صورت پذیرد تا مناطق مرتبط با احتمال بالای وجود استخراج رمزارز غیرمجاز شناسایی شود.

در کنار ضعف‌های موجود در سازوکارهای شناسایی و پایش، چارچوب قانونی موجود مانند قانون مجازات استفاده‌کنندگان غیرمجاز از آب، برق، تلفن برای مقابله با استخراج غیرمجاز رمزارز کافی نبوده و نیز با خلاها ابهام‌هایی مواجه است از این رو تکمیل چارچوب تقنینی ناظر بر مجازات استخراج غیرمجاز رمزارز ضروری است که در گزارش دیگری به آن پرداخته خواهد شد.



- [1] BlockChain.com.
- [2] data.hashrateindex.com.
- [3] Cambridge Blockchain Network Sustainability Index, CCAF.io.
- [۴] رجبی، ابوالقاسم و علی صابری (۱۴۰۱). تأثیر استخراج رمزارز بر پایداری شبکه، مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، شماره مسلسل ۱۸۲۳۳.
- [5] radar.cloudflare.com.
- [۶] شرکت مدیریت شبکه برق ایران، آمار عرضه و تقاضای برق ساعتی، سال ۱۴۰۴.
- [۷] وزارت نیرو، گزارش ماهیانه آمار صنعت آب و برق، بهمن‌ماه سال ۱۴۰۴.
- [۸] شریفی، رضا، سیده‌مریم موسوی و سجاد افشار زرنندی (۱۴۰۴). واکاوی مفهوم ناترازی برق در کشور، مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، شماره مسلسل ۲۰۹۴۳.
- [۹] شریفی، رضا، سیده‌مریم موسوی و علی صابری (۱۴۰۵). بررسی وضعیت تأمین برق در تابستان سال ۱۴۰۵، مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، شماره مسلسل ۲۱۵۸۸.



عنوان: برآورد تأثیر استخراج رمزارزها بر مصرف برق کشور

Doi: <https://doi.org/10.22034/mrc.report.21900>

Permanent Link: https://report.mrc.ir/article_11971.html

Publisher: Islamic Parliament Research Center of Iran

گزیده سیاستی

حداکثر توان مصرفی استخراج رمزارز، حدود ۹۳۰ الی ۱۲۰۰ مگاوات برآورد می‌شود که میزان انرژی اختصاص یافته به آن در چهار ماه گرم سال معادل ۱۴ درصد از کل ناترازی انرژی برق در این بازه زمانی است.



مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی

تهران، خیابان پاسداران، روبروی پارک نیاوران (ضلع جنوبی، پلاک ۸۰۲)

تلفن: ۷۵۱۸۳۰۰۰ صندوق پستی: ۱۵۸۷۵-۵۸۵۵ پست الکترونیک: mrc@majles.ir

وبسایت: rc@majles.ir