

شاخص مصرف برق شبکه بیت کوین

Bitcoin power consumption index

سلمان صادقی

۱۳۹۸/۴/۲۰

این مقاله نگاهی انداخته است به گزارش منتشر شده توسط مدرسه تجارت کمبریج در رابطه با مصرف برق سالیانه شبکه بیت کوین و در ادامه به بررسی صحت آمار و ارقام منتشر شده در رابطه با ابعاد استخراج بیت کوین در ایران پرداخته است.

۲	سرآغاز.....
۲	مقدمه.....
۳	روش‌شناسی.....
۳	معرفی پارامترهای استفاده‌شده.....
۴	مدل پیاده شده.....
۴	آستانه سودآوری.....
۵	تخمین کران پایین مصرف.....
۶	تخمین کران بالای مصرف.....
۷	محدودیت‌ها و بحث‌های بیشتر.....
۷	مقایسه با کوشش‌های گذشته.....
۸	نتیجه‌گیری و مورد ایران.....
۱۰	پیشنهاد.....
۱۱	منابع:.....

سرآغاز

امروزه در کشور عزیزمان ایران بحث در مورد قانون گزاری فناوری استخراج رمز ارزها بسیار داغ است. هرروزه علاقه‌مندان این عرصه با اظهارنظرها و تحلیل‌هایی در مورد مصرف برق این فناوری مواجه می‌شوند که غالبا اظهاراتی غیر کارشناسی و حاکی از عدم آگاهی و شتابزدگی قانون‌گذاران و برخی فعالان این حوزه است. گروه تحقیقاتی کوین ایران بر آن شد تا با بررسی تحقیقات علمی انجام‌شده برای محاسبه برق مصرفی شبکه بیت کوین، در فضای غبارآلود اظهارنظرهای غیر کارشناسانه چراغی روشن کند تا مخاطب فارسی با آخرین گزارش‌های منابع معتبر دانشگاهی در رابطه با مصرف برق شبکه بیت کوین آشنا شود. هرچند به خاطر شرایط ذاتی بازار مصرف این فناوری، رسیدن به یک حدس دقیق کاری دشوار و شاید ناممکن باشد اما می‌توان به حدس‌هایی رسید که برای تصمیم‌گیری‌های کلان قابل‌اتکا باشند. شروع تحقیقات علمی برای رسیدن به یک حدس مناسب از مصرف شبکه در سال ۲۰۱۴ توسط دایو و مالون در موسسه IET صورت گرفت که نتایج در بیست و پنجمین کنفرانس بین‌المللی اطلاعات و ارتباطات ایرلند منتشر شد (O'Dwyer and Malon 2014). از آن زمان تاکنون پژوهش‌های متفاوتی با فرض‌ها و الگوهای متعدد به بررسی مصرف شبکه پرداخته‌اند. شاید قابل‌اعتناترین و معتبرترین گزارش را مدرسه اقتصاد و تجارت دانشگاه کمبریج منتشر کرده است. یک پلت فرم که آنلاین و با توجه به فرضیات خودمصرف شبکه را تخمین می‌زند. در زیر به بررسی دقیق روش‌شناسی و ارائه نتایج قابل‌اعتنای این گزارش پرداخته شده است.

مقدمه

شاخص کمبریج مصرف برق بیت کوین^۱ (CBECI) یک تخمین برای مصرف کنونی شبکه بیت کوین است. مدل بر اساس شیوه بالا-پایین^۲ که پیش‌تر توسط مارک بواند^۳ در سال ۲۰۱۷ استفاده شده بود، پایه‌ریزی شده است.

نظر به اینکه مصرف دقیق برق شبکه قابل‌محاسبه نیست، شاخص CBECI یک رنج از مصارف ممکن شبکه بیت کوین را بر اساس کران پایین (کف) مصرف و کران بالا (سقف) مصرف تخمین می‌زند. در این محدوده محاسباتی یک بهترین حدس نیز تخمین زده شده است که محققین این گزارش در دانشگاه کمبریج معتقدند ترسیم شبیه‌تری به مصرف واقعی سالیانه شبکه بیت کوین خواهد بود.

^۱ Cambridge Bitcoin Electricity Consumption Index (CBECI)

^۲ bottom-up approach

^۳ Marc Bevand

کران پایین با استفاده از کمترین مصرف برقی که برای شبکه لازم است و با فرض اینکه همه استخراج کنندگان همیشه از بهینه ترین دستگاه موجود (از لحاظ مصرف برق) در بازار استفاده می کنند، محاسبه شده است. کران بالا تیز نشان دهنده بیشترین مصرف ممکن شبکه است. فرض محاسباتی برای کران بالا این است که تمامی استخراج کنندگان از پرمصرف ترین دستگاه موجود در بازار استفاده می کنند، دستگاه هایی که البته با ملاحظات قیمت برق سوددهی داشته باشند. در پایان بهترین حدس این گزارش با فرض اینکه استخراج کنندگان از بسته هایی از دستگاه های سود ده استفاده می کنند و نه یک مدل، محاسبه شده است.

روش شناسی

در این شاخص دو پارامتر محاسبه می شوند.

پارامتر اول مربوط نیروی برق مصرفی شبکه بیت کوین است و به گیگاوات محاسبه می شود. پارامتر دوم نشان دهنده مصرف سالیانه شبکه بیت کوین است که به ترا وات ساعت گزارش می شود. با فرض مصرف پیوسته مقدار محاسبه شده برای شبکه در مدت یک سال. به خاطر وابسته نبودن نتایج به تغییرات کوتاه مدت هش ریت شبکه، یک میانگین هفت روزه از هش ریت شبکه در محاسبات لحاظ شده است.

معرفی پارامترهای استفاده شده

پارامترهای استفاده شده در مدل در جدول زیر نمایش داده شده است.

شماره	پارامتر	واحد اندازه گیری
۱	هش ریت شبکه	Exahashes per second (Eh/s)
۲	پاداش استخراج کنندگان	USD
۳	بهره وری دستگاه های استخراج	Joules per Gigahash (J/Gh)
۴	هزینه برق	(\$/kWh)
۵	راندمان مرکزی	-

پارامتر اول تعداد هش های تولید شده توسط استخراج کنندگان را نمایش می دهد که یک عدد داینامیک و متغیر است و از [Blockchain.info](https://blockchain.info) در دسترس است. پارامتر دوم پاداش بلاک ها و هزینه تراکنش ها است که به استخراج کنندگان تعلق می گیرد. این پارامتر نیز داینامیک است و در [Blockchain.info](https://blockchain.info) در دسترس است. پارامتر سوم ضریب بهره وری انرژی دستگاه های استخراج را نمایندگی می کند. منابع متعددی

برای بررسی شصت مدل مختلف از دستگاه‌های استخراج بیت کوین برای این هرچه واقعی‌تر شدن محاسبات استفاده شده است. هزینه مصرف برق و راندمان مرکزی نیز جز عده‌های فرضی محاسبات می‌باشند.

مدل پیاده شده

در اوایل، بیت کوین بیشتر با پردازنده‌های گرافیکی (GPUS) و یا مدارهای دیجیتال برنامه پذیر (FPGA) استخراج می‌شد. بعدها در سال ۲۰۱۲ و با ظهور ایسیک ماینرها که دستگاه‌هایی طراحی شده برای استخراج بودند، بازار استخراج متحول شد. یک لیست از ۶۰ نوع مختلف از دستگاه‌های ایسیک طراحی شده برای الگوریتم SHA-256 از سال ۲۰۱۴ تاکنون نیز جمع‌آوری شده است.

بهره‌وری هر دستگاه نیز برحسب ژول بر گیگاوات محاسبه شده است و نیز قابل ذکر است که بهره‌وری این دستگاه‌ها به‌طور مرتب از سال ۲۰۱۵ تاکنون در حال کاهش است (از ۰,۷۷ برای دستگاه S3 تا ۰,۰۵ برای دستگاه S17). (<http://sha256.cbeci.org>)

آستانه سودآوری

فرض بر این است که استخراج‌کنندگان تنها زمانی از دستگاهی استفاده می‌کنند که سودآور باشد. برای این منظور یک مدل اقتصادی برای طول عمر سوددهی هر دستگاه با توجه به پارامترهای پاداش کلی، هش ریت کلی شبکه، بهره‌وری تجهیزات و قیمت برق طراحی شده است. نامساوی زیر نتیجه طراحی مدل اقتصادی است.

$$\vartheta * P_{el} \leq SRev,$$

در این رابطه ϑ بهره‌وری دستگاه استخراج برحسب ژول بر ساعت (J/h) ست P_{el} ، قیمت برق بر واحد الکتریسیته USD/J است.

$$SRev \text{ نیز پاداش استخراج بر هش است. } USD/h$$

آستانه سوددهی نیز مطابق با رابطه زیر تعریف می‌شود.

فرض اول: باید توجه شود که در این روابط قیمت برق ثابت و ۰,۰۵ دلار برای هر کیلووات ساعت در نظر گرفته شده است.

$$\theta = \frac{SRev}{P_{el}}$$

که θ در این رابطه برحسب (J/h) است. اگر در ابتدا ایسیک هایی با بهره‌وری انرژی کمتر از J/GH سود ده بودند، این عدد به‌طور پیوسته با ظهور دستگاه‌های جدید با هش ریت های بالاتر کاهش یافته است. داریم:

$$Eq_{prof}(P_{el}) = \{\vartheta_1, \vartheta_2, \vartheta_3, \dots\}$$

در این رابطه $Eq_{prof}(P_{el})$ مجموعه‌ای از سخت‌افزارهای سود ده که هزینه برق آن‌ها P_{el} است و ϑ_i ها بازده انرژی سخت‌افزار استخراج کننده می‌باشد.

فرض دوم: در طول دوره محاسبات اگر هیچ دستگاه استخراجی سود ده نباشد، مدل از آخرین دستگاه سود ده مشهور برای محاسبات خود استفاده می‌کند.

از میانگین زمانی ۱۴ روزه برای کم کردن اثرات تغییرات کوتاه‌مدت هش ریت شبکه بر سوددهی دستگاه‌های انتخاب شده استفاده شده است.

تخمین کران پایین مصرف

در این قسمت از محاسبات فرض می‌شود که همه استخراج کنندگان از انرژی - بهینه شده‌ترین دستگاه موجود استفاده می‌کنند. همچنین به محض ورود دستگاه بهینه‌تر، همه دستگاه‌ها به‌روز می‌شوند.

فرض سوم: تأثیر قدرت مصرفی (PUE) یک معیار برای محاسبه بازده انرژی مرکزی است. معمولاً مجموع انرژی مصرفی به خاطر سرمایش و پشتیبانی اینترنت شبکه بیشتر از مصرف دستگاه‌ها است. دستگاه‌هایی با PUE کمتر از ۱,۲ بهینه قلمداد می‌شوند. (<https://www.cbeci.org/methodology/>)

با محاسبات و مصاحبه‌هایی که با استخراج کنندگان صورت پذیرفته است PUE مناسب برای این قسمت را می‌توان ۱,۰۱ در نظر گرفت.

پس کران پایین مصرف را می‌توان از رابطه زیر محاسبه کرد.

$$E_{lower}P_{el} = \min(Eq_{prof}(p_{el})) * H * PUE * 3.16 * 10^7$$

کران پایین با توجه به کمترین میزان مصرف برای شبکه بیت کوین محاسبه می‌شود و به دلایل متعددی غیرواقعی است. اول اینکه همه استخراج کنندگان از بهینه‌ترین دستگاه‌ها استفاده نمی‌کنند. برای ارسال و دریافت مدل‌های جدید ممکن است ۳ ماه زمان لازم باشد. ممکن است از بهینه شده‌ترین دستگاه تعداد

کافی برای کل استخراج کنندگان موجود نباشد. در پایان انتخاب ۱,۰۱ برای PUE نیز می تواند خوش بینانه باشد.

تخمین کران بالای مصرف

محاسبه کران بالا کار مشکل تری به نظر می رسد. باید سناریوی ای در نظر گرفته شود که در آن تمامی استخراج کنندگان از بدترین دستگاه های موجود از لحاظ بهره وری انرژی استفاده می کنند. می توان روی CPU ها و یا تبلت ها استفاده کرد اما این دستگاه ها باید سوددهی نیز داشته باشند.

فرض چهارم: همه استخراج کنندگان از بدترین دستگاه موجود از لحاظ بازدهی انرژی استفاده می کنند تا زمانی که دستگاه آن ها با هزینه های برق سوددهی داشته باشد و همه دستگاه ها PUE برابر با ۱,۲ دارند. رابطه زیر برای محاسبه کران بالا برقرار است.

$$E_{upper}P_{el} = \max(Eq_{prof}(p_{el})) * H * PUE * 3.16 * 10^7$$

کران بالا، بیشترین مصرف ممکن برای شبکه بیت کوین است که حدس صحیحی به نظر نمی رسد. استخراج کنندگان با ابعاد صنعتی همواره درصدد استفاده از دستگاه های کارآمد هستند. استخراج کنندگان کوچک تر نیز همواره برای فرار از کاهش نقطه سوددهی دستگاه خود تمایل به جایگزین کردن تجهیزات خود با تجهیزات جدیدتر دارند و همچنین هزینه های برقی جانبی نیز سریع تر استخراج کنندگان را به روزرسانی شبکه خود ترغیب می کند.

تخمین بهترین حدس

برای تخمین بهترین حدس ما فرض پنجم را در نظر می گیریم.

فرض پنجم: تمامی دستگاه های استخراج PUE معادل ۱,۱ دارند. برای بهترین حدس رابطه زیر را داریم:

$$E_{estimated}P_{el} = \frac{\sum_{i=1}^N \vartheta_i x}{N} * H * PUE * 3.16 * 10^7$$

در این رابطه $E_{estimated}$ بهترین حدس برای مصرف برق و بر حسب وات است.

میانگین بازده انرژی دستگاه های سود ده نیز توسط $\frac{\sum_{i=1}^N \vartheta_i x}{N}$ و بر حسب J/H محاسبه می شود.

محدودیت‌ها و بحث‌های بیشتر

هر مدل یک ارائه ناقص از واقعیت است زیرا بر فرض‌هایی استوار است که ممکن است چندان واقعی نباشند. به‌طور خلاصه محدودیت‌های موجود برای شاخص CBECI عبارت‌اند از:

- وابستگی شدید به تخمین از قیمت برق
- انتخاب تجهیزات
- حذف هزینه‌های جانبی
- ارزیابی ساده‌انگارانه از دستگاه‌های سود ده
- مشخصات دستگاه‌ها در روابط با توجه به کاتالوگ‌های منتشرشده توسط سازندگان آن‌ها می‌باشد.
- زمان تعویض کوتاه دستگاه‌ها در بازار

هرچند موارد بالا تأثیر قابل توجهی در محاسبات نخواهند گذاشت، اما توجه به این نکته ضروری است که قیمت برق در مناطق مختلف و در فصل‌های مختلف سال تغییرات فراوانی می‌کند. بسیاری از کارشناسان معتقدند بعضی از دستگاه‌ها قبل از تجاری شدن در شبکه استخراج می‌کنند و بعد از مدتی وارد بازار تجاری می‌شوند. شاخص CBECI یک پروژه در حال تکامل است که بر روی فرض‌های ثابتی قابل توسعه است. با توجه به تغییر شرایط بالا، این شاخص نیز تغییر می‌کند.

مقایسه با کوشش‌های گذشته

تحقیقات بسیاری تاکنون برای محاسبه برق مصرفی شبکه بیت کوین انجام شده است. برخی از این تحقیقات در جدول زیر به اختصار نشان داده شده‌اند. به‌غیر از تحقیقی که الکس دی وریس انجام داده و شاخصی که او معرفی کرده است (Gupta 2018)، هیچ کوششی که بتواند آنلاین و با تغییر پارامترهای ذکرشده در بالا مصرف جدید شبکه را محاسبه کند صورت نگرفته است (Krause and Tolaymat 2018).

در جدول زیر به برخی از مهمترین تحقیقات علمی صورت گرفته در رابطه با مصرف برق بیت کوین پرداخته شده است.

نویسنده	تاریخ انتشار	موضوع	روش‌شناسی
Stoll, C., Klaaben, L., and Gellersdorfer, U.	۲۰۱۹	The Carbon Footprint of Bitcoin	Bottom-up
McCook, H.	۲۰۱۸	The cost & sustainability of Bitcoin	Bottom-up
De Vries, A.	۲۰۱۸	Bitcoin's Growing Energy Problem	Top-down

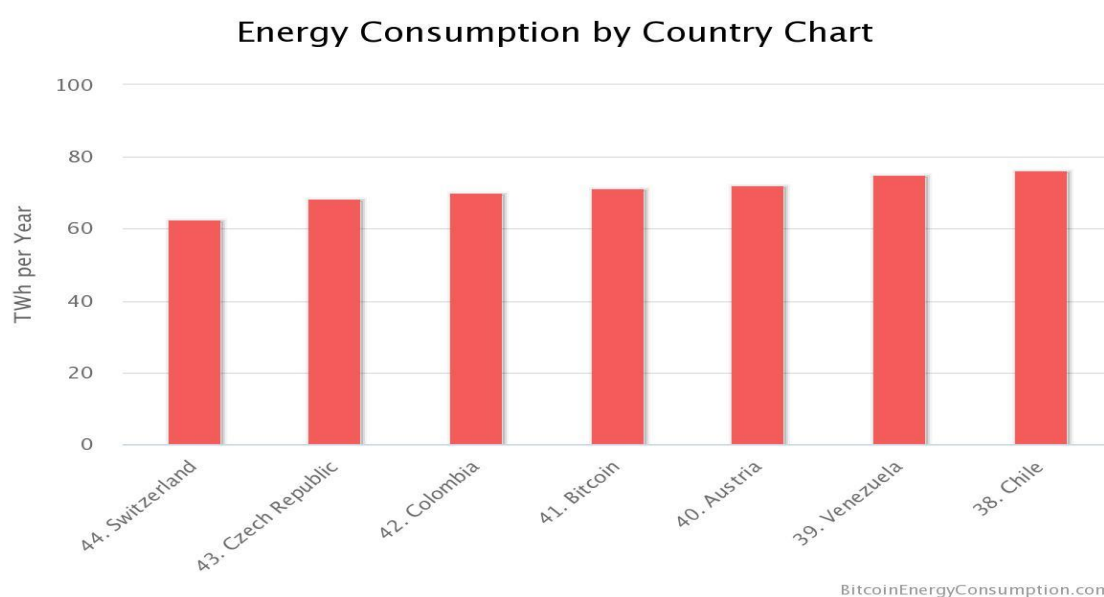
Top-down	A Cost Production Model for Bitcoin	۲۰۱۵	.Hayes, A. S
Top-down	Bitcoin Mining and its Energy Footprint	۲۰۱۴	O'Dwyer, K.L., and Malone, D.

تحقیقات علمی بالا و سایر تحقیقات صورت گرفته رنج متغیری از جوابها را گزارش می‌دهند. فرض‌ها و تخمین‌های مختلف باعث این حد مختلف از جوابها شده است. برای مرور تحقیقات گذشته و آشنایی با محدودیت‌های هر مدل، کومی^۴ در سال ۲۰۱۹ گزارشی را منتشر کرده است.

این گزارش با در نظر گرفتن مطالعات پیشین و با استفاده از بهترین فرض‌های آنان صورت گرفته است. محققان می‌تواند تأثیر فرضیه‌های موجود را با در نظر گرفتن قیمت‌های مختلف برق و بارگذاری اعدادی که در گزارش به‌صورت داینامیک تعریف شده‌اند، به جواب دقیق‌تری با توجه به فرضیه‌های خود برسند.

نتیجه‌گیری و مورد ایران

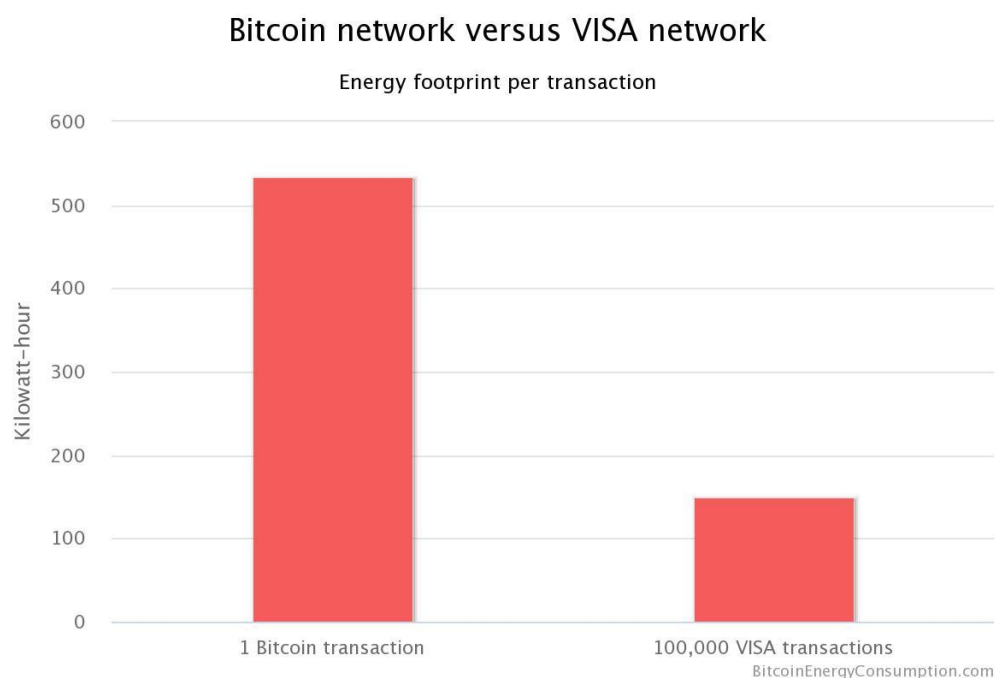
اگرچه تراوات ساعت یک استاندارد برای مصارف برقی است، برای اعداد بزرگ شاید مقایسه راهکار بهتری برای درک بزرگی این مقدار مصرف باشد. طبق این گزارش، بیت کوین با مصرف سالیانه ۶۴/۶۳ تراوات ساعت برق در یک سال کمی بیشتر از کشورهایی نظیر جمهوری چک و اتریش مصرف دارد. گراف زیر مصرف برق سالیانه بیت کوین را در مقایسه با کشورهای جهان نشان می‌دهد (Digiconomist).



^۴ Koomey

از آمارهای جالب به دست آمده توسط دانشگاه کمبریج می توان به این نکته اشاره کرد که مصرفی دستگاه های متصل به برق اما استفاده نشده در ایالات متحده در مدت یک سال می تواند جواب گوی سه سال برق مصرفی شبکه بیت کوین باشد. همچنین مقدار برق مصرفی برای روشنایی در جهان در طول یک سال می تواند سه سال برق شبکه بیت کوین را تامین نماید.

البته مقایسه برق مصرفی شبکه بیت کوین در مقایسه با شبکه های پرداخت بین المللی دیگر نیز خالی از لطف نیست اما توجه به مزایای فناوری بلاک چین نیز از پارامترهای مهم برای ارزیابی و مقایسه این نتایج است.



مطابق با آمار منتشر شده هر روز در جهان ۱۴۴ بلاک جدید به طور میانگین استخراج می شود. در هر بلاک ۱۲,۵ بیت کوین موجود است. به این معنی هر روز ۱۸۰۰ بیت کوین جدید استخراج می شود. این آمار با وارد کردن هش های جدید توسط استخراج کنندگان دستخوش تغییر می شود و قاعدتا باید سرعت بیشتری در آینده پیدا کند. در زمان نگارش این مقاله در حدود ۳ میلیون و دویست هزار بیت کوین برای استخراج باقی مانده است (2019).

طبق ادعای مطرح شده توسط وزارت نیرو در ایران استخراج رمز ارزها معادل ۷ درصد برق مصرفی کشور یعنی ۴ هزار مگاوات است.

$$A = 4000MWatt \times 0.25 \times 365days \times 24hours = 9 \times 10^6MWH = 9TWH$$

که در این رابطه A کل برق مصرفی سالیانه اعلام شده توسط وزارت نیرو برای استخراج در ایران است.

با مقایسه رقم برق مصرفی کل شبکه طبق ادعای وزارت نیرو در ایران و رقم منتشرشده در گزارش به‌طور تخمینی چیزی در حدود ۱۴ درصد بیت کوین‌های استخراج‌شده در دنیا در ایران در حال استخراج است.

$$N = \frac{\text{Annual electricity consumption of bitcoin network}}{A} = \frac{9TWH}{64TWH} = 0.14$$

با توجه به مشاهدات میدانی و فرض استخراج توسط دستگاه antminer s9 که عمده دستگاه موجود در بازار ایران هست و طبق کاتالوگ دستگاه، مصرفی معادل ۱۳۵۰ وات دارد.

داریم:

$$B = 1350Watt \times 10^{-6} \times 0.25 \times 365days \times 24hours = 3MWH$$

با تقسیم A که کل مصرف شبکه طبق ادعای وزارت نیروست بر B که برق مصرفی هر دستگاه است، می‌بایست $\frac{9 \times 10^6}{3}$ دستگاه یعنی ۳ میلیون دستگاه استخراج S9 در ایران به برق باشد که رقم بسیار بالایی است و از واقعیت فاصله دارد.

پیشنهادهای

در پایان نگارنده با درک حساسیت‌های موجود و شرایط خاص اقتصاد ایران معتقد است تصمیم‌گیری صحیح در رابطه با این تکنولوژی انقلابی باید با در نظر گرفتن تمامی شرایط و با مشورت کارشناسان این حوزه صورت گیرد. اخیراً در خبرها نرخ‌های جدیدی برای استخراج‌کنندگان توسط نهادهای مسئول منتشرشده است که رد هیچ‌گونه کار کارشناسی در آن مشاهده نمی‌شود. باز کردن فضای سرمایه‌گذاری در این صنعت می‌تواند نیروی محرکه‌ای برای ورود بخش خصوصی به صنعت تولید برق شود. افزایش منطقی نرخ برق در کنار بسته‌های حمایتی وزارت نیرو و نهادهای مسئول می‌تواند انگیزه‌های سرمایه‌گذاری بخش خصوصی برای تولید برق در ایران را افزایش دهد و بازار شکل‌گرفته در این عرصه همراه با همگام‌سازی قراردادها و سازوکارهای مالی و قانونی بر بستر بلاک چین، می‌تواند منجر به تشکیل به‌روزترین و کارآمدترین بازار ممکن برای تولید و مصرف برق در منطقه خاورمیانه شود. باشد که تصمیم‌گیری‌های دولت و نهادهای مسئول در قبال این فناوری انقلابی، ایران را تبدیل به یک مصرف‌کننده صرف در این تکنولوژی ثروت افزا نکند.

- “Bitcoin Energy Consumption Index - Digiconomist.”
<https://digiconomist.net/bitcoin-energy-consumption> (July 10, 2019).
- Gupta, Manas, and Parth Gupta. 2018. “Gini Coefficient Based Wealth Distribution in the Bitcoin Network: A Case Study.” In , 192–202.
http://link.springer.com/10.1007/978-981-13-0755-3_15 (July 10, 2019).
- “How Many Bitcoins Are There? How Many Left to Mine? (2019).”
<https://www.buybitcoinworldwide.com/how-many-bitcoins-are-there/>
(July 10, 2019).
- Krause, Max J., and Thabet Tolaymat. 2018. “Quantification of Energy and Carbon Costs for Mining Cryptocurrencies.” *Nature Sustainability* 1(11): 711–18. <http://www.nature.com/articles/s41893-018-0152-7> (July 10, 2019).
- Malone, D., and K.J. O’Dwyer. 2014. “Bitcoin Mining and Its Energy Footprint.” In *25th IET Irish Signals & Systems Conference 2014 and 2014 China-Ireland International Conference on Information and Communities Technologies (ISSC 2014/CIICT 2014)*, Institution of Engineering and Technology, 280–85.
<https://digital-library.theiet.org/content/conferences/10.1049/cp.2014.0699> (July 10, 2019).

نویسنده

نام نویسنده: سلمان صادقی

ایمیل نویسنده: salli.sadeghi@gmail.com

منتشر شده توسط



کوین ایران بزرگترین پایگاه خبری فارسی زبان در حوزه فناوری بلاکچین، ارزهای رمزنگاری شده و پلتفرم های مرتبط با بلاکچین است. این وب سایت در سال ۱۳۹۲ توسط بابک جلیلوند و آرش محبوب، با هدف اطلاع رسانی، آموزش و مشاوره به جامعه فارسی زبان علاقه مند به رمز ارزها راه اندازی شد و اولین مقاله آن در ۱۴ دی ماه همان سال، با عنوان «بیت کوین چیست؟» منتشر گردید . هدف کوین ایران از معرفی این فناوری ایجاد محیطی پژوهشی و آموزشی در راستای استفاده صحیح از این فناوری جهت ارائه تسهیلات و رفاه به جوامع فارسی زبان است.

www.coiniran.com