خرداد ۱۴۰۱

مسلسل: ۱۸۲۳۳

تأثیر استخراج رمزارز بر پایداری شبکه برق ایران

دفتر مطالعات انرژی، صنعت و معدن

شماره مسلسل: ۱۸۲۳۳ کد موضوعی: ۳۱۰	مرکز پژوهش‌ها مجلس شورای اسلامی	شناسنامه گزارش

عنوان گزارش: تأثیر استخراج رمزارز بر پایداری شبکه برق ایران

نام دفتر: مطالعات انرژی، صنعت و معدن (گروه فناوری اطلاعات و ارتباطات)
تهیه و تدوین‌کنندگان: ابوالقاسم رجبی، علی صابری
اظهارنظرکننده: سید مهدی حسینی دولت آبادی (دفتر مطالعات اقتصادی)
مدیر مطالعه: ـــــ
ناظران علمی: محمدحسن معادی رودسری، حسن پوراسماعیل

واژه‌های کلیدی:
۱. استخراج رمزارز
۲. پایداری شبکه برق
۳. دفتر کل توزیع شده

تاریخ انتشار: ۱۴۰۱/۳/۹

به نام خدا

فهرست مطالب

چکیده ۱
مقدمه ۲
۱. صرفه اقتصادی استخراج رمزارزها ۲
۲. ملاحظات سیاستی استخراج رمزارزها در بخش خصوصی ۵
جمع‌بندی ۱۶
منابع و مآخذ ۱۶

تأثیر استخراج رمزارز بر پایداری شبکه برق ایران

چکیده

آنچه از استخراج رمزارزهای انرژی‌بر در ایران مطرح شده و موضوع سیاستگذاری قرارگرفته مربوط به استخراج بیتکوین بوده است. همچنین، بزرگ‌ترین خطری که مدنظر سیاستگذار بوده آسیب به پایداری شبکه برق کشور بوده است. در این راستا مصرف غیرمجاز با برخورد قضایی روبه‌رو شده است. تاکنون بیشتر کشفیات در حوزه رمزارز بیتکوین بوده است. از ابتدای شروع طرح برخورد با استخراج‌کنندگان بدون مجوز از سال ۱۳۹۸ تا سال ۱۴۰۰، مجموع کشف و شناسایی دستگاه‌های غیرمجاز استخراج رمزارز به ۲۲۱ هزار و ۱۶۳ دستگاه رسیده است که توان مصرفی آنها معادل ۶۲۱ مگاوات بوده است. البته این دستگاه‌های غیرمجاز استخراج رمزارز در زمان‌های مختلف کشف شده است و همه آنها بطور هم‌زمان در شبکه برق فعال نبوده‌اند. صریح‌ترین اقدام کشور در سیاستگذاری استخراج رمزارزها، وضع ممنوعیت استخراج رمزارز در کشور در تابستان سال ۱۴۰۰ بود. اما این سیاست عملاً شکست خورده محسوب می شود، زیرا تراهَش مطلق ماهانه ایران در شبکه بیتکوین از ۶/۹۴ میلیون تراهَش در تاریخ دهم اریبهشت ۱۴۰۰ تنها به ۳/۷۵ میلیون تراهَش در دهم مرداد ۱۴۰۰ (با گذشت یک ماه و ده روز از دستور قطع برق مزارع استخراج رمزارز) رسید. یعنی بیش از نیمی از استخراج‌کنندگان رمزارز بدون توجه به دستور دولت و قطعی برق مشغول استخراج رمزارز بوده‌اند. توان مصرف برق این استخراج‌کنندگان در بدبینانه‌ترین حالت کمتر از ۸۰۰ مگاوات ساعت بوده است. درحالی که کسری تراز شبکه برق کشور بیش از ۱۰ هزار مگاوات ساعت بوده است. در بدبینانه‌ترین حالت کمتر از ۱۰ درصد از کسری برق کشور را می‌توان به استخراج رمزارز نسبت داد.

اما خطر جدی‌تر که نیازمند اتخاذ راه‌حل است، ضعف کشور در اعمال سیاست‌های سلبی و ایجابی در حوزه استخراج رمزارز است. به‌نظر می‌رسد خطر اصلی ناشی از گسترش استخراج رمزارزهایی مانند اتریوم در منازل شخصی است. استخراج رمزارز بیتکوین در مزارع بزرگ و با تجهیزاتی که مصرف محسوس و با قابلیت ردیابی و کشف بالاتر دارند انجام می‌شود اما مجموع مصرف برق در منازل شخصی برای استخراج اتریوم احتمالاً کمتر از ۱۲ مگاوات هست. استخراج رمزارزهایی شبیه اتریوم به مصرف برق کمتر و البته به تجهیزات گران‌قیمت‌تر و با ارزبری بالاتری نیاز دارد و از همه مهم‌تر ردیابی آن سخت‌تر است و می‌تواند موجب افزایش غیرقابل کنترل مصرف برق خانگی شود.

رفع تهدیدها هم‌زمان با استفاده از فرصت‌های فناورانه پیش رو نیازمند اتخاذ چارچوب مقرراتی شفاف برای نظارت بر هرگونه تولید و استخراج دارایی دفتر کل توزیع شده در کشور است. بررسی ها نشان می‌دهد، اعمال ممنوعیت کامل استخراج رمزارز در کشورمان با توان فنی و مقرراتی فعلی کشور غیرممکن است. همچنین اقدام دیرهنگام در سامان‌دهی استخراج رمزارزها می‌تواند مقررات‌گذاری و سیاست‌گذاری این حوزه را با موانع عمده‌ای مواجه کند.

تاکنون استخراج رمزارزهای انرژی‌بر در کشورمان مطرح بوده است اما همه انواع استخراج رمزارزها انرژی را به هدر نمی‌دهند. انواع جدیدی از استخراج رمزارزها در حال توسعه هستند که یک فعالیت اقتصادی معمولی مثلاً ارائه

فضای ذخیره‌سازی محتوا یا ارائه توان رایانشی برای فعالیت‌های مفید مانند واقعیت افزوده و اداره محیط‌های مجازی یا متاورس را به میدان رقابت استخراج وارد می‌کنند.

مقدمه

با شروع به‌کار نظام پرداخت بدون نیاز به بانک بیتکوین در سال ۲۰۰۸ ازسوی شخصی با نام مستعار ساتوشی ناکومتو به‌مرور مراکز سیاست‌پژوهشی مختلف دنیا نیز به بررسی ابعاد این موضوع پرداختند و مرکز پژوهش‌های مجلس نیز در سال ۱۳۹۲ هم‌زمان با سایر مراکز سیاست‌پژوهی دنیا این موضوع را مورد بررسی قرار داده است و طی سال‌های گذشته گزارش‌های متعددی در این موضوع منتشر کرده است. فناوری حمایت کننده از این پدیده، دفتر کل توزیع شده یا به‌اختصار DLT[1] است. این فناوری به اعضای شبکه کمک می‌کند که بتوانند بدون نیاز به شخص ثالث تراکنش‌هایی را به‌صورت دائمی ثبت کنند. با استفاده از این فناوری بیتکوین به‌وجود آمد، اما اتریوم و سایر پدیده‌های مشابه هم از این فناوری بهره می‌برند. بعضی از انواع این پدیده‌ها همچون بیتکوین و اتریوم برای اداره شبکه به روشی به نام استخراج تکیه دارند که موجب مصرف غیرمتعارف برق می‌شود. سؤال این است که تأثیر استخراج بر مصرف برق کشور چیست و چه مقدار از خاموشی‌ها را می‌توان به استخراج رمزارزها نسبت داد. بنابراین در این گزارش استخراج رمزارز معرفی و میزان مصرف برق استخراج رمزارزهای بیتکوین و اتریوم در کشور بررسی می‌شود.

۱. صرفه اقتصادی استخراج رمزارزها

از دیدگاه کاربران، جذابیت رمزارزها به یک نوآوری در آنها مربوط است که در دیگر ارزهای مجازی دیده نشده باشد (Yuan and Wang, 2018). برای مثال، نوآوری بیتکوین ایجاد نظام پرداخت بدون اتکا به شخص ثالث یا نهاد واسط و بدون خلق بی‌ضابطه واحد پرداخت است (رجبی، ۱۳۹۳الف و ب). نوآوری رمزارز اتریوم، ایجاد امکان تعریف قرارداد هوشمند و اجرای خودکار مفاد قراردادها و پرداخت وجه به‌ازای تحقق شرایط از قبل مشخص شده است. نوآوری مهم رمزارز ای‌اواس[2] ایجاد رایانه جهانی از تجمیع توان رایانه‌های متکثر برای ایجاد برنامه‌های کاربردی و متمرکزسازی منابع رایانشی برای اجرای این هدف است. بعضی رمزارزها نیز بهره‌گیری از فضای ذخیره‌سازی استفاده نشده رایانه‌ها را هدف قرار می‌دهند.

هزینه مشارکت در هرکدام از طرح‌های اقتصادی ارزهای مجازی به دو دسته تقسیم می‌شود: هزینه‌های سرمایه‌ای[3] و هزینه‌های عملیاتی (جاری)[4]. به هزینه خرید سخت‌افزارهای جدید مانند دستگاه تولید برق یا وسایل رایانشی مانند استخراج‌کننده، هزینه‌های سرمایه‌ای و به هزینه استفاده از سخت‌افزارها مثل هزینه برق و سوخت، هزینه‌های عملیاتی

1. Distributed Ledger Technology (DLT)
2. EOS
3. Capital Expenditure
4. Operating Expense

می‌گویند. ممکن است مشارکت در استخراج رمزارزها با استفاده از منابع سخت‌افزاری مازاد که از قبل خریداری شده انجام شود، در این صورت محاسبه هزینه‌های جاری اهمیت پیدا می‌کند و درصورتی‌که تجهیزات جدیدی خریداری شود علاوه بر هزینه‌های جاری، هزینه‌های سرمایه‌ای نیز باید مورد توجه قرار گیرد. نهایتاً این هزینه‌ها باید با درآمد ناشی از کسب رمزارز و سایر منافع حاصل از مشارکت در این طرح‌ها مقایسه شوند تا صرفه اقتصادی استخراج رمزارزها محاسبه شود. تفاوت‌های منابع رایانشی مورد استفاده رمزارزها، رقابت در استخراج و نوسانات قیمت رمزارزها از مهم‌ترین موضوع‌هایی هستند که در صرفه اقتصادی رمزارزها نقش دارند.

۱-۱. منابع رایانشی مورد استفاده و تفاوت در هزینه جاری

مشارکت در استخراج هرکدام از ارزهای مجازی به منابع سخت‌افزاری متفاوتی نیاز دارد و هرکدام از منابع سخت‌افزاری هزینه‌های جاری خاص خود را دارند. مثلاً اشتراک‌گذاری توان پردازنده مرکزی و کارت گرافیک رایانه‌ها نیازمند مصرف برقی بیش از مصرف برق معمول رایانه است و هزینه برق و استهلاک تجهیزات باید در محاسبه صرفه اقتصادی استخراج رمزارز مدنظر قرار گیرد. اشتراک‌گذاری حافظه موقت[۱]، مصرف برق کمتری لازم دارد؛ اما حافظه موقتی گران‌تر است و تجمیع آن سخت‌تر است. به‌عبارت‌دیگر به اشتراک‌گذاری فضای ذخیره‌سازی رایانه‌ها در ساعات کار آنها تفاوت چشمگیری در مصرف برق ایجاد نمی‌کند و استهلاک کمتری دارد. در عوض از ظرفیت پهنای باند اینترنت خریداری شده بیشتر استفاده می‌شود.

سازوکار استخراج بعضی از رمزارزها به‌گونه‌ای است که هر فردی که نرم‌افزار لازم را روی رایانه خود نصب کرده باشد می‌تواند در استخراج آن رمزارز مشارکت کند. در مقابل، امکان استخراج بعضی رمزارزها تنها برای کسانی امکان‌پذیر است که شرایط خاصی را احراز کنند، مثلاً مقداری از آن رمزارز را در اختیار داشته باشند. برای مثال برای استخراج بیتکوین هیچ پیش‌شرطی جز نصب نرم‌افزارهای لازم وجود ندارد و هر فردی می‌تواند اقدام به استخراج این رمزارز کند. ارزش بالای بیتکوین موجب شده است که افراد زیادی در سراسر جهان وارد رقابت برای استخراج آن شوند و درنتیجه اگر شخصی با یک رایانه ساده و به‌تنهایی قصد استخراج بیتکوین را داشته باشد، شانس بسیار اندکی برای موفقیت خواهد داشت، بنابراین افراد متکثر با نصب نرم‌افزارهای اشتراک‌گذاری توان پردازشی رایانه، شانس خود را برای موفقیت در کسب بیتکوین افزایش می‌دهند.[۲] در این صورت احتمال کسب میزان اندکی بیتکوین به‌ازای اشتراک‌گذاری هر میزان توان رایانشی وجود دارد. اما مسئله این است که هزینه برق مصرفی فرد ممکن است از عایدی بیتکوین او فراتر باشد. بنابراین تجهیزات استخراج بیتکوین به‌صرفه‌تر[۳] طراحی شده‌اند که با مصرف برق کمتر توان بیشتری به شبکه عرضه کنند. به‌موازات این موضوع، جذابیت بازار موجب می‌شود که همواره افراد بیشتری به استخراج بیتکوین بپردازند و مقدار بیتکوین‌های قابل‌استخراج نیز به‌مرور کمتر می‌شود. بنابراین شانس موفقیت در استخراج بیتکوین اگر تعداد معاملات هم کاهش پیدا کند کمتر می‌شود و در صورت مشارکت با دیگران هم، میزان بیتکوین

---

۱. حافظه دسترسی تصادفی یا RAM.
۲. مجموعه افرادی که یک نرم‌افزار اشتراک توان پردازشی واحد را نصب و اجرا کنند اعضای یک استخر (Pool) به‌شمار می‌روند.
۳. مثلاً ASIC یا مدارهای مجتمع خاص منظوره.

استخراج شده همواره کمتر و کمتر خواهد شد. بنابراین ممکن است از زمان سفارش تجهیزات سرمایه‌ای برای استخراج بیتکوین تا زمان نصب و راه‌اندازی آن درآمد قابل کسب، کاهش چشمگیری پیدا کند. البته نوسانات توان رایانشی موردنیاز در استخراج دیگر رمزارزها ممکن است متفاوت باشد و درنتیجه بازگشت هزینه‌های سرمایه‌ای آنها نیز متفاوت خواهد بود.

۲-۱. نوسانات قیمت

استخراج رمزارزها با کسب درآمد از این ارزها معنا پیدا می‌کند و نوسانات بالای قیمت رمزارزهای اولیه یکی از نقاط ضعف آنها به‌شمار می‌رود. بنابراین بررسی اقتصادی نوسانات قیمتی رمزارزها نیز باید مدنظر قرار گیرد. بعضی رمزارزها به پایدار سکه[1] معروف هستند. پایدار سکه‌ها طوری طراحی شده‌اند که اگر قیمت آنها بیش از مقدار مجاز افزایش پیدا کند سیاست‌های مؤثر بر کاهش قیمت[2] آنها و اگر قیمت آنها کاهش پیدا کند سیاست‌های مؤثر برافزایش قیمت[3] به‌صورت خودکار اجرایی شوند[4] (Finck and Moscon, 2019). اما بسیاری از رمزارزها چنین سازوکاری ندارند. البته بیشتر رمزارزها در حال حاضر از قیمت بیتکوین تبعیت می‌کنند یعنی با کاهش یا افزایش قیمت آن معمولاً قیمت دیگر رمزارزها نیز کاهش یا افزایش می‌یابند. البته سهم و اهمیت بیتکوین در بازار رمزارزها در حال کاهش است. گرچه ورود مؤسسه‌های مالی به خرید رمزارز بیتکوین مقداری سهم این رمزارز را بالا برد (Smith, 2019) اما کاهش جایگاه بیتکوین دنباله‌دار بوده است.

نوسانات بالای قیمت رمزارزها، سرمایه‌گذاری و مشارکت مستقیم یا غیرمستقیم دولت‌ها، بانک‌ها و مؤسسه‌های مالی و اعتباری را با ریسک زیادی همراه می‌کند. اما افراد حقیقی و حقوقی بخش خصوصی نیز به لحاظ انعطاف بیشتر و کنش سریع‌تری که نسبت به وضعیت‌های جدید دارند، می‌توانند با پذیرش و مدیریت این ریسک‌ها (مانند دیگر بازیگران جهانی) به استخراج رمزارز مبادرت کنند. بنابراین نقش مهم‌تر مجلس، نظارت بر اجرای قوانین و مقررات مرتبط با موضوع استخراج رمزارزها در بخش خصوصی است. بدین‌منظور ابعاد سیاستی مهمی وجود دارد که باید مبنای کار نظارتی قانونگذار قرار گیرد. در قسمت بعد به مهم‌ترین ملاحظات سیاستی پرداخته شده است.

1. Stablecoin

۲. مثلاً تسهیل در ایجاد واحدهای جدید رمزارز.
۳. مثلاً نابودسازی واحدهای رمز ارز ایجاد شده.
۴. بعضی پایدار سکه‌ها به یک ارز ملی متصل هستند و پایداری آنها با پایداری آن ارز تضمین می‌شود. اما در اینکه آیا باید این‌گونه پایدار سکه‌ها را نیز رمزارز در نظر گرفت اتفاق‌نظر وجود ندارد.

۲. ملاحظات سیاستی استخراج رمزارزها در بخش خصوصی

۲-۱. نهادهای متولی مقررات‌گذاری استخراج انواع رمزارزها

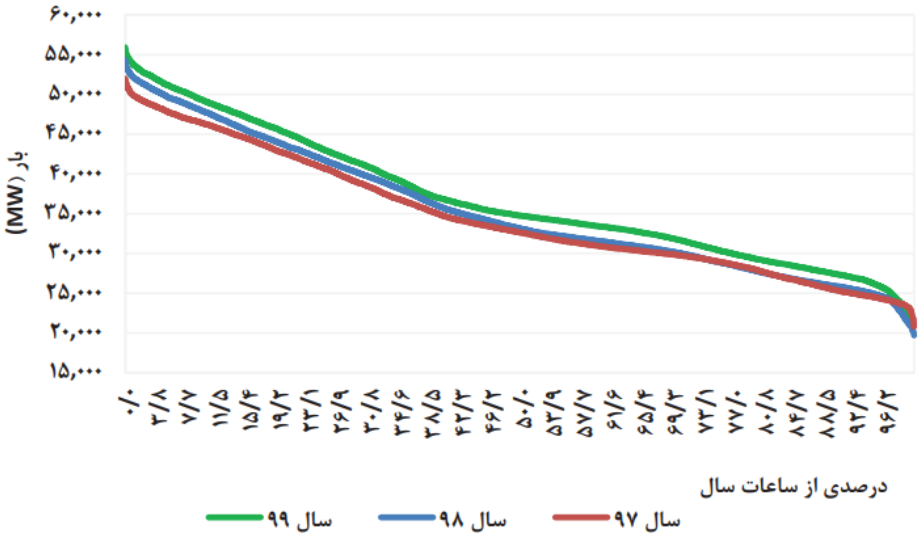
همان‌طور که در قسمت قبل ذکر شد، منابع مورد استفاده برای استخراج انواع رمزارزها با یکدیگر متفاوت است. به‌این‌ترتیب اگر مصرف برق یک رمزارز چشمگیر باشد و در سطح کلان بر شبکه برق کشور مؤثر باشد، مقررات‌گذاری آن به وزارت نیرو ارتباط پیدا می‌کند؛ اما اگر استخراج یک رمزارز نیازمند مصرف پهنای باند اینترنت باشد و در شکل ترافیک شبکه‌های ارتباطی و نظارت بر آن تفاوت ایجاد کند، وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات در مقررات‌گذاری استفاده از اینترنت آن رمزارز نقش پررنگ‌تری خواهد داشت. آنچه ایران در حال حاضر بیشتر با آن مواجه شده رمزارزهایی است که استخراج آنها نیازمند مصرف برق هستند. درصورتی‌که اختلافی میان دستگاه‌ها پدید آید، مجلس شورای اسلامی و یا شورای عالی فضای مجازی می‌تواند تقسیم وظایف میان دستگاه‌ها را انجام دهد.

۲-۲. مدیریت برق مصرفی رمزارزها در ایران

تولید سالیانه برق در ایران بر اساس آمار تولید سال ۱۳۹۹، حدود ۳۴۳ میلیارد کیلووات ساعت در سال تخمین زده شده است. با توجه به اینکه میان مصرف و توان تولید برق در کشور همیشه تعادل برقرار نیست بررسی نقش رمزارزهای انرژی‌بر اهمیت بیشتری می‌یابد.

در شرایطی که همه عوامل تولید را بخش خصوصی برای استخراج رمزارز فراهم می‌کند به‌عنوان یک فعالیت اقتصادی تفاوت چشمگیری میان این صنعت و دیگر صنایع وجود نخواهد داشت. اما در کشور ایران عوامل مهم تولید در استخراج رمزارزها به‌صورت یارانه‌ای فراهم می‌شوند و الگوی تقاضای بار کشور ایران با دیگر کشورها تفاوت‌هایی دارد. به‌طور نمونه برق در ایران به‌صورت یارانه‌ای به مشترکان عرضه می‌شود و به این دلیل کشور ایران پس از کشور میانمار ارزان‌ترین قیمت برق را در دنیا دارد. ازطرفی توان کشور در تأمین برق محدود است و در مواقعی از سال شبکه تولید کشور پاسخگوی نیازهای کشور نیست و احتمال قطعی برق و بروز مشکل برای شهروندان به‌وجود می‌آید. شکل ۱ میزان تقاضای برق در کشور را طبق آمار شرکت مدیریت شبکه برق ایران نشان می‌دهد.

شکل ۱. مقایسه تداوم بار پیک روزانه سال‌های ۱۳۹۷، ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹

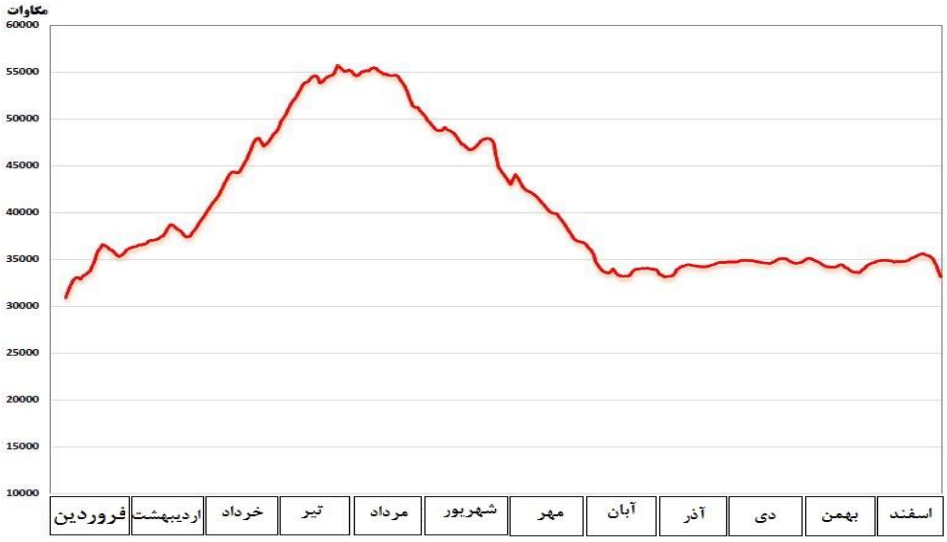


مأخذ: گزاش شرکت مدیریت شبکه برق ایران.

همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود در سال ۱۳۹۹ فقط در حدود ۱۰ درصد ایام سال حداکثر میزان بار مصرفی برق ایران از میزان ۵۰ هزار مگاوات فراتر می‌رود و در سایر ایام سال بار روی شبکه کمتر از این میزان است که این میزان بار فاصله زیادی با حداکثر توان قابل تحمل شبکه برق کشور دارد. اما باید توجه داشت که ظرفیت عملی شبکه سراسری برق کشور در پیک سال ۱۳۹۹ حدود ۶۴۴۲۱ مگاوات بوده و در فصل زمستان حداکثر مصرف برق کشور حدود ۴۰ هزار مگاوات پیش‌بینی می‌شود. این بدین معنی است که حدود ۲۴ هزار مگاوات از ظرفیت عملی تولید برق کشور در فصول غیرگرم سال بلااستفاده است. با عدم فرض ظرفیت نیروگاه‌های برق‌آبی، تنها ۱۲ هزار مگاوات باقی خواهد ماند که حدود ۵۰٪ آن نیز وارد دوره تعمیرات می‌شود. بنابراین تنها ۶ هزار مگاوات ظرفیت تولید برق حرارتی مازاد در فصول غیرگرم سال در دسترس است. اما باید توجه داشت که مسئله تأمین سوخت به‌رغم وجود این ظرفیت مازاد در زمستان چالش اصلی است و همچنین با توجه به تراز عرضه و تقاضای گاز در سال‌های آینده، این مسئله تشدید نیز خواهد شد. همین مسئله باعث شده است تا حجم مصرف سوخت مایع توسط نیروگاه‌ها از ۸/۲ میلیارد لیتر در سال ۱۳۹۶ به ۱۵/۷ میلیارد لیتر در سال ۱۳۹۹ برسد. همچنین تعداد ساعات محدودیت سوخت نیروگاه‌های کشور از ۹۶۰ ساعت سال ۱۳۹۷، به ۱۴۱۶ ساعت در سال ۱۳۹۹ افزایش پیدا کرده است. ایجاد چنین تعهدی برای وزارت نیرو مسائل و مشکلات این وزارتخانه را در فصل زمستان به‌مراتب بیشتر خواهد کرد. بنابراین اگرچه با توجه به حجم بالای بدهی وزارت نیرو به تولیدکنندگان خصوصی برق، استفاده از ظرفیت خالی این نیروگاه‌ها برای تولید رمزارز راه‌حل مناسبی به‌نظر می‌رسد، اما با توجه به محدودیت تأمین سوخت در حداقل سه تا چهار ماه از سال، راه‌حل پایداری محسوب نمی‌شود. در حال حاضر با توجه به شرایطی که مطرح شد، بهترین راه‌حل موجود برای توسعه صنعت استخراج رمزارز در کشور استفاده از ظرفیت ماده (۱۲) قانون رفع موانع تولید و اختصاص سوخت صرفه‌جویی شده حاصل از اقدامات بهینه‌سازی مصرف انرژی به این صنعت است.

همچنین در برخی ساعات شبانه‌روز با کاهش تقاضای برق، صنعت برق کشور باید برای جلوگیری از آسیب به شبکه، به‌سرعت تولید برق را کاهش دهد یا مصرف را افزایش دهد. به‌دلیل اینکه راه‌اندازی دوباره یک نیروگاه یا کاهش بار آن هزینه‌های بیشتری به همراه دارد اما اگر یک منبع مصرف قابل‌برنامه‌ریزی در ساعات کم باری به شبکه اضافه شود می‌تواند موجب صرفه‌جویی در هزینه کلی کشور، بهبود ضریب بار و کاهش قیمت تمام شده برق شود. این روش با اصطلاح حداکثر مصرف اصلاحی در پیک شب و روز از آن یاد می‌شود. شکل ۲ حداکثر نیاز به بار اصلاحی در پیک شب و روز را نشان می‌دهد.

شکل ۲. حداکثر نیاز مصرف اصلاحی در پیک شب و روز شبکه سراسری سال ۱۳۹۷



مأخذ: همان.

همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود همه‌ساله با شروع ماه خرداد و افزایش مصرف برق، ضروری است حداکثر مصرف برق کشور در ساعات شبانه روز کاهش یابد یا اختلاف مصرف شب و روز در این روزها کاهش پیدا کند. در ماه‌های سرد سال یعنی از آبان تا فروردین میزان مصرف به کمتر از ۳۵ هزار مگاوات می‌رسد زیرا در ایران از برق برای مصارف گرمایشی کمتر استفاده می‌شود.

۳-۲. اندازه بازار صنعت استخراج رمزارز

همه رمزارزها قابل استخراج نیستند اما رمزارزهای استخراج‌پذیر بیشتر سهم بازار رمزارزها را در اختیار دارند. جدول ۱ فهرست هشت رمزارز برتر قابل استخراج براساس میزان پاداش کسب شده توسط استخراج‌کنندگان را نشان می‌دهد. آمار ارائه در جدول از منابع آزاد اطلاعاتی قابل دسترس عمومی کسب شده است.

جدول ۱. میزان پاداش و سهم رمزارزها از بازار استخراج ۹ رمزارز برتر (دلار)

رتبه	نام رمزارز	میزان پاداش در ۲۴ ساعت گذشته*	سهم از کل	پاداش سالیانه
۱	اتریوم	۵۰،۶۶۳،۲۱۶/۶۰	۴۷/۶	۱۸،۴۹۲،۰۷۴،۰۵۹
۲	بیتکوین	۴۹،۳۵۹،۱۲۳/۵۰	۴۶/۴	۱۸،۰۱۶،۰۸۰،۰۷۸
۳	دوج‌کوین	۲،۹۶۳،۷۱۵/۱۲	۲/۸	۱،۰۸۱،۷۵۶،۰۱۹
۴	لایت‌کوین	۱،۲۱۶،۵۸۵/۸۶	۱/۱	۴۴۴،۰۵۳،۸۳۹
۵	اتریوم کلاسیک	۱،۰۸۹،۴۸۳/۰۳	۱/۰	۳۹۷،۶۶۱،۳۰۶
۶	بیتکوین کش	۵۴۱،۲۴۲/۸۱	۰/۵	۱۹۷،۵۵۳،۶۲۶
۷	زدکش	۳۸۵،۵۴۸/۶۵	۰/۴	۱۴۰،۷۲۵،۲۵۷
۸	مونرو	۱۶۷،۳۴۲/۷۳	۰/۲	۶۱،۰۸۰،۰۹۶
۹	بیتکوین اس وی	به دلیل سقوط شدید ارزش در محاسبات وبگاه ها ذکر نشده است.		
	مجموع	۴۰،۶۹۸،۲۸۱/۸۷	۱۰۰	۱۴،۸۵۴،۸۷۲،۸۸۳

مأخذ: آمار در دسترس https://bitinfocharts.com

*در تاریخ ۲۱ مهر ۱۴۰۰.

همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، استخراج رمزارز بیتکوین پس از اتریوم پرسودترین بازار استخراج رمزارز است. در ابتدای سال ۲۰۲۱ گفته می‌شد که اتریوم در پایان سال ۲۰۲۱ با یک به‌روزرسانی به رمزارز غیراستخراجی و یا کم‌مصرف‌تر مبدل خواهد شد. البته همان‌طور که تجارب قبلی به روزرسانی نشان می‌دهد احتمالاً بار دیگر شبکه اتریوم در این به‌روزرسانی به دو قسمت تبدیل شود. البته میزان پذیرش و استقبال از نسخه کم‌مصرف اتریوم مشخص نیست. لذا در ادامه مصرف انرژی این رمزارز در کنار بیتکوین بررسی می‌شود.

۴-۲. مصرف انرژی شبکه استخراج رمز ارز بیتکوین

طبق تخمین مرکز نظام مالی جایگزین دانشگاه کمبریج[1] (Rauchs and et al., 2018) حداکثر انرژی مصرفی ۶ رمزارز برتر[2] در نیمه نوامبر سال ۲۰۱۸ حداقل ۵۲ و حداکثر ۱۱۱ میلیارد کیلووات ساعت در سال بوده است. در سال قبل از آن حداقل مصرف انرژی ۱۸ و حداکثر ۴۲ میلیارد کیلووات ساعت در سال بوده است. یعنی در یک سال مصرف برق رمزارزها حدود سه برابر شده بود. البته بعضی اوقات با کاهش قیمت رمزارزها میزان مصرف برق استخراج نیز کاهش یافته و افزایش میزان مصرف برق موضوعی قطعی نیست. اما در سال ۲۰۲۱ مصرف سالیانه شبکه بیتکوین به ۱۱۵ میلیارد کیلووات ساعت در سال رسیده است.

براساس گزارش‌های بین‌المللی[3]، حدود ۳۹ درصد از کل توان مورد نیاز استخراج رمزارز از طریق انرژی‌های تجدیدپذیر تأمین می‌شود. با توجه به این سهم و همچنین این نکته که تنها ۲۳ درصد از کل ظرفیت شبکه تحت حمایت‌های دولتی مانند معافیت مالیاتی یا یارانه قیمتی می‌باشند، نشان می‌دهد که در صورت وجود قوانین و مقررات

1. Cambridge Centre for Alternative Finance

۲. بیتکوین، اتریوم، بیتکوین کش، لایتکوین، مونرو و زدکش.

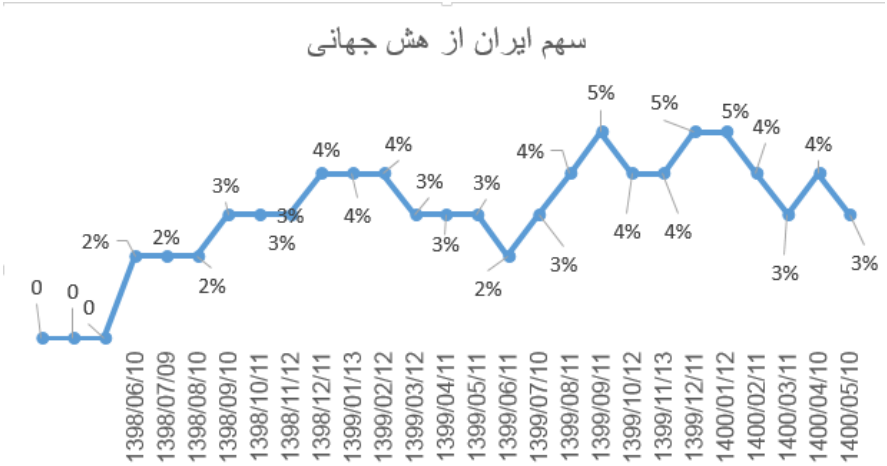
3. 3rd Global Cryptoasset Benchmarking Study

صحیح، می‌توان سرمایه‌گذاران این حوزه را به‌سمت استفاده از منابع تجدیدپذیر سوق داد.

۵-۲. وضعیت ایران در شبکه استخراج بیتکوین و تخمین مصرف برق آن

بازار جهانی استخراج رمزارزها و سهم کشورها از استخراج رمزارز موضوعی متغیر است زیرا با نوسانات در قیمت جهانی رمزارز و سیاست‌های اتخاذی ازسوی کشورها، میزان مشارکت در استخراج رمزارز بیتکوین نیز تغییر می‌کند. شکل ۳ سهم ایران از هش جهانی شبکه بیتکوین را نشان می‌دهد.

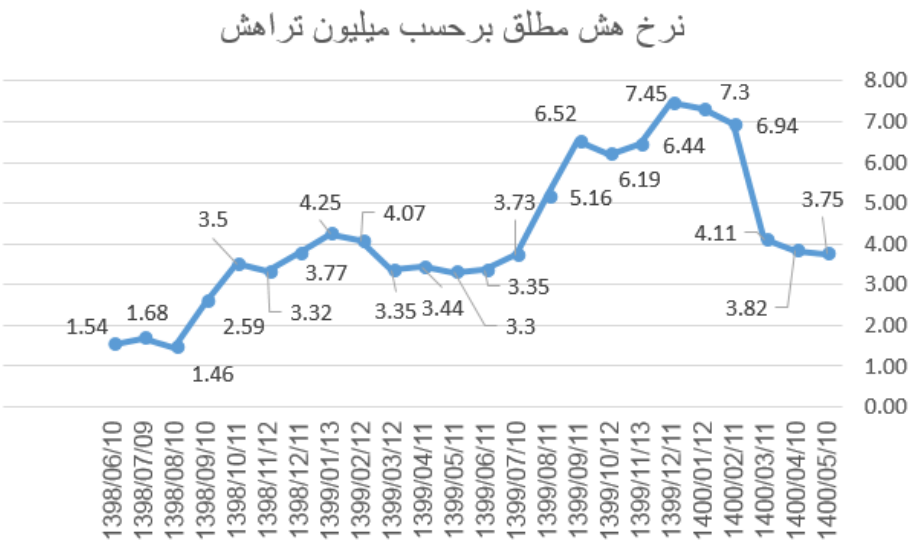
شکل ۳. سهم ایران از هش جهانی شبکه بیتکوین در طول زمان



Source: CBECI

سهم ایران از استخراج رمزارزها نیز در طی دو سال از ۲ درصد در مهر ۱۳۹۸ به ۳ درصد در مرداد ۱۴۰۰ رسید. حداکثر سهم ایران از بازار جهانی طبق تخمین مرکز وابسته به دانشگاه کمبریج ۵ درصد بوده است. نکته قابل‌توجه این است که در فصل تابستان سال ۱۴۰۰ که طبق دستور ریاست‌جمهور وقت استخراج رمزارز ممنوع بود سهم ایران از بازار جهانی استخراج ۱ درصد افزایش داشته است. این موضوع احتمالاً به اجرای ممنوعیت استخراج در کشور چین در کنار کاهش ارزش رمزارز بیتکوین و درنتیجه کاهش اقبال به استخراج رمزارز در مناطقی که تعرفه برق در آنها بالاتر است، قابل‌انتساب باشد. درنتیجه میزان سهم ایران از بازار جهانی استخراج رمزارز گویای میزان مصرف برق بیتکوین در ایران نیست و برای تخمین مصرف برق استخراج رمزارز بیتکوین باید میزان توان رایانشی که از ایران به این شبکه عرضه شده است را سنجید. شکل ۴ نرخ هش مطلق ایران را نشان می‌دهد.

شکل ۴. نرخ هش مطلق ایران در شبکه بیتکوین



Source: CBECI

همان‌طور که در شکل ۴ مشاهده می‌شود طبق تخمین‌های دانشگاه کمبریج، سهم ایران از بازار استخراج رمزارز بیتکوین متغیر است. اما موضوعی که اهمیت دارد این است که صدور حکم ممنوعیت استخراج رمزارز در تابستان سال ۱۴۰۰ با وجود وقوع قطعی برق و با وجود کاهش میزان استخراج مجاز نتوانسته است مانع از استخراج غیرمجاز رمزارز بیتکوین شود. همان‌طور که در نمودار بالا مشاهده می‌شود اوج توان رایانشی که از سمت کشور ایران به شبکه استخراج رمزارز بیتکوین اختصاص یافته است، در اسفند ۱۳۹۹ و به میزان ۷/۴۵ میلیون تراهش بوده است. کشف چند مزرعه استخراج رمزارز غیرمجاز در اوخر سال ۱۳۹۹ و آغاز بهار ۱۴۰۰ مقداری از سهم ایران را کاهش داد. اما در تابستان هنگام صدور رسمی دستور خاموشی مزارع استخراج رمزارز، استخراج رمزارزها ازسوی مزارع غیرمجاز ادامه یافته است.

محاسبه سهم استخراج رمزارزها از خاموشی‌های برق نیازمند تعیین میزان مصرف تجهیزات استخراج رمزارز کشور است. برای تخمین کران پایین و بالای میزان مصرف تجهیزات می‌توان فرض کرد که تجهیزاتی که این میزان توان رایانشی را تولید می‌کنند یا همه بسیار قدیمی و پرمصرف هستند، یا همه بهینه‌ترین تجهیزات موجود در بازار هستند. برای تخمین دقیق‌تر مصرف باید میانگین مصرف و توان تولیدی تجهیزات مجاز و غیرمجاز را محاسبه کرد. آمار کشفیات وزارت نیرو نمونه خوبی از تجهیزات غیرمجاز را در اختیار می‌دهد اما در نامه‌نگاری با وزارت نیرو مشخص شد، احتمالاً مدل تجهیزات توقیفی، از نظر تعداد ثبت و ضبط نشده است. وزارت صمت نیز در بازه تدوین گزارش، اطلاعات لازم را در اختیار مرکز پژوهش‌ها قرار نداده است. فقط بخشی از آمار غیررسمی از مراجع معتبر دریافت شد که اطلاعات آن در جدول ۲ قابل مشاهده است.

جدول ۲. میزان توان مطلق مصرف برق استخراج رمزارز در کشور ایران برحسب مگاوات برثانیه با فرض استفاده از انواع مختلف تجهیزات

تاریخ	antminer s9	m3x[1]	متوسط تجهیزات ثبت شده[2]	MicroBT/Whatsminer M3v2[3]
۱۴۰۰/۰۵/۱۰	۳۶۷.۵	۶۱۵	۳۰۵/۲	۳۷۵
۱۴۰۰/۰۴/۱۰	۳۷۴.۳۶	۶۲۶.۴۸	۳۱۰/۹	۳۸۲
۱۴۰۰/۰۳/۱۱	۴۰۲.۷۸	۶۷۴.۰۴	۳۳۴/۵	۴۱۱
۱۴۰۰/۰۲/۱۱	۶۸۰.۱۲	۱۱۳۸.۱۶	۵۶۴/۹	۶۹۴
۱۴۰۰/۰۱/۱۲	۷۱۵.۴	۱۱۹۷.۲	۵۹۴/۲	۷۳۰
۱۳۹۹/۱۲/۱۱	۷۳۰.۱	۱۲۲۱.۸	۶۰۶/۴	۷۴۵
۱۳۹۹/۱۱/۱۳	۶۳۱.۱۲	۱۰۵۶.۱۶	۵۲۴/۲	۶۴۴
۱۳۹۹/۱۰/۱۲	۶۰۶.۶۲	۱۰۱۵.۱۶	۵۰۳/۹	۶۱۹
۱۳۹۹/۰۹/۱۱	۶۳۸.۹۶	۱۰۶۹.۲۸	۵۳۰/۷	۶۵۲
۱۳۹۹/۰۸/۱۱	۵۰۵.۶۸	۸۴۶.۲۴	۴۲۰	۵۱۶
۱۳۹۹/۰۷/۱۰	۳۶۵.۵۴	۶۱۱.۷۲	۳۰۳/۶	۳۷۳
۱۳۹۹/۰۶/۱۱	۳۲۸.۳	۵۴۹.۴	۲۷۲/۷	۳۳۵
۱۳۹۹/۰۵/۱۱	۳۲۳.۴	۵۴۱.۲	۲۶۸/۶	۳۳۰
۱۳۹۹/۰۴/۱۱	۳۳۷.۱۲	۵۶۴.۱۶	۲۸۰	۳۴۴
۱۳۹۹/۰۳/۱۲	۳۲۸.۳	۵۴۹.۴	۲۷۲/۷	۳۳۵
۱۳۹۹/۰۲/۱۲	۳۹۸.۸۶	۶۶۷.۴۸	۳۳۱/۳	۴۰۷
۱۳۹۹/۰۱/۱۳	۴۱۶.۵	۶۹۷	۳۴۵/۹	۴۲۵
۱۳۹۸/۱۲/۱۱	۳۶۹.۴۶	۶۱۸.۲۸	۳۰۶/۸	۳۷۷
۱۳۹۸/۱۱/۱۲	۳۲۵.۳۶	۵۴۴.۴۸	۲۷۰/۲	۳۳۲
۱۳۹۸/۱۰/۱۱	۳۴۳	۵۷۴	۲۸۴/۹	۳۵۰
۱۳۹۸/۰۹/۱۰	۲۵۳.۸۲	۴۲۴.۷۶	۲۱۰/۸	۲۵۹
۱۳۹۸/۰۸/۱۰	۱۴۳.۰۸	۲۳۹.۴۴	۱۱۸/۸۴	۱۴۶
۱۳۹۸/۰۷/۰۹	۱۶۴.۶۴	۲۷۵.۵۲	۱۳۶/۷	۱۶۸
۱۳۹۸/۰۶/۱۰	۱۵۰.۹۲	۲۵۲.۵۶	۱۲۵/۳	۱۵۴

مأخذ: اطلاعات CBECI، محاسبات مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی.

همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، در فصل تابستان که فقط مزارع غیرمجاز به فعالیت خودشان ادامه داده‌اند، اگر همه تجهیزات غیرمجاز را از نوع پرمصرف m3x فرض کنیم مصرف برق استخراج رمزارز بیتکوین کشور از ۷۰۰ مگاوات فراتر نرفته است. اگر فرض کاملاً بدبینانه این باشد که تخمین دانشگاه کمبریج از مصرف برق ایران به‌دلیل اندازه نمونه‌اش[4] دارای خطا باشد؛ با فرض اینکه ایرانیان سه برابر بیشتر از تخمین دانشگاه کمبریج در استخراج بیتکوین فعال بوده‌اند مصرف برق استخراج بیتکوین ایران از ۱۸۴۵ مگاوات فراتر نمی‌رود. اما کسری تراز برق ایران ۱۴ هزار

۱. یکی از پرمصرف‌ترین تجهیزات استخراج رمزارز بیتکوین.
۲. گزارش غیررسمی از تجهیزات استخراج نصب شده.
۳. پرتیراژترین در فهرست غیررسمی.
۴. ۳۵ درصد اندازه بازار استخراج رمزارز را نمونه‌گیری کرده است.

مگاوات تخمین زده شده است. درنتیجه گرچه استخراج غیرقانونی رمزارز در تابستان ادامه داشته است، اما خاموشی‌های گسترده را نمی‌توان فقط به استخراج رمزارز نسبت داد. گرچه اگر ضعف کشور در مهار استخراج غیرقانونی ادامه‌دار باشد، می‌توان در سال‌های آینده برای استخراج رمزارزها در قطعی برق نقش جدی‌تری قائل بود. با توجه به رانت انرژی و روند فعلی سیاست‌ها این موضوع دور از انتظار نیست.

به بیان دیگر فاصله معنادار تعرفه برق تعیین شده برای استخراج رمزارز با تعرفه برق سایر مصارف نظیر کشاورزی، خانگی و صنعتی و همچنین ساماندهی نامناسب دستگاه‌های استخراج رمزارز موجب شده بسیاری از سرمایه‌گذاران این حوزه به استفاده غیرمجاز از شبکه برق تحت عنوان تعرفه‌های برق کشاورزی، خانگی و صنعتی روی آورند. همچنین به‌دلیل عدم ردیابی کلیه استخراج‌کنندگان غیرمجاز رمزارز، محدود کردن مصرف برق آنها در ساعات اوج مصرف برق نیز امکان‌پذیر نبوده و همین مسئله موجب تحمیل بار اضافی به شبکه برق شده است.

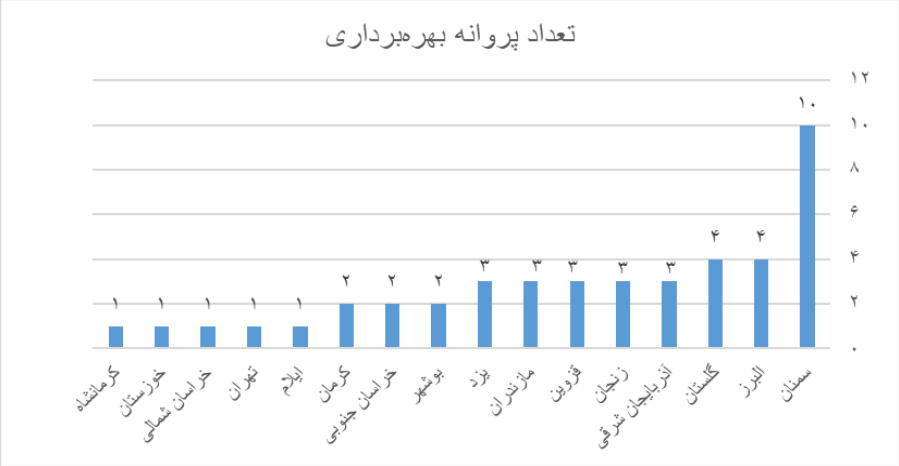
جذابیت استخراج رمز ارز در ایران می‌تواند از چند حوزه قابل بررسی باشد. ایران به این دلیل که دارای ذخایر بزرگ گاز و نفت در جهان است، یکی از ارزان‌ترین قیمت‌های برق در جهان را دارد. برای مثال در روز ۲۵ شهریور ۱۴۰۰، متوسط قیمت هر مگاوات ساعت برق مصرفی در ایران حدود ۶۱ هزار تومان برآورد شده‌است،[1] این درحالی است که این عدد ۴۰ برابر کمتر از متوسط قیمت برق در انگلستان و یا ۱۰ درصد قیمت برق آلمان است.[2] ازآنجایی‌که دو فاکتور توان مصرفی دستگاه استخراج و نرخ هش آن در درآمد خالص رمز ارز تعیین‌کننده است، قیمت برق مصرفی بسیار حائز اهمیت است. لذا طبیعی است با این قیمت برق سرمایه‌گذاری مجاز و غیرمجاز در صنعت استخراج رمزارز در ایران جذابیت اقتصادی بالایی داشته باشد.

۶-۲. وضعیت فعلی ساماندهی بازار استخراج رمزارز در استان‌های مختلف ایران

برای بررسی وضعیت استخراج رمزارز در استان‌های مختلف ایران می‌توان از آمار پروانه‌های بهره‌برداری و جوازهای تأسیس صادر شده در کشور استفاده کرد. تا سال ۱۴۰۰ برای ۴۴ واحد استخراج رمزارز در کشورمان پروانه بهره‌برداری صادر شده است. شکل ۵ تعداد پروانه‌های بهره‌برداری صادر شده کشور را به تفکیک استان نشان می‌دهد.

1. http://www.irema.ir/fa
2. ttps://www.bloomberg.com/news/articles/2021-09-16/iran-electricity-at-3-of-european-price-shows-sanctions-buffer

شکل ۵. تعداد پروانه‌های بهره‌برداری صادر شده برای استخراج رمزارز به تفکیک استان



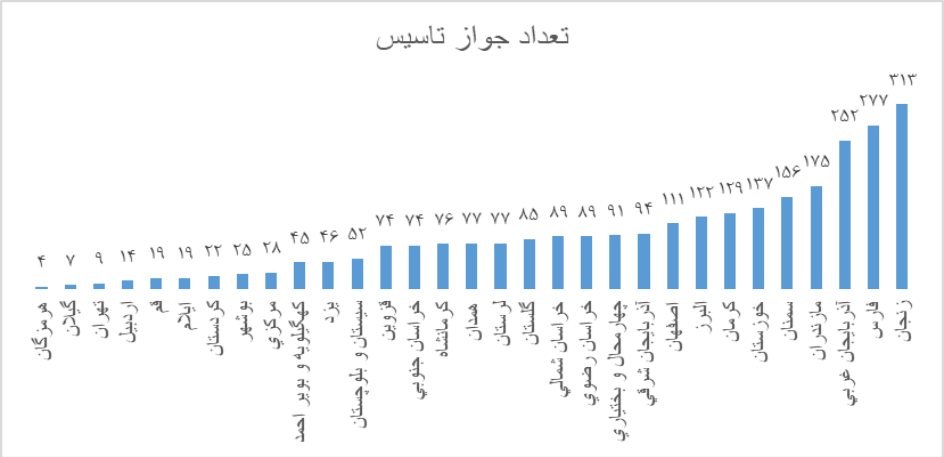
مأخذ: آمار استخراج شده از سامانه بهین‌یاب وزارت صنعت، معدن و تجارت.

همان‌طور که مشاهده می‌شود، بیشتر پروانه‌های بهره‌برداری در استان سمنان صادر شده است و استان‌های البرز و گلستان در رتبه دوم قرار دارند و استان‌های آذربایجان شرقی، زنجان، قزوین، مازندران و یزد هرکدام ۳ پروانه بهره‌برداری در اختیار دارند.

با احتساب مناطق آزاد تا سال ۱۴۰۰ تعداد ۵۶ مرکز استخراج رمزارز در کشور مجوز فعالیت دریافت کرده‌اند که توان مورد نیاز آنها ۴۰۰ مگاوات است. فعالیت این مراکز تا پایان فصل تابستان غیرمجاز و با پایدار شدن شرایط تأمین برق مجاز خواهد بود. براساس آخرین مصوبه وزارت نیرو به شماره ۱۴۰۰/۱۰۷۸۶/۲۰/۱۰۰ مورخ ۱۴۰۰/۰۱/۱۶ بهای هر کیلووات ساعت برق مصرفی مراکز استخراج رمزارزها برابر با ۱۶۵۷۴ ریال است. این نرخ براساس متوسط بهای صادراتی برق و نرخ تسعیر سامانه نیما محاسبه شده است و باید هر سه ماه یک بار توسط شرکت توانیر اصلاح و به‌روزرسانی شود. طبق مصوبه مذکور، به‌منظور مدیریت مصرف برق، استفاده از انرژی برق شبکه برای استخراج رمزارز در اوقات اوج بحرانی ممنوع است. در اوقات محدودیت‌دار تعرفه برق مصرفی با ضریب ۲ و در اوقات عادی تعرفه برق مصرفی با ضریب ۰/۵ (یا نصف قیمت معادل کیلوات ساعتی ۸۲۸ تومان) محاسبه می‌شود.

آمارهای مربوط به جواز تأسیس می‌تواند تصویری از آینده استخراج رمزارزها نمایان کند. تا سال ۱۴۰۰ تعداد ۲۷۸۸ جواز تأسیس ازسوی وزارت صنعت، معدن و تجارت صادر شده است. یعنی بیش از ۶۳ برابر تعداد پروانه‌های تأسیس صادر شده تقاضای رسمی برای ایجاد واحد استخراج رمزارز وجود دارد. شکل ۶ تعداد جوازهای تأسیس صادر شده به تفکیک استان‌های کشور را نشان می‌دهد.

شکل ۶. تعداد جواز تأسیس مزرعه استخراج رمزارز به تفکیک استان



مأخذ: آمار استخراج شده از سامانه بهین یاب وزارت صنعت، معدن و تجارت.

همان‌طور که مشاهده می‌شود استان زنجان با ۳۱۳ جواز تأسیس در رتبه اول قرار دارد و پس از آن استان‌های فارس، آذربایجان غربی، مازندران، سمنان و خوزستان قرار دارند. درصورت تعیین طبقه‌بندی مناطق سردسیر ازسوی هیئت وزیران، این امکان به‌وجود می‌آمد که مجوزها فقط در مناطق سردسیر صادر شوند که برق به‌صورت بهینه برای استخراج رمزارزها استفاده شود.

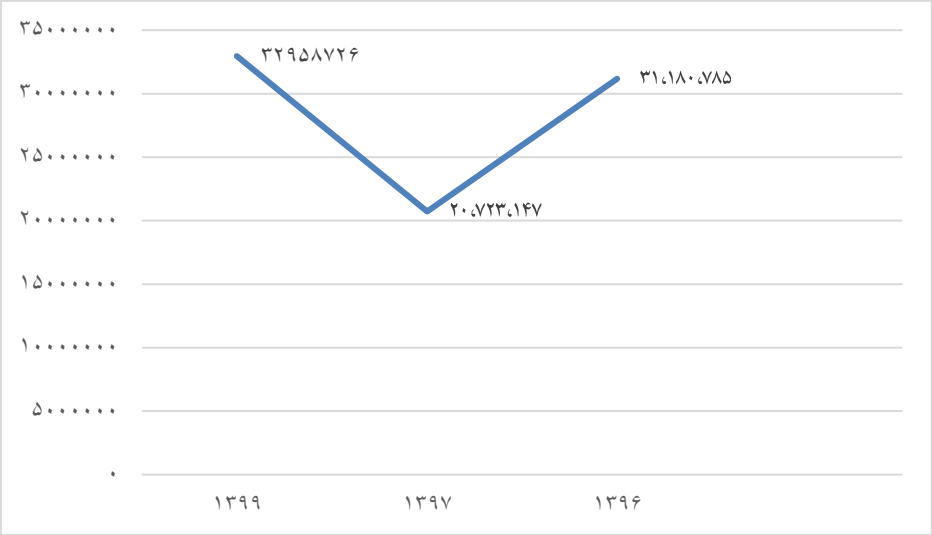
از ابتدای شروع طرح برخورد با استخراج‌کنندگان بدون مجوز در سال ۱۳۹۹ تا سال ۱۴۰۰ مجموع کشف و شناسایی دستگاه‌های غیرمجاز استخراج رمزارز به عدد ۲۲۱ هزار و ۱۶۳ دستگاه رسیده است که طبق گزارش وزارت نیرو توان مصرفی آنها معادل ۶۲۱ مگاوات بوده است.[۱]

۷-۲. استخراج اتریوم در ایران و تخمین میزان مصرف برق آن

طبق ارزیابی وزارت نیرو حدود ۲۰ درصد از استخراج رمزارزها در کشور به اتریوم اختصاص دارد. استخراج اتریوم نیازمند کارت گرافیکی است. آمار واردات کارت گرافیکی به کشور در سه سال اخیر به‌جز سال ۱۳۹۸ در شکل ۷ قابل مشاهده است.

۱. پاسخ معاونت برق و انرژی وزارت نیرو به نامه مرکز پژوهش‌های مجلس.

شکل ۷. میزان واردات کارت گرافیکی در سال‌های ۱۳۹۶، ۱۳۹۷ و ۱۳۹۹



مأخذ: آمار گمرک.

همان‌طور که در نمودار ۷ مشاهده می‌شود هزینه کارت گرافیک‌هایی که وارد کشور شده است در سال ۱۳۹۹ نزدیک به ۳۳ میلیون دلار بوده است اگر واردات قاچاق را نیز ۴۰ درصد در نظر بگیریم در سال ۱۳۹۹ احتمالاً بیش از ۴۶ میلیون دلار کارت گرافیکی وارد کشور شده است. اگر سهم استخراج رمزارز از این کارت‌های گرافیکی را ۵۰ درصد فرض کنیم[۱] در سال ۱۳۹۹ به مبلغ ۲۳ میلیون دلار کارت گرافیکی احتمالاً برای استخراج رمزارز وارد کشور شده است. فرض کنید که همه این تجهیزات کارت گرافیکی مدل Radeon RX 580 8GB GDDR5 باشند[۲] که حدوداً مصرف برق هر عدد از آن ۱۳۰ وات است و قیمت متوسط آن ۷۱۱ دلار اعلام شده است[۳]. با فرض اینکه دو مجموعه ۸ عددی از این نوع کارت گرافیک در هر دستگاه استخراج رمزارز نصب شود در این‌صورت توان مصرفی آن دستگاه ۲۰۸۰ وات خواهد بود[۴]. اگر به‌جای آمار سال ۱۳۹۸ که در دسترس نیست آمار ۱۳۹۷ قرار داده شود و اگر آمار ۱۳۹۶ نیز به‌جای آمار سال ۱۳۹۷ استفاده شود احتمالاً در سه سال مذکور کمتر از ۶۰ میلیون دلار کارت گرافیکی برای استخراج رمزارز وارد کشور شده است. با این مقدار واردات امکان تجهیز تعداد ۵۲۲۲ خانه به دستگاه استخراج رمزارز وجود دارد. تعداد مشترکان خانگی شبکه برق ۳۵ میلیون نفر است یعنی با فرض اینکه ۱۶ صدم درصد از مشترکان خانگی به استخراج اتریوم روی آورده باشند مصرف شبکه اتریوم ایران حدوداً ۱۲ مگاوات قابل تخمین است.

درآینده اگر ۱ درصد از مشترکان خانگی به استخراج اتریوم با این تجهیزات روی آورند توان مصرف اتریوم به ۷۲۸ مگاوات بالغ خواهد شد. اگر ۱۰ درصد این کار را انجام دهند توان مصرف اتریوم به ۷۲۸۰ مگاوات بالغ خواهد شد. اگر طبق تخمین وزارت نیرو ۲۰ درصد برق مصرفی به استخراج رمزارز اتریوم اختصاص یافته باشد، با فرض اینکه کارت

۱. چون آمار واردات کارت گرافیک با سایر تجهیزات در گمرک ترکیب شده است و در رایانه‌های میزی نیز کاربرد دارد. البته با توجه به گسترش استفاده از رایانه‌های همراه افزایش واردات می‌تواند بیشتر به سمت استخراج گرایش داشته باشد.
۲. بررسی میدانی و پرسش از خبرگان در مورد کارت گرافیک رایج در استخراج خانگی.
۳. منبع https://pangoly.com/en/price-history/sapphire-pulse-radeon-rx-580-8gb
۴. این مقدار در یک خانواده پر مصرف در صورت استفاده همزمان از وسایل پر مصرف مانند بخاری برقی و اتو در طول شبانه روز قابل پنهان شدن است.

گرافیکی که مبنا فرض شده متوسط قیمت تجهیزات باشد و با فرض اینکه استخراج اتریوم کاملاً خانگی باشد و با فرض اینکه مقدار مصرف شبکه بیتکوین در اسفندماه که اوج مصرف برق ایران در شبکه بیتکوین ملاک بوده است ملاک توان استخراج اتریوم ایران قرار گیرد؛ سهم اتریوم از مصرف برق را می‌توان حداکثر ۲۴۴ مگاوات تخمین زد. درنتیجه احتمالاً در ۱۱۷ هزار و ۴۷۱ خانه استخراج رمزارز اتریوم جریان دارد. میزان ارز لازم برای واردات کارت گرافیکی با مشخصات نمونه فرض شده در این گزارش به بیش از یک میلیارد و ۳۳۶ میلیون دلار بالغ خواهد شد. اما با تخمین وزارت نیرو بیش از ۱۶ برابر آمار واردات رسمی کارت گرافیک کشور احتمالاً کارت گرافیک یا تجهیزات خاص منظوره استخراج اتریوم به قصد استخراج اتریوم وارد کشور شده است.

جمع‌بندی

رمزارزها یکی از انواع دارایی‌های دفتر کل توزیع شده هستند. دارایی‌های دفتر کل توزیع شده برای نوآوری در همه عرصه‌های زندگی و جامعه قابلیت بالایی دارند، اما مقررات‌گذاری آنها نیازمند ظرافت و دقت هم‌زمان فقهی، فنی و اقتصادی است. طبق محاسبات مبتنی‌بر گزارش‌های دانشگاه کمبریج، مصرف برق برای استخراج بیتکوین و اتریوم در بدبینانه‌ترین حالت در کشور کمتر از هزار مگاوات در تابستان سال ۱۳۹۹ بوده است. حتی با فرض ضریب خطای ۵۰ درصد، این مقدار دو برابر شده و مصرف برق برای استخراج بیتکوین و اتریوم در کشورمان از ۲ هزار مگاوات فراتر نخواهد رفت. درنتیجه در وضعیت فعلی نمی‌توان همه کسری تراز انرژی را به استخراج رمزارز نسبت داد. همچنین نمی‌توان ممنوعیت استخراج رمزارز را مانع از گسترش آن در کشور تلقی کرد. رانت انرژی همه سیاست‌های ابلاغی سلبی یکجانبه را به شکست خواهد کشید. ازاین‌رو ضمن اتخاذ نگرشی چندبعدی با گسترش بازار فعالیت‌های سالم و مقررات‌گذاری شده به‌تدریج باید عرصه و فضا را برای فعالیت‌های غیرمجاز استخراج رمزارز محدودتر کرد.

منابع و مآخذ

۱. پورخصالیان، عباس (۱۳۹۹). «میپازا»، بزرگراه اطلاعات جهانی همه‌گیری کووید-۱۹.
https://asreertebat.com/article/3655/

۲. رجبی، ابوالقاسم (۱۳۹۸). استخراج رمزارزها و نقش نظارتی مجلس شورای اسلامی، مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی.
https://rc.majlis.ir/fa/report/show/1225846.

۳. رجبی، ابوالقاسم (۱۳۹۶). الزامات سیاستگذاری اشتغال در فناوری اطلاعات و ارتباطات: سیاست‌های منابع انسانی ایران و کشورهای منتخب، تهران: مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی. https://rc.majlis.ir/fa/report/show/1031719.

۴. رجبی، ابوالقاسم (۱۳۹۳). بیتکوین؛ ابزاری نوین در نظام پرداخت‌های الکترونیکی، مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی.
http://rc.majlis.ir/fa/report/show/881920.

۵. رجبی، ابوالقاسم (۱۳۹۳). بیتکوین؛ ابزاری نوین در نظام پرداخت‌های الکترونیکی، مرکز پژوهش‌های مجلس.
https://rc.majlis.ir/fa/report/show/881920.

۶. رجبی، ابوالقاسم (۱۳۹۳). سیاستگذاری کشورهای آمریکا، چین و آلمان در زمینه ابزارهای مالی دیجیتالی جدید مانند

بیتکوین. http://rc.majlis.ir/fa/report/show/888545.

۷. رجبی، ابوالقاسم (۱۳۹۷). «فناوری دفاتر کل توزیع شده فراتر از فناوری زنجیره بلوکی». https://rc.majlis.ir/fa/report/show/1064290.

۸. رجبی، ابوالقاسم و روح‌الله فریور (۱۳۹۶). آشنایی با فناوری راهبردی زنجیره بلوکی و کاربردهای آن، مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی. https://rc.majlis.ir/fa/report/show/1014108.

9. Bisinelli, Silvio Rizzini , and Dauna Moratti. 2018. Bitcoin and Virtual Currencies – The point of view of a lawyer. https://www.roedl.com/insights/bitcoin-virtual-currencies.
10. cambridge. 2017. cryptocurrency. https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/cryptocurrency.
11. CFTC . 2017. "A CFTC Primer on Virtual Currencies."
12. Clayton, Jay. 2017. Statement on Cryptocurrencies and Initial Coin Offerings. https://www.sec.gov/news/public-statement/statement-clayton-2017-12-11.
13. CryptoGurus. 2017. The CryptoRuble – A 13% Tax On The Crypto Economy? http://cryptogurus.com/bitcoin/cryptoruble/.
14. curia. 2015. "The exchange of traditional currencies for units of the ‘bitcoin’ virtual currenc y is exempt from VAT." https://curia.europa.eu/jcms/upload/docs/application/pdf/2015-10/cp150128en.pdf.
15. Dibrova, Alina. 2016. "Virtual Currency: New Step in Monetary Development." Procedia - Social and Behavioral Sciences. doi:https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.07.112.
16. ECB. 2012. Virtual currency schemes. Frankfurt am Main: European Central Bank.
17. ECB. 2015. "Virtual currency schemes –a further analysis."
18. Elwell, Craig Kent, M. Maureen Murphy, Michael V. Seitzinger, and Edward Vincent Murph. 2013. "Bitcoin: questions, answers, and analysis of legal issues."."
19. esma. 2016. the Distributed Ledger Technology Applied to Securities Markets. esma.
20. FINCEN. 2013. "Application of FinCEN’s Regulations to Persons Administering, Exchanging, or Using Virtual Currencies."
21. Fincen. 2014. "ubject: Request for Administrative Ruling on the Application of FinCEN’s Regulations to a Virtual Currency Payment System."
22. Guo, J., & Chow, A. 2008. "Virtual Money Systems: a Phenomenal Analysis." E-Commerce Technology and the Fifth IEEE Conference on Enterprise Computing, E-Commerce and E-Services. IEEE. 267-272.
23. Gartner . (2021). Gartner Glossary. Retrieved from https://www.gartner.com/en/finance/glossary/digital-assets
24. IRS. 2014. "Notice 2014-21 ." https://www.irs.gov/pub/irs-drop/n-14-21.pdf.
25. kryptorubl.ru. 2018. Крипторубль или цифровой токен — как же он будет называться? https://kryptorubl.ru/news/nazvanie.
26. merriam-webster. 2017. Cryptocurrency . https://www.merriam-webster.com/dictionary/cryptocurrency.
27. Miseviciute, Jurgita. 2018. Blockchain and Virtual Currency Regulation in the EU . https://www.globalpolicywatch.com/2018/01/blockchain-and-virtual-currency-regulation-in-the-eu/#_ftn5.
28. O'Neal, Stephen. 2018. State-Issued Digital Currencies: The Countries Which Adopted, Rejected or Researched the Concept. https://cointelegraph.com/news/hashflare-s-exit-and-the-future-of-cloud-mining.
29. oxforddictionaries. 2017. cryptocurrency . https://en.oxforddictionaries.com/definition/cryptocurrency.

30. sheel, apurva. 2017. Russia officially announce own cryptocurrency – ‘CrytpoRuble’. https://itsblockchain.com/russia-cryptoruble/.
31. Stankovic, Stefan. 2018. US Cryptocurrency Regulation: Policies, Regimes & More. https://unblock.net/us-cryptocurrency-regulation/.
32. ULC. 2018. "Regulation of Virtual Currency Businesses Act."
33. Wagner, Andrew. 2014. Digital vs. Virtual Currencies. https://bitcoinmagazine.com/articles/digital-vs-virtual-currencies-1408735507/.
34. Weizsäcker, Jakob von. 2016. REPORT on virtual currencies. Committee on Economic and Monetary Affairs.
35. Вовнякова, Анна. 2018. Эксклюзив: крипторубль будет выпущен в середине 2019 года. https://hi-tech.mail.ru/news/ehksklyuziv-kriptorubl-budet-vypushchen-v-seredine-2019-goda/#a02.
36. Biryukov, Alex, and Dmitry Khovratovich. 2015. "Tradeoff Cryptanalysis of Memory-Hard Functions." In International Conference on the Theory and Application of Cryptology and Information Security.
37. Bram, Barclay. 2019. In China, Bitcoin mining Moguls are Scrambling to Survive. https://www.wired.co.uk/article/bitcoin-mining-china-ban-crypto-cryptocurrency-wechat.
38. Congress. 2017. H.R.3364 - Countering America's Adversaries Through Sanctions Act. https://www.congress.gov/bill/115th-congress/house-bill/3364/text.
39. Doran, Michael Dennis. 2014. A Forensic look at Bitcoin Cryptocurrency. Doctoral Dissertation, Utica College.
40. Dumont, Marvin. 2019. Web 3.0 Economy: It’s Bringing Back Bartering. https://medium.com/@apollocurrency/web-3-0-economy-its-bringing-back-bartering-e103f246de7d.
41. Finck, Michele, and Valentina Moscon. 2019. "Copyright Law on Blockchains: Between New Forms of Rights Administration and Digital Rights Management 2.0." IIC-International Review of Intellectual Property and Competition Law.
42. Goh, Brenda , and Alun John. 2019 . China Wants to ban Bitcoin Mining. https://www.reuters.com/article/us-china-cryptocurrency/china-wants-to-ban-bitcoin-mining-idUSKCN1RL0C4.
43. Hughes, Scott D. 2017. "Cryptocurrency Regulations and Enforcement in the U.S." W. St. UL Rev (heinonline).
44. Magaki, Ikuo, Moein Khazraee, and Luis Vega Gutierrez. 2016. "ASIC Clouds: Specializing the Datacenter." 2016 ACM/IEEE 43rd Annual International Symposium on Computer Architecture (ISCA). IEEE.
45. Nakamoto, Satoshi. 2008. Bitcoin: A Peer-to-peer Electronic Cash System.
46. Protocol Labs. 2017. "Filecoin: A Decentralized Storage Network." https://filecoin.io/filecoin.pdf.
47. Rathi, Akshat. 2018. Bitcoin Mining’s Growing Demand for Cheap Energy Revived a Shuttered Coal Mine. https://qz.com/1250980/an-australian-coal-power-plant-will-reopen-to-help-mine-bitcoins/.
48. Reilly, Claire. 2018. This Coal Power Plant is Being Reopened for Blockchain Mining. https://www.cnet.com/news/australian-coal-power-plant-reopened-blockchain-bitcoin-applications/.
49. Rauchs, Michel , Apolline Blandin, Kristina Klein, , Gina Pieters, Martino Recanatini, and Bryan Zhang. 2018. 2nd Global Cryptoasset Benchmarking Study. Cambridge Centre for Alternative Finance. https://www.jbs.cam.ac.uk/faculty-research/centres/alternative-finance/publications/2nd-global-cryptoasset-benchmark-study/#.XTxDCmT-vIU.

50. Salami, Iwa. 2019 . Cryptocurrencies are Finally Going Mainstream – the Battle is on to Bring them Under Global Control. https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:InjrM8p9fgQJ:https://dailyfintech.com/2019/03/25/can-a-cryptocurrency-replace-the-us-dollar-to-become-the-worlds-reserve-currency/+&cd=9&hl=en&ct=clnk&gl=ir&client=firefox-b-d.
51. Smith, Kieran. 2019. Bitcoin's Dominance Grows. are Altcoins dead or Just Biding their Time? https://bravenewcoin.com/insights/bitcoins-dominance-grows-are-altcoins-dead-or-just-biding-their-time.
52. Tahir, Rashid, Muhammad Huzaifa, Das Anupam, Mohammad Ahmad, Carl Gunter, Fareed Zaffar, Matthew Caesar, and Nikita Bor. 2017. "Mining on Someone Else's dime: Mitigating Covert Mining Operations in Clouds and Enterprises." In International Symposium on Research in Attacks, Intrusions, and Defenses,. Springer.
53. Tassev, Lubomir. 2019. Crypto Mining Could Bring Russia $1B in Taxes, Report Suggests - Bitcoin News. https://news.bitcoin.com/crypto-mining-could-bring-russia-1b-in-taxes-report-suggests.
54. Tyler Welmans. 2019. Blockchain and Crypto-assets: Leading Towards a Global Barter Economy? https://www.ft.com/paidpost/DELOITTE/blockchain_and_cryptocurrency/index.html.
55. Varathan, Preeti. 2018. Russian Nuclear Scientists were Arrested for Using a Supercomputer to Mine Bitcoin. https://qz.com/1203665/russian-nuclear-scientists-were-arrested-for-using-a-supercomputer-to-mine-bitcoin/.
56. Xin, Zheng. 2019. Manufacturing, Services Power up Electricity Consumption in 2018 . http://www.chinadaily.com.cn/a/201901/31/WS5c525240a3106c65c34e7791.html.
57. Yuan, Yong, and Fei-Yue Wang. 2018. "Blockchain and Ccryptocurrencies: Model, Techniques, and Applications." IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems.
58. Zeall, Anson. N.D. Barter System 2.0, are we Heading that way? https://www.coinpip.com/blog/barter-system-2-0-are-we-heading-that-way/.
59. Zhao, Wolfie. 2019 . Bitcoin Miners are Investing Again, Expecting a Cheap Power Boom Soon. https://www.coindesk.com/bitcoin-miners-are-investing-again-expecting-a-cheap-power-boom-soon.