

فهرست مطالب

۱. مقدمه	۱
۲. بهای تمام شده‌ی برق	۱۲
۳. محاسبات مالی استخراج رمزارز	۱۲
۳.۱. مفروضات	۱۲
۳.۲. آینده‌ی استخراج رمزارز	۱۶
۳.۳. تاریخچه استخراج رمزارز	۱۸
۴. ویژگی‌های انحصاری کسب‌وکار استخراج رمزارز و پیامدهای برق یارانه‌ای	۳۸
۵. نتایج کلیدی	۴۳
۶. پیشنهادات	۴۵
۷. منابع	۴۷

فهرست اشکال

شکل ۱-۲ محاسبه‌ی شاخص LCOE	۳
شکل ۲-۲ تخمین LCOE برای انواع نیروگاه‌های برق در سال ۲۰۲۰ (بر اساس تخمین سال ۲۰۱۵)	۸
شکل ۳-۲ بهای تمام شده برق (یوروسنت بر کیلووات-ساعت) در آلمان ۲۰۱۸	۱۰
شکل ۴-۲ روند تغییر بهای تمام شده تولید برق (بدون هزینه‌های زیست‌محیطی بر حسب یوروسنت بر کیلووات-ساعت)	۱۱
شکل ۱-۳ جریان نقدینگی تجمعی دستگاه‌های استخراج گر S9i، T15 و S15 به ازای برق ۹ سنت	۱۶
شکل ۲-۳ جریان نقدینگی تجمعی دستگاه‌های استخراج گر S9i، T15 و S15 به ازای برق ۵ سنت	۱۷
شکل ۳-۳ جریان نقدینگی تجمعی دستگاه‌های استخراج گر S9i، T15 و S15 به ازای برق ۱ سنت	۱۷
شکل ۴-۳ جریان نقدینگی تجمعی (دلار) نسل‌های مختلف دستگاه‌های استخراج گر به ازای برق ۹ سنت بر کیلووات-ساعت	۲۰
شکل ۵-۳ جریان نقدینگی تجمعی (دلار) نسل‌های مختلف دستگاه‌های استخراج گر به ازای برق ۵ سنت بر کیلووات-ساعت	۲۱
شکل ۶-۳ جریان نقدینگی تجمعی (دلار) نسل‌های مختلف دستگاه‌های استخراج گر به ازای برق ۱ سنت بر کیلووات-ساعت	۲۱
شکل ۷-۳ جریان نقدینگی تجمعی (بیت‌کوین) نسل‌های مختلف دستگاه‌های استخراج گر به ازای برق ۹ سنت بر کیلووات-ساعت	۲۳

- شکل ۳-۸ جریان نقدینگی تجمعی (بیت‌کوین) نسل‌های مختلف دستگاه‌های استخراج‌گر به ازای برق ۵ سنت بر کیلووات-ساعت..... ۲۳
- شکل ۳-۹ جریان نقدینگی تجمعی (بیت‌کوین) نسل‌های مختلف دستگاه‌های استخراج‌گر به ازای برق ۱ سنت بر کیلووات-ساعت..... ۲۴
- شکل ۳-۱۰ جریان نقدینگی تجمعی نسل‌های مختلف دستگاه‌های استخراج‌گر به ازای سرمایه‌گذاری ۱۰۰۰ دلاری و برق ۹ سنت بر کیلووات-ساعت..... ۲۷
- شکل ۳-۱۱ جریان نقدینگی تجمعی نسل‌های مختلف دستگاه‌های استخراج‌گر به ازای سرمایه‌گذاری ۱۰۰۰ دلاری و برق ۵ سنت بر کیلووات-ساعت..... ۲۷
- شکل ۳-۱۲ جریان نقدینگی تجمعی نسل‌های مختلف دستگاه‌های استخراج‌گر به ازای سرمایه‌گذاری ۱۰۰۰ دلاری و برق ۱ سنت بر کیلووات-ساعت..... ۲۸
- شکل ۳-۱۳ مقایسه جریان نقدینگی تجمعی نسل‌های مختلف دستگاه‌های استخراج‌گر به ازای سرمایه‌گذاری ۱ بیت‌کوین و برق ۹ سنت بر کیلووات-ساعت و مقایسه آن با قیمت ۱ بیت‌کوین (نیمه‌ی دوم ۲۰۱۴ تا نیمه‌ی اول ۲۰۱۷)..... ۳۰
- شکل ۳-۱۴ مقایسه جریان نقدینگی تجمعی نسل‌های مختلف دستگاه‌های استخراج‌گر به ازای سرمایه‌گذاری ۱ بیت‌کوین و برق ۵ سنت بر کیلووات-ساعت و مقایسه آن با قیمت ۱ بیت‌کوین (نیمه‌ی دوم ۲۰۱۴ تا نیمه‌ی اول ۲۰۱۷)..... ۳۰
- شکل ۳-۱۵ مقایسه جریان نقدینگی تجمعی نسل‌های مختلف دستگاه‌های استخراج‌گر به ازای سرمایه‌گذاری ۱ بیت‌کوین و برق ۱ سنت بر کیلووات-ساعت و مقایسه آن با قیمت ۱ بیت‌کوین (نیمه‌ی دوم ۲۰۱۴ تا نیمه‌ی اول ۲۰۱۷)..... ۳۱
- شکل ۳-۱۶ مقایسه جریان نقدینگی تجمعی نسل‌های مختلف دستگاه‌های استخراج‌گر به ازای سرمایه‌گذاری ۱ بیت‌کوین و برق ۹ سنت بر کیلووات-ساعت و مقایسه آن با قیمت ۱ بیت‌کوین (نیمه‌ی دوم ۲۰۱۴ تا نیمه‌ی نوامبر ۲۰۱۸)..... ۳۲
- شکل ۳-۱۷ مقایسه جریان نقدینگی تجمعی نسل‌های مختلف دستگاه‌های استخراج‌گر به ازای سرمایه‌گذاری ۱ بیت‌کوین و برق ۵ سنت بر کیلووات-ساعت و مقایسه آن با قیمت ۱ بیت‌کوین (نیمه‌ی دوم ۲۰۱۴ تا نیمه‌ی نوامبر ۲۰۱۸)..... ۳۲
- شکل ۳-۱۸ مقایسه جریان نقدینگی تجمعی نسل‌های مختلف دستگاه‌های استخراج‌گر به ازای سرمایه‌گذاری ۱ بیت‌کوین و برق ۱ سنت بر کیلووات-ساعت و مقایسه آن با قیمت ۱ بیت‌کوین (نیمه‌ی دوم ۲۰۱۴ تا نیمه‌ی نوامبر ۲۰۱۸)..... ۳۳
- شکل ۳-۱۹ جریان نقدینگی تجمعی نسل‌های مختلف دستگاه‌های استخراج‌گر به ازای توان مصرفی ۱ کیلووات و برق ۹ سنت بر کیلووات-ساعت..... ۳۶
- شکل ۳-۲۰ جریان نقدینگی تجمعی نسل‌های مختلف دستگاه‌های استخراج‌گر به ازای توان مصرفی ۱ کیلووات و برق ۵ سنت بر کیلووات-ساعت..... ۳۷
- شکل ۳-۲۱ جریان نقدینگی تجمعی نسل‌های مختلف دستگاه‌های استخراج‌گر به ازای توان مصرفی ۱ کیلووات و برق ۱ سنت بر کیلووات-ساعت..... ۳۷

فهرست جداول

- جدول ۱-۲ هزینه‌های سرمایه‌ای و عملیاتی تولید برق به روش‌های مختلف ۲
- جدول ۲-۲ اقلام هزینه‌ای انواع نیروگاه‌های برق آمریکا که در سال ۲۰۲۲ وارد مدار می‌شوند (سنت بر کیلووات-ساعت) ... ۴
- جدول ۳-۲ حداقل، حداکثر و میانگین اقلام هزینه‌ای (سنت بر کیلووات-ساعت) انواع نیروگاه‌های برق آمریکا که در سال ۲۰۲۲ وارد مدار می‌شوند (بدون مشوق مالیاتی و با مشوق مالیاتی) ۵
- جدول ۴-۲ اقلام هزینه‌ای انواع نیروگاه‌های برق آمریکا که در سال ۲۰۴۰ وارد مدار می‌شوند (سنت بر کیلووات-ساعت) ... ۵
- جدول ۵-۲ حداقل، حداکثر و میانگین اقلام هزینه‌ای (سنت بر کیلووات-ساعت) انواع نیروگاه‌های برق آمریکا که در سال ۲۰۴۰ وارد مدار می‌شوند (بدون مشوق مالیاتی و با مشوق مالیاتی) ۶
- جدول ۶-۲ قیمت انواع انرژی در آمریکا ۸
- جدول ۱-۳ مشخصه‌های دستگاه‌های استخراج گر ASIC بررسی شده ۱۵
- جدول ۲-۳ مقایسه‌ی استخراج رمزارز و نگهداری/خرید رمزارز در طول دوره‌ی سودآوری استخراج ۲۵

۱. مقدمه

در گزارش پیش‌رو تلاش می‌گردد تحلیلی از کسب‌وکار استخراج رمزارز هم از منظر پیش‌بینی آینده‌ی این کسب‌وکار و هم تاریخی‌چهی آن انجام گردد. تحلیل کسب‌وکار استخراج رمزارز به دلیل غالب بودن استخراج بیت‌کوین، به این رمزارز محدود شده است. با توجه به این که کلیدی‌ترین متغیر استخراج رمزارز، قیمت برق می‌باشد، تحلیلی از بهای تمام شده‌ی برق در ایران و کشورهای پیش‌رفته نیز انجام شده است. بر اساس نتایج به دست آمده، سرمایه‌گذاری در کسب‌وکار استخراج رمزارز، ضررده ارزیابی می‌شود.^۱ در گذشته نیز سودآوری استخراج رمزارز، عمدتاً به دلیل افزایش قیمت رمزارز بوده است.^۲ این در حالی است که در عمده‌ی مواردی که استخراج سودآور بوده است، خرید یا نگهداری بیت‌کوین سودآوری چندین برابری داشته است.^۳ در انتها نیز پیشنهاداتی به سیاست‌گذار، برای سیاست‌گذاری در این حوزه ارائه می‌گردد. دو پیشنهاد اصلی برای سیاست‌گذاری در این حوزه از این قرار هستند که وزارت نیرو قیمت مشخصی را برای فروش برق در حوزه‌ی استخراج رمزارز ارائه دهد که از بهای تمام شده‌ی برق بیش‌تر باشد و این مقدار تا جایی باشد مزیتی رقابتی را نسبت به قیمت و ظرفیت تأمین برق در سایر کشورها داشته باشد. البته طبق بررسی‌های انجام شده، به دلیل بهای تمام شده‌ی بالای تولید برق در ایران چنین کاری محتمل نمی‌باشد. به همین منظور سیاست‌دیگری نیز پیشنهاد شده است که برق در اختیار کسب‌وکارهای استخراج قرار گیرد، اما متقابلاً آن‌ها متعهد به ایجاد زیرساخت برقی معادل با توان مصرفی شوند. قیمت برق نیز معادل با بهای تمام شده‌ی برقی که در نیروگاه جدید قرار است تولید شود در نظر گرفته شود. در محاسبه‌ی بهای تمام شده‌ی برق، مشوق‌های مربوط به تولید برق در آن شیوه‌ی تولید خاص نیز می‌تواند لحاظ شود. هزینه‌های سرمایه‌ای نیز در قیمت برق لحاظ نشوند. در نهایت در ازای مجموع برق مصرفی در استخراج رمزارز، وزارت نیرو مالک برق تولید شده در نیروگاه جدید شود.

۲. بهای تمام شده‌ی برق

به دلیل آن که تنها ورودی دستگاه‌های استخراج گر برق است و مصرف این دستگاه‌ها به طور قابل توجهی زیاد است، عملاً می‌توان گفت که کسب‌وکار استخراج رمز چیزی نیست به جز کسب‌وکار تولید برق. بنابراین کسانی که

^۱ البته ممکن است در برخی از مدل‌های خاص هم‌چون فروش برق برای میزبانی دستگاه‌های استخراج‌گر، این کسب‌وکار سودده باشد؛ به شرطی که بهای تمام شده‌ی برق، پایین باشد.

^۲ مفروضات در نظر گرفته شده برای محاسبات، عموماً تخمین‌های خوش‌بینانه‌ای از استخراج رمزارز به دست می‌دهند.

^۳ ضمن آن که انعطاف‌پذیری خرید/نگهداری رمزارز و فروش آن بیش‌تر بوده و سودآوری آن وابسته به قیمت برق نبوده است.

بتوانند برق را با کم‌ترین هزینه‌های سرمایه‌ای و کم‌ترین هزینه‌های عملیاتی (قیمت برق) تأمین کنند، موفق‌تر از سایرین هستند. به همین دلیل، مقایسه بهای تمام شده برق در ایران و سایر کشورها، ضروری می‌باشد.^۱

استخراج رمزارز فعالیت است که به صورت ۲۴ ساعته در تمامی ۳۶۵ روز سال مقدار برق یکسانی را مصرف می‌کند، از این رو نیازمند برقی پایدار و کاملاً اختصاصی می‌باشد. البته برای تأمین برق پایدار، ثابت و اختصاصی می‌توان به راه‌حل‌هایی اندیشید که از ترکیب منابع مختلف تأمین برق و با استفاده از موازنه‌ی بار شبکه در ساعت‌های مختلف روز یا در فصل‌های مختلف، این برق را تأمین کرد که پیچیدگی‌ها و عدم قطعیت‌های زیادی را به دنبال دارد.^۲

جدول زیر تخمینی از هزینه‌های سرمایه‌ای و هزینه‌های عملیاتی تأمین برق را برای انواع روش‌های تولید برق نشان می‌دهد.

جدول ۱-۲ هزینه‌های سرمایه‌ای و عملیاتی تولید برق به روش‌های مختلف^۳

Technology	Capital Cost (\$/kW)	Operating Cost (\$/kWh)
Coal-fired combustion turbine	\$500 — \$1,000	0.20 — 0.04
Natural gas combustion turbine	\$400 — \$800	0.04 — 0.10
Coal gasification combined-cycle (IGCC)	\$1,000 — \$1,500	0.04 — 0.08
Natural gas combined-cycle	\$600 — \$1,200	0.04 — 0.10
Wind turbine (includes offshore wind)	\$1,200 — \$5,000	Less than 0.01
Nuclear	\$1,200 — \$5,000	0.02 — 0.05
Photovoltaic Solar	\$4,500 and up	Less than 0.01
Hydroelectric	\$1,200 — \$5,000	Less than 0.01

تخمین‌های قیمتی که در جدول بالا وجود دارد، بدون در نظر گرفتن یارانه‌ها و مشوق‌ها است که می‌تواند هزینه‌ها را کم‌کند. از طرف دیگر هزینه‌های زیست‌محیطی و اجتماعی نیز لحاظ نشده‌اند که می‌تواند هزینه‌ها را افزایش دهند.

در این جدول، جذاب‌ترین شیوه‌های تولید برق از منظر هزینه‌های عملیاتی تولید برق، شیوه‌های تولید تجدیدپذیر هستند که هزینه‌های عملیاتی آن‌ها کم‌تر از ۱ سنت می‌باشد. اما هزینه‌های سرمایه‌ای بالای آن‌ها جذابیت

^۱ برای دسترسی به برق علاوه بر هزینه‌های سرمایه‌ای و عملیاتی تولید برق، زیرساخت‌های انتقال و توزیع برق نیاز است که بخش عمده‌ای از هزینه‌های آن سرمایه‌ای است.

^۲ باید به این نکته توجه کرد که در اوقاتی از سال که به دلیل کاهش مصرف برق، تولید برق کاهش پیدا می‌کند و برخی از نیروگاه‌ها خاموش می‌شوند، فرصتی برای تعمیرات و نگهداری آن‌ها ایجاد می‌شود. بنابراین ضرورتاً نمی‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که در اوقاتی از سال که تولید برق کم‌تر از ظرفیت است، در صورت ایجاد تقاضا برای مصرف برق، امکان تولید برق بیش‌تر وجود دارد.

^۳ ("Basic economics of power generation, transmission and distribution | EME 801:," n.d.)

آن‌ها را کاهش می‌دهد. از طرف دیگر کسب‌وکار استخراج رمزارز نیازمند برقی کاملاً اختصاصی می‌باشد که در تمام سال به صورت ۲۴ ساعته برق را در اختیار دهد، از این رو تولید برق باید در تمامی ساعت‌ها و در تمام سال، به صورت یکنواخت و پایدار انجام شود. از این رو ممکن است استفاده از تمامی شیوه‌های تولید برق برای این کسب‌وکار عملی نباشد، مگر این که بتوان از راه‌حل‌هایی ترکیبی بهره برد.^۱ از طرف دیگر فعالیت‌های تعمیر و نگهداری نیز می‌تواند پیچیدگی تأمین برق یکنواخت و پایدار را در طول سال تحت‌الشعاع قرار دهد.

با توجه به این که هزینه‌های عملیاتی و هزینه‌های سرمایه‌گذاری، دو نوع متفاوت از هزینه‌ها را نمایندگی می‌کنند، برای پیدا کردن بهای تمام شده‌ی برق نیاز است هزینه‌های سرمایه‌ای برق نیز بر اساس طول عمر تجهیزات سرمایه‌ای و توان تولیدی، به ازای هر واحد تولید برق، محاسبه شوند و با هزینه‌های عملیاتی جمع شوند. بدین منظور از شاخص $LCOE^2$ استفاده می‌شود. این شاخص از طریق فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$\frac{\sum_{t=1}^n \frac{I_t + M_t + F_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+r)^t}}$$

I_t = Investment expenditures in year t (including financing)

M_t = Operations and maintenance expenditures in year t

F_t = Fuel expenditures in year t

E_t = Electricity generation in year t

r = Discount rate

n = Life of the system

شکل ۱-۲ محاسبه‌ی شاخص $LCOE^3$

در این شاخص تمام هزینه‌های سرمایه‌ای و عملیاتی تولید انرژی الکتریکی در طول دوره‌ی عمر مفید نیروگاه با اعمال نرخ تنزیل محاسبه می‌شود، و این هزینه‌ها به ازای هر واحد انرژی الکتریکی تولید شده به دست می‌آید. بنابراین از شاخص به دست آمده می‌توان استفاده کرد تا هزینه‌های واقعی تولید هر واحد برق را محاسبه کرد. البته باید توجه شود که در این شاخص هزینه‌های زیست‌محیطی و هزینه‌های انتقال و توزیع برق لحاظ نشده است.

^۱ به دلیل آن که برنامه‌ریزی‌های کلان تولید برق به منظور تأمین برق حداکثر به مقدار نقطه‌ی پیک مصرف در ساعات شبانه‌روز یا فصول مختل سال انجام می‌گیرد، عملاً برق مورد نیاز استخراج رمزارز، برقی مازاد بر برق تولید برنامه‌ریزی شده را نیازمند است.

^۲ Levelized cost of energy

^۳ ("OWOE - Electrical Power Generation - What are LCOE and LACE?", n.d.)

برای محاسبه‌ی کم‌ترین بهای تمام شده‌ی انواع شیوه‌های تولید برق، کشور آمریکا را انتخاب می‌کنیم. چرا که آمریکا، از یک طرف به انواع انرژی‌های ممکن برای تولید برق دسترسی دارد و از طرف دیگر به لحاظ فناوری، در زمره‌ی پیشروترین کشورها می‌باشد. از این رو می‌توان انتظار داشت که تخمینی از کم‌ترین بهای تمام شده تولید برق در شیوه‌های مختلف تولیدی به دست آید.

جداول زیر ظرفیت بهره‌برداری و ارقام هزینه‌ای انواع نیروگاه‌های برق آمریکا را که در سال ۲۰۲۲ وارد مدار می‌شوند، محاسبه کرده است (بر حسب سنت بر کیلووات-ساعت). بنابراین انتظار می‌رود در وضعیتی کنونی، بهای تمام شده‌ی برق تولید شده به دلیل هزینه‌های بیش‌تر فناوری، بیش‌تر از مقادیر جدول زیر باشد. در این جدول بهای تمام شده‌ی تولید برق در سال ۲۰۲۲ تخمین زده شده است.

جدول ۲-۲ ارقام هزینه‌ای انواع نیروگاه‌های برق آمریکا که در سال ۲۰۲۲ وارد مدار می‌شوند (دلار بر مگاوات-ساعت)^۱

Plant type	Capacity factor (%)	Levelized capital cost	Levelized fixed O&M	Levelized variable O&M	Levelized transmission cost	Total system LCOE	Levelized tax credit ²	Total LCOE including tax credit
Dispatchable technologies								
Coal with 30% CCS ²	NB ³	NB	NB	NB	NB	NB	NA	NB
Coal with 90% CCS	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NA	NB
Conventional CC ⁴	87	13.0	1.5	32.8	1.0	48.3	NA	48.3
Advanced CC	87	15.5	1.3	30.3	1.1	48.1	NA	48.1
Advanced CC with CCS	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NA	NB
Conventional CT ⁵	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NA	NB
Advanced CT	30	22.7	2.6	51.3	2.9	79.5	NA	79.5
Advanced nuclear	90	67.0	12.9	9.3	0.9	90.1	NA	90.1
Geothermal	91	28.3	13.5	0.0	1.3	43.1	-2.8	40.3
Biomass	83	40.3	15.4	45.0	1.5	102.2	NA	102.2
Non-dispatchable technologies								
Wind, onshore	43	33.0	12.7	0.0	2.4	48.0	-11.1	37.0
Wind, offshore	45	102.6	20.0	0.0	2.0	124.6	-18.5	106.2

^۱ ("Levelized Cost and Levelized Avoided Cost of New Generation Resources in the Annual Energy Outlook 2018," 2018, p. 5)

^۲ Carbon Capture and Sequestration

^۳ Not Built

^۴ Combinde Cycle

^۵ Combustion Turbines

Solar PV ^۱	33	48.2	7.5	0.0	3.3	59.1	-12.5	46.5
Solar thermal	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB
Hydroelectrics	65	56.7	14.0	1.3	1.8	73.9	NA	73.9

جدول ۳-۲ حداقل، حداکثر و میانگین ارقام هزینه‌ای (دلار بر مگاوات-ساعت) انواع نیروگاه‌های برق آمریکا که در سال ۲۰۲۲ وارد مدار می‌شوند (بدون مشوق مالیاتی و با مشوق مالیاتی)^۲

Plant type	Range for total system levelized costs				Range for total system levelized costs with tax credits			
	Minimum	Simple average	Capacity weighted average ^۲	Maximum	Minimum	Simple average	Capacity weighted average ^۲	Maximum
Dispatchable technologies								
Coal with 30% CCS	117.2	130.1	NB	191.1	117.2	130.1	NB	191.1
Coal with 90% CCS	110.5	119.1	NB	139.5	110.5	119.1	NB	139.5
Conventional CC	44.5	50.1	48.3	78.5	44.5	50.1	48.3	78.5
Advanced CC	43.5	49.0	48.1	76.8	43.5	49.0	48.1	76.8
Advanced CC with CCS	66.5	74.9	NB	84.8	66.5	74.9	NB	84.7
Conventional CT	87.2	98.7	NB	144.9	87.2	98.7	NB	144.9
Advanced CT	75.0	85.1	79.5	128.5	75.0	85.1	79.5	128.5
Advanced nuclear	89.7	92.6	90.1	97.5	89.7	92.6	90.1	97.5
Geothermal	41.7	44.6	43.1	49.5	39.2	41.6	40.3	45.8
Biomass	74.0	95.3	102.2	111.2	74.0	95.3	102.2	111.2
Non-dispatchable technologies								
Wind, onshore	40.7	59.1	48.0	77.3	29.7	48.0	37.0	66.2
Wind, offshore	122.2	138.0	124.6	168.5	103.8	117.1	106.2	142.3
Solar PV	42.3	63.2	59.1	113.9	34.2	49.9	46.5	88.2
Solar thermal	145.1	165.1	NB	187.9	111.9	126.6	NB	144.3
Hydroelectrics	49.6	61.7	73.9	73.9	49.6	61.7	73.9	73.9

جداول زیر مقادیر دو جدول بالا را برای نیروگاه‌هایی که در سال ۲۰۴۰ وارد مدار می‌شوند، بررسی کرده است.

جدول ۴-۲ ارقام هزینه‌ای انواع نیروگاه‌های برق آمریکا که در سال ۲۰۴۰ وارد مدار می‌شوند (دلار بر مگاوات-ساعت)^۳

Plant type	Capacity	Levelized	Levelized	Levelized	Levelized	Total	Levelized	Total
------------	----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-------	-----------	-------

PhotoVoltaic ^۱

(“Levelized Cost and Levelized Avoided Cost of New Generation Resources in the Annual Energy Outlook 2018,” 2018, p. 7)

(“Levelized Cost and Levelized Avoided Cost of New Generation Resources in the Annual Energy Outlook 2018,” 2018, p. 15)

	factor (%)	capital cost	fixed O&M	variable O&M	transmission cost	system LCOE	tax credit ²	LCOE including tax credit
Dispatchable technologies								
Coal with 30% CCS	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB
Coal with 90% CCS	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB
Conventional CC	87	9.4	1.5	38.3	0.9	50.1	NA	50.1
Advanced CC	87	10.4	1.3	35.0	1.0	47.6	NA	47.6
Advanced CC with CCS	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB
Conventional CT	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB
Advanced CT	30	17.3	2.6	58.7	2.9	81.5	NA	81.5
Advanced nuclear	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB
Geothermal	93	18.6	15.5	0.0	1.3	35.4	-1.9	33.5
Biomass	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB
Non-dispatchable technologies								
Wind, onshore	38	38.9	14.2	0.0	3.3	56.4	NA	56.4
Wind, offshore	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB
Solar PV	32	33.2	8.0	0.0	2.9	44.1	-3.3	40.8
Solar thermal	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB
Hydroelectrics	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB	NB

جدول ۵-۲ حداقل، حداکثر و میانگین اقلام هزینه‌ای (دلار بر مگاوات-ساعت) انواع نیروگاه‌های برق آمریکا که در سال ۲۰۴۰ وارد مدار می‌شوند (بدون مشوق مالیاتی و با مشوق مالیاتی)^۱

Plant type	Range for total system levelized costs				Range for total system levelized costs with tax credits			
	Minimum	Simple average	Capacity weighted average ²	Maximum	Minimum	Simple average	Capacity weighted average ²	Maximum
Dispatchable technologies								
Coal with 30% CCS	101.3	113.6	NB	171.6	101.3	113.6	NB	171.6
Coal with 90% CCS	94.2	102.4	NB	121.6	94.2	102.4	NB	121.6
Conventional CC	47.7	53.6	50.1	81.6	47.7	53.6	50.1	81.6
Advanced CC	45.6	51.7	47.6	78.8	45.6	51.7	47.6	78.8
Advanced CC with CCS	70.6	75.9	NB	83.0	70.6	75.9	NB	83.0
Conventional CT	92.1	100.8	NB	134.7	92.1	100.8	NB	134.7
Advanced CT	77.0	84.7	81.5	114.5	77.0	84.7	81.5	114.5

^۱ ("Levelized Cost and Levelized Avoided Cost of New Generation Resources in the Annual Energy Outlook 2018," 2018, p. 17)

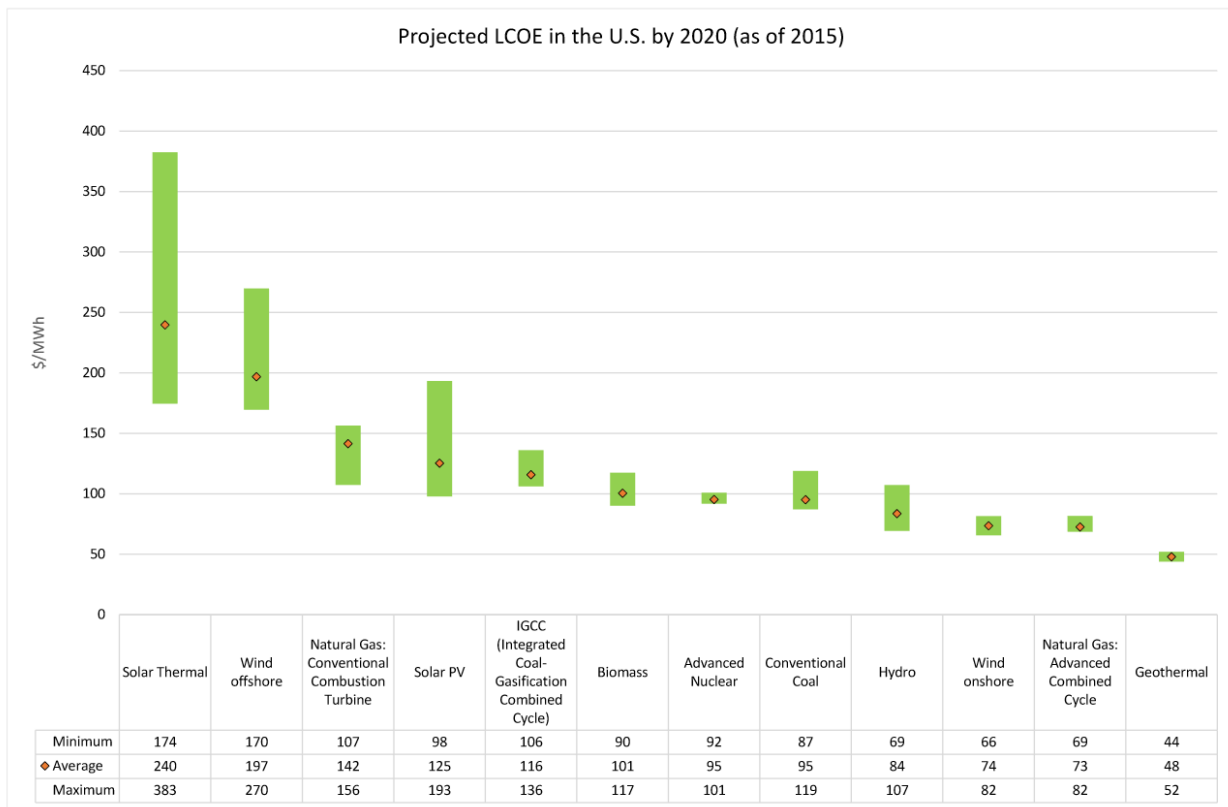
Advanced nuclear	75.7	78.1	NB	81.9	75.7	78.1	NB	81.9
Geothermal	35.4	47.9	35.4	69.6	33.5	45.2	33.5	65.3
Biomass	67.6	84.8	NB	104.1	67.6	84.8	NB	104.1
Non-dispatchable technologies								
Wind, onshore	34.5	49.7	56.4	63.6	34.5	49.7	56.4	63.6
Wind, offshore	97.8	110.4	NB	133.8	97.8	110.4	NB	133.8
Solar PV	35.4	52.1	44.1	92.2	33.0	48.1	40.8	84.5
Solar thermal	121.0	141.4	NB	160.0	112.3	131.1	NB	148.5
Hydroelectrics	42.5	58.4	NB	70.1	42.5	58.4	NB	70.1

همان‌طور که از جداول بالا پیدا است، میانگین پایین‌ترین هزینه‌ی تولید برق در آمریکا در سال ۲۰۲۲ مربوط به انواع زمین‌گرمایی، بادی و سیکل ترکیبی می‌باشد که به ترتیب حدود ۴,۳، ۴,۸ و ۴,۸ سنت به ازای هر کیلووات-ساعت است. اما در سال ۲۰۴۰، انواع زمین‌گرمایی، خورشیدی و سیکل ترکیبی با مقادیر ۳,۵، ۴,۴ و ۴,۸ سنت، ارزان‌ترین روش‌های تولید برق خواهند بود، که نشان‌دهنده‌ی بهبود فناوری برق خورشیدی است. میانگین بهای تمام شده‌ی سایر روش‌ها در سال ۲۰۲۲ و ۲۰۴۰، بیش از ۵ سنت به ازای هر کیلووات-ساعت می‌باشد. این مقادیر برای نیروگاه‌هایی است که در سال ۲۰۲۲ و ۲۰۴۰ وارد مدار می‌شوند و هزینه‌های واقعی تولید برق به این روش‌ها در حال حاضر انتظار می‌رود که بیش‌تر باشد.

برای محاسبه‌ی بهای تمام شده‌ی برق از منظر کلان (به طور مثال از منظر ملی)، باید میانگین قیمت تولید برق در شیوه‌های مختلف تولیدی را با ارزش وزنی آن‌ها (سهم آن‌ها در کل تولید برق) در نظر گرفت و نمی‌توان برقی را که به طور مثال از کم‌هزینه‌ترین روش تولید و مصرف می‌شود معادل بهای تمام شده‌ی برق مصرفی دانست.^۱ زیرا تقاضای برق از مجموع روش‌های مختلف تولید برق پوشش داده می‌شود. بنابراین مصرف برق از یک منبع ارزان‌قیمت، به معنی تولید برق به همان اندازه از روش‌های گران‌قیمت‌تر است و در صورتی که آن مصرف حذف شود، می‌توان برق‌های تولیدی از روش‌های ارزان‌قیمت را جایگزین روش‌های گران‌قیمت کرد. تنها در صورتی این گزاره صحیح نیست که تمامی تقاضای برق از ارزان‌ترین روش تولید تأمین شود. چنین اتفاقی نیز بعید به نظر می‌رسد، چرا که ارزان‌ترین شیوه‌های تولید برق مربوط به انرژی‌های تجدیدپذیر است که محدودیت تولید برای انواع آن‌ها (زمین‌گرمایی، بادی و خورشیدی) وجود دارد. انرژی‌های تجدیدناپذیر نیز ذاتاً محدودیت بهره‌برداری در طولانی‌مدت دارند.

^۱ حتی اگر نیروگاه برق به منظور مصرف خاصی تولید شده باشد، در صورتی که محدودیتی برای تولید برق به آن شیوه‌ی خاص وجود داشته باشد (هم‌چون محدودیت برق زمین‌گرمایی، خورشیدی و بادی)، نمی‌توان بهای تمام شده‌ی برق را معادل آن در نظر گرفت. به طور مثال تمامی ظرفیت برق تولیدی از انرژی زمین‌گرمایی در ایران که شناسایی شده است، حدود ۲۰۰ مگاوات است (انرژی زمین‌گرمایی ارزان‌ترین انرژی در محاسبات جدول است)

تصویر زیر پیش‌بینی بهای تمام‌شده برق را برای نیروگاه‌هایی که در سال ۲۰۲۰ وارد مدار می‌شوند اما بر اساس پیش‌بینی‌های سال ۲۰۱۵ انجام شده‌اند، نشان می‌دهد.



شکل ۲-۲ تخمین LCOE برای انواع نیروگاه‌های برق در سال ۲۰۲۰ (بر اساس تخمین سال ۲۰۱۵)^۱

همان‌طور که در تصویر بالا آشکار است، مقادیر پیش‌بینی شده‌ی بهای تمام‌شده برق در سال ۲۰۲۰ بسیار بیش‌تر از سال‌های ۲۰۲۲ و ۲۰۴۰ می‌باشد، به گونه‌ای که حتی حداقل بهای تمام‌شده‌ی تولید برق در شیوه‌های مختلف به کم‌تر از ۶٫۵ سنت بر کیلووات-ساعت نمی‌رسد؛ به جز برق حاصل از انرژی زمین‌گرمایی که میانگین بهای تمام‌شده‌ی هر کیلووات-ساعت آن کم‌تر از ۵ سنت است. جدول زیر بهای مصرفی انواع انرژی را در آمریکا نشان می‌دهد.

جدول ۶-۲ قیمت انواع انرژی در آمریکا^۲

	2016	2017	2018	2019
WTI Crude Oil ¹	43.33	50.79	66.79	64.85

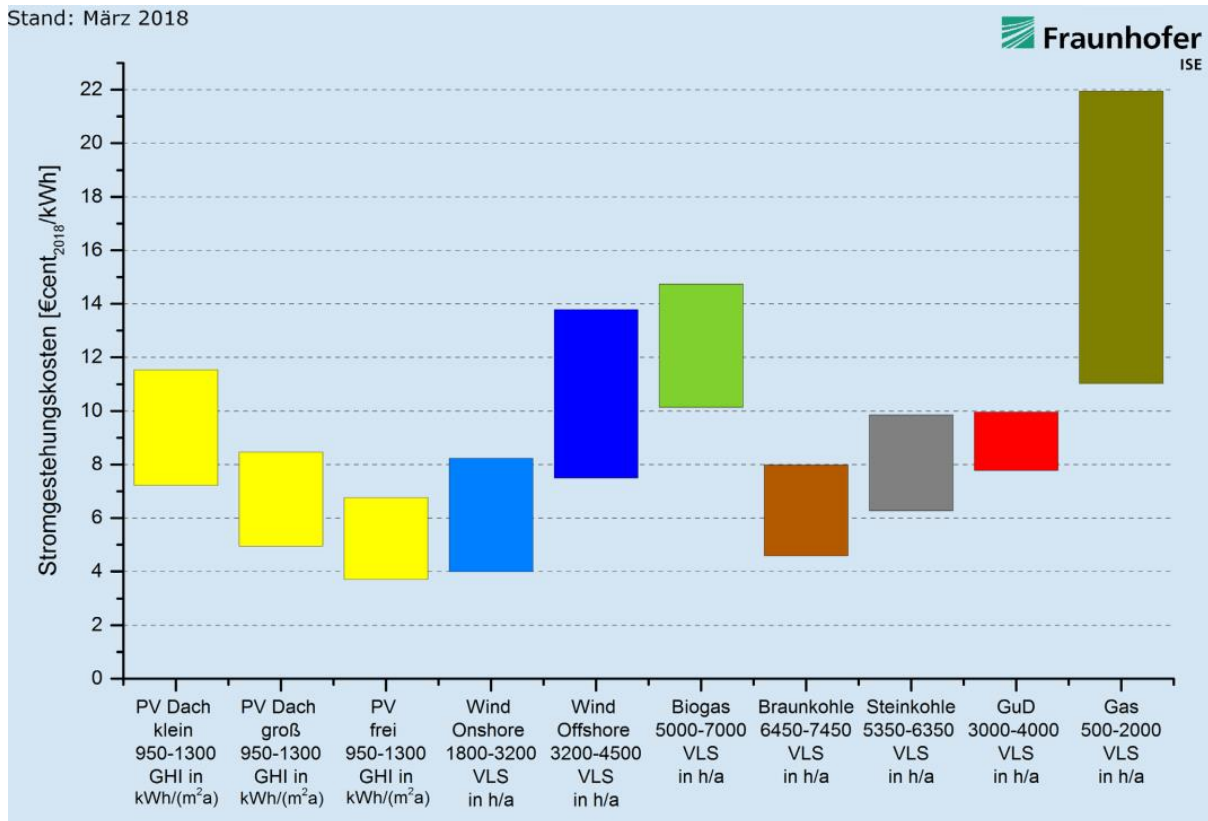
^۱ ("Cost of electricity by source," 2018, "Levelized Cost and Levelized Avoided Cost of New Generation Resources in the Annual Energy Outlook 2015," 2015, p. 7)
^۲ ("U.S. Energy Information Administration (EIA) - Analysis & Projections," n.d.)

dollars per barrel				
Brent Crude Oil dollars per barrel	43.74	54.15	73.12	71.92
Gasoline² dollars per gallon	2.15	2.42	2.75	2.75
Diesel³ dollars per gallon	2.31	2.65	3.19	3.21
Heating Oil⁴ dollars per gallon	2.10	2.51	3.03	3.08
Natural Gas⁵ dollars per thousand cubic feet	10.04	10.86	10.76	10.91
Electricity⁶ cents per kilowatthour	12.55	12.89	12.93	13.32

بر طبق آمارها، میانگین قیمت برق مصرفی خانوارهای آمریکایی در سال ۲۰۱۸، ۱۲٫۹ سنت و در سال ۲۰۱۹، ۱۳٫۳ سنت بوده است.

بررسی بهای تمام شده‌ی برق در کشورهای دیگر به جز آمریکا نیز نتایج مشابهی را نشان می‌دهد. تصویر زیر بهای تمام شده‌ی تولید برق به شیوه‌های مختلف را در آلمان در سال ۲۰۱۸ بر حسب یوروسنت بر کیلووات-ساعت نشان می‌دهد.

West Texas Intermediate ^۱
Average regular pump price ^۲
On-highway retail ^۳
U.S. Residential average ^۴
U.S. Residential average ^۵
U.S. Residential average ^۶

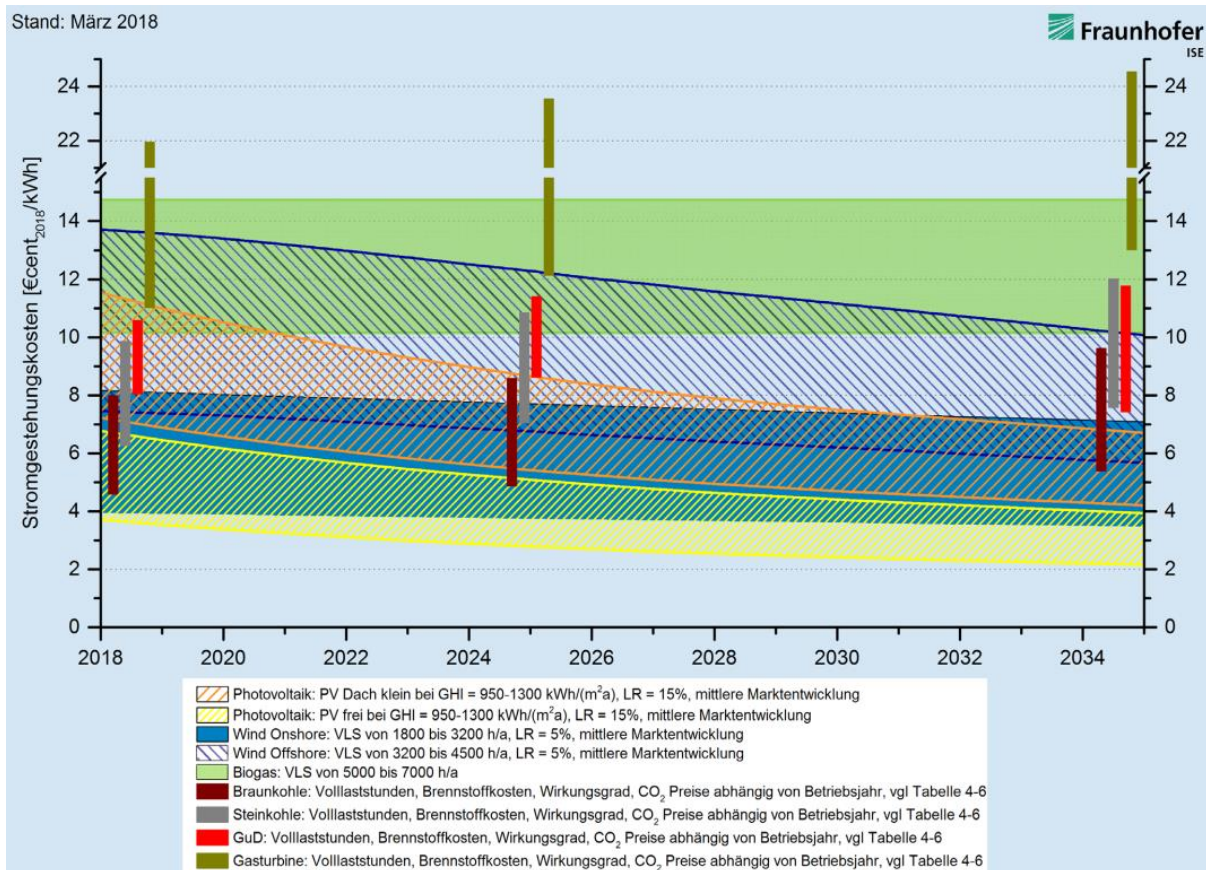


شکل ۳-۲ بهای تمام شده برق (یوروسنت بر کیلووات-ساعت) در آلمان ۲۰۱۸^۱

همان‌طور که در نمودار بالا مشخص است، پایین‌ترین بهای تمام شده برق مربوط به برق خورشیدی است که حداقل بهای تمام شده‌ی آن بدون در نظر گرفتن هزینه‌های انتقال، توزیع و هزینه‌های زیست محیطی، حداقل ۴ یوروسنت است و میانگین آن بیش از ۵ یوروسنت می‌باشد.

پیش‌بینی می‌شود بهای تمام شده‌ی تولید برق در آلمان بدون در نظر گرفتن هزینه‌های زیست محیطی روند زیر را در آینده داشته باشد.

^۱ (Kost, 2018, p. 15)



شکل ۴-۲ روند تغییر بهای تمام شده تولید برق (بدون هزینه‌های زیست‌محیطی بر حسب یورو سنت بر کیلووات-ساعت)^۱

همان‌طور که در نمودار بالا مشخص است، کم‌ترین هزینه‌ی تولید برق در آینده مربوط به انرژی‌های خورشیدی خواهد بود که بهای فعلی تولید آن‌ها ۴ تا ۶ یورو سنت می‌باشد و پیش‌بینی می‌شود در سال ۲۰۳۵ به رقمی بین ۲ تا ۴ یورو سنت برسد.

تا این‌جا بهای تمام شده‌ی برق به طور مشخص در آمریکا و آلمان بررسی شد. اما بهای تمام شده‌ی تولید برق در ایران چگونه است. عمده‌ی برق تولیدی در ایران برق حرارتی است. در محاسبه‌ای که محمد رئیسی از کارشناسان اقتصادی انرژی از بهای تمام شده برق حرارتی در ایران انجام داده است، بهای تمام شده برق در ایران حداقل ۸,۳ سنت به ازای هر کیلووات-ساعت به دست آمده است، بدین صورت که ارزش سوخت مصرفی ۵ سنت، هزینه‌های سرمایه‌گذاری، نگهداری و بهره‌برداری ۱,۸ سنت و هزینه‌های زیست‌محیطی ۱,۵ سنت به ازای هر کیلووات-ساعت در نظر گرفته شده است. ضمناً بهای تمام شده‌ی محاسبه شده، کمینه‌ی بهای دسترسی به برق در ایران است. علاوه بر این که هزینه‌های انتقال و توزیع برق نیز باید به هزینه‌های فوق اضافه گردند. همچنین باید حاشیه‌ی سودی نیز برای جذابیت سرمایه‌گذاری در این حوزه در نظر گرفته شود.

^۱ (Kost, 2018, p. 3)

در بخش محاسبات مالی، نشان داده خواهد شد که استخراج رمزارز با قیمت ۹ سنت بر کیلووات-ساعت در حال حاضر از منظر سرمایه‌گذاری توجیه‌پذیر نیست.^۱

نکته ۱: تحلیل مذکور صرفاً از منظر بهای تمام شده برق انجام شده است. برای آن که قیمت برق در ایران را بخواهیم تخمین بزنیم، باید سناریوهای جایگزین بهره‌برداری از برق یا سایر انرژی‌هایی را که از آن‌ها برق تولید می‌شود، لحاظ کنیم که مهم‌ترین آن‌ها صادرات برق و انرژی می‌باشد. بنابر ارقام اعلام شده، قیمت برق صادراتی ایران از حداقل ۶ تا حداکثر ۱۲ سنت به ازای هر کیلووات-ساعت و قیمت گاز صادراتی بین ۲۰ تا ۴۰ سنت می‌باشد. صادرات برق و انرژی علاوه بر جذابیت‌های مستقیم اقتصادی می‌تواند دارای جذابیت‌های غیرمستقیم دیگری هم‌چون مزایای سیاسی (امنیتی، اقتصادی و ...) باشد.

نکته ۲: جدای از بهای تمام شده برق باید ظرفیت تأمین برق را نیز در کشور لحاظ کرد. به طور مثال در حال حاضر بحران تأمین برق در کشور وجود دارد که منجر به قطعی پی‌درپی برق صنعتی، تجاری، اداری و خانگی در تابستان ۹۷ شد. در صورتی که بخواهد بار جدیدی ناشی از استخراج رمزارز به شبکه‌ی برق اضافه شود که در تمامی طول سال نیازمند برق پایدار است، باید مهم‌تر از بهای تمام‌شده برق، ظرفیت تأمین آن لحاظ گردد یا هزینه‌های قطعی برق در محاسبات فایده-هزینه، لحاظ گردد. عدم تأمین برق پایدار در کل سال، می‌تواند سودآوری استخراج را به شدت تحت تأثیر قرار دهد و از طرف دیگر اگر محدودیت تأمین برق با قطعی برق در بخش‌های دیگر همراه شود، هزینه‌هایی را به بخش‌های دیگر تحمیل می‌کند که باید در نظر گرفته شود.^۲

۳. محاسبات مالی استخراج رمزارز

در این بخش محاسبات مالی مربوط به استخراج رمزارز، آورده شده است. در ابتدا مفروضات محاسبات مالی، سپس وضعیت آتی استخراج رمزارز^۳ و در نهایت گذشته‌ی استخراج رمزارز مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۳.۱. مفروضات

مفروضات مربوط به محاسبات مالی استخراج رمزارز از این قرار است:

- قیمت برق در سه حالت ۹، ۵ و ۱ سنت بر کیلووات-ساعت محاسبه شده است.

^۱ از منظر عملیاتی نیز با عمده‌ی دستگاه‌های استخراج از نسل‌های ۱۶ نانومتری به قبل یا ضررده است یا سودآوری ناچیزی دارد که در آینده‌ای نزدیک آن هم از بین خواهد رفت.

^۲ نوسانات برق و اثرات آن بر کسب‌وکار استخراج نیز مورد دیگری است که باید به لحاظ فنی و مالی مورد توجه قرار گیرد.

^۳ منظور از وضعیت آتی استخراج رمزارز، حالتی است که سرمایه‌گذار در وضعیت فعلی تصمیم به سرمایه‌گذاری بگیرد و سفارش‌گذاری‌اش را به گونه‌ای انجام دهد که در ابتدای سال ۲۰۱۹، فعالیت استخراج رمزارز با دستگاه‌ها آغاز شود.

- دستگاه‌های تحلیل شده شامل دستگاه‌های S3، S5، S7، S7-LN، S9، S9i، S15 و T15 تولیدی شرکت بیت‌مین می‌باشند؛ که همگی بر مبنای الگوریتم SHA-256، هاش تولید می‌کنند که با آن می‌توان بیت‌کوین را استخراج کرد. انتخاب این دستگاه‌ها به دلیل غالب بودن استخراج بیت‌کوین در میان رمزارزها می‌باشد.
- قابلیت اطمینان دستگاه‌ها، ۹، ۰ در نظر گرفته شده است.^۱
- کاهش جایزه‌ی هر بلوک از ابتدای چهارمین ماه سال ۲۰۲۰ در نظر گرفته شده است.
- نرخ کاهش درآمد استخراج ۵ درصد به صورت ماهانه در نظر گرفته شده است.^۲
- هزینه‌های زیر به صورت مجزا لحاظ نشده است:
 - سهم استخراج‌های استخراج از درآمد استخراج‌گرها
 - هزینه‌های تعمیرات و نگهداری
 - عدم منفعت ناشی از خرابی دستگاه‌ها
 - تلورانس مشخصه‌های فنی دستگاه‌های استخراج و عملکرد پایین‌تر از میانگین
 - کاهش مشخصه‌های عملکردی دستگاه‌ها به دلیل مشخصه‌های آب‌وهوایی، اقلیمی و محیطی
- غیرایده‌آل
 - هزینه‌های برق برای خنک کردن محل
 - هزینه‌ی اینترنت
 - هزینه‌های مدیریتی و هزینه‌های کارگران
 - عوارض و مالیات بر درآمد
- طول عمر دستگاه‌ها برابر با مدت زمانی در نظر گرفته شده است که به لحاظ عملیاتی سودده باشند و فرض شده است که دستگاه‌ها پیش از آن خراب نمی‌شوند.^۳ از طرف دیگر ارزش اسقاط برای دستگاه‌ها لحاظ نشده است.
- تضعیف مشخصه‌های عملکردی دستگاه‌ها در طول زمان لحاظ نشده است

^۱ در محاسبات صرفاً ۱۰ درصد از درآمدهای به دست آمده کاسته شده است.

^۲ با توجه به این که در کسب‌وکار استخراج قیمت رمزارز از زمانی که تصمیم به سرمایه‌گذاری گرفته می‌شود، ثابت در نظر گرفته می‌شود، ۵٪ کاهش درآمدزایی به افزایش هشریت نسبت داده شده است. اما کاهش قیمت بیت‌کوین نیز می‌تواند اثرات مشابهی را برجا بگذارد.

^۳ با توجه به درآمدزایی دستگاه‌ها در طول زمان، طول عمر دستگاه‌ها در برخی از موارد بسیار زیاد در نظر گرفته شده است، به طور مثال درآمدزایی دستگاه‌ها S9 بیش از ۳ سال در نظر گرفته شده است. این در حالی است که شرکت بیت‌مین، ارزش باقیمانده‌ی دستگاه‌های استخراج‌گر را پس از ۶ ماه، ۳۰ درصد ارزش اولیه‌ی آن تخمین می‌زند.

- فرض شده است، دستگاه‌های استخراج در اولین زمانی که امکان ثبت سفارش و تحویل وجود دارد، سفارش‌گذاری و تحویل داده می‌شوند.^۱ بنابراین زمان شروع استخراج در حالت بهینه فرض شده است.^۲
 - تمامی هزینه‌های حمل و نقل از مبدأ تا محل استقرار دستگاه‌ها، ۴ دلار به ازای هر کیلوگرم در نظر گرفته شده است. حمل و نقل دستگاه‌ها از کشور چین به ایران به صورت هوایی در نظر گرفته شده است.^۳
 - مجموع تمامی هزینه‌های گمرکی، ۱۸ درصد در نظر گرفته شده است.^۴
 - تخمین تمامی هزینه‌های زیرساختی (از جمله زیرساخت‌های برق، زمین، ساختمان و اینترنت) برای دستگاه‌ها، ۷۰ دلار به ازای هر کیلووات در نظر گرفت.^۵
 - ارزش زمانی پول در نظر گرفته نشده است که در صورت لحاظ شدن آن جذابیت‌های سرمایه‌گذاری کاهش می‌یابد.
- همان‌طور که از مفروضات بالا مشخص است، عمده‌ی مفروضات، مفروضات خوش‌بینانه‌ای هستند. بنابراین خروجی تحلیل‌های مالی نیز خوش‌بینانه می‌باشد.
- مشخصات اصلی و مفروضات کلیدی در مورد دستگاه‌های استخراج‌گر نیز در جدول زیر آورده شده است.

^۱ البته به جز دستگاه S9i که برای مقایسه با دستگاه‌های S15 و T15 آورده شده است.

^۲ فرض زمان شروع استخراج با دستگاه‌های جدید، به صورت ایده‌آل در نظر گرفته شده است. به طور مثال تحلیل‌های مالی سرمایه‌گذاری، محدودیت فراهم آوردن زیرساخت‌ها، تأمین سرمایه، انجام امور مالی، گمرک و ... همگی می‌توانند زمان شروع استخراج را افزایش دهند. ضمن آن که سرمایه‌گذاران ممکن است در ابتدا تصمیم به سرمایه‌گذاری در کسب‌وکار استخراج نگیرند (به طور مثال به دلیل تفاوت جذابیت سرمایه‌گذاری در دوره‌های مختلف).

^۳ به دلیل درآمدزایی زیاد دستگاه‌ها به صورت روزانه، حمل و نقل دستگاه‌ها به صورت دریایی به صرفه نخواهد بود و حمل و نقل هوایی بهترین گزینه خواهد بود.

^۴ این هزینه‌ها حداقل هزینه‌هایی می‌باشند که برای هزینه‌های گمرکی محاسبه شده‌اند: ۹ درصد مالیات بر ارزش افزوده، ۵ درصد تعرفه، ۵ درصد داری.

^۵ اگرچه هزینه‌های زیرساخت برق را می‌توان بر مبنای کیلووات تخمین زد، اما با توجه به تفاوت نسل دستگاه‌ها، هزینه‌های اینترنت و ساختمان را نمی‌توان بر اساس مصرف کیلوواتی تخمین زد. اما تخمین‌ها به طور کلی، تخمین‌های عموماً حداقلی می‌باشند.

جدول ۱-۳ مشخصه‌های دستگاه‌های استخراج گره ASIC بررسی شده

اولین تاریخ تحویل دستگاه	تاریخ اولین عرضه دستگاه	وزن دستگاه (کیلوگرم)	توان مصرفی دستگاه (کیلووات)	هش‌ریت دستگاه	بهای تمام شده دستگاه (دلار)	بهای تمام شده دستگاه (بیت‌کوین)	سایر هزینه‌های به کارگیری دستگاه (به ویژه حمل و نقل و زیرساخت)	قیمت دستگاه (دلار)	قیمت دستگاه (بیت‌کوین)	منبع تغذیه	نوع دستگاه
۱۰/۷/۲۰۱۴	۳۰/۶/۲۰۱۴	۶	۰,۳۶۶	۰,۴۷۸	۶۵۰	۱,۰۴۹	۵۰	۴۶۵	۰,۷۵۰	ندارد	S3
۲۷/۱۲/۲۰۱۴	۲۲/۱۲/۲۰۱۴	۳	۰,۵۹	۱,۱۵۵	۶۶۴	۱,۹۶۹	۵۳	۴۵۰	۱,۳۳۵	ندارد	S5
۳۰/۹/۲۰۱۵	۳۱/۸/۲۰۱۵	۴	۱,۲۹۳	۴,۷۳	۲۴۲۹	۱۰,۲۲۱	۱۰۷	۱۸۲۳	۷,۶۷۰	ندارد	S7
۲/۶/۲۰۱۶	۳۰/۵/۲۰۱۶	۷,۵	۰,۶۹۷	۲,۷	۴۳۶	۰,۸۳۱	۷۹	۲۹۱	۰,۵۵۴	دارد	S7-LN
۱۲/۶/۲۰۱۶	۳۱/۵/۲۰۱۶	۴,۲	۱,۳۷۵	۱۴	۲۷۷۴	۵,۲۸۲	۱۱۳	۲۱۰۰	۳,۹۹۹	ندارد	S9
۳۰/۱۲/۲۰۱۸	۹/۱۱/۲۰۱۸	۷	۱,۵۹۶	۲۸	۱۹۰۵	۰,۲۹۴	۱۴۰	۱۴۷۵	۰,۲۲۷	دارد	S15
۳۰/۱۲/۲۰۱۸	۹/۱۱/۲۰۱۸	۶,۱۵	۱,۵۴۱	۲۳	۱۲۳۴	۰,۱۹۰	۱۳۲	۹۱۳	۰,۱۴۱	دارد	T15
-	-	۴,۲	۱,۳۶۵	۱۴,۵	۵۹۵	۰,۰۹۲	۱۱۲	۳۹۲	۰,۰۶۰	دارد	S9i

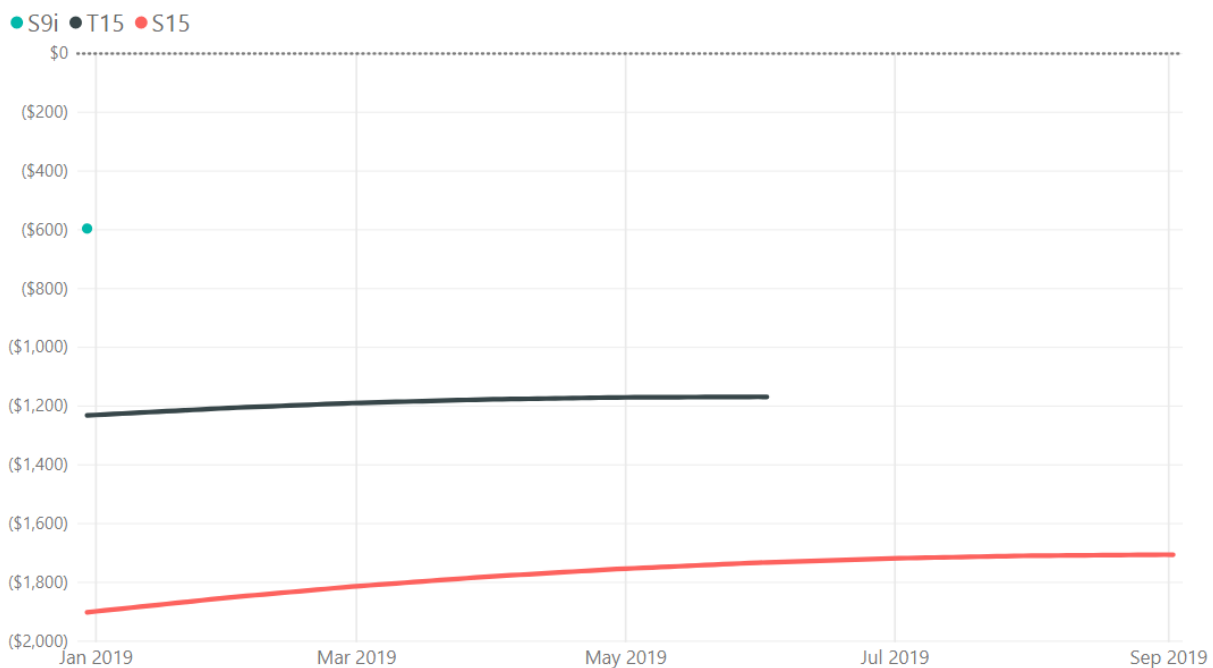
نکته: بخشی از داده‌های مورد استفاده هم‌چون میزان درآمدزایی استخراج، مربوط به داده‌های واقعی و تاریخی هستند که در عمل اتفاق افتاده‌اند. داده‌های تاریخی، مربوط به ۱۴ نوامبر سال ۲۰۱۸ به قبل می‌باشند. از این رو درآمدزایی برای آن تاریخ به بعد بر اساس پیش‌بینی‌ها اتفاق افتاده است (کاهش ۵ درصد درآمدزایی به صورت ماهانه). اما در تاریخ ۲۶ نوامبر به نسبت ۱۴ نوامبر، به دلیل کاهش قیمت بیت‌کوین، مقدار درآمدزایی استخراج تقریباً ۳۰ درصد کاهش یافته است. این در حالی است که بر مبنای مفروضات تحلیل‌ها، کاهش ۳۰ درصدی درآمد استخراج رمزارز پس از گذشت ۸ ماه باید اتفاق می‌افتاده است. بنابراین تحلیل‌های درآمدزایی آینده‌ی استخراج نیز بسیار خوش‌بینانه می‌باشند.

۲.۳. آینده‌ی استخراج رمزارز

در این بخش، به این سوال پاسخ می‌دهیم که اگر امروز کسب‌وکار استخراج را آغاز کنیم، سودآوری آتی آن چه مقدار خواهد بود.

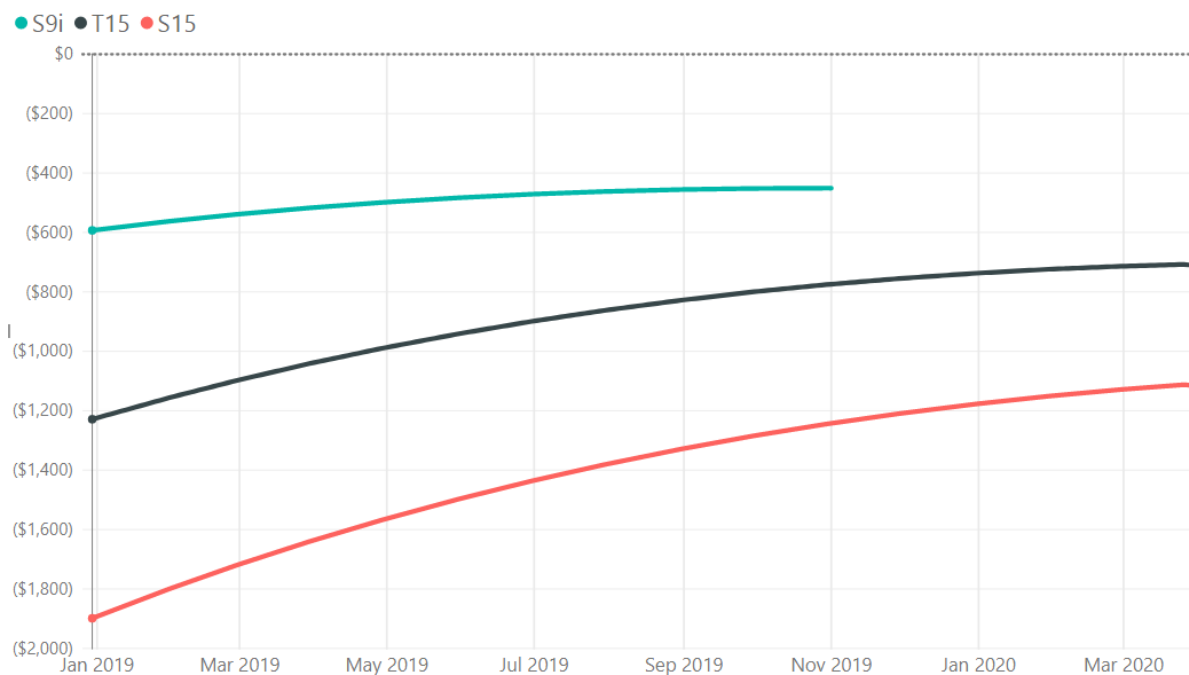
در حال حاضر دستگاه‌های S9i، S15 و T15 به صرفه‌ترین دستگاه‌هایی هستند که برای استخراج بیت‌کوین می‌توانند به کار گرفته شوند، که مورد اول از تراشه‌های ۱۶ نانومتری و دو مورد بعد از تراشه‌های ۷ نانومتری بهره می‌برند.

نمودارهای زیر جریان نقدینگی تجمعی (مقادیر تجمعی هزینه‌ها و درآمدهای) دستگاه‌ها را در طول زمان به ازای قیمت‌های برق ۹، ۵ و ۱ سنت بر کیلووات-ساعت نشان می‌دهد. ارزش تجمعی دستگاه‌ها در نمودارها تا جایی ادامه پیدا کرده است که استخراج بیت‌کوین به صورت عملیاتی سودآور باشد.

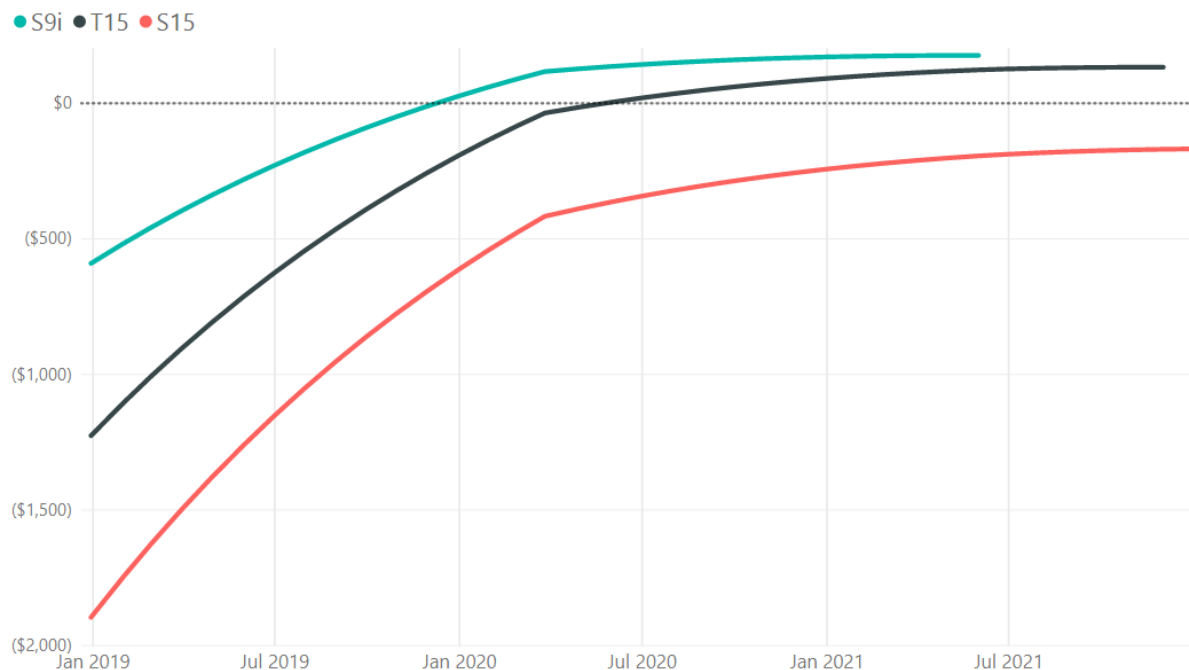


شکل ۱-۳ جریان نقدینگی تجمعی دستگاه‌های استخراج گر S9i، T15 و S15 به ازای برق ۹ سنت

استخراج با دستگاه S9i، در برق ۹ سنت بر کیلووات-ساعت، از همان ابتدا به صرفه نخواهد بود.



شکل ۲-۳ جریان نقدینگی تجمعی دستگاه‌های استخراج گر S9i، T15 و S15 به ازای برق ۵ سنت



شکل ۳-۳ جریان نقدینگی تجمعی دستگاه‌های استخراج گر S9i، T15 و S15 به ازای برق ۱ سنت

همان‌طور که از نمودارهای فوق آشکار است، استخراج بیت‌کوین با دستگاه‌های فوق با قیمت برق ۵ سنت نیز به صرفه نخواهد بود و تنها مقدار کمی از سرمایه‌گذاری انجام شده بازگشت خواهد داشت. حتی اگر قابلیت اطمینان استخراج را از ۹۰٪ به ۱۰۰٪ و کاهش درآمدزایی ماهیانه را از ۵٪ به ۲٪ کاهش دهیم، باز هم در قیمت ۵

سنت به ازای هر کیلووات-ساعت، بازگشت سرمایه‌گذاری اتفاق نخواهد افتاد. تنها با در نظر گرفتن برق ۱ سنتی است که استخراج بیت‌کوین می‌تواند در آینده سودده باشد. قیمتی که بدون یارانه، در هیچ جای دنیا و در هیچ روشی از تولید برق، قابل تحقق نیست (در بخش بهای تمام شده‌ی برق به آن پرداخته شده است).

تفاوت دوره‌ی جدید در استخراج رمزارز با دوره‌های پیشین در افزایش مستمر و قابل توجه هشریت کل شبکه و متقابلاً کاهش نسبتاً مستمر قیمت بیت‌کوین بوده است. هم‌چنین نصف شدن جایزه‌ی استخراج هر بلوک که در حدود ۱٫۵ سال دیگر اتفاق می‌افتد (که پیش از این در انتهای سال‌های ۲۰۱۲ و ۲۰۱۶ اتفاق بوده)، عامل دیگری است که می‌تواند سوآوری استخراج بیت‌کوین را در دوره‌ی فعلی به شدت تحت تأثیر قرار دهد.

نکته ۱: افزایش قیمت رمزارز را نباید در محاسبات استخراج لحاظ کرد، چرا که مفروض گرفتن افزایش قیمت رمزارز در آینده، به حوزه‌ی دیگری از کسب‌وکار رمزارزها یعنی معامله‌گری اشاره دارد. ضمن آن که در بخش بعد نشان داده می‌شود که چگونه در تاریخچه‌ی بیت‌کوین، عموماً منفعت حاصل از افزایش قیمت بیت‌کوین در صورت خرید/نگه‌داری بیت‌کوین بسیار بیش‌تر از استخراج بیت‌کوین بوده است و در صورتی که مجدداً افزایش قیمتی قابل اهمیت در بیت‌کوین اتفاق بیفتد، چنین خواهد بود. بنابراین در صورتی که افزایش قیمت بیت‌کوین مفروض گرفته شود، پیشنهاد می‌شود به جای استخراج، بیت‌کوین خریداری شود.

نکته ۲: لازم به ذکر است که تحلیل‌های ارائه شده از سودآوری استخراج در آینده، بر مبنای آخرین مقدار درآمدزایی استخراج بیت‌کوین در تاریخ ۱۴ نوامبر بوده است. در تاریخ ۲۶ نوامبر مقدار درآمدزایی استخراج تقریباً ۳۰ درصد کاهش یافته است. این در حالی است که بر مبنای مفروضات تحلیل‌ها، کاهش ۳۰ درصدی درآمد استخراج رمزارز پس از گذشت ۸ ماه باید اتفاق می‌افتاد.

۳.۳. تاریخچه استخراج رمزارز

تحلیل‌های بخش قبل برای نشان دادن عدم جذابیت استخراج رمزارز در وضعیت فعلی کفایت می‌کند. اما برای فهم جامع‌تر و دقیق‌تر از واقعیت کسب‌وکار استخراج رمزارز، در این بخش، تاریخچه‌ی این فعالیت مورد بررسی قرار می‌گیرد.

به صورت تاریخی، استخراج رمزارزها با استخراج بیت‌کوین آغاز شده است و در حال حاضر نیز غالب کسب‌وکار استخراج، بر روی بیت‌کوین می‌باشد. فناوری‌های مورد استفاده نیز به ترتیب، CPU، GPU، FPGA و ASIC بوده‌اند، که هر چه به سمت انتهای طیف حرکت می‌کنیم، تنوع کارکردی تجهیزات، محدودتر اما بهره‌وری آن‌ها بیش‌تر می‌شود. با ظهور هر فناوری جدید، فناوری‌های پیشین، صرفه‌ی اقتصادی خود را در استخراج از دست

داده‌اند. وضعیتی مشابه نیز میان نسل‌های مختلف فناوری دستگاه‌های ASIC وجود دارد.^۱ در حال حاضر عمده‌ی کسب‌وکار استخراج بر روی بیت‌کوین و با استفاده از دستگاه‌های ASIC انجام می‌شود.^۲ در مقطع کنونی صرفه‌ی استخراج رمزارزها بسیار کاهش یافته است که دلیل اصلی آن افزایش قابل توجه سختی استخراج رمزارزها است. در حال حاضر عمده‌ی کسب‌وکار استخراج بر روی الگوریتم SHA-256^۳ و با استفاده از دستگاه‌های ASIC انجام می‌شود؛ دستگاه‌هایی که در اغلب اوقات، به صرفه‌ترین آن‌ها توسط شرکت بیت‌مین تولید شده‌اند. در تحلیل موجود، دستگاه‌های S3، S5، S7، S7-LN، S9، S9i، S15 و T15 که نسل‌های مختلفی را نمایندگی می‌کنند، مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند. به جز دستگاه S9i، فرض شده است که در سایر دستگاه‌ها، استخراج رمزارز در اولین فرصت ممکن که دستگاه‌ها به بازار عرضه می‌شوند، اتفاق بیفتد.

یکی از تصوراتی که در حوزه‌ی کسب‌وکار استخراج رمزارز وجود دارد این است که سودآوری این کسب‌وکار هر چه که بیش‌تر به گذشته برگردیم، بیش‌تر بوده است. چنین تصویری به دلیل توجه به دو عامل زیر به وجود آمده است:

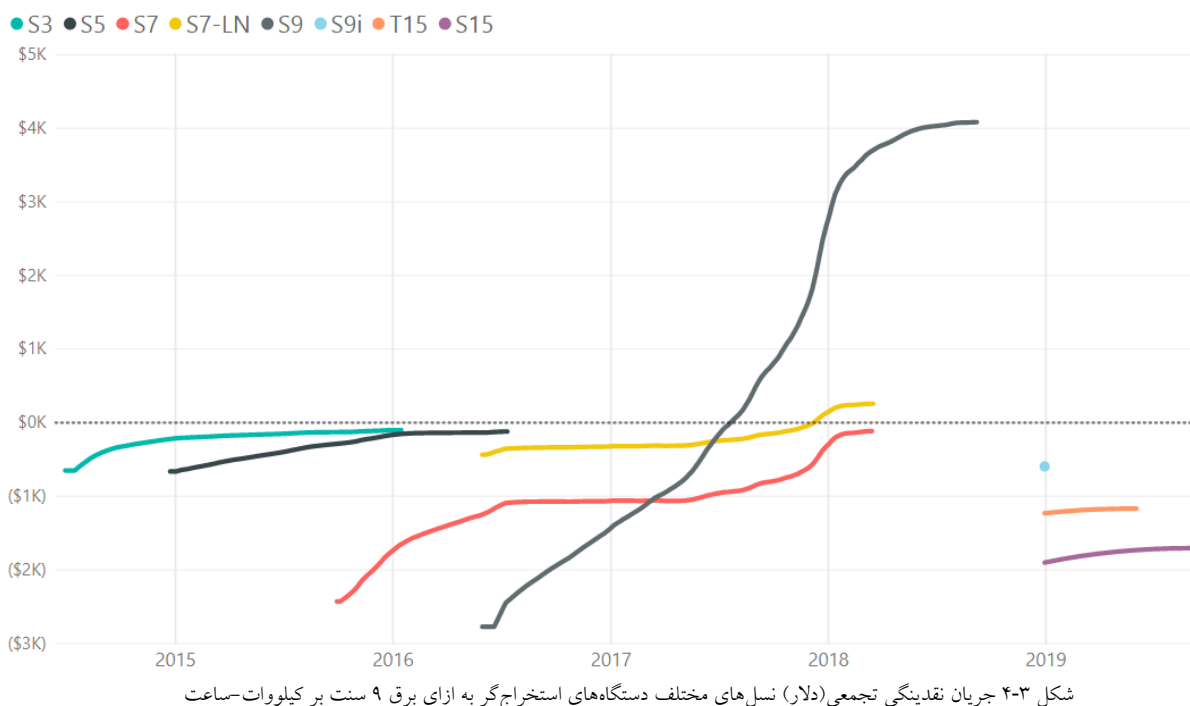
- هشریت کل شبکه در گذشته کم‌تر از حال حاضر بوده است.
 - جایزه‌ی هر بلوک در شبکه‌ی بیت‌کوین بیش‌تر بوده است (ابتدا ۵۰ بیت‌کوین، سپس ۲۵ و در حال حاضر ۱۲٫۵ بیت‌کوین)
- اما دو عامل دیگر وجود داشته‌اند که به ترتیب در جهت عکس عوامل فوق عمل کرده‌اند و نادیده گرفتن آن‌ها به تخمین خوش‌بینانه از استخراج رمزارز در گذشته دامن زده است:
- دستگاه‌های استخراج‌گر قدیمی از نسل‌های پیشین تراشه‌ها استفاده می‌کردند که بهره‌وری آن‌ها کم‌تر از دستگاه‌های فعلی بوده است. بنابراین هشریت خروجی آن‌ها هم به نسبت توان مصرفی و هم به نسبت قیمت دستگاه، کم‌تر از نسل‌های جدید دستگاه‌های استخراج‌گر بوده است. بنابراین برای به دست آوردن هشریتی معادل دستگاه‌های نسل جدید در دستگاه‌های نسل قدیم، هم باید هزینه‌ی سرمایه‌ای بسیار بیش‌تری صرف می‌شده و هم هزینه‌ی عملیاتی بیش‌تری بابت مصرف برق پرداخت می‌شده است.
 - قیمت رمزارزها (بیت‌کوین) در گذشته بسیار کم‌تر از قیمت‌های امروزی بوده است. بنابراین ارزش بیت‌کوین‌های استخراج‌شده و در نتیجه درآمد حاصل از آن‌ها نیز کم‌تر بوده است.

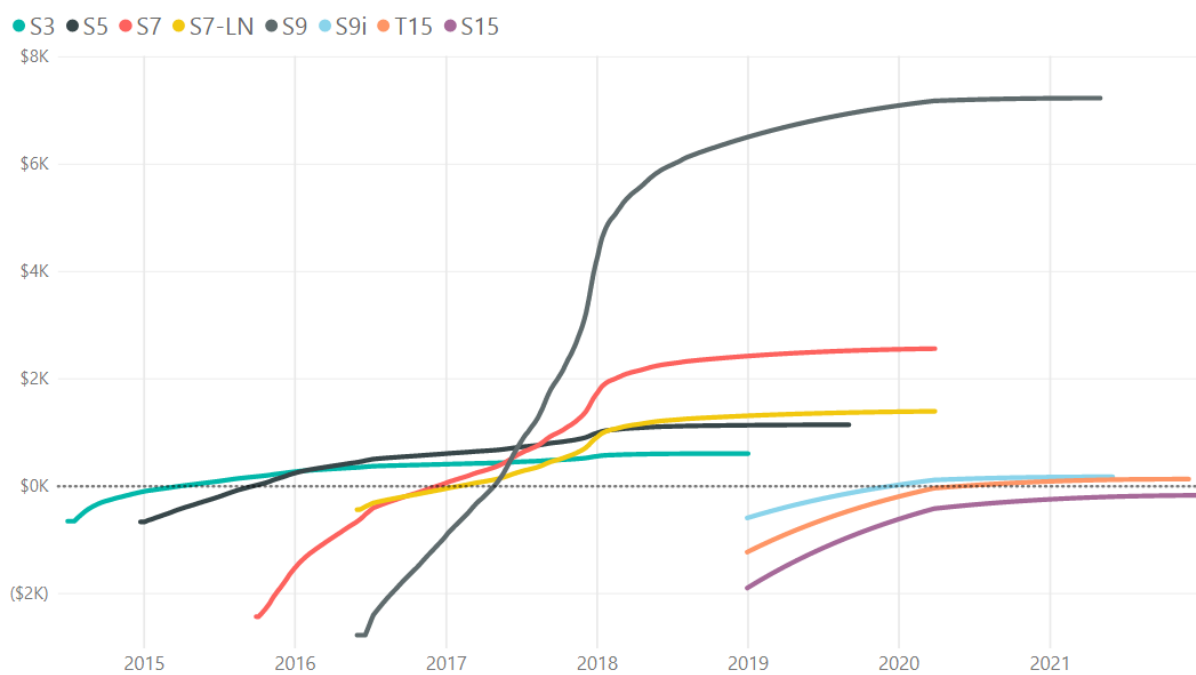
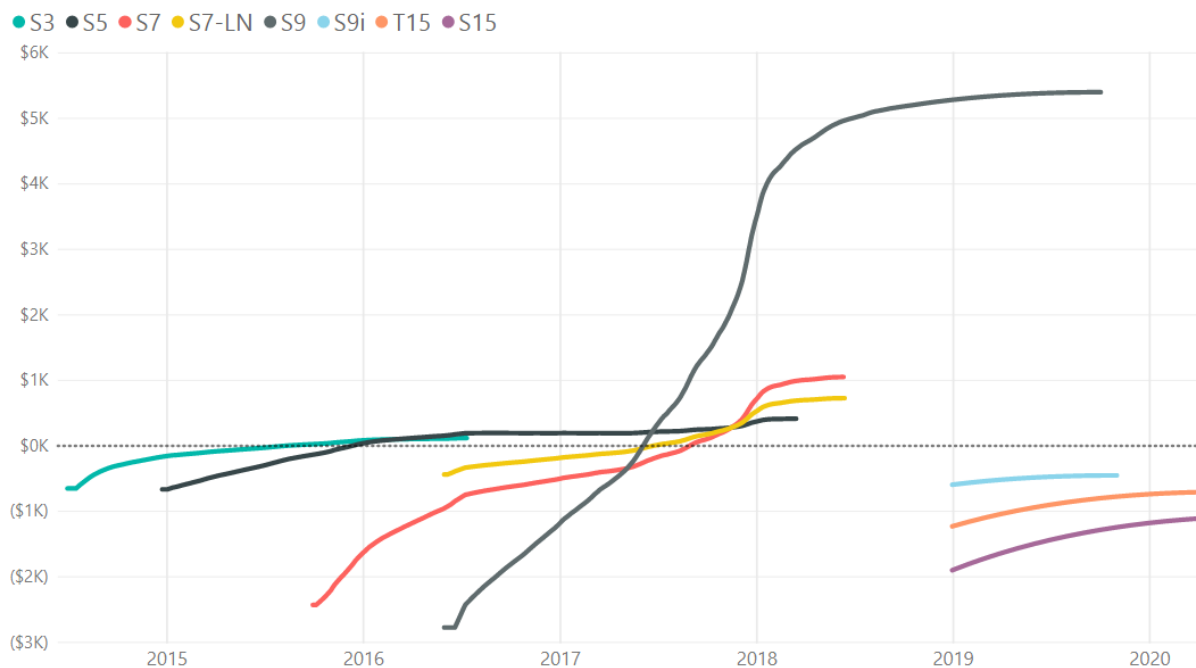
^۱ نسل‌های فناوری دستگاه‌های ASIC با ابعاد تراشه‌های آن‌ها تعیین می‌شوند.

^۲ البته استفاده از GPU به ویژه برای استخراج اتریوم نیز رایج بوده است. اما مهم‌ترین ریسک استخراج اتریوم، تغییر الگوریتم اجماع آن است که وعده داده شده است از اثبات کار به نوعی از اثبات منافع (Proof of Stake) تغییر یابد.

^۳ رمزارزهای بیت‌کوین و بیت‌کوین‌کش ذیل این الگوریتم قرار دارند.

بنابراین برای شناخت واقعیت کسب‌وکار استخراج رمزارز در گذشته، سودآوری استخراج رمزارز در گذشته بر اساس داده‌های واقعی مورد تحلیل قرار می‌گیرد. سه نمودار آتی، سودآوری استخراج بیت‌کوین را با نسل‌های مختلف دستگاه‌های استخراج‌گر و در سه قیمت متفاوت برق نشان می‌دهند. این نمودارها جریان تجمعی نقدینگی (هزینه‌ها و درآمدها) را بدون در نظر گرفتن ارزش زمانی پول (نرخ تنزیل) به تصویر می‌کشند. نموداردها بر اساس سه قیمت ۹ سنت (بهای تمام‌شده برق در ایران)، ۵ سنت (قیمت بسیار ایده‌آل برق که در حال حاضر تولید برق با چنین قیمتی عملیاتی نیست) و ۱ سنت (بهای تقریبی برق در ایران به دلیل یارانه‌ی بسیار زیاد و افزایش قابل توجه نرخ ارز) ترسیم شده‌اند.





نمودارهای بالا نشان می‌دهند که با توجه به بهای تمام شده برق در ایران، تنها دستگاه‌های S9 و S7-LN می‌توانسته‌اند سودآور باشند. در صورتی که قیمت برق، ۵ سنت در نظر گرفته شود، در صورت دوام دستگاه‌ها، تمامی دستگاه‌های استخراج‌گر به جز دستگاه‌های نسل جدید یا دستگاه‌هایی که در حال حاضر خریداری می‌شوند،

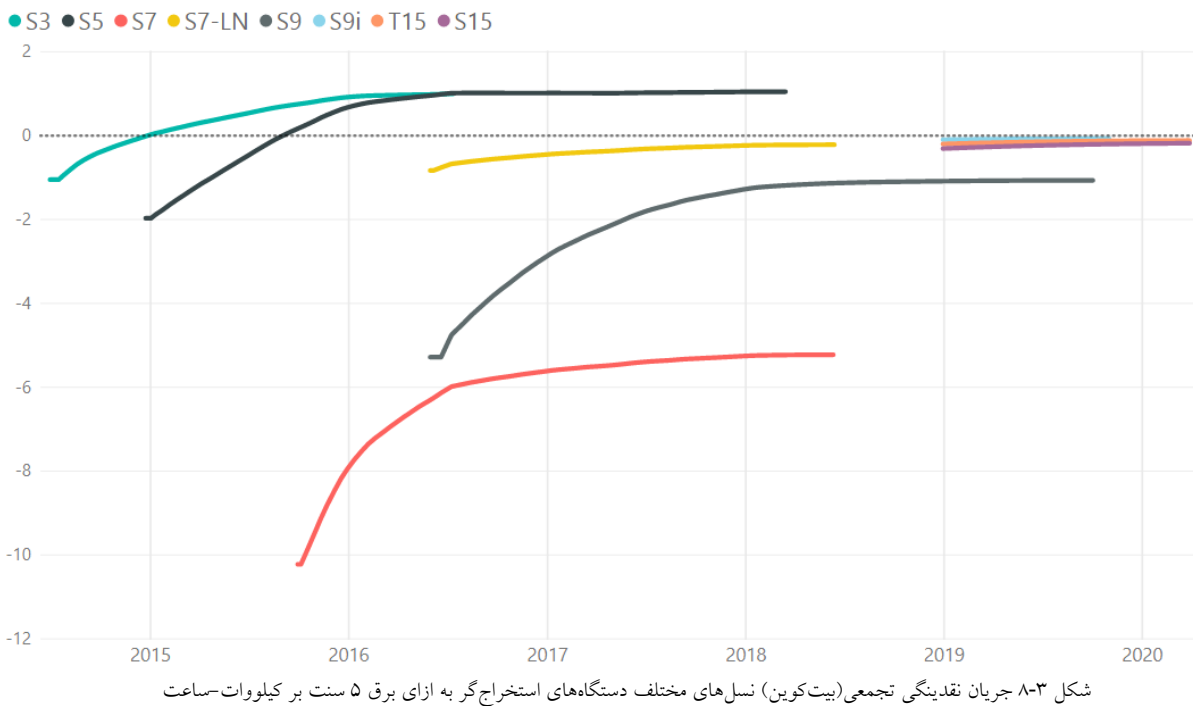
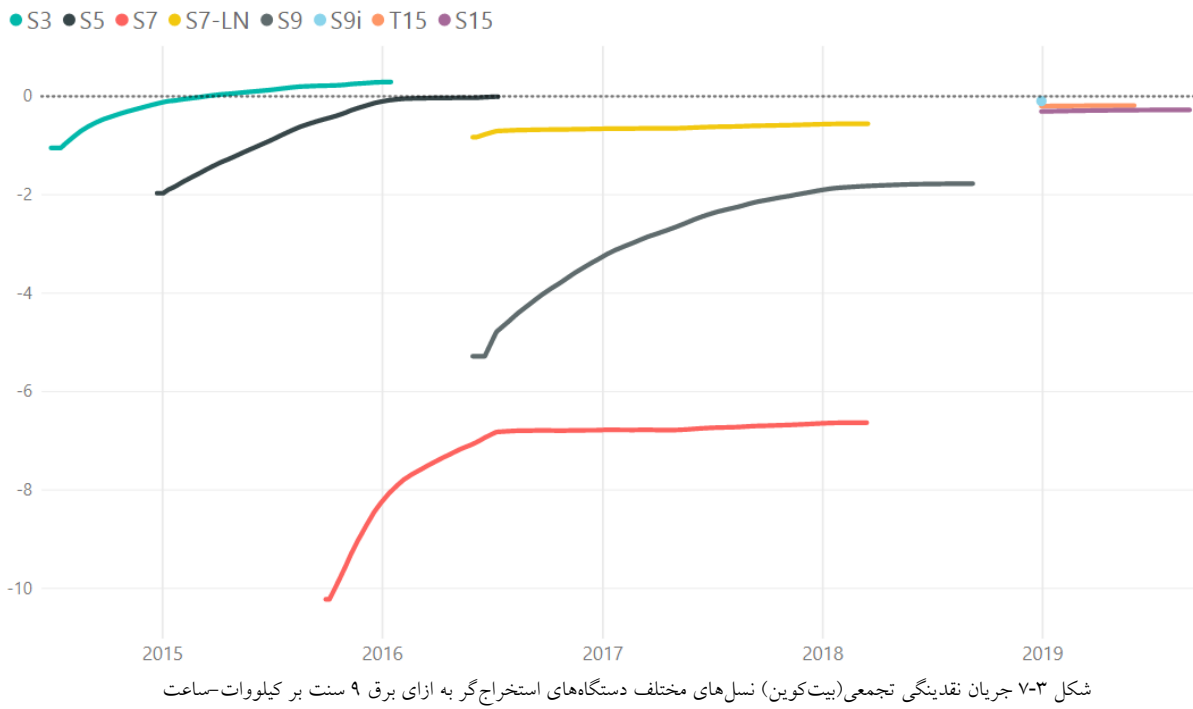
سودآور بوده‌اند. نکته‌ی مهمی که باید در کسب‌وکار استخراج در حال حاضر لحاظ شود، نصف شدن درآمد استخراج به صورت آنی در نیمه‌ی اول سال ۲۰۲۰ می‌باشد.

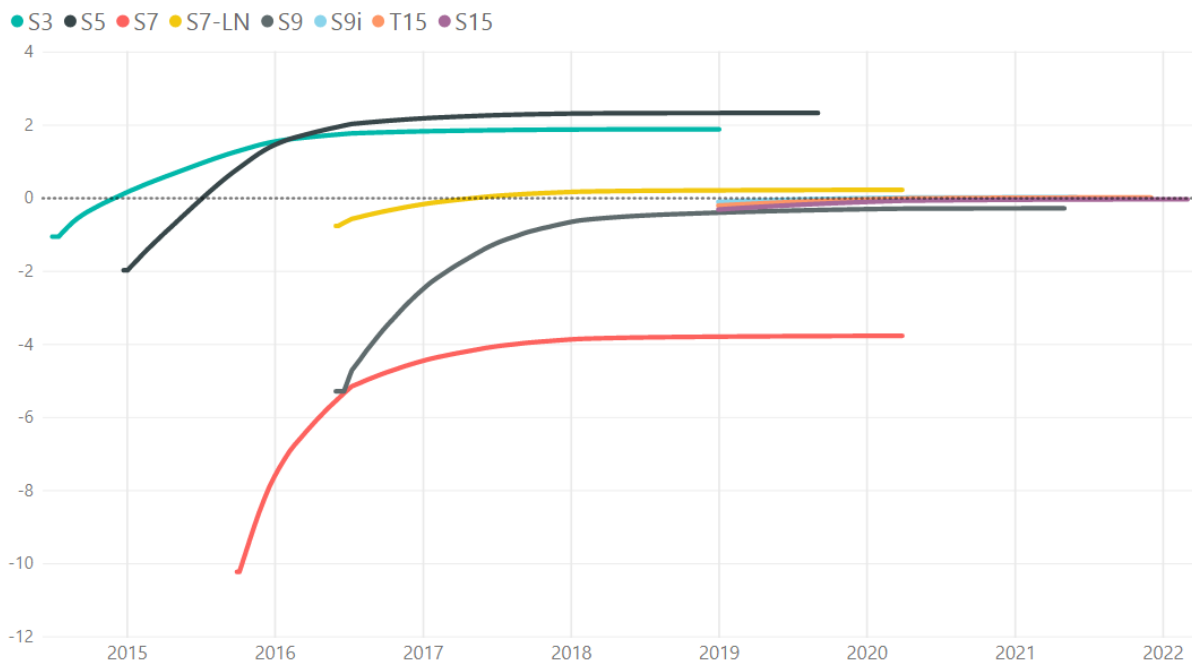
شیب زیاد روند کاهشی درآمدزایی استخراج‌گرها علیرغم افزایش عمومی قیمت بیت‌کوین، نشان دهنده‌ی افزایش قابل توجه هش‌ریت و متقابلاً سختی استخراج است. به عبارت دیگر با عرضه‌ی دستگاه‌های استخراج‌گر، تقاضای زیادی برای آن‌ها ایجاد می‌شود؛ و برخلاف این که در ابتدا درآمد این دستگاه‌ها زیاد بوده است، به مرور زمان که دستگاه‌های بیش‌تری وارد عملیات استخراج می‌شوند، این درآمد در طول زمان به صورت نمایی کاهش می‌یابد. البته در نیمه‌ی دوم سال ۲۰۱۷ که قیمت بیت‌کوین با سرعت غیرقابل انتظاری رشد پیدا کرد، درآمد حاصل از دستگاه‌ها به ویژه دستگاه‌های نسل جدیدتر، مجدداً به صورت نمایی افزایش پیدا کرده است.

باید به این نکته نیز توجه کرد که قیمت دستگاه‌ها نیز در طول زمان ثابت باقی نمی‌مانند و قیمت آن‌ها به درآمدزایی آن‌ها و میزان تقاضا برای آن‌ها وابسته است. در برخی مواقع، قیمت دستگاه‌ها در طول زمان چنان کاهش یافته است که تصمیم به عدم خرید دستگاه‌ها در دوره‌ی کاهش قیمت منطقی بوده است. چرا که کاهش قیمت دستگاه‌ها بیش از مقدار درآمدی بوده است که در آن بازه‌ی زمانی می‌توانسته‌اند ایجاد کنند (حتی بدون آن که استهلاک دستگاه‌ها در طول زمان در نظر گرفته شوند). متقابلاً مواقع دیگری هم‌چون نیمه‌ی دوم سال ۲۰۱۷ بوده است که به دلیل افزایش قیمت بیت‌کوین و سودآوری دستگاه‌ها، قیمت دستگاه‌ها روند افزایشی داشته‌اند.

به دلیل عدم دسترسی به داده‌های تاریخی قیمت دستگاه‌های استخراج‌گر امکان تحلیل تغییرات قیمت دستگاه‌ها در طول زمان وجود نداشته است. اما در ماه‌های اخیر، قیمت‌های دستگاه S9i/j به گونه‌ای بوده است که کاهش قیمت این دستگاه‌ها، بیش از سودی بوده است که این دستگاه‌ها از طریق استخراج رمزارز می‌توانسته‌اند ایجاد کنند (ضمن آن‌که باید استهلاک این دستگاه‌ها لحاظ شود).

اگرچه نمودارهای پیشین، بخشی از واقعیت استخراج بیت‌کوین را به طور تاریخی نشان می‌دهند اما این کار را به طور کامل انجام نمی‌دهند. به همین دلیل در نمودارهایی که در ادامه می‌آیند، فرض شده است که دستگاه‌ها با بیت‌کوین خریداری می‌شوند و درآمد استخراج نیز به صورت بیت‌کوین می‌باشد. بنابراین جریان نقدینگی کسب‌وکار استخراج بر اساس بیت‌کوین در این نمودارها نشان داده شده است.





شکل ۹-۳ جریان نقدینگی تجمعی (بیت‌کوین) نسل‌های مختلف دستگاه‌های استخراج‌گر به ازای برق ۱ سنت بر کیلووات-ساعت

همان‌طور که از نمودارهای بالا پیدا است، می‌توان گفت که تنها دستگاه S3 بوده است که با مبنا گرفتن بیت‌کوین، بازگشت سرمایه داشته است و سایر دستگاه‌ها سودآوری کلی‌شان کم‌تر از هزینه‌ی سرمایه‌ای دستگاه‌ها بوده است. البته دستگاه S5 نیز در قیمت برق ۵ سنت می‌توانسته است سودآور باشد. نکته جالب توجه آن‌که، دستگاه S9 که بر مبنای محاسبات دلاری به صورت قابل توجهی سودآورتر از دستگاه‌های دیگر بوده است، نه تنها در ایده‌آل‌ترین مفروضات و شرایط، سرمایه‌ی خود را باز نمی‌گرداند بلکه ضررده نیز می‌باشد. یعنی اگر کسی برای خرید دستگاه S9 بیت‌کوین‌های خود را فروخته باشد، پس از گذشت ۳,۵ سال^۱ استخراج، مجموع بیت‌کوین‌هایی که به دست آورده است کم‌تر از تعداد بیت‌کوین‌هایی است که برای خرید دستگاه S9 صرف کرده است. نمودارهای بالا به خوبی وابستگی استخراج رمزارز به افزایش قیمت بیت‌کوین را نشان می‌دهند. به همین دلیل، هنگامی که جریان نقدینگی بر اساس بیت‌کوین محاسبه می‌شود، سرمایه‌گذاری در دستگاه‌های استخراج به لحاظ اقتصادی منطقی نبوده است. به عبارت دیگر خرید یا نگهداری بیت‌کوین بسیار منطقی‌تر بوده است. جدول زیر مقادیر مالی تفاوت میان استخراج رمزارز و خرید/نگهداری آن را به خوبی نشان می‌دهد. در این جدول سه متغیر بررسی شده‌اند:

^۱ در صورتی که طول عمر دستگاه این مقدار باشد.

- تفاضل قیمت دستگاه استخراج‌گر بر حسب بیت‌کوین در ابتدا و انتهای دوره‌ی استخراج: این مقدار برابر است با تفاضل معادل دلاری ارزش دستگاه بر حسب بیت‌کوین در ابتدا و انتهای دوره‌ی عمر سرمایه‌گذاری (یعنی تا زمانی که استخراج به لحاظ عملیاتی سودآور باشد).^۱
- تفاضل بیشینه و کمینه معادل دلاری دستگاه بر حسب بیت‌کوین: این مقدار برابر است با تفاضل ارزش دلاری بیت‌کوین در طول دوره‌ی استخراج با دستگاه به گونه‌ای که در این دوره معادل قیمت دلاری دستگاه، بیت‌کوین در کم‌ترین قیمت خریداری و در بیش‌ترین قیمت فروخته شود.
- تفاضل مجموع درآمدها و هزینه‌های استخراج: این مقدار برابر است با کل درآمد دستگاه مادامی که استخراج با دستگاه به لحاظ عملیاتی سودآور است، منهای کل هزینه‌های دستگاه در این دوره (هزینه دستگاه و هزینه برق).

جدول ۲-۳ مقایسه‌ی استخراج رمزارز و نگهداری/خرید رمزارز در طول دوره‌ی سودآوری استخراج

قیمت برق	۹ سنت			۵ سنت			۱ سنت		
نوع دستگاه	تفاضل قیمت دستگاه بر حسب بیت‌کوین در ابتدا و انتهای دوره استخراج	تفاضل بیشینه و کمینه معادل دلاری دستگاه بر حسب بیت‌کوین	تفاضل مجموع درآمدها و هزینه‌های استخراج	تفاضل قیمت دستگاه بر حسب بیت‌کوین در ابتدا و انتهای دوره استخراج	تفاضل بیشینه و کمینه معادل دلاری دستگاه بر حسب بیت‌کوین	تفاضل مجموع درآمدها و هزینه‌های استخراج	تفاضل قیمت دستگاه بر حسب بیت‌کوین در ابتدا و انتهای دوره استخراج	تفاضل بیشینه و کمینه معادل دلاری دستگاه بر حسب بیت‌کوین	تفاضل مجموع درآمدها و هزینه‌های استخراج
S3	-۲۰۰	۱۷۶۰	-۱۰۱	۳۳	۲۱۵۳	۱۲۰	۵۸۲۹	۷۰۴۳۶	۶۰۹
S5	۱۷۵	۱۰۶۲	-۱۳۷	۱۷۳۶۳	۷۱۸۵۲	۴۱۵	۱۱۴۹۸	۷۱۸۵۲	۱۱۴۶
S7	۹۱۱۴۳	۱۹۴۷۳۷	-۱۱۵	۷۴۸۸۹	۱۹۴۷۳۷	۱۰۵۱	۶۰۶۹۹	۱۹۴۷۳۷	۲۵۶۴
S7-LN	۶۷۲۴	۱۵۹۰۶	۲۵۷	۵۲۷۷	۱۵۹۰۶	۷۲۹	۴۶۹۵	۱۵۹۰۶	۱۳۹۷
S9 (14Th)	۳۴۷۹۵	۱۰۱۱۰۳	۴۰۸۵	۲۹۸۴۷	۱۰۱۱۰۳	۵۴۰۱	۲۹۸۴۷	۱۰۱۱۰۳	۷۲۳۲

^۱ مثلاً اگر در ابتدای دوره‌ی سرمایه‌گذاری ارزش دستگاه معادل ۱ بیت‌کوین به ارزش ۱۰۰ دلار باشد و در انتهای دوره ارزش ۱ بیت‌کوین برابر با ۵۰۰ دلار شده باشد، مقدار این متغیر برابر با ۴۰۰ دلار خواهد شد.

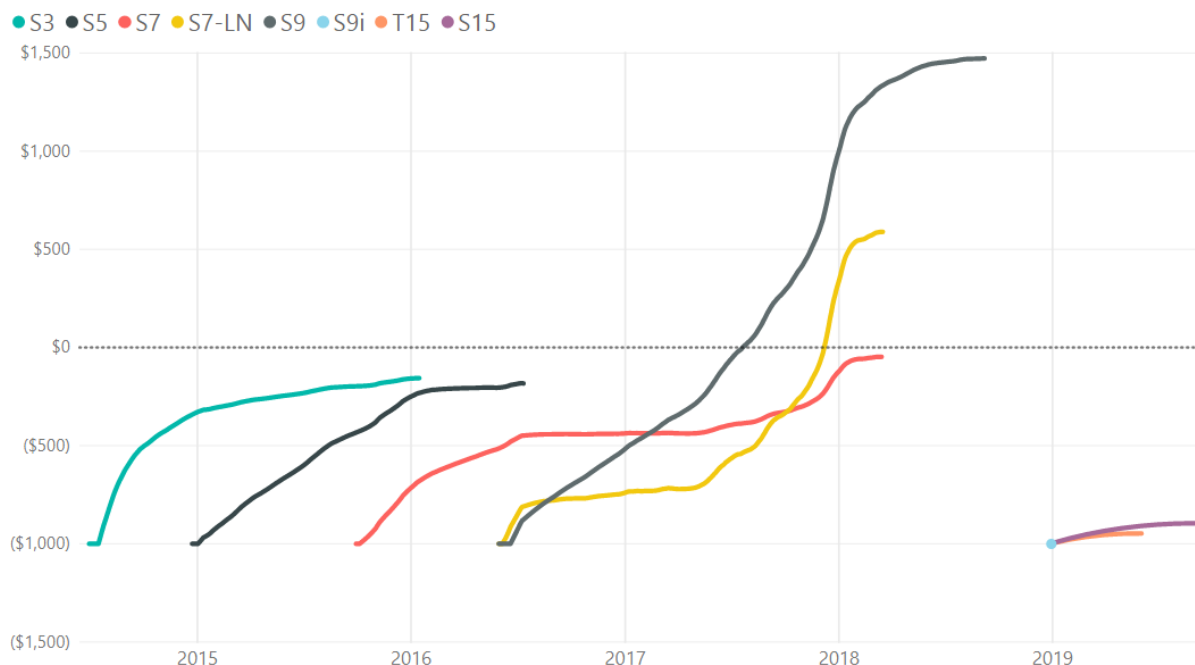
جدول بالا به خوبی نشان می‌دهد که در عمده‌ی موارد، خرید/نگه‌داری بیت‌کوین، بسیار به صرفه‌تر از استخراج رمزارز بوده است. چرا که سهم کسب‌وکار استخراج از افزایش قیمت بیت‌کوین بسیار کم‌تر از افزایش قیمت بیت‌کوین بوده است. به طور مثال در حالی که دستگاه S9 بر حسب محاسبات دلاری بیش‌ترین سودآوری را داشته است (در بهترین حالت کم‌تر از ۷ هزار دلار)، خرید یا نگه‌داری معادل بیت‌کوینی قیمت دستگاه، از حداقل ۳۰ هزار دلار تا حدود ۱۰۰ هزار دلار می‌توانسته درآمدزایی داشته باشد. یعنی از ۴ برابر تا بیش از ۲۰ برابر بیش از استخراج. سودآوری نگه‌داری بیت‌کوین به نسبت استخراج بیت‌کوین برای دستگاه S7 می‌توانسته به بیش از ۲۰۰ برابر نیز برسد. همه این‌ها به خوبی نشان می‌دهد که اگرچه استخراج رمزارز به افزایش قیمت بیت‌کوین وابسته بوده است اما سهم آن از افزایش قیمت عموماً ناچیز بوده است. اگر قیمت بیت‌کوین در این دوره‌ها افزایشی نمی‌بود، درآمد استخراج می‌توانست به طور قابل توجهی کم‌تر باشد. اگرچه با افزایش قیمت بیت‌کوین، عده‌ی بیش‌تری تصمیم به ورود به شبکه‌ی استخراج می‌گیرند و هش‌ریت و سختی شبکه را افزایش می‌دهند، اما به دلیل تأخیری که ورود آن‌ها به بازار دارد^۱، کسانی که از قبل در شبکه‌ی استخراج حضور داشته‌اند، درآمد فزاینده‌ای خواهند داشت که در حالت ثبات قیمت بیت‌کوین، کاملاً بی‌معنی خواهد بود. با توجه به این که روند کلی قیمت بیت‌کوین در گذشته به صورت قابل توجهی صعودی بوده است (برخلاف دوران حاضر)، استخراج‌گران منافع زیادی از افزایش قیمت بیت‌کوین داشته‌اند. عدم قطعیت قیمت آتی بیت‌کوین نیز علیرغم حاشیه‌ی سود مناسبی که کسب‌وکار استخراج داشته است، مانع از ورود عده‌ی زیادی به شبکه‌ی استخراج می‌شده است. بنابراین سودآوری استخراج بیت‌کوین بسیار وابسته به نوسانات قیمت بیت‌کوین در جهت افزایش قیمت بوده است. اما در صورتی که پیش‌بینی مبتنی بر افزایش قیمت بیت‌کوین باشد، باید به جای استخراج، بیت‌کوین خریداری شود.

در حالت‌های پیشین محاسبات مالی برای یک دستگاه به صورت منفرد انجام گرفت، اما به دلیل آن که قیمت دستگاه‌ها تفاوت زیادی با یکدیگر دارند، ممکن است تصویر درستی از ارزش سرمایه‌گذاری در آن‌ها به دست نیاید. برای آن که مقایسه‌ی تاریخی دستگاه‌های استخراج‌گر مختلف به صورت بهتری صورت بگیرد، قیمت دستگاه‌ها باید نرمال شود به گونه‌ای که میزان سرمایه‌گذاری در دستگاه‌های استخراج‌گر یکسان شود^۲. به همین منظور با توجه به بهای تمام شده‌ی دستگاه‌های استخراج‌گر، ارزش همگی دستگاه‌ها معادل با ۱۰۰۰ دلار در نظر گرفته شده است و به همان نسبت نیز هش‌ریت خروجی دستگاه‌ها و توان مصرفی آن‌ها متناسب‌سازی شده است.

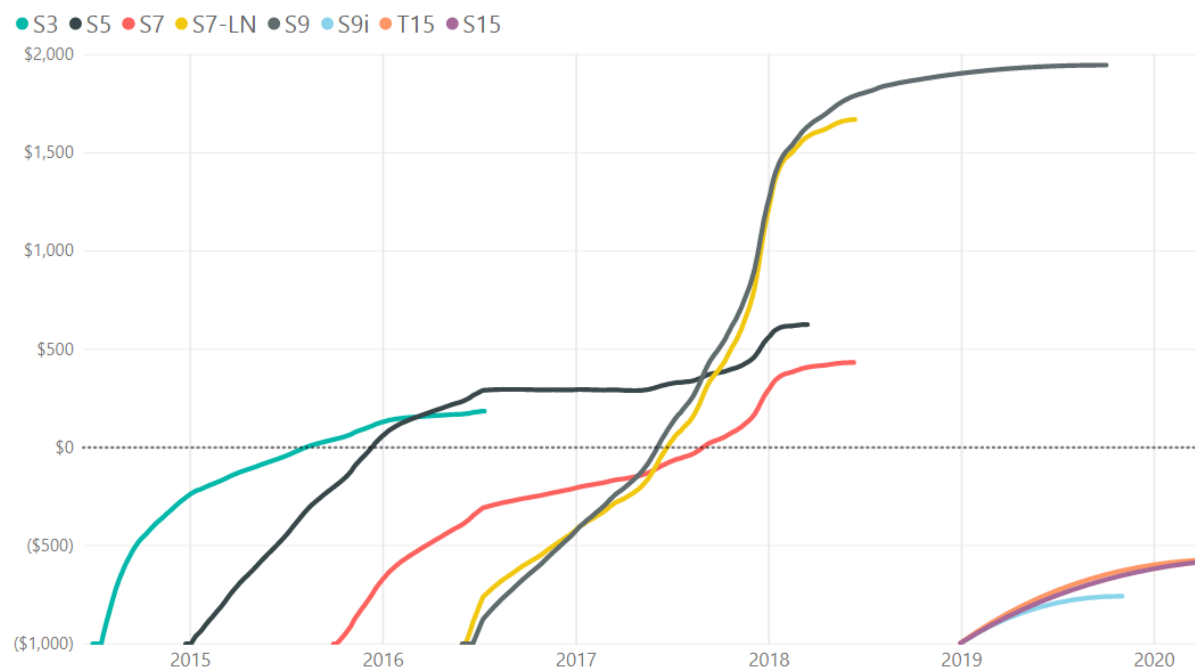
^۱ به طور مثال، دستگاه‌های S9 هنگام افزایش قیمت بیت‌کوین در انتهای سال ۲۰۱۷ کمیاب شدند. در بازار آزاد قیمت‌های آن‌ها بسیار بالا بود و هنگامی که شرکت بیت‌مین عرضه‌ی سری جدیدی از آن‌ها را اعلام کرد، بیش از دو ماه طول می‌کشید تا وارد شبکه‌ی استخراج شود.

^۲ به عبارت دیگر، این حالت وضعیتی را در نظر می‌گیرد که محدودیت سرمایه‌گذاری بر روی حجم سرمایه اعمال شده باشد. گویی در محاسبات قبلی تعداد دستگاه‌های استخراج‌گر به عنوان محدودیت در نظر گرفته شده بودند.

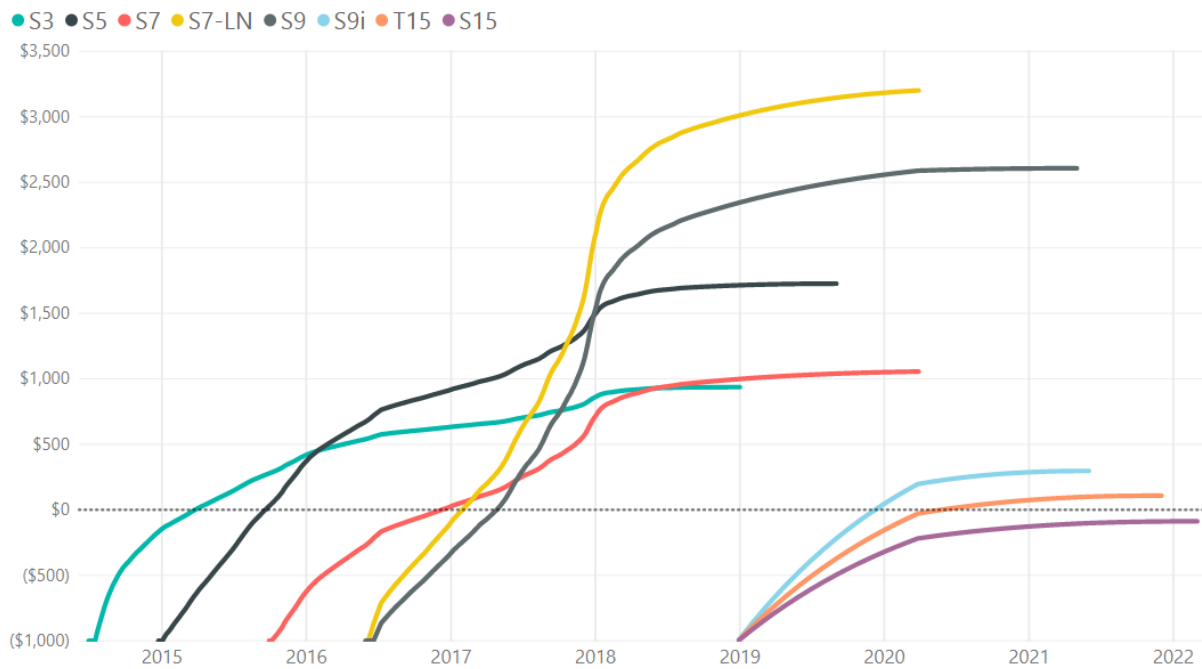
در نهایت نیز جریان نقدینگی تجمعی برای دستگاه‌های مختلف محاسبه و در نمودارهای زیر نمایش داده شده است.



شکل ۱۰-۳ جریان نقدینگی تجمعی نسل‌های مختلف دستگاه‌های استخراج گر به ازای سرمایه‌گذاری ۱۰۰۰ دلاری و برق ۹ سنت بر کیلووات-ساعت



شکل ۱۱-۳ جریان نقدینگی تجمعی نسل‌های مختلف دستگاه‌های استخراج گر به ازای سرمایه‌گذاری ۱۰۰۰ دلاری و برق ۵ سنت بر کیلووات-ساعت



نمودارهای بالا نشان می‌دهند که بر مبنای محاسبات دلاری، نسل‌های جدیدتر دستگاه‌ها، در مجموع سودآوری بیش‌تری نسبت به نسل قبل داشته‌اند. البته روند صعودی قیمت بیت‌کوین به ویژه در نیمه‌ی دوم سال ۲۰۱۷، تأثیر به‌سزایی در این رخداد داشته است، چرا که دستگاه‌های جدید به دلیل بهره‌وری بیش‌تر، سهم بسیار بیش‌تری از افزایش درآمد کلی استخراج داشته‌اند. هم‌چنین هر چه قیمت برق بالاتر در نظر گرفته شود، سودآوری بیش‌تر دستگاه‌های نسل جدید نسبت به نسل‌های پیشین محسوس‌تر است، چرا که اثرات افزایش بهره‌وری (نسب خروجی به مصرف برق) دستگاه‌های جدید، اثرات محسوس‌تری را دارد.

هم‌چنین هر چه قیمت برق پایین‌تر باشد، دستگاه‌های استخراج‌گر در بازه‌ی زمانی طولانی‌تری می‌توانند به صورت عملیاتی سودده باشند. از این رو کسب‌وکارها، تمایل کم‌تری به استفاده از فناوری‌های جدید پیدا می‌کنند. به دلیل آن که دستگاه‌های نسل جدید، درآمدزایی بسیار بیش‌تری را نسبت به دستگاه‌های نسل پیشین داشته‌اند (به ویژه هنگام افزایش قیمت‌ها)، سهم این کسب‌وکارها از درآمد استخراج کم‌تر بوده است. به عبارت دیگر، ارزان بودن قیمت برق می‌تواند به صورت متناقض‌گونه‌ای، منافع کسب‌وکارها را از استخراج کاهش دهد.^۱ در نتیجه به

^۱ باید توجه شود که یکی از استراتژی‌های کسب‌وکارهای استخراج رمزارز، هنگام ورود دستگاه‌های نسل جدید و کاهش درآمدزایی دستگاه‌های قدیمی‌شان، انتقال آن‌ها به مناطق با قیمت برق کم‌تر بوده است. بدین صورت آن‌ها هم توانسته‌اند از افزایش درآمدزایی و بهره‌وری دستگاه‌های جدید استفاده کنند و هم از ادامه‌ی سودآوری دستگاه‌های قدیمی‌شان، منتفع شوند. اتفاقی که در حال حاضر برای بسیاری از کسب‌وکارهای خارج از کشور افتاده است و ایران می‌تواند به عنوان مقصد بعدی آن‌ها تلقی شود (همان‌گونه که پیش از این نیز بوده است).

طور تاریخی، در کشورها و مناطقی که قیمت برقشان ارزان بوده است^۱، در مجموع منافع کم‌تری نیز از استخراج نصیبشان شده است.

استراتژی دیگری که کسب‌وکارهای استخراج در مناطق با برق گران‌تر اتخاذ کرده‌اند، انتقال دستگاه‌های نسل قدیمی‌تر به مناطق با برق ارزان‌تر و جایگزینی آن‌ها با دستگاه‌های نسل جدید بوده است. بنابراین آن‌ها هم از منافع حاصل از استفاده از دستگاه‌های جدید در مناطق با برق گران‌تر، بهره برده‌اند و هم هنگامی که توجیه‌پذیری دستگاه‌هایشان به دلیل ورود دستگاه‌های نسل جدید کاهش یافته است، از انتقال دستگاه‌های نسل قدیمی (که درآمدزایی‌شان کاهش یافته است) به مناطق با برق ارزان‌تر بهره برده‌اند.

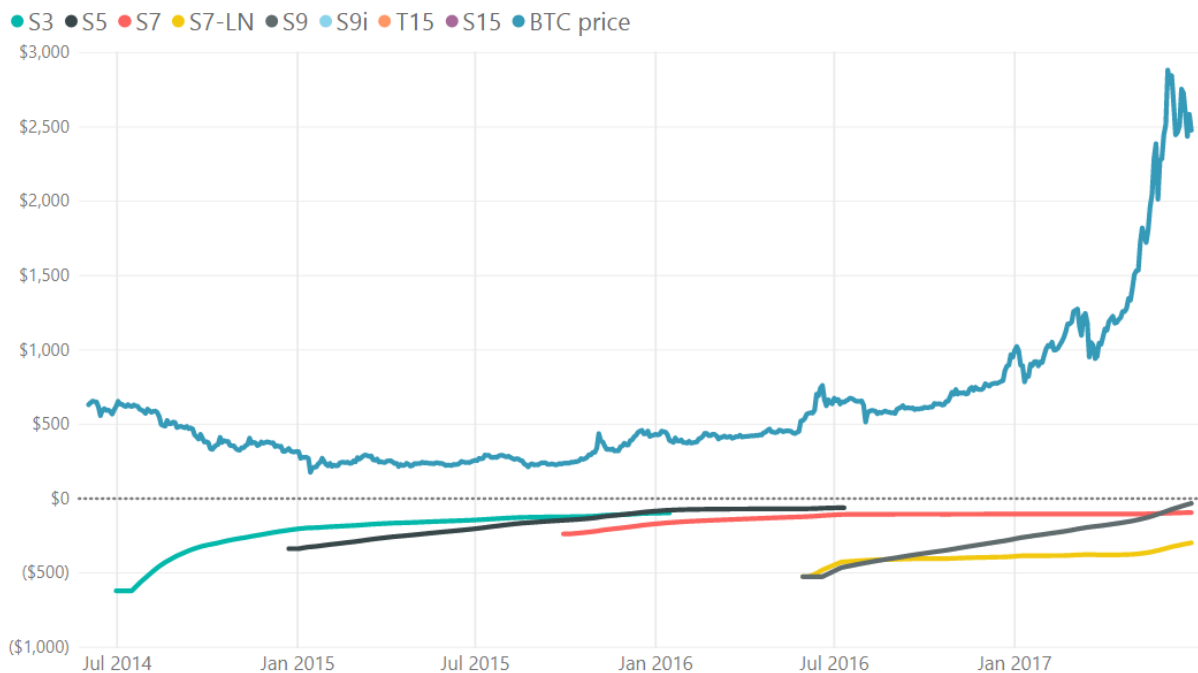
در ایران نیز که قیمت برق به صورت غیرمنطقی پایین می‌باشد، پیش از ممنوعیت استخراج رمزارز، شاهد هستیم کسب‌وکارهای خارجی، دستگاه‌های نسل قدیمی‌شان را به ایران آورده‌اند. ضمن آن که کسانی که به طور مستقیم در ایران فعالیت می‌کنند، تمایل به استفاده از دستگاه‌های نسل قدیمی در استخراج رمزارز دارند. به طور مثال استفاده از دستگاه‌های نسل قدیمی‌تر هم‌چون دستگاه M3 با تراشه‌های ۲۸ نانومتری، در حالی که دستگاه‌های نسل بعد هم‌چون S9 با تراشه‌های ۱۶ نانومتری، مدت زیادی است که در بازار بوده است.

در صورت آزادسازی واردات استخراج‌گرها و استخراج رمزارز در ایران، ورود دستگاه‌های نسل قدیمی به ایران، از جانب سرمایه‌گذاران خارجی و داخلی می‌تواند به صورت بسیار گسترده‌تری اتفاق بیفتد.^۲ چرا که از یک طرف استخراج رمزارز قانونی می‌شود و از طرف دیگر درآمدزایی فعلی دستگاه‌های استخراج نسبت به گذشته به طور قابل توجهی کاهش یافته است. ضمن آن‌که آشنایی با این کسب‌وکار به طور قابل توجهی در میان سرمایه‌گذاران و مردم افزایش یافته است و تمایل گسترده‌تری به استخراج رمزارز وجود دارد.

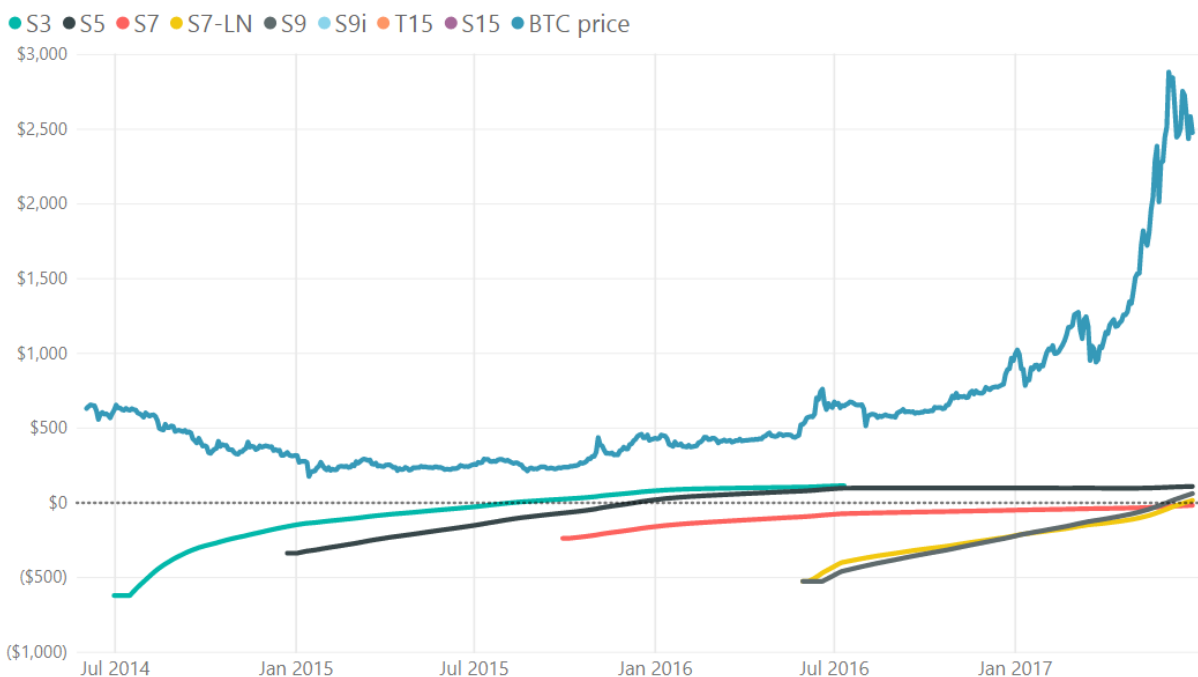
در نمودارهای پیشین دستگاه‌های مختلف بر اساس قیمت دلاری‌شان نرمال شده بودند. اما در نمودارهایی که در ادامه می‌آیند قیمت دستگاه‌ها بر اساس بیت‌کوین نرمال شده است. یعنی سرمایه‌گذاری در هر یک از دستگاه‌ها معادل با ۱ بیت‌کوین در نظر گرفته شده است و مقادیر هش‌ریت خروجی و توان مصرفی نیز متناسب با آن تغییر کرده‌اند. هم‌چنین نمودار قیمت بیت‌کوین در طول زمان نیز در کنار جریان نقدینگی تجمعی استخراج با دستگاه‌های مختلف ترسیم شده است. نمودارهای زیر بازه‌ی زمانی ۲ ساله از ابتدای نیمه‌ی دوم سال ۲۰۱۴ تا انتهای نیمه‌ی اول سال ۲۰۱۷ را نشان می‌دهد.

^۱ چه پایین بودن قیمت برق ناشی از یارانه‌ها باشد و چه به دلیل مزیت‌های محلی تولید برق

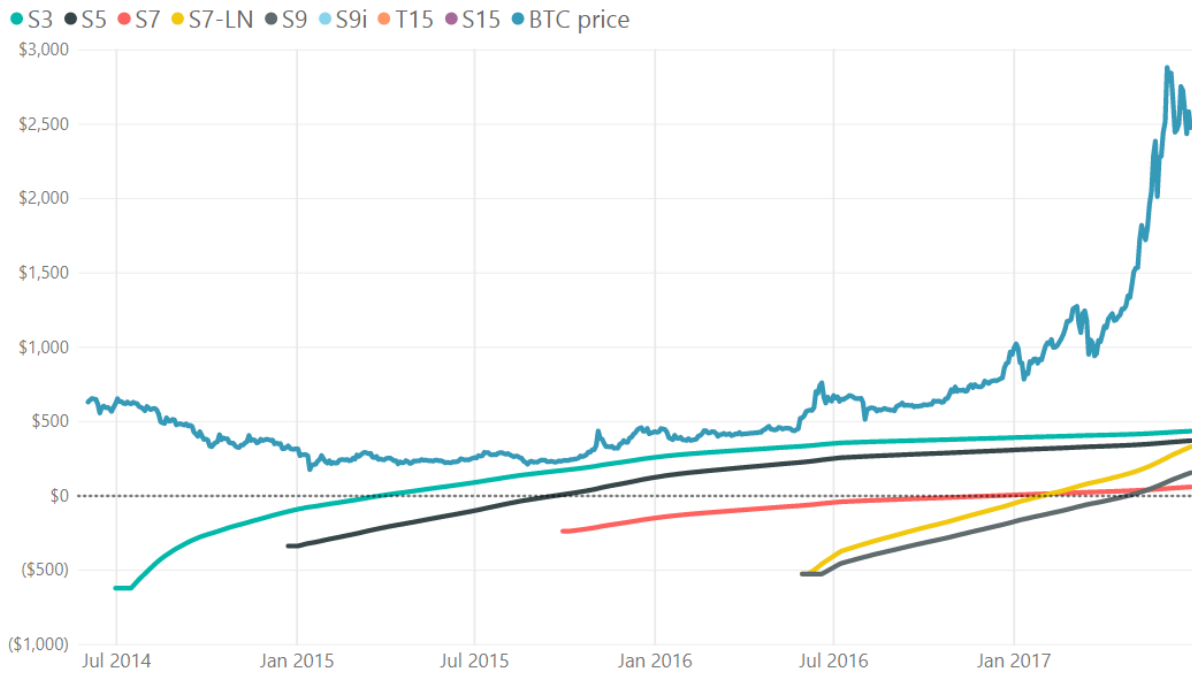
^۲ در صورتی که دستگاه‌های دسته دوم به کشور وارد شوند، در صورت وجود زیرساخت برق، امکان افزایش سریع مقیاس استخراج رمزارز وجود دارد.



شکل ۳-۱۳ مقایسه جریان نقدینگی نسلی‌های مختلف دستگاه‌های استخراج‌گر به ازای سرمایه‌گذاری ۱ بیت‌کوین و برق ۹ سنت بر کیلووات-ساعت و مقایسه آن با قیمت ۱ بیت‌کوین (نیمه‌ی دوم ۲۰۱۴ تا نیمه‌ی اول ۲۰۱۷)



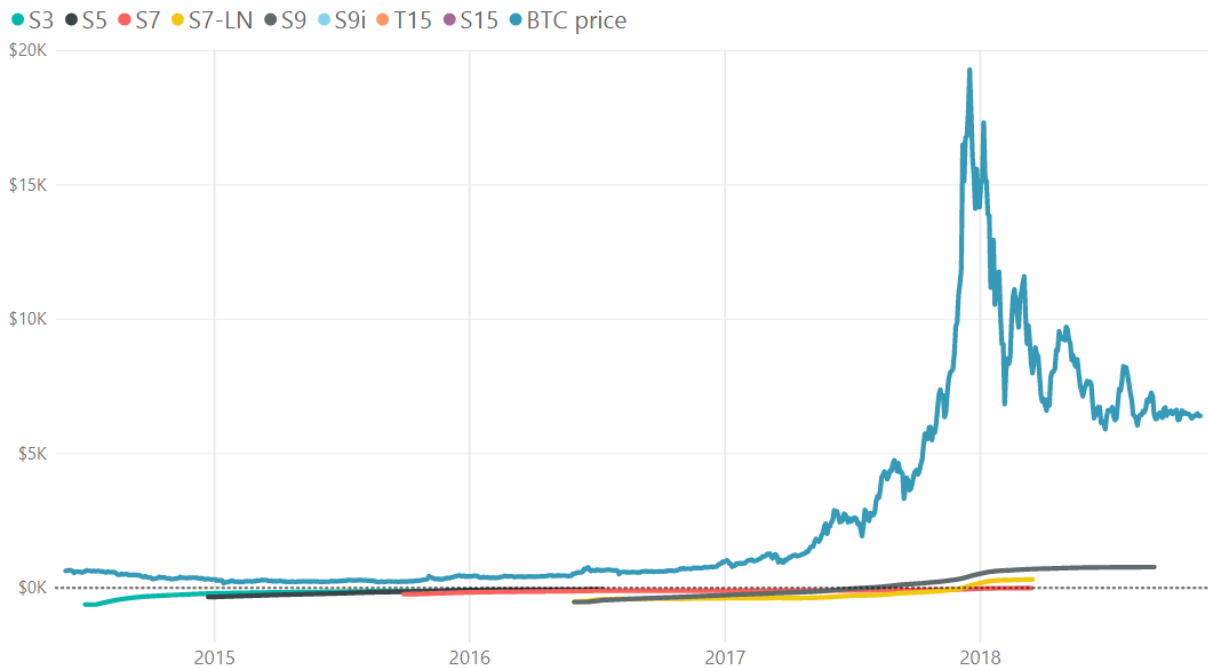
شکل ۳-۱۴ مقایسه جریان نقدینگی نسلی‌های مختلف دستگاه‌های استخراج‌گر به ازای سرمایه‌گذاری ۱ بیت‌کوین و برق ۵ سنت بر کیلووات-ساعت و مقایسه آن با قیمت ۱ بیت‌کوین (نیمه‌ی دوم ۲۰۱۴ تا نیمه‌ی اول ۲۰۱۷)



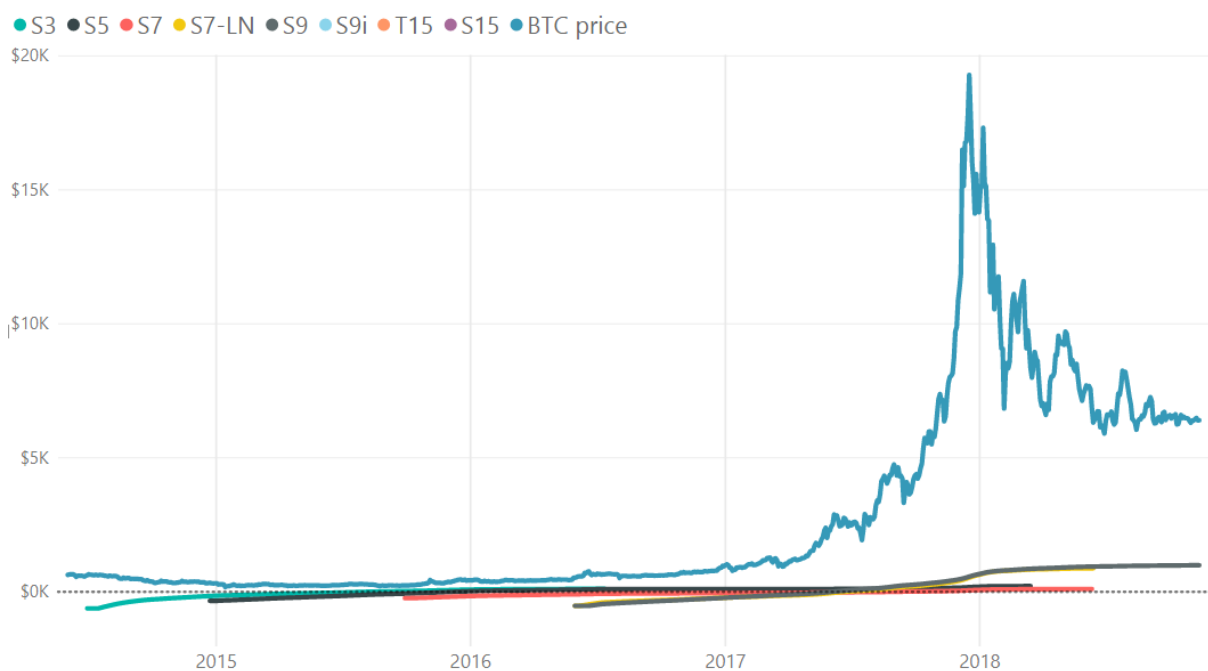
شکل ۳-۱۵ مقایسه جریان نقدینگی تجمعی نسل‌های مختلف دستگاه‌های استخراج‌گر به ازای سرمایه‌گذاری ۱ بیت‌کوین و برق ۱ سنت بر کیلووات-ساعت و مقایسه آن با قیمت ۱ بیت‌کوین (نیمه‌ی دوم ۲۰۱۴ تا نیمه‌ی اول ۲۰۱۷)

نمودارهای بالا به خوبی نشان می‌دهند که در بازه‌ی بررسی شده، عموماً سرمایه‌گذاری در استخراج رمزارز، نتوانسته است به ارزش سرمایه‌گذاری در بیت‌کوین برسد. به عبارت دیگر خرید یا نگهداری بیت‌کوین به طور کلی گزینه‌ی به صرفه‌تری نسبت به سرمایه‌گذاری در دستگاه‌های استخراج رمزارز بوده است (نتایجی که در جدول پیشین نیز نشان داده شد).

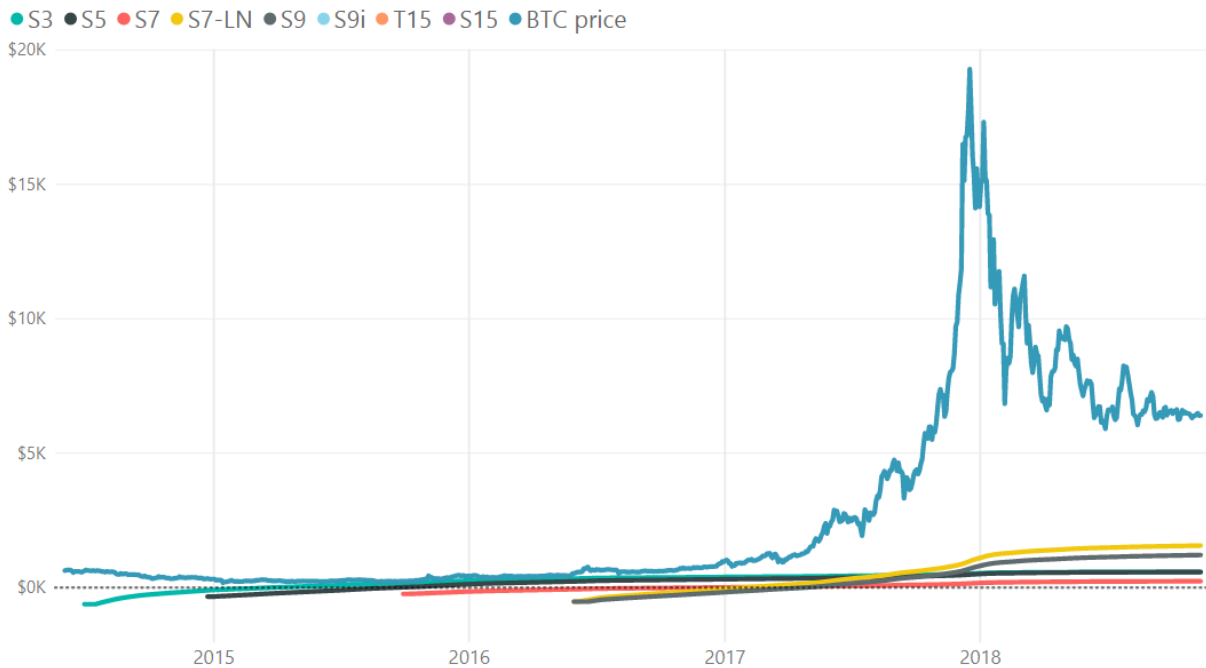
نمودارهای زیر سرمایه‌گذاری در استخراج رمزارز و مقایسه‌ی آن را تا اواخر سال ۲۰۱۸ نشان می‌دهد و تفاوت میان استخراج بیت‌کوین و خرید/نگهداری آن را بهتر نشان می‌دهد.



شکل ۱۶-۳ مقایسه جریان نقدینگی تجمعی نسل‌های مختلف دستگاه‌های استخراج‌گر به ازای سرمایه‌گذاری ۱ بیت‌کوین و برق ۹ سنت بر کیلووات-ساعت و مقایسه آن با قیمت ۱ بیت‌کوین (نیمه‌ی دوم ۲۰۱۴ تا نیمه‌ی نوامبر ۲۰۱۸)



شکل ۱۷-۳ مقایسه جریان نقدینگی تجمعی نسل‌های مختلف دستگاه‌های استخراج‌گر به ازای سرمایه‌گذاری ۱ بیت‌کوین و برق ۵ سنت بر کیلووات-ساعت و مقایسه آن با قیمت ۱ بیت‌کوین (نیمه‌ی دوم ۲۰۱۴ تا نیمه‌ی نوامبر ۲۰۱۸)



شکل ۱۸-۳ مقایسه جریان نقدینگی تجمعی نسل‌های مختلف دستگاه‌های استخراج‌گر به ازای سرمایه‌گذاری ۱ بیت‌کوین و برق ۱ سنت بر کیلووات-ساعت و مقایسه آن با قیمت ۱ بیت‌کوین (نیمه‌ی دوم ۲۰۱۴ تا نیمه‌ی نوامبر ۲۰۱۸)

آنچه که از نمودارهای فوق استنباط می‌شود این است که نه تنها خرید یا نگهداری بیت‌کوین به نسبت استخراج رمزارز، کسب‌وکار به صرفه‌تری بوده است بلکه تفاوت این دو فعالیت بسیار زیاد بوده است. به عبارت دیگر سهم استخراج رمزارز از افزایش قیمت بیت‌کوین بسیار ناچیز بوده است.

برای مقایسه‌ی سودآوری حاصل از تغییرات قیمت بیت‌کوین و استخراج بیت‌کوین می‌توان متغیرهایی را که بر روی آن‌ها تأثیر می‌گذارند در نظر گرفت. درآمد حاصل از استخراج بیت‌کوین متأثر از ۳ متغیر یعنی قیمت بیت‌کوین، هش‌ریت/سختی کل شبکه و جایزه هر بلوک است، این در حالی است که خرید و فروش بیت‌کوین تنها متأثر از قیمت بیت‌کوین است. از این رو علیرغم افزایش قیمت بیت‌کوین، افزایش هش‌ریت می‌تواند درآمدزایی استخراج را کاهش دهد. به طور مثال حتی اگر قیمت بیت‌کوین دوبرابر شود، دو برابر شدن هش ریت کل شبکه می‌تواند اثر آن را بر روی درآمدزایی حاصل از استخراج خنثی کند. از طرف دیگر هش ریت شبکه به صورت تاریخی در حال افزایش بوده است. افزایش هش‌ریت شبکه از یک طرف ناشی از عرضه‌ی دستگاه‌های نسل جدید بوده است که بهره‌وری آن‌ها بیش از دستگاه‌های پیشین بوده و از طرف دیگر به دلیل افزایش قیمت بیت‌کوین بوده است. هم‌چنین کد مرکزی شبکه بیت‌کوین طوری طراحی شده است که جایزه‌ی بیت‌کوین به صورت ناگهانی در

بازه‌های زمانی تقریباً ۴ ساله نصف گردد. پیش‌بینی می‌شود نصف شدن جایزه هر بلوک به ۶,۲۵ بیت‌کوین در نیمه‌ی اول سال ۲۰۲۰، اتفاق بیفتد.^۱

از سه متغیری که بر روی درآمدزایی استخراج بیت‌کوین اثرگذارند، متغیر جایزه‌ی بلوک، به طور قطعی رویه‌ای کاهنده دارد. متغیر هش‌ریت نیز به دلیل ورود نسل جدید دستگاه‌ها، به احتمال زیاد، رویه‌ای افزایشی خواهد داشت همان‌گونه که در گذشته این‌گونه بوده است. تنها متغیر قیمت بیت‌کوین است که غیرقابل پیش‌بینی باقی می‌ماند. به عبارتی باید گفت در مقایسه‌ی کسب‌وکار استخراج و خرید و فروش بیت‌کوین، قیمت بیت‌کوین بر روی هر دو کسب‌وکار تأثیری هم‌جهت دارد^۲، اما بر روی کسب‌وکار استخراج دو متغیر دیگر اثرگذارند که یکی از آن‌ها به طور قطعی اثر منفی می‌گذارد (جایزه هر بلوک) و یکی دیگر، هش ریت کل شبکه است به احتمال زیاد اثر منفی می‌گذارد (به دلیل افزایشی بودن آن).

به طور کلی شبکه استخراج بیت‌کوین تمایل به افزایش هش‌ریت دارد و بر روی کاهش هش‌ریت مقاومت می‌کند؛ که عوامل مختلفی در این وضعیت دخیل هستند. مادامی که حاشیه‌ی سود استخراج، زیاد باشد یا افزایش قیمت بیت‌کوین باعث افزایش درآمدزایی و متعاقباً حاشیه‌ی سودآوری استخراج شود، هش ریت شبکه دائماً افزایش می‌یابد. اما متقابلاً هنگامی که صرفه‌ی عملیاتی دستگاه‌های استخراج‌گر (نسل‌های جدید یا قدیمی) کاهش می‌یابد یا از بین می‌رود، در صورت وجود ظرفیت خالی برق در مناطقی با قیمت کم‌تر، دستگاه‌ها به این مناطق منتقل می‌شوند. بنابراین ممکن است به طور موقت هش ریت شبکه کاهش یابد، اما انتظار می‌رود که این اتفاق موقتی باشد و هش ریت شبکه به مقادیر پیشین بازگردد.

ورود دستگاه‌های نسل جدید به دلیل آن که هزینه‌های برق را تقریباً به نصف کاهش می‌دهند و حاشیه‌ی سودآوری عملیات استخراج را به طور قابل توجهی افزایش می‌دهند اثر قابل توجهی بر روی افزایش هش ریت شبکه دارند.^۳ (آخرین نسل از دستگاه‌های شرکت بیت‌مین، از ابتدای سال ۲۰۱۹ وارد عملیات خواهند شد).

عوامل دیگری نیز وجود دارند که به طور بالقوه می‌توانند بر روی افزایش بیش از حد و غیرمنطقی هش‌ریت شبکه، اثر بگذارند. فاصله‌ی زمانی سفارش تا استقرار دستگاه و شروع عملیات استخراج توسط آن دستگاه‌ها، یکی از این عوامل می‌باشد. این فاصله‌ی زمانی می‌تواند از زمانی حداقلی، معادل با زمان جابه‌جایی دستگاه‌ها از مبدأ به

^۱ کاهش ناگهانی جایزه‌ی هر بلوک در استخراج در دوره‌ی آتی، می‌تواند اثرات بسیار ویرانگری را بر روی کسب‌وکار استخراج و حتی الگوریتم اجماع بیت‌کوین داشته باشد، که در گزارش حاضر امکان پرداختن به آن وجود ندارد.

^۲ البته همان‌گونه که پیش از این نشان داده شده، هم‌جهت بودن اثرات به معنای یکسان بودن اثرات آن‌ها نبوده است. به طور کلی می‌توان گفت که اینرسی استخراج نسبت به تغییرات قیمت بیت‌کوین بیش از نگهداری بیت‌کوین می‌باشد، چرا که عامل هش‌ریت نقشی کم‌وبیش متعادل‌کننده را ایفا می‌کند.

^۳ در نمودارهای پیشین، کاهش نمایی سودآوری دستگاه‌های استخراج به خوبی نمایانگر اثرات ورود دستگاه‌های نسل جدید بوده است. البته هنگام افزایش قیمت بیت‌کوین نیز افزایش هش ریت شبکه به صورت نمایی اتفاق افتاده است.

مقصد را شامل شود، تا تأخیر قابل توجه میان زمان سفارش و زمان تحویل دستگاه‌های استخراج‌گر که به طور عامدانه توسط تولیدکنندگان این دستگاه‌ها اعمال می‌شود.^۱ هر چه این بازه زمانی، یعنی فاصله‌ی میان تصمیم قطعی به سرمایه‌گذاری در استخراج و عملیاتی شدن استخراج توسط دستگاه‌ها، بیش‌تر شود، پیش‌بینی ناپذیری میزان افزایش هشریت شبکه و کاهش درآمدزایی بیش‌تر می‌شود و می‌تواند افزایش غیرقابل انتظاری در هشریت شبکه ایجاد کند. عدم وجود آمارهای شفاف از تعداد دستگاه‌های فروش‌رفته توسط تولیدکنندگان، امکان پیش‌بینی افزایش آتی هشریت را سلب می‌کند (در حال حاضر شرکت بیت‌مین سفارش‌گذاری دستگاه‌های نسل جدید با تراشه‌های ۷ نانومتری را آغاز کرده است، که در انتهای دسامبر به مشتریان تحویل داده می‌شود).

عدم توجه به نصف شدن درآمدزایی استخراج بیت‌کوین در آینده‌ای نزدیک نیز می‌تواند تخمین‌های خوش‌بینانه‌ای را از سودآوری استخراج رمزارز به وجود آورد و منجر به افزایش نامعقول هشریت شبکه شود. کاهش سودآوری دستگاه‌های استخراج‌گر یا ورود دستگاه‌های نسل جدید و تصمیم به جایگزینی با دستگاه‌های نسل قبل، می‌تواند منجر به کاهش هشریت شبکه شود که انتظار می‌رود در صورت وجود ظرفیت و دسترسی به برق در مناطق ارزان‌تر، کاهش هشریت شبکه موقتی باشد. تنها نصف شدن ناگهانی جایزه‌ی هر بلوک و عدم وجود ظرفیت خالی برق در مناطق دیگر است که می‌تواند اثرات کاهشی قابل توجهی را بر روی هشریت شبکه بگذارد (البته کاهش ناگهانی قیمت بیت‌کوین نیز می‌تواند اثرات مشابهی را داشته باشد).

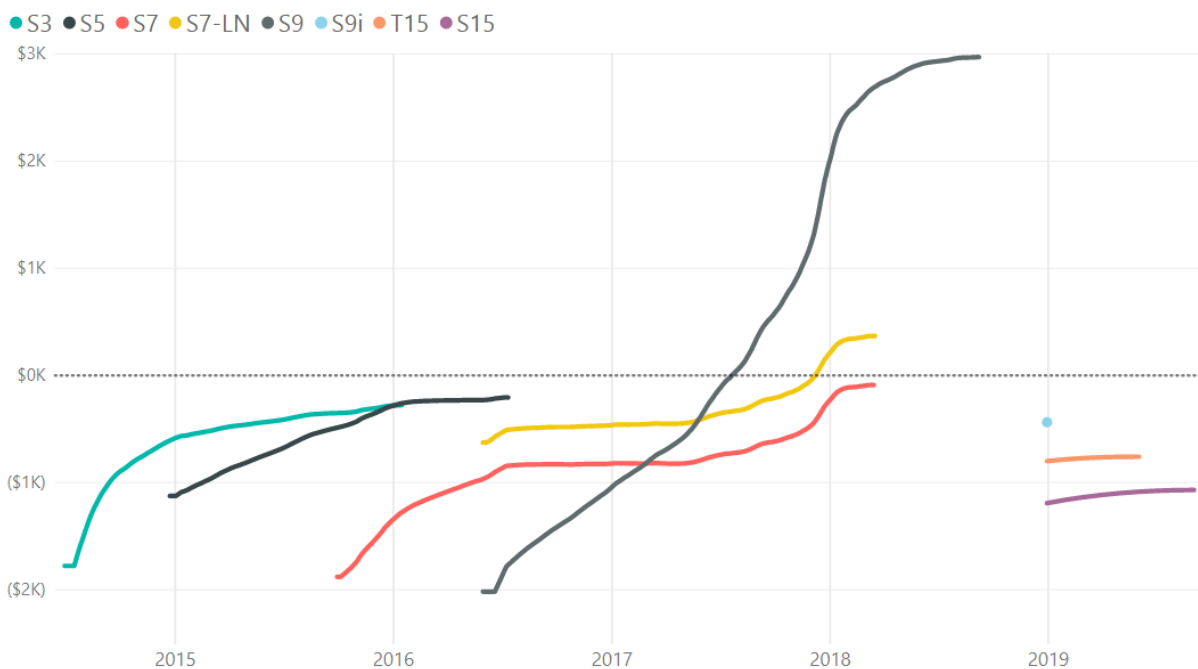
همان‌طور که پیش از این نشان داده شد، نگاه‌داری/خرید بیت‌کوین بسیار به صرفه‌تر از استخراج بوده است. عامل چنین اتفاقی را می‌توان دقیقاً در تمایل شبکه‌ی استخراج به افزایش هشریت و مقاومت در برابر کاهش هشریت جست‌وجو کرد، که عوامل آن توضیح داده شد.

برای تحلیل سرمایه‌گذاری در استخراج رمزارز می‌توان محدودیت را بر روی ظرفیت تأمین برق قرار داد. کشورهایی که قیمت برق در آن‌ها پایین است می‌توانند با پیامد منفی در نظر نگرفتن محدودیت ظرفیت تأمین برق مواجه شوند. به عبارت دیگر به دلیل آن‌که در تحلیل سرمایه‌گذاری عموماً محدودیت بر روی میزان سرمایه قرار می‌گیرد، در مناطق با قیمت برق پایین، دستگاه‌های کم‌تر بهره‌ور که در مقایسه با دستگاه‌های نسل جدیدتر، برای رسیدن به خروجی یکسان برق بسیار بیش‌تری را مصرف می‌کنند، توسط سرمایه‌گذاران انتخاب می‌گردند (تقریباً هر نسل از استخراج‌گرها نسبت به نسل بعد، برای رسیدن به خروجی یکسان، دو برابر برق بیش‌تری مصرف می‌کنند!). این در حالی است که عملاً ظرفیت تأمین برق نامحدود نمی‌باشد و گسترش ظرفیت تولید برق نیز بسیار زمان‌بر است. از این رو سرمایه‌گذاران پس از مدتی با محدودیت‌های تأمین برق مواجه می‌شوند. این در حالی است که اگر سرمایه‌گذاران از ابتدا محدودیت‌های ظرفیت تأمین برق را لحاظ می‌کردند، می‌توانستند با استفاده از دستگاه‌های نسل جدید، سهم بیش‌تری را از استخراج به دست آورند و درآمدزایی خود را نیز به طور قابل توجهی افزایش

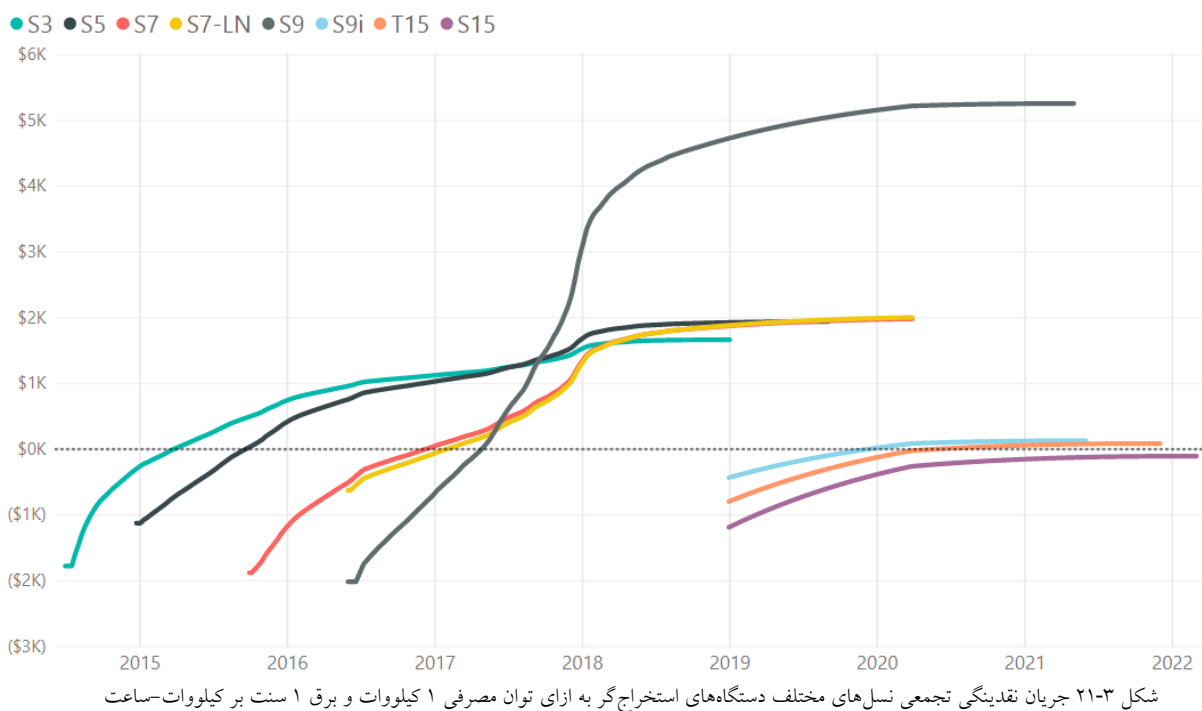
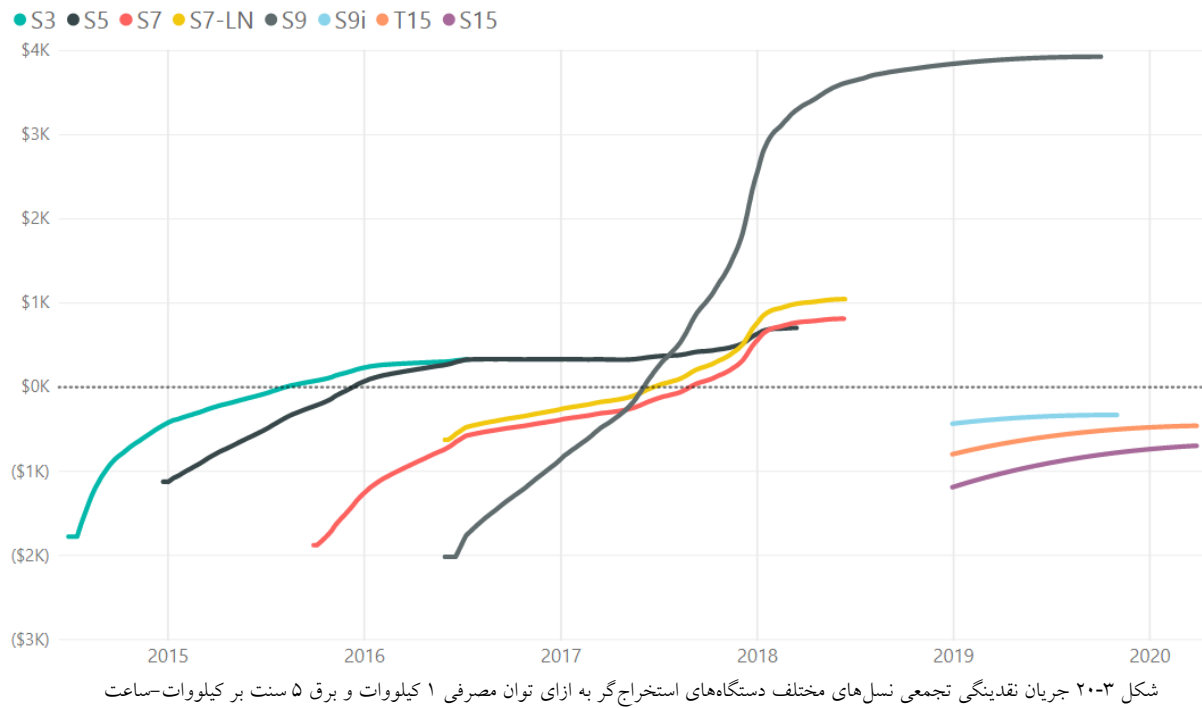
^۱ به ویژه هنگام عرضه‌ی دستگاه‌های نسل جدید یا افزایش تقاضا برای این دستگاه‌ها

دهند(هر نسل از دستگاه‌ها نسبت به نسل قبل، به ازای مصرف برق یکسان حدود دو برابر درآمدزایی بیش‌تر دارد). بنابراین به دلیل آن که محدودیت تأمین برق عموماً از جانب سرمایه‌گذار لحاظ نمی‌شود، وظیفه‌ی سیاست‌گذار است که سیاست‌های خود را با در نظر گرفتن این محدودیت، ایجاد کند. با توجه به توضیحات پیشینی، تفاوت دو مدل تحلیل سرمایه‌گذاری یعنی در نظر گرفتن محدودیت سرمایه و محدودیت تأمین برق، مورد بررسی قرار می‌گیرد.

در تحلیل‌های پیشین محدودیت‌های سرمایه‌گذاری را ابتدا بر روی تعداد دستگاه‌ها و سپس بر روی میزان ارزش سرمایه‌گذاری قرار دادیم. در نظر گرفتن محدودیت در تعداد دستگاه‌ها، عموماً از جانب افرادی صورت می‌گیرد که به صورت آماتور و به عنوان یک فعالیت جانبی به استخراج رمزارز می‌نگرند. محدودیت در میزان سرمایه‌گذاری نیز عموماً از جانب سرمایه‌گذاران مورد توجه قرار می‌گیرد. اما آنچه که معمولاً نادیده گرفته می‌شود، محدودیت ظرفیت تأمین برق است. به همین دلیل پاسخ به این سوال اهمیت دارد که اگر میزان تأمین برق، محدود در نظر گرفته شود، آنگاه سرمایه‌گذاری در کدام یک از دستگاه‌ها به صرفه‌تر خواهد بود. نمودارهای زیر کسب‌وکار استخراج را بر اساس محدودیت ظرفیت تأمین برق نشان می‌دهند. به عبارتی مشخصه‌های فنی و قیمتی دستگاه‌های استخراج گر همگی بر اساس توان ۱ کیلووات متناسب شده‌اند.



شکل ۳-۱۹ جریان نقدینگی تجمعی نسل‌های مختلف دستگاه‌های استخراج گر به ازای توان مصرفی ۱ کیلووات و برق ۹ سنت بر کیلووات-ساعت



هنگامی که محدودیت را بر روی ظرفیت تأمین برق قرار می‌دهیم، به صورت تاریخی، عملکرد نسل‌های جدید دستگاه‌های استخراج‌گر بدون استثنا و در تمامی قیمت‌های برق، بهتر از تمامی نسل‌های قبلی بوده است. نتیجه‌ای

که با قرار دادن محدودیت بر روی میزان سرمایه‌گذاری تفاوت دارد.^۱ همان‌گونه که قابل پیش‌بینی نیز بوده است، در صورتی که قیمت برق ارزان‌تر باشد، تفاوت تحلیل سرمایه‌گذاری، با در نظر گرفتن محدودیت قیمت برق و محدودیت میزان سرمایه‌گذاری، بیش‌تر خود را نشان می‌دهد. به طور مثال در نمودار فوق که محدودیت بر روی میزان تأمین برق، اعمال شده است و برق ارزان ۱ سنت مفروض گرفته شده است، سودآوری دستگاه S9 به صورت قابل توجهی بیش‌تر از S7-LN است، این در حالی است که با اعمال محدودیت بر روی میزان سرمایه‌گذاری، سودآوری دستگاه S7-LN بیش از دستگاه S9 به دست می‌آید.

نکته: تحلیل‌هایی که برای استخراج بیت‌کوین آمده‌اند عموماً در حالتی ایده‌آل در نظر گرفته شده‌اند. به طور مثال قیمت دستگاه S9 در اوج قیمت بیت‌کوین به ۶۵۰۰ دلار نیز در بازار آزاد رسیده است (با در نظر گرفتن حداقل ۲۰ درصد برای سایر هزینه‌ها، بهای تمام شده‌ی آن به حداقل ۷۸۰۰ دلار می‌رسد). این قیمت برای زمانی است که هر دستگاه S9، تا حدود ۴۰ دلار نیز به صورت روزانه درآمدزایی داشته است. اگر کسی در این زمان دستگاه را خریداری می‌کرده است، حتی اگر به برق ۵ سنتی نیز دسترسی می‌داشته است باید با ضرری بیش از ۶۰۰۰ دلار به ازای هر دستگاه از کسب‌وکار خارج می‌شده است. خود شرکت بیت‌مین نیز، دستگاه S9 را در تاریخ ۱۹ دسامبر ۲۰۱۷ به قیمت ۲۷۲۵ دلار می‌فروخته است (با احتساب حداقل ۲۰ درصد هزینه‌های مازاد، بهای تمام شده‌ی آن حداقل ۳۲۷۰ دلار می‌شود). اما تحویل آن با تأخیر بوده است یعنی در ۲۱ تا ۲۸ فوریه. در چنین شرایطی حتی اگر مشتری می‌توانسته از برق ۵ سنت نیز بهره‌برد، با ضرری بیش از ۲۰۰۰ دلار از کسب‌وکار خارج می‌شده است. علاوه بر این‌ها فرض شده است که کسانی که وارد این حوزه می‌شوند نه تنها با آگاهی مناسب وارد این کسب‌وکار شوند بلکه به صورت ایده‌آل این کار را انجام دهند. این فرض نیز غیرواقع‌بینانه است. به طور مثال بهای تمام شده‌ی دستگاه می‌تواند بسیار بیش‌تر از مقادیر پیش‌بینی شده باشد.

۴. ویژگی‌های انحصاری کسب‌وکار استخراج رمزارز و پیامدهای برق یارانه‌ای

ارزان بودن قیمت برق در ایران ناشی از ترکیب یارانه و افزایش ناگهانی نرخ ارز است و نه مزیت رقابتی تولید برق در ایران. اما یارانه‌ی تخصیص یافته به برق، پیامدهای یکسانی را بر روی کسب‌وکار استخراج رمزارز و سایر کسب‌وکارها ندارد، چرا که استخراج رمزارز ویژگی‌های منحصر به فردی دارد که آن را از سایر کسب‌وکارها از منظر مصرف برق متمایز می‌کند.

^۱ برای مثال دستگاه‌های S9 و S7-LN در نمودارهایی که محدودیت بر روی میزان سرمایه و میزان تأمین برق قرار دارد، می‌تواند مقایسه شود. ضمناً این دستگاه‌ها به لحاظ زمانی با هم عرضه شده‌اند.

در عمده‌ی مصارف صنعتی، کشاورزی، اداری، تجاری و خانگی، مصرف برق به عنوان بخشی از هزینه‌های کسب‌وکار می‌باشد که مصرف بیش‌تر آن هزینه‌ها را زیاد می‌کند اما درآمدها را افزایش نمی‌دهد. از این رو مصرف برق بیش‌تر به خودی خود جذابیت ندارد، اگرچه سهم کم آن در هزینه‌ها ممکن است به مصرف غیربهرینه‌ی آن منجر شود. عمدتاً این هزینه‌ها در زمره‌ی هزینه‌های سربار قرار دارند.

از طرف دیگر، بخشی از مصارف برق در کسب‌وکارها مستقیماً در تولید یا ارائه‌ی خدمات به کار می‌روند. این دسته از هزینه‌های برق مستقیماً خود را در درآمدزایی کسب‌وکار نشان می‌دهند، چرا که بخشی از هزینه‌ی مستقیم تولید به حساب می‌آیند. اما کسب‌وکارها برای آن که بتوانند از یارانه‌ی قیمت برق در چنین مواردی بهره‌مند شوند، باید تقاضایی برای محصولات و خدمات خود در بازار ایجاد کنند. به عبارت دیگر آنچه که در این کسب‌وکارها، محرک افزایش مصرف برق است، در بازار قرار دارد. یعنی حتی اگر یک کسب‌وکار بخواهد از یارانه‌ی انرژی و برق استفاده کند، ابتدا باید بتواند تقاضایی برای محصولات و خدمات خود در بازار ایجاد کند و سپس با گسترش فعالیت خود از یارانه‌ی تخصیص یافته به برق بهره‌مند گردد. از این رو بخش مهمی از ارزش افزوده‌ی ایجاد شده در این کسب‌وکار به فعالیت‌های دیگر برمی‌گردد که متعاقباً موانع و محدودیت‌هایی را برای کسب‌وکارها در استفاده از برق به وجود می‌آید. چرا که بهره‌مندی بیش‌تر از یارانه‌ی برق وابسته است به ایجاد تقاضای بیش‌تر برای محصولات و خدمات.

از طرف دیگر در عمده‌ی کسب‌وکارها، هزینه‌ی برق بخش مهمی از هزینه‌های تولیدی آن‌ها را تشکیل نمی‌دهد. از این رو هنگامی که ظرفیت تولید افزایش پیدا می‌کند، مصرف برق و یارانه‌ی مصرفی، به طور قابل توجهی افزایش پیدا نمی‌کند. این در حالی است که در کسب‌وکار استخراج رمزارز، تقریباً تنها هزینه‌ی عملیاتی، هزینه‌ی برق است. به عبارت دیگر تنها چیزی که در این کسب‌وکار ارزش افزوده ایجاد می‌کند، قیمت برق مصرفی است و در زنجیره‌ی ارزش این کسب‌وکار هیچ جزء کلیدی دیگری وجود ندارد.^۱

علاوه بر این هیچ محدودیت ذاتی‌ای در بخش تقاضای استخراج رمزارز وجود ندارد و در این کسب‌وکار به هیچ فعالیتی برای ایجاد تقاضا نیاز نمی‌باشد.^۲ در نتیجه عواملان اقتصادی که در این کسب‌وکار فعال هستند، نه تنها انگیزه بلکه امکان نامحدودی برای استفاده‌ی هرچه بیش‌تر از برق دارند.

^۱ البته تجهیزات استخراج‌گر نیز دارای اهمیت هستند، اما با در نظر گرفتن ثابت بودن تجهیزات، آنچه که ارزش افزوده ایجاد می‌کند، قیمت برق مصرفی است.

^۲ اگر قیمت برق به طور قابل توجهی از میانگین قیمت‌های برق در جهان پایین‌تر باشد، عملاً هیچ محدودیتی از سمت تقاضا در کسب‌وکار استخراج وجود نخواهد داشت و تنها محدودیت این کسب‌وکار ظرفیت تأمین برق خواهد بود.

ترکیب دو عامل یعنی وابستگی مطلق استخراج رمزارز به قیمت برق در ارزش نهایی تولید شده و عدم محدودیت در تولید به دلیل عدم محدودیت در تقاضا، انگیزه‌ی نامحدودی را برای مصرف هر چه بیش‌تر برق و بهره‌مندی هر چه بیش‌تر از یارانه‌ی برق ایجاد می‌کند.

به دلیل آن که استخراج‌گرهای کم‌تر بهره‌ور از نسل‌های پیشین، دارای قیمت‌های بسیار کم‌تری نسبت به نسل‌های جدیدتر دستگاه‌ها هستند، سرمایه‌گذاران انگیزه پیدا می‌کنند، از این دستگاه‌ها استفاده کنند. چرا که بهای پایین برق، باعث می‌شود هزینه‌های عملیاتی دستگاه‌های نسل‌های مختلف تفاوت فاحشی نداشته باشند در حالی که هزینه‌های سرمایه‌ای آن‌ها تفاوت فاحشی با یکدیگر داشته باشد. بنابراین بازگشت سرمایه در استفاده از دستگاه‌های نسل قدیمی‌تر زودتر اتفاق می‌افتد. اما استفاده از نسل‌های قدیمی‌تر دستگاه‌ها به این معنی است که سرمایه‌گذار، بار اصلی درآمدش را بر روی استفاده از یارانه‌ی تخصیص‌یافته به برق قرار می‌دهد. به طور مثال یکی از دستگاه‌های استخراج‌گری که در ایران جذابیت دارد دستگاه M3 می‌باشد که از تراشه‌های ۲۸ نانومتری استفاده می‌کند، این دستگاه‌ها تقریباً ۴ برابر بیش‌تر از دستگاه‌های نسل جدید (۷ نانومتری) برق مصرف می‌کنند تا خروجی‌های یکسانی را ارائه دهند، یعنی ۴ کیلووات-ساعت در برابر ۱ کیلووات-ساعت. به عبارتی، اگر به ازای خروجی یکسان، دستگاه‌های نسل جدید، ۸ سنت از یارانه بهره‌مند شوند، دستگاه‌های ۲۸ نانومتری بیش از ۳۰ سنت از یارانه بهره‌مند می‌شوند. این بدین معنی است که استراتژی سودآوری با استفاده از دستگاه‌های نسل قدیم، مصرف هر چه بیش‌تر برق و در نتیجه بهره‌مندی هر چه بیش‌تر از یارانه‌ی تخصیص یافته به برق خواهد بود. اگرچه دستگاه‌های نسل قدیمی به دلیل بهره‌وری پایین، بخش بسیار بیش‌تری از یارانه برق را به هدر می‌دهند، اما به دلیل مصرف بیش‌تری که دارند، به طور کلی از مقدار بیش‌تری از یارانه نیز برای تحویل خروجی یکسان، بهره‌مند می‌شوند. از این رو بار اصلی درآمدی این دستگاه‌ها، بر روی استفاده‌ی هر چه بیش‌تر از یارانه‌ی برق قرار می‌گیرد.

در صورتی که ورود سرمایه‌گذاران خارجی به کسب‌وکار استخراج در ایران فراهم شود، محتمل‌ترین سناریو، ورود دستگاه‌های استخراج‌گر دست‌دومی به ایران خواهد بود که به لحاظ اقتصادی توجیه‌چندانی در مناطق با برق گران‌تر ندارند. این کار نه تنها می‌تواند کسب‌وکار آن‌ها را دوام بخشد، بلکه از طرف دیگر به دلیل کم‌ارزش بودن دستگاه‌ها، ریسک سرمایه‌گذاری آن‌ها را نیز در ایران کاهش می‌دهد. ورود دستگاه‌های دسته دوم به ایران می‌تواند در مدت کوتاهی امکان بهره‌برداری از ظرفیت گسترده‌ای از برق را فراهم آورد. اگر امکان ورود مستقیم سرمایه‌گذاران خارجی به کشور فراهم باشد، عملاً تمامی یارانه‌ی پرداختی برق و انرژی، به سرمایه‌گذاران خارجی می‌رسد. اگر سرمایه‌گذاران خارجی از دستگاه‌های نسل جدید نیز استفاده کنند، باز هم می‌توانند از تمامی یارانه‌ی پرداختی به برق بهره‌برداری کنند، اما ظرفیت بهره‌برداری آن‌ها از برق یارانه‌ای به طور قابل توجهی کم‌تر از استفاده از دستگاه‌های نسل پیشین و یا دسته دوم خواهد بود.

اگر هم شرکای داخلی برای ورود سرمایه‌گذاران خارجی به ایران، وجود داشته باشند، عملاً رقابت داخلی منجر به حداقل شدن سود طرف‌های ایرانی می‌شود. زیرا شرکای داخلی یا نقش واسطه‌ی تأمین برق را خواهند داشت یا

خودشان تولیدکنندگان برق خواهند بود و نقش ویژه‌ای را در زنجیره‌ی ارزش ایفا نمی‌کنند. شرکای داخلی نیز از فروش برق با اندکی قیمت بالاتر و بدون ریسک استقبال خواهند کرد. بنابراین تنها دریافتی طرف‌های ایرانی از سرمایه‌گذاری طرف‌های خارجی، دستیابی به حاشیه‌ی سودی اندک از قیمت برق خواهد بود.

توان مصرفی بالای کسب‌وکار استخراج و ماژولار بودن تجهیزات استخراج‌گر، یکی دیگر از ویژگی‌های خاص آن است. با توجه به این که کسب‌وکار استخراج رمزارز متشکل از مجموعه‌ای از دستگاه‌های استخراج‌گر است که به صورت ماژولار و مستقل از یکدیگر می‌توانند وارد عملیات شوند، مصرف برق می‌تواند به صورت توان‌های مصرفی کوچک که به صورت تجمعی به مقیاس‌های بسیار بزرگی می‌رسند، افزایش یابد. توان مصرفی بالای استخراج کسب‌وکار باعث می‌شود، در صورتی که زیرساخت‌های انتقال و توزیع برق برای آن‌ها راه‌اندازی شود، به جز استخراج رمزارز، موارد کاربردی دیگری برای آن زیرساخت‌ها وجود نداشته باشد. بنابراین سرمایه‌گذاری زیرساختی ارزش طولانی‌مدتی نخواهد داشت.^۱

کسب‌وکار استخراج رمزارز به دلیل آن که برای راه‌اندازی، صرفاً نیازمند برق است، به راحتی به رقیبی برای کسب‌وکارهای دیگر بدل می‌شود، چرا که انعطاف‌پذیری زیادی برای به کارگیری در شرایط و جغرافیای مختلف دارد. بنابراین در صورت صرفه‌ی بیش‌تر استخراج در برابر سایر فعالیت اقتصادی (انواع فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی) به جایگزین مناسبی برای آن کسب‌وکارها بدل خواهد شد. اما همان‌طور که پیش از این نشان داده شد، در حال حاضر این کسب‌وکار در ایران صرفاً وابسته است به استفاده ناکارآمد از یارانه‌ها و کسب‌وکاری غیرمولد به حساب می‌آید. از این رو می‌تواند به عاملی مخرب برای کسب‌وکارهای مولد تبدیل شود.

از طرف دیگر استخراج رمزارز کسب‌وکاری بسیار ساده است که از یک طرف به نیروی کار بسیار کمی نیاز دارد و از طرف دیگر به دلیل سادگی و عدم پیچیدگی، به دانش و مهارت پیچیده‌ای نیاز ندارد. علاوه بر این دستاوردهای نامحسوس آن نیز بسیار کم است و منافع اصلی آن به منافع مستقیم اقتصادی محدود می‌شود. به طور مثال نه سابقه‌ی فعالیت در استخراج رمزارز مزیت خاصی را برای کسب‌وکار ایجاد می‌کند، نه دانش ویژه‌ای به مرور زمان ایجاد می‌شود و نه برندی توسعه می‌یابد. هنگامی که استخراج رمزارز از صرفه بیفتد و جذابیت اقتصادی نداشته باشد، کسب‌وکار دیگری نیست که بر روی آن بخواهد بنا شود. به همین دلیل تقریباً تمامی زیرساخت‌های این کسب‌وکار بی‌مصرف خواهند بود، از جمله تجهیزات استخراج‌گر و زیرساخت‌های برقی که متناسب با سایر کسب‌وکارها نخواهند بود.^۲

^۱ کسب‌وکار استخراج رمزارز نیز انتظار نمی‌رود مدت زمان زیادی دوام داشته باشد.

^۲ دستگاه‌های استخراج‌گر ASIC تقریباً هیچ کاربرد دیگری به جز استخراج رمزارز در یک الگوریتم خاص نخواهند داشت.

بسیاری از کسب‌وکارها دارای خروجی‌های کالایی و خدماتی هستند که مستقیماً وارد چرخه‌ی اقتصاد داخلی یا صادرات می‌شود.^۱ آن بخش از کالاها و خدمات که مستقیماً در داخل کشور مورد استفاده قرار می‌گیرند، در اقتصاد مورد استفاده قرار می‌گیرند و پول حاصل از آن‌ها به منظور استمرار تولید کالا و خدمات مورد استفاده قرار می‌گیرد. اما در مورد کالاهای صادراتی نیز، بازگشت بخش عمده‌ای از پول به منظور ادامه فعالیت اقتصادی ضروری است. اما در کسب‌وکار استخراج رمزارز، ضرورتی برای بازگشت درآمد به اقتصاد برای ادامه کسب‌وکار وجود ندارد، به ویژه هنگامی که هزینه‌های عملیاتی به دلیل ارزان بودن برق، پایین باشد.

همان‌طور که پیش از این گفته شده، راز جذابیت استخراج رمزارز در ایران ناشی از یارانه‌های پرداختی برق است. اگر حداقل ۸ سنت یارانه‌ی پرداختی برای هر کیلووات-ساعت را لحاظ کنیم، به ازای ۱۰۰۰ مگاوات برق مصرفی در کسب‌وکار استخراج، حداقل ۷ هزار میلیارد تومان به مصرف‌کنندگان برق در کسب‌وکار استخراج، در طول تنها یک سال یارانه پرداخت خواهد شد! هر چه قدر هم کسب‌وکارهای این حوزه، از یارانه‌ی دریافتی به شیوه‌های غیربهرینه‌ای استفاده کنند یا بهره‌مند شوند، باز هم می‌توانند منافع قابل توجهی را از آن خود کنند.^۲

در برخی موارد کسب‌وکار استخراج رمزارز با صادرات انرژی مقایسه می‌شود، اما با توجه به محاسبات مالی انجام شده، بیش از آن که این کار به صادرات انرژی قابل مقایسه باشد، با قاچاق انرژی و سوخت شباهت دارد. البته با این تفاوت که هیچ مرز جغرافیایی برای این کار وجود ندارد و به سادگی و به صورت پراکنده قابل انجام است، بنابراین در مقیاس بسیار گسترده‌تری می‌تواند انجام شود. در صورت قانونی‌سازی استخراج رمزارز بدون اصلاح قیمت برق و سیاست‌های اصلاحی که در بخش پیشنهادات آمده است، پیامدهای این کسب‌وکار می‌تواند فاجعه‌بار باشد که نه تنها زیان‌های زیادی را از منظر عمومی به همراه خواهد داشت، بلکه به دلیل پیامدهای ناخواسته‌ی آن حتی سرمایه‌گذاران خصوصی نیز ممکن است متضرر شوند.

علاوه بر این‌ها صادرات برق و انرژی نه تنها ممکن است به لحاظ اقتصادی جذابیت داشته باشد (حداقل بیش از استخراج رمزارز)، بلکه منافع غیرمستقیم سیاسی و اقتصادی آن نیز قابل توجه است. اما استخراج رمزارز جذابیت ویژه‌ای را از این منظر ندارد و جذابیت‌های آن عمدتاً به ابعاد اقتصادی آن محدود می‌شود.

^۱ البته به دلیل صادرات محور نبودن اقتصاد، بخش صادراتی بسیار کوچک است.

^۲ کسب‌وکارهای استخراج نمی‌توانند حتی از تمام یارانه‌ی پرداختی بهره‌مند شوند، چرا که درآمد استخراج رمزارز کم‌تر از بهای تمام شده‌ی برق در ایران است. از طرف دیگر استفاده از دستگاه‌های با بهره‌وری بسیار پایین نیز سهم بهره‌برداری از یارانه را کاهش می‌دهد. ورود سرمایه‌گذاران خارجی به این حوزه به ویژه با استفاده از دستگاه‌های قدیمی و دست دوم نیز، سهم داخلی را از یارانه‌ی دریافتی کم می‌کند. پیش‌بینی می‌شود از یارانه‌ی پرداختی به برق در این حوزه، بیش از ۷۰ درصد آن از بین برود و سهم کسب‌وکارها در بهره‌برداری از ۸ سنت یارانه‌ی پرداختی، در بهترین حالت کم‌تر از ۲ سنت به ازای هر کیلووات-ساعت باشد. سهم طرف‌های ایرانی از یارانه‌ی پرداختی نیز می‌تواند به کم‌تر از ۰٫۱ سنت به ازای هر کیلووات-ساعت یعنی ۱ درصد از یارانه‌ی پرداختی برسد!

نکته: بررسی نمونه‌ی ونزوئلا در استخراج رمزارز جالب توجه است. کشوری که به دلیل یارانه‌های انرژی و افزایش قیمت ارز، استخراج رمزارز در آن گسترش یافت، بحران برق ایجاد شد، استخراج رمزارز به مسئله‌ای امنیتی تبدیل شد و در این بازی، استخراج‌گران و دولت استراتژی‌های متفاوتی را برای مقابله با یکدیگر اتخاذ کرده‌اند.

۵. نتایج کلیدی

برخی از نتایج کلیدی گزارش موجود از این قرارند:

- کسب‌وکار استخراج رمزارز، عملاً معادل کسب‌وکار تولید برق است و مزیت رقابتی اصلی در این بخش ایجاد می‌شود.^۱
- در حال حاضر، ایران مزیت رقابتی در تولید برق ندارد. قیمت پایین برق ناشی از یارانه‌ها و افزایش قابل توجه قیمت ارز بوده است. حداقل بهای تمام‌شده‌ی برق در ایران بین ۸ تا ۹ سنت به ازای هر کیلووات-ساعت تخمین زده می‌شود.
- در حال حاضر استخراج بیت‌کوین با در نظر گرفتن کمترین بهای تمام‌شده‌ی برق نیز جذابیت ندارد. در حال حاضر درآمد استخراج به شدت کاهش یافته است و ورود نسل جدید دستگاه‌ها در کم‌تر از ۲ ماه دیگر و نصف شدن جایزه‌ی استخراج در کم‌تر از ۱٫۵ سال آینده، می‌تواند سودآوری دستگاه‌ها را به شدت کاهش دهد.
- سودآوری استخراج رمزارز در گذشته عموماً به دلیل افزایش زیاد قیمت بیت‌کوین (و یا سایر رمزارزها) بوده است. این در حالی است که در عمده‌ی موارد اگر کسی معادل قیمت دستگاه استخراج‌گر بیت‌کوین می‌خریده است یا بیت‌کوینش را برای خرید دستگاه استخراج‌گر صرف نمی‌کرده است، سود بسیار بیش‌تری نسبت به استخراج به دست می‌آورده است. علاوه بر این اگر محاسبات مالی را بر مبنای بیت‌کوین انجام دهیم، در بسیاری از موارد، استخراج ضررده بوده است. یعنی معادل بیت‌کوینی که برای خرید دستگاه صرف شده است، بیت‌کوین استخراج نشده است.
- قیمتی که دستگاه‌های استخراج‌گر در بازار به فروش می‌رسند، وابستگی زیادی به درآمدزایی بالقوه‌ی آن‌ها در آن مقطع زمانی دارد.
- کسب‌وکار استخراج رمزارز دارای مجموعه‌ای از ویژگی‌های مرکزی است که عمده‌ی آن‌ها منحصر به فرد هستند و آن را از عمده‌ی کسب‌وکارهای دیگر متمایز می‌کند:

^۱ البته تولیدکنندگان دستگاه‌های استخراج‌گر، از منافع متعددی بهره‌مند می‌شوند که صرفاً از محل برق ارزان نمی‌باشد.

- نیازمندی اصلی این کسب‌وکار برق است و ارزش اصلی در قیمت برق مصرفی ایجاد می‌شود.
- به صورت غیرمتعارفی برق مصرف می‌کند.
- نیازمند برق پایدار و مداوم، ۲۴ ساعته در ۳۶۵ روز سال، می‌باشد. نیازمندی برق آن در تمامی اوقات تقریباً ثابت است (مگر به دلیل خرابی دستگاه‌ها یا خاموش کردن آن‌ها)
- . نیاز به تخصص ویژه‌ای ندارد و نسبتاً استاندارد است.^۱
- مشتری یا مشتریان مشخصی را ندارد که تقاضا ایجاد کنند. نیاز به بازاریابی ندارد. تقاضا تقریباً می‌تواند به صورت نامحدودی افزایش یابد.^۲
- خروجی‌های این کسب‌وکار عمدتاً به خروجی‌های ملموس اقتصادی محدود می‌شوند و ارزش‌های غیرملموس بسیار کمی در این حوزه در طول زمان شکل می‌گیرد (ورود به این کسب‌وکار بسیار آسان است).
- وابستگی به مکان مشخصی ندارد.
- ویژگی‌های منحصر به فرد کسب‌وکار استخراج پیامدهایی دارد که در عموم کسب‌وکارهای دیگر اتفاق نمی‌افتد:
 - تمایل به استفاده‌ی تقریباً نامحدود از برق و یارانه‌ی آن و گسترش سریع به دلیل عدم نیاز به بازاریابی و عدم محدودیت تقاضا
 - امکان استخراج به صورت پراکنده و در مقیاس کلان، به دلیل ماژولار بودن و عدم وابستگی به مکان فیزیکی
 - در صورت متوقف شدن کسب‌وکار استخراج، زیرساخت‌های توزیع برق مورد نیاز برای آن برای عمده‌ی کسب‌وکارهای دیگر مورد نیاز نیست، چرا که مصرف برق آن به طور غیرمتعارفی بالاتر از مصرف برق صنایع است.
- ارزان بودن برق ایران به صورت نامتعارف پیامدهای زیر را به دنبال دارد:
 - استفاده از دستگاه‌های با بهره‌وری پایین: این دستگاه‌ها به نسبت دستگاه‌های نسل جدیدتر برق بیشتری را برای تحویل خروجی یکسان صرف می‌کنند، اما از آن‌جا که برق بیشتری مصرف می‌کنند، در نتیجه از یارانه‌ی بیشتری نیز بهره‌مند می‌شوند. مصرف بیش‌تر یارانه راز

^۱ البته به دلیل مصرف بالای برق و تولید گرما، ممکن است برای مبتدیان مشکل‌ساز باشد.

^۲ البته در مدل‌های دیگری هم چون میزبانی استخراج‌گرها یا استخراج ابری، وضعیت متفاوت است.

- جذابیت استفاده از دستگاه‌های نسل قدیمی است. یعنی درآمد اصلی این دستگاه‌ها، بیش از آن‌که ناشی از مشارکت در استخراج رمزارز باشد، ناشی از یارانه‌ی مصرفی برق است.
- کاهش درآمدزایی کلی کسب‌وکار استخراج به دلیل سودآوری عملیاتی طولانی‌مدت‌تر دستگاه‌های قدیمی و عدم تمایل به جایگزینی آن‌ها با دستگاه‌های نسل جدید
 - ورود دستگاه‌های دسته‌دوم و کم‌بهره به کشور که در مناطق با برق گران‌تر توجیه اقتصادی‌شان از دست رفته یا کاهش یافته است
 - رقابت بیت تأمین‌کنندگان برق یا واسطه‌های برق در ایران، سهم عمده‌ی یارانه را به سرمایه‌گذاران خارجی منتقل خواهد کرد. سرمایه‌گذارانی که دستگاه‌های استخراج‌گر بدون سودآوری عملیاتی یا سودآوری عملیاتی پایین را در مدت کوتاهی به ایران می‌آورند.
 - در نظر نگرفتن محدودیت ظرفیت تأمین برق، به ویژه در مناطقی که قیمت برق پایین است، می‌تواند به تصمیم‌های غیربهرینه در مورد استخراج رمزارز منجر شود، چرا که عموماً محدودیت بر روی ارزش سرمایه‌گذاری قرار داده می‌شود. در حالی که با در نظر گرفتن محدودیت ظرفیت تأمین برق، توجیه‌پذیری استخراج رمزارز با دستگاه‌های نسل جدیدتر می‌تواند به صورت قابل توجهی بیش‌تر باشد.

نکته: تحلیل‌های ارائه شده از سودآوری استخراج در آینده، بر مبنای آخرین مقدار درآمدزایی استخراج بیت‌کوین در تاریخ ۱۴ نوامبر بوده است. در تاریخ ۲۶ نوامبر مقدار درآمدزایی استخراج تقریباً ۳۰ درصد کاهش یافته است. این در حالی است که بر مبنای مفروضات تحلیل‌ها، کاهش ۳۰ درصدی درآمد استخراج رمزارز پس از گذشت ۸ ماه باید اتفاق می‌افتاد.

۶. پیشنهادات

با توجه به بررسی‌های انجام شده از کسب‌وکار استخراج رمزارز، پیشنهادات زیر به ترتیب اولویت در حوزه‌ی سیاست‌گذاری ارائه می‌گردد:

۱. تعیین قیمتی برای فروش برق برای کسب‌وکار استخراج به گونه‌ای که وزارت نیرو متولی یا ناظر بر فروش آن باشد^۱: وزارت نیرو باید بر مبنای بهای تمام شده‌ی برق و جذابیت‌هایی که ممکن است در برخی از موارد برای فروش برق وجود داشته باشد، قیمتی را که بالاتر از بهای تمام شده‌ی برق است

^۱ همان‌گونه که پیش از این بیان شد، رقابت بخش خصوصی در این حوزه می‌تواند به فروش برق در قیمت‌های حداقلی منجر شود، به گونه‌ای که بسیار پایین‌تر از بهای تمام شده‌ی برق باشد. به دلیل آن که وزارت نیرو که نهاد دولتی است متولی تولید و توزیع برق است، باید در این حوزه نیز خود وزارت نیرو متولی باقی بماند. در غیر این صورت ترکیب یارانه‌های دولتی و فعالیت بخش خصوصی می‌تواند به فاجعه منجر شود.

برای کسب‌وکار استخراج رمزارز تعیین نماید؛ چرا که طبیعتاً درآمد حاصل از استخراج رمزارز باید بیش از بهای تمام‌شده‌ی برق باشد. به منظور بهره‌برداری حداکثری از فروش برق، تفاوت قیمت فروش برق به نسبت بهای تمام‌شده‌ی آن باید به گونه‌ای باشد که کمی پایین‌تر از قیمت برق در کشورهای رقیب باشد. علاوه بر قیمت برق، ظرفیت تأمین برق نیز از مهم‌ترین مولفه‌هایی است که در تصمیم سرمایه‌گذاران برای استخراج رمزارز می‌تواند اثر بگذارد. در چنین مدلی، تفاوتی میان سرمایه‌گذاران خارجی و داخلی نباید باشد. در صورت رقابتی بودن قیمت برق و ظرفیت تأمین آن، تقاضای بسیار زیادی برای استفاده از برق مصرفی از سراسر جهان، ایجاد خواهد شد. به ویژه آن که انتقال دستگاه‌های استخراج‌گر به مناطق با برق ارزان‌تر، به دلیل کاهش درآمد حاصل از افزایش هشریت کل شبکه، در آینده‌ای نزدیک می‌تواند به یک ضرورت برای سرمایه‌گذاران خارجی تبدیل گردد. البته محتمل است که امکان ارائه‌ی قیمت رقابتی به گونه‌ای که قیمت برق بیش‌تر از بهای تمام‌شده آن باشد، وجود نداشته باشد.^۱ در چنین حالتی عملاً کسب‌وکار استخراج رمزارز، هیچ جذابیتی را در ایران نخواهد داشت.^۲ البته باید توجه شود که بهای تمام‌شده‌ی برق در تمامی شیوه‌های تولید برق، مانند یکدیگر نیست، که به این مسئله در مورد بعد پرداخته می‌شود.

۲. اجبار کسب‌وکارهای استخراج به سرمایه‌گذاری در زیرساخت برق: می‌توان کسب‌وکارهایی را که در استخراج رمزارز فعالیت می‌کنند، مجبور به سرمایه‌گذاری در زیرساخت برق مورد نیازشان کرد. با توجه به این که وابستگی سودآوری استخراج رمزارز به زمان بسیار زیاد می‌باشد و ساخت نیروگاه به نسبت زمان‌بر است، می‌توان برق مورد نیاز کسب‌وکارهای استخراج را به سرعت در اختیار آن‌ها قرار داد، به شرط آن‌که آن‌ها متعهد به ساخت نیروگاه‌های برق با ظرفیتی معادل با مصرفشان شوند. قیمت برق مورد استفاده‌ی آن‌ها در دوره مصرف را نیز باید بر اساس بهای تمام‌شده‌ی برق در آن روشی از تولید برق که آن‌ها متعهد به ساخت نیروگاه در آن شده‌اند محاسبه کرد.^۳ همچنین در این حالت می‌توان هزینه‌های سرمایه‌ای نیروگاه جدید را از بهای تمام‌شده‌ی برق به آن روش کم کرد. در مورد

^۱ در صورتی که بتوان برق را به بهایی بیش از بهای تمام‌شده‌ی آن فروخت، می‌توان عنوان صادرات انرژی و برق را بر روی کسب‌وکار استخراج گذاشت. اما در صورتی که قیمت برق کم‌تر از بهای تمام‌شده‌ی آن باشد، فعالیت استخراج تفاوتی با قاچاق انرژی ندارد که سود آن وابسته است به بهره‌برداری از یارانه.

^۲ به طور کلی افزایش قیمت برق می‌تواند سرمایه‌گذاران را مجبور به استفاده از تجهیزات استخراج‌گر به روزتر نماید. حتی به صورت تاریخی نشان داده شد که کشورهایی که قیمت‌های برقشان بالاتر بوده است، ناخودآگاه سود بیش‌تری را نیز عاید سرمایه‌گذاران این حوزه کرده‌اند.

^۳ بهای تمام‌شده‌ی برق در کشور در حال حاضر، میانگین قیمت برق تولید شده در گران‌ترین شیوه‌ی تولید است. چرا که روش‌های دیگری که برق ارزان‌تری را به شبکه وارد می‌کنند، می‌توانند با روش‌های تولید برق گران جایگزین شوند. اما برای تشویق به تولید برق به روش‌های بهینه‌تر تولید، باید بهای تمام‌شده‌ی برق در آن روش‌ها را صرفاً بر اساس همان بخش خاص و جدای از بهای تمام‌شده‌ی برق در سایر بخش‌های موجود محاسبه کرد.

هزینه‌های عملیاتی نیز می‌توان صرفاً هزینه‌هایی را هم‌چون سوخت نیروگاهی که بخش خصوصی متعهد به ساخت آن شده است، دریافت کرد و هزینه‌ی سایر نیازمندی‌های عملیاتی نیروگاه آتی را محاسبه نکرد. با لحاظ نکردن هزینه‌های سرمایه‌ای و برخی از هزینه‌های عملیاتی، جذابیت قیمت برق افزایش قابل توجهی پیدا می‌کند. هم‌چنین می‌توان مشوق‌ها و یارانه‌هایی را که دولت به منظور توسعه‌ی برخی از انواع نیروگاه‌های برق اختصاص می‌دهد، در دوره‌ی فعالیت استخراج رمزارز به آن اختصاص داد. بنابراین مجدداً قیمت برق کاهش و جذابیت آن افزایش پیدا می‌کند. در قبال این‌ها پس از بهره‌برداری از نیروگاه برق و پس از آن‌که کسب‌وکار استخراج خاتمه پیدا کرد، وزارت نیرو مالک برق تولیدی نیروگاه به میزان برق مصرفی فعالیت استخراج از نیروگاه‌های پیشینی، خواهد بود. نتیجه‌ی چنین سیاستی، از یک طرف قیمت‌های بسیار جذاب برای استخراج رمزارز خواهد بود و از طرف دیگر افزایش تولید نیروگاه‌های بهینه‌ی تولید برق و افزایش ظرفیت شبکه برق در طولانی‌مدت باشد. مهم‌ترین محدودیت این سیاست، کمبود ظرفیت برق فعلی برای تأمین برق پایدار به ویژه در طول تابستان می‌باشد، یعنی تا زمانی که نیروگاه به بهره‌برداری نرسیده است.

۳. ایجاد محدودیت برای استفاده از نسل‌های فناوری قدیمی مورد استفاده در استخراج رمزارز می‌تواند مانع از استفاده از دستگاه‌های استخراج گر کم‌بهره شود، به گونه‌ای که سرمایه‌گذاران مجبور باشند از دستگاه‌های خاصی یا از نسل خاصی از دستگاه‌ها هم‌چون دستگاه‌های با تراشه‌های ۷ نانومتری استفاده کنند. در صورت پیاده‌سازی سیاست‌های ۱ و ۲، نیازی به پیاده‌سازی این سیاست نخواهد بود.

۴. قیمت‌های برق برای فعالیتهای استخراجی که تاکنون انجام می‌شده است، اصلاح شود.^۱

پیشنهادات اصلی، پیاده‌سازی سیاست‌های ۱ و ۲ به صورت همزمان و سپس اجرای سیاست ۴ می‌باشد. پیشنهاد شماره ۳، تنها می‌تواند خسارت‌های ناشی از کسب‌وکار استخراج را کاهش دهد و به خودی خود قابل دفاع نیست.

۷. منابع

- Basic economics of power generation, transmission and distribution | EME 801: [WWW Document], n.d. URL <https://www.e-education.psu.edu/eme801/node/530> (accessed 11.9.18).
 Cost of electricity by source, 2018. . Wikipedia.
 Kost, C., 2018. Stromgestehungskosten erneuerbare Energien.
 Levelized Cost and Levelized Avoided Cost of New Generation Resources in the Annual Energy Outlook 2015, 2015.
 Levelized Cost and Levelized Avoided Cost of New Generation Resources in the Annual Energy Outlook 2018, 2018.

^۱ در حال حاضر نیز استخراج رمزارز با برق‌های رایگان (غیرقانونی)، کشاورزی و صنعتی انجام می‌گیرد.

- OWOE - Electrical Power Generation - What are LCOE and LACE? [WWW Document], n.d. URL <https://www.ourworldofenergy.com/vignettes.php?type=electrical-power-generation&id=16> (accessed 11.10.18).
- U.S. Energy Information Administration (EIA) - Analysis & Projections [WWW Document], n.d. URL <https://www.eia.gov/analysis/> (accessed 11.10.18).