شناخت‌سالاری الکترونیکی (۲):
ملاحظاتی پیرامون ارزیابی اثربخشی

کد موضوعی: ۳۱۰
شماره مسلسل: ۱۷۰۲۷
اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۹

معاونت پژوهش‌های زیربنایی و امور تولیدی
دفتر: مطالعات انرژی، صنعت و معدن

به‌نام خدا

فهرست مطالب

چکیده ۱
مقدمه ۲
۱. ارزیابی شناخت‌سالاری الکترونیکی ۲
۱-۱. مدل‌های پشتیبان مورد استفاده ۳
۱-۲. چارچوب نظری سه‌گانه اثربخشی، حدکفایت و کارایی (EF3) ۴
۱-۳. کاربرد مدل ارزیابی سه‌گانه اثربخشی، حدکفایت و کارایی (**EF3**) در یک مورد واقعی ۶
۱-۴. ارزیابی امنیتی شناخت‌سالاری الکترونیکی ۹
۲. زنجیره بلوکی چیست؟ ۱۰
۲-۱. زنجیره بلوکی (بلاک‌چین) و کاربردهای آن ۱۰
۲-۲. قراردادهای هوشمند ۱۱
۲-۳. توکن و توکنیزه کردن ۱۲
۳. زنجیره بلوکی و دمکراسی ۱۲
۳-۱. رأی‌گیری الکترونیکی مربعی و زنجیره بلوکی ۱۳
۳-۲. دمکراسی الکترونیکی سیال و زنجیره بلوکی ۱۵
۳-۳. فوتارکی؛ دمکراسی به سبک بازارهای پیش‌بینی ۱۶
۳-۴. نمونه اجرایی: مورد دمکراسی الکترونیکی مبتنی‌بر بلاک‌چین در استونی ۱۸
۳-۵. نمونه اجرایی: پلتفرم دمکراسی الکترونیکی آگورا (Agora) ۱۹
۴. زنجیره بلوکی و شناخت‌سالاری الکترونیکی ۲۱
نتیجه‌گیری و توصیه‌های سیاستی ۲۳
منابع و مآخذ ۲۶

شناخت‌سالاری الکترونیکی (۲):
ملاحظاتی پیرامون ارزیابی اثربخشی

چکیده

شناخت‌سالاری الکترونیکی نوعی نوین از دمکراسی الکترونیکی است که در چند سال اخیر مطرح شده است. این مدل علی‌رغم فرصت‌هایی که به ارمغان می‌آورد، با معضلاتی در محیط‌های پیچیده و پویا مانند محیطی که در آن هستیم (عصر اطلاعات) همراه است. به همین دلیل، ارزیابی پیاده‌سازی شناخت‌سالاری الکترونیکی اهمیت زیادی دارد. هدف این گزارش، تشریح اثربخشی و مسائل امنیتی در شناخت‌سالاری الکترونیکی است. بدین منظور یکی از پرکاربردترین مدل‌هایی که برای ارزیابی شناخت‌سالاری الکترونیکی پیشنهاد شده است یعنی مدل سه‌گانه اثربخشی، حدکفایت و کارایی (EF3) تشریح می‌شود.

در شناخت‌سالاری الکترونیکی مانند سایر روش‌های دمکراسی الکترونیکی، پاره‌ای مشکلات ماهوی وجود دارد. مهم‌ترین این مشکلات مسئله مرکز اصلی شکست و بحث امنیتی است. به این صورت که شناخت‌سالاری الکترونیکی نیز مانند سایر روش‌های دمکراسی الکترونیکی دارای یک سرور مرکزی است که تمامی اطلاعات در آن ذخیره می‌شود؛ این سرور هم امکان هک شدن دارد و هم امکان تقلب در آن در تمامی مراحل (رأی‌گیری و شمارش آرا) وجود دارد. همچنین سیستم‌های دمکراسی الکترونیکی، مشکل مشارکت دارند و معمولاً در آنها مشارکت پایین است. شناخت‌سالاری الکترونیکی نیز این مشکل را تا حدودی دارد و این مسائل اثربخشی سیستم را کاهش می‌دهد. فناوری زنجیره بلوکی، قراردادهای هوشمند و توکن‌های مبتنی‌بر بلاک‌چین، برای حل این مسائل می‌توانند مورد استفاده قرار بگیرند. براساس نتایج این مطالعه مدلی پیشنهاد شده است که از روش ترکیبی شناخت‌سالاری الکترونیکی و زنجیره بلوکی، در حل مسائل سطح کمیسیونی مجلس جمهوری اسلامی استفاده شود. همچنین با توجه به اینکه روش شناخت‌سالاری الکترونیک روشی جدید در رأی‌گیری الکترونیک محسوب می‌شود پیشنهاد می‌شود، این روش در پایلوت‌های کوچک مانند رأی‌گیری در کمیسیون‌ها و انجمن‌های تخصصی مورد استفاده و تمرین قرار گیرد.

مقدمه

در هر نوع سیستم دمکراسی، هدف خاصی وجود دارد. یکی از معضلات و مسائل اصلی در حکومت‌ها سنجش و ارزیابی اثربخشی نوع سیستم دمکراتیکی است که مورد استفاده قرار می‌گیرد. همان‌طور که در گزارش اول این مجموعه گفته شد، هدف اصلی شناخت‌سالاری الکترونیکی ارتقای سطح کیفیت شهروندان از طریق آموزش و آگاهی و اثرگذاری بر تصمیمات آنهاست. جهت تحقق این هدف شناخت‌سالاری الکترونیکی از تکنیک تصمیم‌گیری چندمعیاره استفاده می‌کند. اینترنت و فناوری‌های ارتباطی نیز به‌عنوان تسهیلگر و کاتالیزو این فرایند شناختی استفاده می‌شوند.

همکاری و خرد جمعی افرادی که دخیل فرایند دمکراسی جهت حل مسئله هستند و فرایند یادگیری (فردی و یادگیری اجتماعی) که در مرحله بحث و تبادل نظر وجود دارد، دو ویژگی است که شناخت‌سالاری الکترونیکی را از سایر روش‌های مشارکت الکترونیکی و دمکراتیک متمایز می‌کند.

مدل‌های دمکراسی دشواری‌های زیادی در مقابله با محیط‌های پیچیده، مبهم و پویا (مانند دنیای دانشی امروز) دارد. سنجش اثربخشی مدل‌های دمکراسی یکی از دغدغه‌های همیشگی سیاستگذاران و تصمیم‌گیران بوده است. به‌علاوه، مسئله امنیت و تأمین امنیت و جلوگیری از تقلب، یکی از مسائلی است که همیشه به همراه سیستم‌های تصمیم‌گیری جمعی ازجمله دمکراسی بوده است. این مسائل در شناخت‌سالاری الکترونیکی به‌عنوان یک سیستم دمکراسی الکترونیکی نیز وجود دارد.

در این پژوهش، این فناوری‌ها و کاربرد آنها در دمکراسی الکترونیکی به‌عنوان مدل جایگزین و تکمیل‌کننده شناخت‌سالاری الکترونیکی مورد بررسی قرار گرفته‌اند. پروژه‌های اجرایی و پلتفرم‌هایی که در دنیا راه‌حل‌های دمکراسی الکترونیکی مبتنی‌بر زنجیره بلوکی ارائه کرده‌اند بررسی شدند. همچنین درنهایت، مدل ترکیبی و با استفاده از زنجیره بلوکی و شناخت‌سالاری الکترونیکی مطرح شد؛ تا مشکلات ناشی از شناخت‌سالاری الکترونیکی تا حدی مرتفع شود و همچنین مدل جدید پیشنهادی برای جایگزینی مدل فعلی شناخت‌سالاری الکترونیکی و افزایش اثربخشی آن باشد.

۱. ارزیابی شناخت‌سالاری الکترونیکی

مدل‌های سنتی دمکراسی در محیط‌های پیچیده، پویا و دارای عدم اطمینان به خوبی عمل نمی‌کنند. یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های سیستم‌های سیاسی دمکراتیک ارائه یک نظام جهت تعامل با نمایندگان انتخابی خود و تسهیل مدل‌های مشارکت مردم است. در دنیای امروز، مشارکت بحث اصلی و تضمین‌کننده بقای نظام‌های سیاسی است. درواقع بدون مشارکت، دمکراسی مشروعیت خود را از دست خواهد داد.

این موضوع در دنیای با حضور اینترنت و سیستم‌های آنلاین، به‌دلیل به‌هم پیوستگی آسان عوامل

مشهودتر است. سازمان توسعه اقتصادی و همکاری جهانی (OECD) یکی از مهم‌ترین چالش‌های نظام‌های مشارکتی را «ارزیابی نظام‌های مشارکت الکترونیکی: دستاوردها و مزایا و معایب استفاده از تکنولوژی در فرایند تصمیم‌گیری دمکراسی» می‌داند. از زمانی که این سازمان این مسئله را اعلام کرد، مقالات و گزارش‌های فراوانی در دنیا برای ارائه یک مدل ارزیابی اثربخشی مدل‌های مشارکت الکترونیکی مطرح شدند.[۱] شناخت‌سالاری الکترونیکی نیز به‌عنوان یک مدل مشارکت الکترونیکی، از این قضیه مستثنا نیست. بنابراین، برای ارزیابی اثربخشی این مدل از دمکراسی الکترونیکی نیاز به مدل‌هایی وجود دارد.

۱-۱. مدل‌های پشتیبان مورد استفاده

مدلی که برای ارزیابی اثربخشی شناخت‌سالاری الکترونیکی مطرح شد، مدلی به نام سه‌گانه اثربخشی، حدکفایت و کارایی (EF3) است. این مدل سه بعد کلی را در نظر می‌گیرد:

- اثربخشی (Effectiveness): این بعد مربوط به برنامه‌ریزی استراتژیک و رفتارهای بلندمدت مرتبط با حل مسئله است (انجام چیزی که درست است).
- حدکفایت (Efficacy): این بعد مربوط به برنامه‌ریزی تاکتیکی و رفتارهای میان‌مدت است و به این معنی است که اهداف مشخص شده به تا چه حد انجام شده‌اند.
- کارایی (Efficiency): این بعد مربوط به برنامه‌ریزی عملیاتی یا رفتار کوتاه‌مدت است و بهترین روش تخصیص منابع را اندازه‌گیری می‌کند (انجام صحیح کارها).

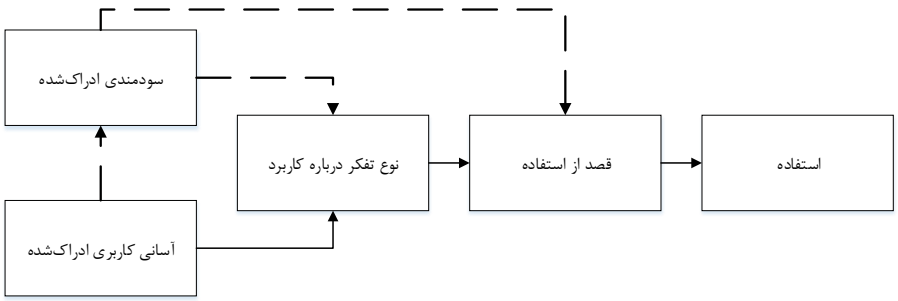
به‌طور کلی مدل سه‌گانه اثربخشی، حدکفایت و کارایی (EF3) از دو مدل در حوزه فناوری تشکیل شده است. مدل اول، مدل TAM یا مدل پذیرش تکنولوژی[۲] است. درواقع در این مدل، دولت‌ها و هر نهادی که از دمکراسی الکترونیکی استفاده می‌کنند، باید عوامل کلیدی که باعث می‌شود مردم از این فناوری یا هر فناوری دیگری استفاده کنند را شناسایی کنند.

مدل پذیرش تکنولوژی (TAM) سطح پذیرش فناوری توسط کاربران آن را نشان می‌دهد. این مدل نظر کاربران را برای استفاده از ابزارهای فناوری اطلاعات براساس دو متغیر مورد بررسی قرار می‌دهد:. سودمندی ادراک‌شده[۳] و آسانی کاربری ادراک‌شده.[۴] ادراک‌شده در این مدل یعنی آن چیزی که کاربر درک می‌کند. شکل ۱ مدل TAM را نشان می‌دهد.

---

۱. برای نمونه:
Rowe and Frewer, 2000; Macintosh and Whyte, 2008; Aichholzer and Westholm, 2009. Wimmer and Bicking, 2013
2. Technology Acceptance Model
3. Perceived Usefulness
4. Perceived Ease of Use

شکل ۱. مدل پذیرش تکنولوژی (TAM)



مأخذ: دیویس، ۱۹۸۹.

سودمندی ادراک‌شده به معنی «*درجه‌ای که یک فرد باور دارد که استفاده از یک فناور منجر به بهبود عملکرد او می‌شود*» است. این متغیر شامل شاخص‌هایی می‌شود که از طریق آنها، ارزیابی افراد درباره پیامدهای استفاده از یک ابزار فناوری اطلاعات در بهره‌وری شخصی را می‌توان یافت.

متغیر بعدی آسانی کاربری ادراک‌شده است که به معنی «*درجه‌ای که یک کاربر حس می‌کند بدون زحمت می‌تواند از یک فناوری استفاده کند*» است. شاخص‌هایی که به این متغیر مربوط هستند، انعطاف‌پذیری، آسانی کاربری، کنترل و سادگی خبره شدن در استفاده از سیستم است.

این دو متغیر بر نوع تفکر کاربر درباره ابزار فناوری اطلاعات تأثیر می‌گذارد و این تفکر بر قصد استفاده کاربر و درنهایت منجر به استفاده افراد از آن سیستم خواهد شد.

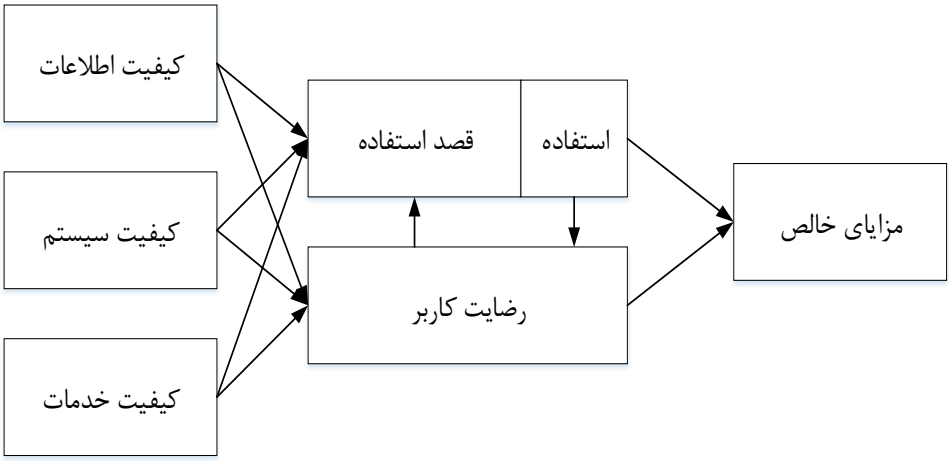
مدل دوم، مدل موفقیت سیستم‌های اطلاعاتی دی‌لون و مک‌لین است. در این مدل دو بعد کیفیت در نظر گرفته شده است: کیفیت سیستم که موفقیت فناورانه را اندازه‌گیری می‌کند و کیفیت اطلاعات که موفقیت محتوایی سیستم را اندازه‌گیری می‌کند. بعدها یک بعد دیگری به نام کیفیت خدمات اضافه شد که کیفیت خدمات تحویل‌داده شده را اندازه می‌گیرد. شکل ۲ این مدل را نشان می‌دهد.

براساس این دو مدل، مدل سه‌گانه اثربخشی، حدکفایت و کارایی (EF3) توسعه پیدا کرد که شناخت‌سالاری الکترونیکی را ارزیابی می‌کند.

۲-۱. چارچوب نظری سه‌گانه اثربخشی، حدکفایت و کارایی (EF3)

این بخش چارچوب نظری سه‌گانه اثربخشی، حدکفایت و کارایی (EF3) برای ارزیابی شناخت‌سالاری الکترونیکی، که براساس دو مدل TAM و موفقیت سیستم است را شرح می‌دهد. این چارچوب اجازه می‌دهد به‌صورت همزمان کارایی (رفتار کوتاه‌مدت ـ دید عملیاتی)، حدکفایت (رفتار میان‌مدت ـ دید تاکتیکی) و اثربخشی (رفتار بلندمدت ـ دید استراتژیک) مدل شناخت‌سالاری الکترونیکی ارزیابی شود.

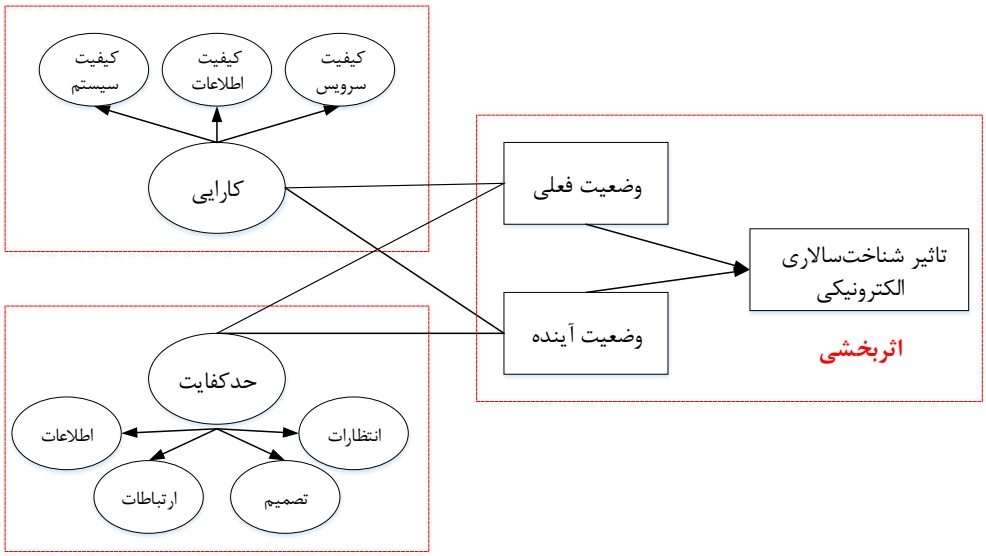
شکل ۲. مدل موفقیت سیستم دی‌لون و مک‌لین



مأخذ: دی‌لون و مک‌لین، ۲۰۰۳.

این چارچوب نظری می‌تواند به‌عنوان تکمیل‌کننده مدل‌های TAM و موفقیت سیستم باشد و در آن، از ادراک مردم و رأی‌دهندگان برای ارزیابی مشارکت و سازگاری با فناوری استفاده می‌شود. شکل ۳ چارچوب نظری این مدل ارزیابی را نشان می‌دهد.

شکل ۳. چارچوب نظری ارزیابی شناحت‌سالاری الکترونیکی



مأخذ: مورنو و همکاران، ۲۰۱۳.

در این مدل، کارایی «بهبود عملیاتی سیستم دمکراسی فعلی»؛ حدکفایت ظرفیت سیستم دمکراسی فعلی در «دفاع از منافع شهروندان به‌وسیله نمایندگان آنها» و اثربخشی «خلق یک جامعه بهتر» تعریف شده است.

شاخص‌های مختلفی برای اندازه‌گیری این سه بعد تعریف می‌شود. برای کارایی کاربردهای فناوری اطلاعات (کیفیت سیستم)، اطلاعات دریافتی (کیفیت اطلاعات) و پشتیبانی منابع انسانی (کیفیت سرویس) تعریف می‌شود.

چهار شاخص برای اندازه‌گیری حدکفایت تعریف می‌شود اعم است از اطلاعات، ارتباطات، تصمیم و انتظارات. اطلاعات به‌معنای جریان تعاملات مستقیم و غیرمستقیم (معمولاً از سمت حکمرانان به شهروندان) است. ارتباطات به‌معنای تعاملات دو طرفه مانند بحث و تبادل نظر و مناظرات است. تصمیم به‌معنای یک تصمیم‌گیری مشترک توسط حکمرانان یا دولت و مردم است. درنهایت، انتظارات به شناسایی ویژگی‌هایی که یک فرایند مشارکت در آینده باید داشته باشد اشاره می‌کند.

اثربخشی توسط دو متغیر نهان مورد بررسی قرار می‌گیرد: وضعیت فعلی و وضعیت ایدئال آینده. همچنین یک متغیر درون‌زا وجود دارد که ایده خلق یک جامعه بهتر را حمل می‌کند (اثری که شناخت‌سالاری الکترونیکی باید داشته باشد).

۳-۱. کاربرد مدل ارزیابی سه‌گانه اثربخشی، حدکفایت و کارایی (EF3) در یک مورد واقعی

برای درک بهتر این مدل، کاربرد این مدل ارزیابی شناخت‌سالاری الکترونیکی در یک مورد واقعی شناخت‌سالاری الکترونیکی مورد بررسی قرار می‌گیرد. این مورد، پروژه بودجه‌ریزی مشارکتی شهرداری زاراگوزا است.[1]

در این پروژه، شهروندان در فرایند تخصیص بودجه فرهنگی و ورزشی در شهرداری زاراگوزا با روش شناخت‌سالاری الکترونیکی مشارکت کردند. شهرداری زاراگوزا هدف دوگانه‌ای را پیش می‌گرفت:

- تصمیم درباره تخصیص بودجه فرهنگی و ورزشی به‌صورت مشارکتی میان مردم و سیاستمداران و مسئولان گرفته شود؛
- نوعی بحث و مناظره با حضور و مشارکت مردم درخصوص تصمیمات عمومی و دولتی صورت گیرد و تا نظرات و مسائل درخصوص تصمیم به‌صورت عمومی قابل نظارت باشد.

جهت افزایش مشارکت شهروندان، انجمن‌های محلی هم به‌عنوان گروهی از مشارکت‌کنندگان به فرایند اضافه شدند تا شهروندان عادی را به مشارکت تشویق نمایند. بنابراین سه گروه با اوزان مختلف در این تصمیم‌گیری دخیل بودند:

۱. سیاستمداران و مسئولان با وزن ۴۰ درصد،
۲. شهروندان با وزن ۴۴ درصد،
۳. انجمن‌های مستقر در شهرداری با وزن ۱۶ درصد.

---

1. http://gdmz.unizar.es

دو راه برای رأی دادن شهروندان محیا شد:

- رأی‌گیری از طریق کارت شناسایی دیجیتال،
- رأی‌گیری از طریق نام کاربری و رمز عبور.

ثبت‌نام در این رأی‌گیری برای هر شهروند بالای ۱۸ سال از طریق کامپیوترهای شخصی یا کامپیوترهای تعبیه شده در شهرداری امکانپذیر بود. همه کسانی که مایل به مشارکت بودند باید دو هفته قبل در این سیستم ثبت‌نام می‌کردند. درنهایت تعداد کسانی که در سه گروه مطرح شده در رأی‌گیری ثبت‌نام کردند در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱. تعداد و اوزان ثبت‌نام‌کنندگان در رأی‌گیری الکترونیکی شهرداری زاراگوزا

مشارکت‌کننده	تعداد	وزن
شهروندان	۱۹۴۹	۴۴
مسئولان و سیاستمداران	۱۱	۴۰
انجمن‌ها	۱۵	۱۶
جمع	**۱۹۷۵**	**۱۰۰**

مأخذ: پرز، ۲۰۱۵.

رأی‌دهندگان باید مشخص می‌کردند که چه میزانی از بودجه مالی در نظر گرفته شده به دسته‌بندی جمعیتی شامل کودکان (صفر تا ۱۴ سال)، جوانان (۱۵ تا ۱۹ سال)، بزرگسالان (۳۰ تا ۶۴ سال) و سالمندان (۶۵ به بالا) تخصیص یابد. جهت انجام این کار، یک درخت سلسله‌مراتبی با دو معیار فرهنگی و ورزشی و ۶ زیرمعیار همراه آن ساخته شد. سه زیرمعیار آموزشی، تفریحی و هویتی برای معیار فرهنگی و سه زیرمعیار سرگرمی، تربیت‌بدنی و روابط اجتماعی برای معیار ورزشی در نظر گرفته شد.

فرایند مشارکت طبق مدل شناخت‌سالاری الکترونیکی[1] انجام شد که به‌ترتیب شرح زیر است:

- تدوین مسئله
- اطلاع‌رسانی و آموزش
- مدل‌سازی مسئله با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی فرایند (AHP)
- دور اول رأی‌گیری (در طول ۲۴ ساعت در آوریل ۲۰۱۰)
- بحث و تبادل نظر آنلاین (از ۸ تا ۱۶ آوریل ۲۰۱۰) در یک فروم آنلاین
- دور دوم رأی‌گیری (در طول ۲۴ ساعت در آوریل ۲۰۱۰)
- ارائه نتایج و مراسم اختتامیه (۲۳ آوریل ۲۰۱۰)

۱. برای تشریح بیشتر مدل شناخت‌سالاری الکترونیکی به گزارش «شناخت‌سالاری الکترونیکی (۱): مبانی نظری و مطالعه تطبیقی» مراجعه شود.

بعد از اتمام رأی‌گیری و ارائه نتایج، پرسشنامه‌ای جهت ارزیابی روش شناخت‌سالاری الکترونیکی میان رأی‌دهندگان به‌صورت آنلاین توزیع شد. این پرسشنامه از رویکرد سه‌گانه اثربخشی، حدکفایت و کارایی (EF3) برای سنجش اثربخشی روش شناخت‌سالاری الکترونیکی استفاده می‌کند. از روش‌های آماری مانند مدل‌سازی معادلات ساختاری برای تجزیه و تحلیل این پرسشنامه استفاده شد. جدول ۲ متغیرها و شاخص‌های مورد استفاده در این رویکرد برای ارزیابی شناخت‌سالاری الکترونیکی را نشان می‌دهد.

جدول ۲. متغیرها و شاخص‌های مدل سه‌گانه اثربخشی، حدکفایت و کارایی (EF3) جهت ارزیابی رأی‌گیری شهرداری زاراگوزا

حدکفایت		
اطلاعات	X1	دولت درباره مکانیسم‌های موجود مشارکت در تصمیم‌گیری به مردم اطلاع‌رسانی می‌کند
	X2	دولت تصمیم‌های گرفته شده را به مردم اعلام می‌کند.
ارتباطات	X3	قدرت‌های سیاسی از ایده‌ها و نظرهای مردم جهت طراحی سیاست‌های عمومی استفاده می‌کنند.
	X4	قدرت‌های سیاسی از ایده‌ها و نظرهای انجمن‌ها جهت طراحی سیاست‌های عمومی استفاده می‌کنند.
تصمیم	X5	شهروندان در تصمیم‌گیری‌های سیاسی وزن دارند.
	X6	انجمن‌ها در تصمیم‌گیری‌های سیاسی وزن دارند.
انتظارات	X7	شهروندان باید در طراحی سیاست‌های عمومی مشارکت کنند.
	X8	شهروندان باید با مشارکت نمایندگان خود سیاست‌های عمومی را طراحی کنند.
کارایی		
کیفیت اطلاعات	X9	به‌طور کلی من از اطلاعاتی که دریافت کردم راضی هستم.
کیفیت سیستم	X10	به‌طور کلی من از طراحی نرم‌افزار خوشنود هستم.
اثربخشی		
سیستم فعلی	Y1	با وجود سیستم مشارکت فعلی، نمایندگان از حقوق من دفاع می‌کنند.
سیستم آینده	Y2	شناخت‌سالاری الکترونیکی سیستم فعلی دمکراسی را بهبود می‌بخشد.
شناخت‌سالاری الکترونیکی	Y3	شناخت‌سالاری الکترونیکی به خلق یک جامعه بهتر کمک می‌کند.

مأخذ: پرز، ۲۰۱۵.

نتایج نشان داد که به‌طور کلی ارزیابی‌ها از شناخت‌سالاری الکترونیکی مثبت است و نسبت به سیستم فعلی ترجیح داده می‌شود و این سیستم به هدف غایی خود یعنی خلق یک جامعه بهتر رسیده است.

۴-۱. ارزیابی امنیتی شناخت‌سالاری الکترونیکی

امنیت سیستم‌های فناوری اطلاعات از مهم‌ترین مباحثی است که همیشه باید مورد توجه قرار گیرد. مباحث امنیتی می‌توانند اثربخشی کل سیستم را تحت تأثیر قرار دهند. به‌طور کلی، در شناخت‌سالاری الکترونیکی برای حفظ امنیت در سیستم رأی‌گیری الکترونیکی، از امضاهای دیجیتال استفاده می‌شود. با این‌حال چند مسئله است که می‌تواند اثربخشی کل سیستم شناخت‌سالاری الکترونیکی را زیر سؤال ببرد.

- سیستم‌های رأی‌گیری الکترونیکی مانند شناخت‌سالاری الکترونیکی سیستم‌های متمرکز[1] هستند. به این معنی که کل سیستم تحت کنترل یک سرور یا نهاد مرکزی قرار دارد. بنابراین امکان کنترل اطلاعات و تقلب در رأی‌گیری به‌دلیل مرکزیت سیستم وجود دارد.
- این مسئله در بخش بحث و تبادل نظر آنلاین هم وجود دارد. با استفاده از این مرکزیت، نهاد مرکزی می‌تواند نظرات و مباحثی که باب میل آن نیست را حذف یا ویرایش کند.
- علاوه‌بر مسئله تقلب، سیستم‌های مرکزی دارای یک نقطه متمرکز تخریب[2] هستند. به این معنی که تمامی اطلاعات و سیستم‌ها در یک نهاد مرکزی جمع شده است؛ اگر آن نهاد مرکزی هک شود و یا تخریب شود، کل سیستم تخریب خواهد شد. این طراحی از نظر امنیتی مسئله‌زا است.

برای حل این معضلات در دنیای امروز سیستم‌های غیرمتمرکز[3] مبتنی‌بر فناوری زنجیره بلوکی (بلاک‌چین) مطرح شده‌اند. این سیستم‌ها به‌دلیل پتانسیلی که در افزایش اثربخشی شناخت‌سالاری الکترونیکی دارند، می‌توانند مدل جایگزینی برای شناخت‌سالاری الکترونیکی باشند.

ذات سیستم‌های غیرمتمرکز ایجاد نوعی دمکراسی در سیستم‌های فناوری اطلاعات است. دمکراسی الکترونیکی یکی از مهم‌ترین زمینه‌هایی است که فناوری زنجیره بلوکی (بلاک‌چین) می‌تواند کاربرد داشته باشد. در ادامه، به این بحث و مسائل مربوط به آن، به‌عنوان جایگزین شناخت‌سالاری الکترونیکی خواهیم پرداخت.

در ادامه برای بررسی مفهوم دمکراسی الکترونیکی مبتنی‌بر زنجیره بلوکی یا بلاک‌چین، ابتدا به مفهوم خود زنجیره بلوکی می‌پردازیم. سپس به بحث دمکراسی الکترونیکی مبتنی‌بر بلاک‌چین و مکانیم‌های آن، نمونه‌های آن در دنیا، قوانین و مقررات حول محور آن و ترکیب آن با شناخت‌سالاری الکترونیکی به‌عنوان یک مدل تکمیل‌کننده شناخت‌سالاری الکترونیکی می‌پردازیم.

1. Central
2. Single Point of Failure
3. Decentralized

۲. زنجیره بلوکی چیست؟

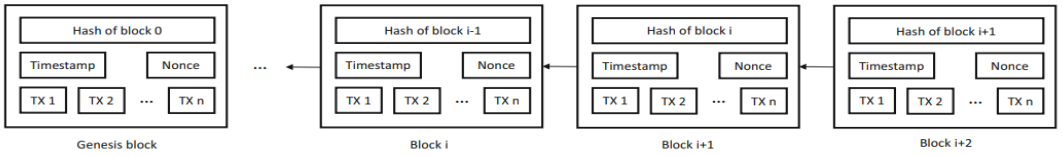
۲-۱. زنجیره بلوکی (بلاک‌چین) و کاربردهای آن

زنجیره بلوکی یا بلاک‌چین[1] اساساً یک نوع پایگاه داده (دیتابیس) توزیع‌شده یا دفتر کل عمومی از تراکنش‌ها و هرگونه اتفاق دیجیتالی است که میان چند فرد مختلف رخ می‌دهد. مبنای علمی این فناوری دو حوزه گسترده رمزنگاری و سیستم‌های توزیع‌شده است. هر تراکنش در این دفتر کل عمومی با استفاده از مکانیسم‌های مختلف اجماع توسط اکثریت شبکه انجام می‌شود. به این معنی که، هر تراکنشی یا عملیاتی که قرار باشد انجام شود، به رأی‌گیری گذاشته می‌شود و با استفاده از نظر اکثریت آن عملیات انجام می‌گردد.

به‌دلیل ماهیت توزیع‌شده بودن اطلاعات (به این معنی که هر داده‌ای که در پایگاه داده وجود دارد، یک نسخه از آن به صورت کپی‌شده در اختیار تمامی کسانی که در سیستم هستند به‌صورت عمومی وجود دارد) هر اطلاعاتی که در این مرکز داده وارد شود، هیچوقت قابل پاک شدن یا ویرایش نیست. همچنین این تراکنش‌ها و اتفاقات به‌صورت عمومی برای همه قابل مشاهده و ردیابی است. بنابراین شفافیت سیستم به حداکثرترین حالت خود خواهد رسید.

شکل ۴ یک مثال از زنجیره بلوکی را نشان می‌دهد. یک زنجیره بلوکی یا بلاک‌چین از تعدادی مجموعه داده[2] تشکیل شده است که شامل زنجیره‌ای از پکیج‌های اطلاعاتی (بلاک‌ها) می‌شوند و هر بلاک شامل تعداد زیادی تراکنش است (TX1-n در شکل ۴). این زنجیره بلوکی با اضافه شدن بلاک‌های دیگر توسعه پیدا می‌کند و درنهایت یک تاریخچه کاملی از تراکنش‌ها را دربرمی‌گیرد و به نمایش می‌گذارد. این بلاک‌ها و تراکنش‌های آن توسط شبکه و با استفاده از اصول رمزنگاری کامپیوتری ارزیابی و تأیید می‌شوند. بنابراین با اعتماد به این مکانیسم اجماع و رمزنگاری، افراد می‌توانند به‌راحتی و با امنیت بالا و شفافیت بین خود به‌صورت نظیربه‌نظیر اطلاعات رد و بدل کنند. شکل ۴ نیز شمایی از نوع کارکرد زنجیره بلوکی را نشان می‌دهد.

شکل ۴. مثالی از یک زنجیره بلوکی



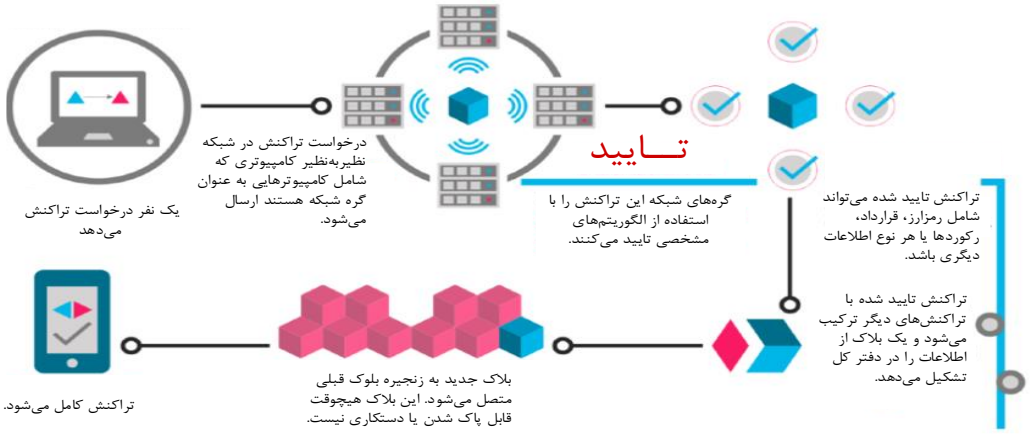
مأخذ: نوفر و همکاران، ۲۰۱۷.

1. Blockchain
2. Dataset

رمزهای ارزپایه یا رمزارزها[1] و به‌صورت خاص بیت‌کوین (Bitcoin) اولین کاربرد بلاک‌چین بودند که درواقع بلاک‌چین با آنها متولد شد. کابردهای دیگر بلاک‌چین می‌تواند در هرجایی باشد که تراکنش‌ها نیازمند امنیت بالا، شفافیت و حذف واسطه هستند. این کاربردها در حوزه مالی مانند رمزارزها، تراکنش‌های مالی و بازار بورس و حوزه‌های غیرمالی مانند زنجیره تأمین، اینترنت اشیا، شبکه‌های اجتماعی، بیمه، سیستم‌های تصمیم‌گیری و سایر موارد می‌شود. یک کاربرد مهم بلاک‌چین در سیستم‌های تصمیم‌گیری و مخصوصاً سیستم‌های دمکراسی است.

شکل ۵ شیوه کارکرد بلاک‌چین را به‌صورت تصویری نشان می‌دهد. اما قبل از ورود به سیستم‌های دمکراسی برمبنای بلاک‌چین، دو مفهوم دیگر در بلاک‌چین یعنی قراردادهای هوشمند و توکن باید توضیح داده شود.

شکل ۵. یک زنجیره بلوکی (بلاک‌چین) چگونه کار می‌کند



مأخذ: نوفر و همکاران، ۲۰۱۷.

۲-۲. قراردادهای هوشمند

قراردادهای هوشمند[2] نرم‌افزارهایی هستند که در بستر بلاک‌چین نوشته و شامل تعدادی قواعد هستند. بنابراین هرگونه دارایی، پول و قانون می‌تواند به‌صورت دیجیتالی تعریف و در بستر قرارداد هوشمند پیاده‌سازی شود. از آنجایی که این قراردادها در بستر بلاک‌چین هستند، دارای شفافیت کامل هستند و اعتماد توسط سیستم تضمین می‌شود؛ بنابراین کسی نمی‌تواند زیر قواعد و قرارداد بزند.

در این قراردادها معمولاً ابزارهایی جهت معامله و رد و بدل کردن مالی تعریف می‌شود. این ابزارها می‌توانند رمزارزها (مانند اتریوم در قراردادهای هوشمند در بستر اتریوم) و یا توکن‌هایی با پشتوانه یک

1. Cryptocurrency
2. Smart Contract

دارایی و یا یک قانون باشند. برای مثال یک سایت شرط‌بندی را در نظر بگیرید که توسط یک قرارداد هوشمند نوشته شده است. در این سایت شرط‌بندی توکنی با نام X تعریف می‌شود. ارزش این توکن می‌تواند متصل به یک رمزارز مانند بیت‌کوین یا طبق قانون تعریف شده در قرارداد هوشمند می‌تواند برابر با یک مقداری دلار باشد. اگر یک بازی فوتبال درحال جریان باشد، برندگان و بازندگان با استفاده از این توکن شرط‌بندی انجام می‌دهند. از آنجایی که همه چیز بر بستر بلاک‌چین قرار دارد، هیچ کلاهبرداری امکان اتفاق ندارد و پول‌ها به‌صورت اتوماتیک رد و بدل خواهند شد. شعار قراردادهای هوشمند «کد مساوی با قانون»[1] است.

۳-۲. توکن و توکنیزه کردن

توکن[2] در ادبیات زنجیره بلوکی، نوعی اوراق بهادار یا نماینده از دارایی واقعی یا دیجیتالی است. این گواهی‌ها در زنجیره بلوکی به‌صورت رمزنگاری‌شده وجود دارند و دارایی‌های تأیید شده‌ای به‌عنوان پشتوانه آن توکن‌ها وجود دارد.

به فرایند ارائه دیجیتال حقوق مالکیت دارایی‌های واقعی به شکل اوراق بهادار دیجیتال در بلاک‌چین توکنیزه کردن می‌گویند. توکنیزه کردن مشابه به تبدیل دارایی به اوراق بهادار، اما بهره‌ورتر و کم‌هزینه‌تر است. این فریند را می‌توان در زنجیره بلوکی روی هر دارایی ملموس یا غیرملموسی اعمال کرد و با آن تراکنش انجام داد.

۳. زنجیره بلوکی و دمکراسی

هر سیستم دمکراسی به نوعی یک سیستم تصمیم‌گیری است. هر سیستم تصمیم‌گیری به یک نهاد مرکزی جهت اعتماد نیاز دارد. فناوری بلاک‌چین، یک نوع سیستم بدون اعتماد است که بدون نیاز به یک نهاد مرکزی، می‌تواند فرایند تصمیم‌گیری را اجرایی کند. همچنین، هر نوع تصمیم‌گیری فرایندی از جمع‌آوری عقاید افراد مختلف و رسیدن به یک راه‌حل است؛ رأی‌گیری و دمکراسی نیز از همین فرایند تبعیت می‌کند. بلاک‌چین نیز یک فناوری پایگاه داده غیرمتمرکز است که این رأی‌ها و عقاید را در خود ذخیره‌سازی می‌کند.

بنابراین، فناوری بلاک‌چین تمام ویژگی‌های اینکه در امر تصمیم‌گیری و سیستم‌های دمکراسی مورد استفاده قرار بگیرد را دارا است. در ادامه بررسی خواهیم کرد که بلاک‌چین چگونه در فرایند دمکراسی و بهینه‌سازی تصمیم‌گیری در دمکراسی کمک خواهد کرد و چند مدل از دمکراسی‌های تحت بلاک‌چین را مورد بررسی قرار می‌دهیم. اگر بخواهیم ویژگی‌های رأی‌گیری الکترونیکی در بستر

1. Code is Law
2. Token

بلاک‌چین و قراردادهای هوشمند را خلاصه کنیم به نکات زیر می‌رسیم:

- **حفظ حریم خصوصی:**[1] رأی‌دهندگان به‌دلیل ماهیت شبه‌مخفی[2] که در بلاک‌چین وجود دارد، هرگز هویت اصلی‌شان فاش نمی‌شود. درواقع در بلاک‌چین با استفاده از ابزارهای احراز هویت، افراد ثابت می‌شوند که یک فرد یکتا هستند، اما هویت آنها تا زمانی که خودشان نخواهند، فاش خواهد شد. این حفظ حریم خصوصی برای رأی‌دهندگان ضروری است.
- **اثبات‌پذیری:**[3] رأی‌دهندگان می‌توانند اثبات کنند که آن رأیی که داده شده، از سمت خود آنهاست. این مسئله در رأی‌گیری‌های الکترونیکی بسیار ضروری است. زیرا تمام عملیات به‌صورت الکترونیکی انجام می‌شود و ممکن است هرکسی به‌جای کس دیگر رأی صادر کند.
- **صحت کارکرد:**[4] رأی‌دهندگان قادر هستند شمارش «صحیح» آرا را تأیید کنند. درواقع دیگر امکان تقلب در شمارش و جمع‌بندی آرا (که یکی از متداول‌ترین معضلات دمکراسی است) وجود ندارد.

۱-۳. رأی‌گیری الکترونیکی مربعی و زنجیره بلوکی

سیستم رأی‌گیری مربعی[5] نوعی نوین از رأی‌گیری است. در این شیوه رأی‌گیری، برای تصمیم‌گیری درباره یک مسئله رأی‌دهندگان باید رأی را خریداری کنند. نکته‌ای که در این سیستم وجود دارد این است که هرکسی می‌تواند چندین رأی بدهد. قانون رأی‌دهی هم به این‌گونه است که هر کسی بخواهد n رأی بدهد، باید به میزان n^2 رأی خریداری کند. درواقع هزینه رأی‌دهنده متناسب با فرمول زیر محاسبه می‌شود.

$$\text{هزینه رأی‌دهنده} = (\text{تعداد رأی‌ها})^2$$

بنابراین، اگر کسی به دنبال حق رأی بسیار بالایی باشد، باید هزینه بسیار زیادی پرداخت کند. به این معنی که اگر مسئله‌ای برای یک فرد اهمیت فراوان داشته باشد، باید هزینه زیادی هم جهت آن بپردازد. افزایش مربعی هزینه آرا هم این اجازه را به افراد نمی‌دهد که تعداد زیادی حق رأی خریداری کنند. جدول ۳ نمونه‌ای از قیمتگذاری رأی را نشان می‌دهد. هر رأی‌دهنده برای رأی دادن باید حق رأی خریداری کند.

1. Secrecy
2. Pseudonymous
3. Verifiability
4. Integrity
5. Quadratic Voting

جدول ۳. نمونه قیمتگذاری آرا در رأی‌گیری مربعی

تعداد رأی‌ها	هزینه «حق رأی»
۱	۱
۲	۴
۳	۹
۴	۱۶

برای اینکه این سیستم به‌خوبی پیاده‌سازی شود، باید مطمئن بود که تقلبی در سیستم صورت نمی‌گیرد. برای این امر، زنجیره بلوکی جهت طراحی یک سیستم بدون نیاز به اعتماد و شفاف به‌کار گرفته می‌شود.

مکانیسم کاری این سیستم رأی‌گیری به‌وسیله بلاک‌چین به این صورت است که رأی‌ها در این سیستم توکنیزه می‌شوند؛ یعنی هر کسی به اندازه مربع هزینه‌ای که قرار است بکند، درجایی ذخیره‌سازی می‌کند و در ازای آن توکن در بستر بلاک‌چین صادر خواهد شد. رأی‌دهندگان می‌توانند در قالب یک قرارداد هوشمند در بستر زنجیره بلوکی، این توکن‌ها را هزینه کنند و رأی‌گیری انجام شود.

اگر بخواهیم به‌صورت عملیاتی بحث کنیم، کاربران برای اینکه بتوانند در رأی‌گیری الکترونیکی شرکت کنند، ابتدا باید فرایند احراز هویت را طی کنند. فرایند احراز هویت در زنجیره بلوکی یک فرایند پیچیده و امن است. معمولاً به روش‌های احراز هویت در این سیستم‌ها «اثبات هویت» یا «POI»[1] گفته می‌شود. اثبات هویت در زنجیره بلوکی به‌صورت کاملاً غیرمتمرکز صورت می‌گیرد و با الگوریتم‌های رمزنگاری، به‌طوری هویت ثابت می‌شود که هر شخص ثابت شود یک فرد منحصر به فرد است. در این‌صورت، هر کاربری نمی‌تواند با چند نامه کاربری وارد سیستم شده و چندین رأی بدهد.

مرحله بعدی، نصب و راه‌اندازی نرم‌افزار کیف پول[2] بلاک‌چینی است. کیف پول‌های بلاک‌چینی جهت ذخیره‌سازی، انتقال و نگهداری رمزارزها و توکن‌های دیجیتال استفاده می‌شوند. کاربران، برای اینکه بتوانند توکن‌های مرتبط به رأی‌گیری را در اختیار داشته باشند و آنها را برای رأی دادن هزینه کنند، به این والت نیاز دارند.

درنهایت، کلیه فرایند رأی‌گیری و قوانین رأی‌گیری مربعی در یک قرارداد هوشمند تعریف شده و کاربران از توکن‌های خود برای رأی‌دهی استفاده خواهند کرد (توجه داشته باشید که در اکوسیستم قراردادهای هوشمند، ابزارهای معامله و پرداخت صرفاً به‌صورت رمزارز و توکن هستند؛ به همین دلیل تعریف توکن برای رأی‌دهی ضروری است).

1. Proof of Identity
2. Wallet

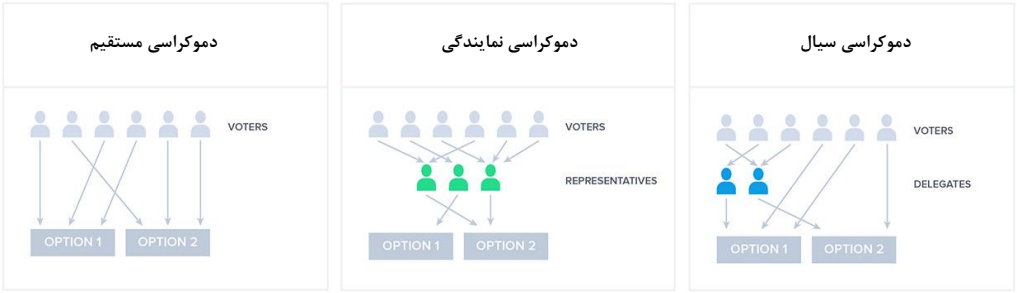
۲-۳. دمکراسی الکترونیکی سیال و زنجیره بلوکی

نوع دیگری از سیستم‌های رأی‌گیری و دمکراسی مطرح شده، سیستم دمکراسی سیال[1] است. این سیستم نوعی سیستم رأی‌گیری نمایندگی است. در این نوع دمکراسی، رأی‌دهندگان می‌توانند به درباره یک موضوع خاص، یا به‌صورت مستقیم اعلام نظر کنند و یا حق رأی خود را به کس دیگری منتقل کنند.

دلیل این انتقال این است که همه کسانی که درگیر انتخابات هستند، درباره همه مسائل اشراف ندارند. برای مثال، اگر رأی‌گیری درباره یک مسئله اقتصادی باشد، فرد مورد نظر حق رأی خود را به کسی که متخصص اقتصادی است منتقل می‌کند.

این سیستم نقطه مقابل دمکراسی مستقیم است که شهروندان درباره همه مسائل به‌صورت مستقیم نظر می‌دهند. همچنین با سیستم دمکراسی نمایندگی کامل که شهروندان به یک نماینده رأی می‌دهند و دیگر کاری به کار او ندارند نیز مخالف است. شکل ۶ تفاوت میان دمکراسی مستقیم، نمایندگی و سیال را نشان می‌دهد.

شکل ۶. تفاوت سیستم‌های دمکراسی مستقیم و نمایندگی با دمکراسی سیال



مأخذ: پترسون و کراگ، ۲۰۱۵.

نکته‌ای که در این نوع رأی‌گیری وجود دارد این است که تخصیص و واگذاری حق‌رأی‌ها به‌صورت شبکه‌ای است. به این معنی که، برای مثال، سه نفر در یک جمع می‌توانند حق‌رأی خود را به یک X واگذار کنند، اما X خود حق رأی خود را به Y واگذار کرده باشد. نکته دوم اینکه همه افراد تا زمانی که رأی‌گیری نهایی اتفاق نیفتاده است، می‌توانند حق‌رأی تخصیص خود را تغییر بدهند.

مسئله‌ای که اینجا وجود دارد این است که، چگونه این زنجیره از واگذاری حق‌رأی‌ها تا رأی نهایی به گزینه مد نظر و اتفاقی که بعد از رأی‌دهی می‌افتد قابل پیگیری است؟ آیا امکان تبانی و تقلب میان کسانی که رأی به آنها واگذار شده وجود دارد؟ بنابراین کل فرایند رأی‌گیری نیاز به یک شفافیت کامل و امن دارد؛ تا کل فرایند توسط کسانی که حق رأی را واگذار کردند قابل پیگیری و تغییر باشد.

1. Liquid Democracy

به‌دلیل میزان نیاز به شفافیت و پیگیری اصالت حق رأی‌ها، زنجیره بلوکی برای پیاده‌سازی این سیستم مورد استفاده قرار می‌گیرد. تمام تراکنش‌ها و واگذاری‌های حق رأی در پایگاه داده زنجیره بلوکی به‌صورت عمومی ثبت و ضبط می‌شود و امکان پاک کردن و تغییر در آنها وجود ندارد. درواقع بلاک‌چین در این نوع از دمکراسی الکترونیکی، اعتماد را حذف کرده و امکان واگذاری حق رأی به هرکسی بدون نیاز به اعتماد را فراهم می‌کند.

دقت شود که در زنجیره بلوکی امکان تغییر هیچ تراکنشی وجود ندارد. تراکنش‌ها برای تغییر باید دوباره ثبت شوند (Override) و سپس بعد از اجماع شبکه جایگزین قبلی شوند. با این‌حال، تراکنش قبلی برای حفظ تاریخچه سیستم و شفافیت کامل سیستم باقی خواهد ماند. یعنی اگر کسی حق رأی خود را به کسی واگذار کند و بعداً از این تصمیم پشیمان شود و تغییر بدهد، تمامی این عملیات در زنجیره بلوکی ضبط خواهند شد. این مکانیسم به شفافیت و یادگیری هرچه بیشتر سیستم کمک خواهد کرد.

نکته‌ای که در هر دو سیستم رأی‌گیری الکترونیکی مربعی و دمکراسی الکترونیکی سیال در بستر بلاک‌چین وجود دارد این است که همه آنها دارای معماری سیستم غیرمتمرکز هستند؛ به این معنی که یک نقطه شکست در آنها وجود ندارد و یک کپی از تمامی اتفاقاتی که در سیستم در حال رخ دادن است در سرور تمامی شرکت‌کننده‌ها به‌صورت عمومی موجود است. بنابراین، هک شدن و یا شکست سیستم به یک سرور مرکزی وابسته نیست. نکته مهم‌تر در شمارش آراست. باز هم به‌دلیل غیرمتمرکز بودن سیستم، همه کسانی که در سیستم هستند، رأی‌شماری را انجام می‌دهند و دیگر یک نقطه مرکزی و یک نهاد مرکزی شمارش آرا را انجام نمی‌دهد؛ بنابراین امکان تقلب در شمارش آرا به صفر می‌رسد.

۳-۳. فوتارکی؛ دمکراسی به سبک بازارهای پیش‌بینی

سیستم‌های رأی‌گیری جمعی مانند دمکراسی، ذاتاً دارای شکست اطلاعاتی هستند. شکست اطلاعاتی به این معناست که یک فرد برای اینکه از بین گزینه‌ها به یک یا چند گزینه رأی بدهد، حاضر نیست درباره آن مسئله مطالعه کند یا وقت زیادی اختصاص دهد. دلیل آن هم این است که تأثیر رأی خود بر عملکرد کلی را نمی‌تواند مشاهده کند و تخمین می‌زند که رأی او تأثیری در نتیجه کلی ندارد.

سیستمی تحت عنوان فوتارکی[۱] پیشنهاد شد که هدف اصلی آن ایجاد انگیزه اقتصادی برای مشارکت در دمکراسی الکترونیکی است. فوتارکی مفهومی است که توسط رابین هنسون اقتصاددان ارائه شد و هدف آن حاکمیت و تصمیم‌گیری برمبنای بازارهای پیش‌بینی است. بازارهای پیش‌بینی، به نوعی بازارهای شرط‌بندی هستند که افراد به ازای پیش‌بینی درست از یک رخداد، جایزه اخذ می‌کنند.

ایده کلی به این صورت است:

---

۱. Futarchy (تشکیل شده از دو کلمه Future و Archy به‌معنای نظم آینده).

۱. یکپارچه‌سازی دانش موجود در جوامع توسط روشی به نام بازارهای پیش‌بینی؛

۲. استفاده از همین روش یکپارچه‌سازی جهت انتخاب مستقیم اقدامات انجام شده توسط دولت‌ها.

اهداف (یا به زبان هنسون «رفاه ملی») هم در فوتارکی با استفاده از رأی‌گیری اتفاق می‌افتد.

شعار فوتارکی «رأی به ارزش‌ها و شرط‌بندی بر روی باورها» است. درواقع در این سیستم رأی‌گیری بر روی ارزش‌ها انجام می‌شود. فلسفه زیربنایی این تئوری این است که افرادی که درگیر رأی‌گیری می‌شوند مردم عادی هستند و مردم عادی به‌دلیل اقتصادی وقت زیادی برای مطالعه و تصمیم‌گیری برای رأی‌گیری نخواهند گذاشت. اما در عین حال روی یکسری ارزش‌های کلی جهت ارتقای رفاه عمومی مانند افزایش GDP یا افزایش امنیت اجماع وجود دارد. درواقع روی اینکه چه اتفاقی خوب است که بیفتد اتفاق نظر وجود دارد.

بنابراین هدف یا ارزش مشخص و برای اینکه چگونه این هدف برآورده شود، گزینه‌های متعددی مطرح می‌شوند. افراد روی این گزینه‌ها شرط‌بندی می‌کنند. درواقع اگر برای مثال دو گزینه داشته باشیم، دو بازار شرطی آینده به‌وجود می‌آید. در صورت برنده شدن افرادی که شرط را درست پیش‌بینی کرده‌اند، جایزه‌ها (که معمولاً از جنس پول است) میان برنده‌ها تقسیم خواهد شد. نکته‌ای که وجود دارد این است که به‌دلیل اینکه مردم علاقه به برنده شدن پول دارند، احتمالاً مطالعات زیادی برای پیش‌بینی نزدیک به درست خواهند کرد و سیاستمدارها می‌توانند از روی این پیش‌بینی‌ها که براساس دانش جمعی است، سیاستگذاری کنند.

به‌عنوان یک مثال عینی، فرض کنید مسئله زیر را قرار است بهینه کنیم:

(افزایش GDP) + (کاهش نابرابری)

آحاد جامعه نسبت به این بهینه‌سازی توافق‌نظر دارند. به‌عبارت دیگر، اینکه GDP افزایش پیدا کند و نابرابری در جامعه کاهش یابد، به‌عنوان یک ارزش در جامعه مورد قبول اکثریت رأی‌دهندگان است. حال برای اینکه این بهینه‌سازی انجام شود، سه نفر سه راهکار مختلف ارائه می‌دهند. رأی‌گیری از این سه گزینه انجام خواهد شد. درواقع مردم بر روی این مسئله شرط‌بندی می‌کنند. برای مثال شرط‌بندی روی اینکه اگر گزینه «الف» انجام شود، افزایش GDP منهای نابرابری عدد X می‌شود. درنهایت، برندگان این بازار کسانی هستند که نزدیک‌ترین جواب به پیش‌بینی صحیح را داده‌اند. جایزه این بازار شرطی هم معمولاً پول است.

نکته این سیستم این است که پیاده‌سازی آن با زنجیره بلوکی به‌دلایل زیر امکانپذیر است:

- بازار پیش‌بینی‌کننده باید برمبنای بلاک‌چین باشد و کسی صاحب این بازار نباشد. بنابراین کسی نتواند پول‌هایی که برای رأی‌ها سپرده شده است را تصاحب کند و یا تقلبی صورت بگیرد.
- بازار پیش‌بینی باید کاملاً شفاف باشد. همه باید آرا همدیگر را بدانند (البته در سیستم بلاک‌چین،

هویت افراد در صورتی که نخواهند فاش نمی‌شود؛ اما آیدی آنها قابل خوانش است) و همه تراکنش‌ها و رأی‌ها در بلاک‌چین به‌صورت کامل ثبت و ضبط شده باشد.

- برای اینکه بدانیم برنده بازی چه کسانی هستند، نیاز است تا نتیجه رأی‌گیری و عملکرد گزینه انتخاب شده بر روی بلاک‌چین ثبت شده باشد و قابل پیگیری باشد.

۴-۳. نمونه اجرایی: مورد دمکراسی الکترونیکی مبتنی‌بر بلاک‌چین در استونی

یکی از پروژه‌های وزارت ارتباطات کشور استونی، پروژه‌ای است به نام e-estoni یا استونی الکترونیکی؛ که راهکارهای مختلف دولتی و شهروندی را تحت فناوری اطلاعات پیاده‌سازی می‌کنند.[۱] یکی از راهکارهایی که برای بهبود خدمات دولتی ارائه می‌شود، راهکار i-Vote یا رأی‌گیری برمبنای اینترنت است.

در یک پروژه آزمایشی در شهر تالین، درباره توریست محلی در شهرداری تالین رأی‌گیری انجام شد. مراحل انجام این رأی‌گیری به‌شرح زیر بود:

- **مرحله اول: معرفی و ارائه مسئله**

در مرحله اول مسئله‌ای که قرار بود به رأی‌گیری گذاشته شود مورد بررسی قرار گرفت و توسط رسانه‌های اجتماعی و محلی به سمع و نظر مردم رسانده شد. مسئله این بود:

«شهرداری شهر تالین با استفاده از کدام دو راهکار تمرکز بر آثار باستانی یا مرکز بر اقامتگاه‌های تفریحی می‌تواند بین ۳۰۰ تا ۵۰۰ هزار یورو در ماه درآمد گردشگری ایجاد کند؟»

- **مرحله دوم: معرفی نرم‌افزار و تعریف توکن**

در مرحله دوم نرم‌افزار مورد نیاز برای رأی‌دهی به مردم معرفی شد. وب‌سایتی طراحی شد که شامل چند بخش بود؛ یکی از این بخش‌ها کیف پول الکترونیکی برمبنای بلاک‌چین بود. این نرم‌افزار به‌صورت یک کیف پول دیجیتالی بود که توکن‌های رأی در آن ذخیره شده‌اند. توکن‌هایی که در این رأی‌گیری تعریف شده بود، Vote نام داشت. هر یک از این توکن‌ها ۰/۵ یورو قیمت داشت.

روش رأی‌گیری در این پروژه به‌صورت مربعی بود. بنابراین، کاربران برای انجام رأی باید تعدادی حق رأی خریداری می‌کردند. به میزان کل توکن‌های صادر شده، یورو در بانک شهر تالین به‌عنوان پشتیبان ذخیره شده بود. این حساب در بلاک‌چین کل سیستم الکترونیکی دمکراسی ثبت و ذخیره‌سازی شده بود. بنابراین شرکت‌کنندگان از اینکه پول به حساب آنها (در صورت درست رأی دادن) برگردد مطمئن بودند.

- **مرحله سوم: ساخت پایگاه داده شهرداری برمبنای بلاک‌چین**

جهت پیگیری و شفافیت نتایج انتخابات، شهرداری تالین در یک پایگاه داده بر روی بلاک‌چین کلی

---

۱. برای اطلاعات بیشتر مراجعه شود به https://e-estonia.com/

سیستم رأی‌گیری، حساب درآمدهای ناشی از گردشگری آثار باستانی و اقامتگاه‌های تفریگاهی را ثبت کرد. تمامی تراکنش‌ها و درآمدها در این بلاک‌چین ثبت و ذخیره‌سازی می‌شد و به‌صورت عمومی توسط همه مردم قابل مشاهده بود. این اطلاعات به‌دلیل اینکه بر روی بلاک‌چین ذخیره‌سازی شده بود، کاملاً شفاف و امن بوده و نتایج آن قابل اطمینان بود.

- **مرحله سوم: ساخت قرارداد هوشمند**

تمامی بده‌بستان‌ها و تراکنش‌هایی که در سیستم رأی‌گیری الکترونیکی مبتنی‌بر بلاک‌چین در این پروژه انجام می‌شود، برمبنای قرارداد هوشمند تعریف‌شده بود. به این‌صورت که تمامی قواعدی که در این رأی‌گیری وجود داشت، به‌صورت قرارداد هوشمند در بلاک‌چین ذخیره‌سازی می‌شد و توکن‌های رأی هم در همین قرارداد هوشمند خرج می‌شد.

این قرارداد هوشمند به پایگاه داده مبتنی‌بر بلاک‌چینی که برای شهرداری ایجاد شده بود متصل می‌شود و در هایت هر اتفاقی که در نتایج بعد از انتخابات رخ می‌داد، این توکن‌ها بین برندگان و پیش‌بینی‌کنندگان تقسیم می‌شد. درنهایت، برنده‌شدگان توکن‌های دریافتی خود را با ارز واقعی که در بانک سپرده شده بود می‌توانستند معاوضه کنند. نمونه‌ای از دستورهای این قرارداد هوشمند به‌شرح زیر است:

- اگر کاربر X میزان N توکن برای گزینه تمرکز بر آثار باستانی هزینه کرد، در صورتی که درآمد گردشگری ناشی از آثار باستانی ۱۰۰ هزار یورو در ماه بود، کاربر X میزان N توکن از کیف پولش کم می‌شود.
- اگر کاربر Y میزان M توکن برای گزینه تمرکز بر اقامتگاه‌های تفریحی هزینه کرد، در صورتی که درآمد گردشگری حاصل از اقامتگاه‌های تفریحی بین ۳۰۰ تا ۵۰۰ هزار یورو بود، کاربر Y میزان M توکن به کیف پولش اضافه می‌شود.

درنهایت این رأی‌گیری در میان ۳۹۰ نفر در دانشگاه تالین انجام شد. بعد از ۶ ماه نتایج درآمدهای شهرداری ارزیابی شد و توکن‌ها میان برندگان و بازندگان توزیع شد. شایان ذکر است که یک فروم اینترنتی غیرمتمرکز در تمام فرایند رأی‌گیری وجود داشت و رأی‌دهندگان می‌توانستند نظرات خود را باهم به اشتراک بگذارند و بحث و تبادل نظر کنند.

۵-۳. نمونه اجرایی: پلتفرم دمکراسی الکترونیکی آگورا (Agora)

آگورا پلتفرم دمکراسی الکترونیکی مبتنی‌بر بلاک‌چینی است که در سال ۲۰۱۵ با هدف کمک به دولت‌ها و نهادها در سوئیس شکل گرفت. آگورا به دنبال ارائه یک سیستم شفاف و امن برای دمکراسی به‌عنوان یک نوع حقوق بشری است. این پروژه در دانشگاه EPFL سوئیس شروع و در آزمایشگاه سیستم‌های غیرمتمرکز DEDIS این دانشگاه توسعه پیدا کرد.

رأی‌گیری در پلتفرم آنلاین آگورا با یک فرایند روشمند و قابل شخصی‌سازی انجام می‌شود. این

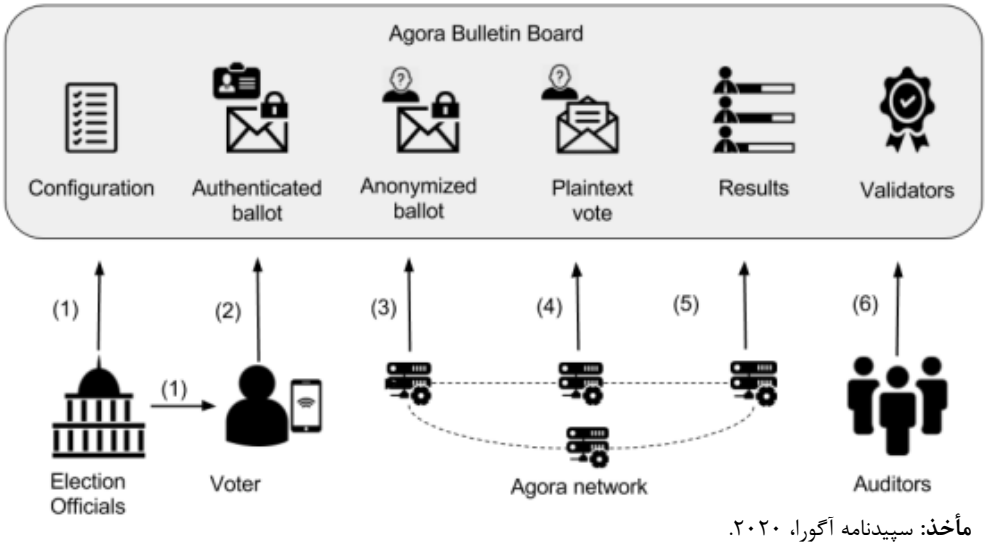
فرایند تضمین می‌کند که پیش‌زمینه‌های یک رأی‌گیری سالم مانند تأییدپذیری نظیربه‌نظیر[1] (هر فرد بتواند فرد دیگر را تأیید کند)، حریم خصوصی، غیرمتمرکز بودن و مقیاس‌پذیری را داراست.

فرایند کلی رأی‌گیری در آگورا در۶ مرحله انجام می‌شود؛ که این ۶ مرحله به‌صورت رمزنگاری‌شده و قابل اثبات انجام می‌شود و خیال رأی‌دهندگان و عموم را از سالم بودن رأی‌گیری راحت می‌کند. این ۶ مرحله شامل مراحل زیر می‌شود:

قبل از انجام انتخابات، نهاد مسئول (یا دولت) باید فایل تنظیمات انتخابات را که شامل پارامترهای انتخاباتی است، تنظیم و آماده‌سازی کند. این فایل شامل لیست مسئولان انتخابات (که به‌صورت آیدی رمزنگاری‌شده هستند)، نوع رأی‌گیری، زمان شروع و پایان رأی‌گیری، مشخصات رأی‌دهندگان، لیست گزینه‌ها و کاندیدها و سایر پارامترها می‌شود.

زمانی که این فایل آماده شد، با سیستم‌های رمزنگاری کدگذاری می‌شود و توسط مسئولان اجرا به‌صورت دیجیتالی امضا می‌شود. بعد از امضا این فایل در بلاک‌چین پلتفرم آگورا ذخیره‌سازی می‌شود. زمانی که در بلاک‌چین ذخیره‌سازی انجام شد، فایل تنظیمات به‌صورت عمومی برای همگان قابل بررسی و مشاهده است. اگر این فایل تنظیمات توسط عموم و باقی ذی‌نفعان قابل قبول باشد، سیستم آماده رأی‌گیری می‌شود.

شکل ۷. فرایند ۶ مرحله‌ای رأی‌گیری در پلتفرم دمکراسی الکترونیکی مبتنی‌بر بلاک‌چین آگورا



مأخذ: سپیدنامه آگورا، ۲۰۲۰.

1. End-to-End Verifiability

مرحله دوم رأی‌گیری است. در این مرحله، کسانی که واجد شرایط رأی‌گیری هستند می‌توانند رأی خود را بدهند. این رأی توسط نرم‌افزارهایی که در آگورا وجود دارد، در پلتفرم وب و اپلیکیشن موبایلی قابل انجام است. این رأی‌ها در بلاک‌چین آگورا می‌نشیند و در آنجا ذخیره‌سازی می‌شود. پلتفرم آگورا همچنین به دستگاه‌ها و ماشین‌های سنتی رأی‌گیری هم متصل می‌شود و رأی‌دهندگان سنتی از آن طریق نیز می‌توانند رأی بدهند.

در مرحله بعدی تمام رأی‌ها با تکنیک‌های رمزنگاری بلاک‌چین مخفی‌سازی می‌شود و در مرحله بعدی این رمزها باز می‌شود. بعد از اینکه رمز رأی‌ها باز می‌شود، نتایج رأی‌ها قابل شمارش است و می‌تواند عمومی‌سازی شود.

مرحله آخر که مهم‌ترین مرحله این فرایند است، ممیزی است. پلتفرم دمکراسی الکترونیکی آگورا اجازه می‌دهد صندوق و نتایج آرا مورد ارزیابی و ممیزی قرار گیرد. در شبکه بلاک‌چین آگورا نهادها و کاربران هرکدام می‌توانند به‌عنوان ممیز عمل کنند. درواقع مسئولان دولت، خود رأی‌دهندگان یا هر نهاد درگیر رأی‌گیری می‌تواند نقش ممیز را بازی کند. این ممیزها مسائل زیر را بررسی می‌کنند:

- بررسی و تأیید فایل تنظیمات رأی‌گیری از نظر صحت.
- بررسی و تأیید اینکه رأی ارسال شده مرتبط با رأی‌دهنده تأیید شده است و تقلبی صورت نگرفته است.
- بررسی اینکه رأی‌ها و رأی‌دهنده‌ها به‌صورت کامل رمزنگاری‌شده هستند.
- بررسی اینکه رأی‌ها درست شمرده شوند و تقلبی صورت نگیرد.

سؤالی که اینجا مطرح است، انگیزه این ممیزان چیست؟ در اینجا، سیستم آگورا جایزه‌ای مانند استخراج بیت‌کوین تعریف کرده است. درواقع توکنی در این سیستم تعریف می‌شود به نام VOTE. این توکن توسط دولت تأمین می‌شود و پول مورد نیاز آن توسط دولت سپرده می‌شود. این توکن‌ها در اختیار پلتفرم آگورا قرار می‌گیرد و ممیزها در ازای ممیزی که انجام می‌دهند طبق قانونی از طریق این پلتفرم کارمزد خود را دریافت می‌کنند.

۴. زنجیره بلوکی و شناخت‌سالاری الکترونیکی

سیستم شناخت‌سالاری الکترونیکی مانند سایر سیستم‌های دمکراسی الکترونیکی، دارای یک سیستم مرکزی و مرکز شکست است و می‌تواند برای رفع محدودیت‌های خود از زنجیره بلوکی استفاده کند. مدل مفهومی برای استفاده از زنجیره بلوکی در شناخت‌سالاری الکترونیکی ایجاد شده است که منجر به افزایش مشارکت، تضمین امنیت و ایجاد یک مدل تکمیلی‌تر برای دمکراسی می‌شود.

این مدل پیشنهادی در شکل ۸ نشان داده شده است. این مدل همان مدل شناخت‌سالاری الکترونیکی است و از زنجیره بلوکی و قراردادهای هوشمند برای بهتر شدن مدل استفاده شده است. مدل پیشنهادی شامل ۵ بلوک و ۱۸ مرحله است.

بلوک ۱: تدوین مسئله و بودجه

بلوک اول سازمان یا نهاد می‌خواهد درباره یک مسئله تصمیم‌گیری کند. مسئله طبق روش شناخت‌سالاری الکترونیکی به رأی‌دهندگان ارائه و تنظیم می‌شود. به این ترتیب در رسانه‌ها و یا به‌صورت حضوری این مسئله برای عموم تشریح می‌شود. همچنین بودجه‌ای مالی برای حمایت از رأی‌گیری تخصیص داده می‌شود و درجایی به‌صورت امن سپرده می‌شود. این بودجه به‌عنوان پشتوانه‌ای برای توکن‌هایی که در روش تعریف می‌شود قرار خواهد گرفت.

بلوک ۲: مدل‌سازی و مشخص شدن معیارها

در بلوک ۲ مسئله مدل‌سازی می‌شود (به روش AHP) و شاخص رفاه اجتماعی (یا ارزش مورد توافق همه) طبق روش فوتارکی مشخص می‌شود. این شاخص باید به‌صورت کمی و قابل اندازه‌گیری باشد. برای مثال افزایش تولید ناخالص ملی به یک درصدی یا افزایش شاخص جهانی آموزش می‌تواند از این دست شاخص‌های عملیاتی باشند. درواقع این شاخص‌ها، همان ارزش‌هایی هستند که همه بر روی آنها توافق دارند و گزینه‌های مطرح در رأی‌گیری صرفاً ابزارهایی برای رسیدن به آنها هستند. همچنین توکن‌هایی با پشتوانه بودجه مشخص جهت افزایش مشارکت تعریف خواهد شد.

این توکن‌ها ۲ ویژگی دارند:

۱. کسانی که بتوانند رأی صحیح را پیش‌بینی کنند، برنده خواهند بود و این توکن‌ها میان برندگان توزیع می‌شود؛ بنابراین انگیزه مالی برای مشارکت وجود دارد.

۲. مهم‌تر از انگیزه مالی، افراد برای اینکه برنده باشند میل به مطالعه و تصمیم‌گیری درست خواهند داشت. بنابراین، رأی‌دهندگان سعی می‌کنند گزینه درست را به‌جای گزینه مورد علاقه انتخاب کنند. این مسئله منجر به افزایش کیفیت رأی‌گیری، افزایش مشارکت و همچنین اجماع رأی‌دهندگان بر روی راه‌حل مسئله خواهد شد. بنابراین این توکن‌ها می‌توانند ابزاری برای جلوگیری از شکست اطلاعاتی و همچنین محدودیت مشارکت در کاگنوکراسی الکترونیکی باشند.

نکته‌ای که در اینجا باید مورد توجه قرار بگیرد این است چون این توکن‌ها باید به‌صورت شفاف تعریف و میان برندگان پخش شود، اطلاعات این شاخص‌ها و رأی‌ها در بستر بلاک‌چین خواهد بود.

بلوک ۳: حل مسئله

بلوک سوم برای حل مسئله از طریق رأی‌گیری است. در اینجا رأی‌گیری الکترونیکی و در بستر بلاک‌چین خواهد بود. همچنین بحث و تبادل نظر الکترونیکی میان شهروندان نیز در بستر شبکه‌های اجتماعی یا فروم‌های بلاک‌چینی خواهد بود. به این ترتیب، سرور مرکزی وجود ندارد و امکان تقلب و حذف اطلاعات

در بلاک‌چین از بین می‌رود. این راه‌حل، محدودیت مرکزیت اطلاعات در شناخت‌سالاری الکترونیکی را حل می‌کند.

بلوک ۴ و ۵: استخراج دانش و ارزیابی و مستندسازی

بلوک چهارم و پنجم همانند روش شناخت‌سالاری الکترونیکی خواهد بود. نکته آخر اینکه رأی‌گیری و دمکراسی در این بلوک به پایان نمی‌رسد. از آنجایی که افراد شاخص رفاه را پیش‌بینی کرده‌اند، باید منتظر نتیجه آن هم باشند. بنابراین در طول مدت زمانی، نتایج مشخص می‌شود و اگر شاخص مورد نظر محقق شود، کسانی که به گزینه منجر به تحقق شاخص رأی دادند برنده توکن خواهند بود. نکته حائز اهمیت این است که تمامی قواعد این روش در بستر قرارداد هوشمند بلاک‌چینی نوشته خواهد شد و قواعد به‌صورت اتوماتیک اجرا می‌شوند.

تمامی این فرایند رأی‌گیری در بلاک‌چین و قرارداد هوشمند موجود در شناخت‌سالاری الکترونیکی ذخیره‌سازی می‌شود و برای عموم از ابتدا تا انتها قابل مشاهده خواهد بود.

نتیجه‌گیری و توصیه‌های سیاستی

سیستم‌های جدید الکترونیکی که برای دمکراسی مورد استفاده قرار می‌گیرند، علارغم اینکه بسیار مفید هستند، باید مورد ارزیابی قرار بگیرند. شناخت‌سالاری الکترونیکی به‌عنوان یکی از جدیدترین ابزارهای دمکراسی الکترونیکی هم از این قضیه مستثنا نیست. مدل سه‌گانه اثربخشی، حدکفایت و کارایی (EF3)، مدلی توسعه یافته برای ارزیابی شناخت‌سالاری الکترونیکی در ابعاد مختلف است.

دو مورد از بزرگ‌ترین دغدغه‌های هر نوع سیستم دمکراتیک ازجمله دمکراسی‌های الکترونیکی، امنیت سیستم و میزان مشارکت مردم در آن انتخابات است. درواقع این دو متغیر می‌تواند ارزیابی کلی سیستم دمکراسی الکترونیکی و شناخت‌سالاری الکترونیکی و اثربخشی آن را کاهش بدهد. فناوری زنجیره بلوکی و قراردادهای هوشمند با استفاده از پتانسیل‌های خود، به رفع این مشکل پرداختند. مدل‌های دمکراسی مبتنی‌بر الکترونیکی توسعه داده شده، علاوه‌بر داشتن امنیت فوق‌العاده، با نگاه اقتصاد مبتنی‌بر توکن، می‌توانند سطح مشارکت در شناخت‌سالاری الکترونیکی را افزایش بدهند.

با توجه به مطالعات انجام شده، چند پیشنهاد سیاستی در این باره مهم به‌نظر می‌رسد:

- با توجه به جدید بودن روش شناخت‌سالاری الکترونیکی، برای تحقیق و توسعه بیشتر و درک روش، پیشنهاد می‌شود این روش در پایلوت‌های کوچک مانند رأی‌گیری در کمیسیون‌ها و انجمن‌های تخصصی مورد استفاده قرار بگیرد. همچنین اثربخشی این روش با استفاده از روش توسعه داده شده، مورد ارزیابی قرار گرفته و نتیجه آن گزارش شود.

- با توجه به پتانسیل‌های زنجیره بلوکی برای دمکراسی الکترونیکی و شناخت‌سالاری الکترونیکی، پیشنهاد می‌شود در باب قانونگذاری و مغایرت‌های قانونی این فناوری با قوانین بالادستی و پایین‌دستی کشور پژوهش انجام گیرد.
- پیشنهاد می‌شود از روش ترکیبی شناخت‌سالاری الکترونیکی و زنجیره بلوکی، در حل یکی از مسائل سطح کمیسیونی مجلس جمهوری اسلامی ایران استفاده شود و نتیجه آن به‌صورت عمومی برای مردم گزارش شود.

شکل ۸. روش پیشنهادی ترکیبی شناخت‌سالاری الکترونیکی و زنجیره بلوکی

منابع و مآخذ

۱. رجبی، ابولقاسم و روحا...، فریور. آشنایی با فناوری راهبردی زنجیره بلوکی و کاربردهای آن، مرکز پژوهش‌های مجلس، ۱۳۹۶.

2. Delone, W.H. and MacLean, E.R. (1992). Information systems success: The quest for the dependent variable. Information Systems Research 3(1).
3. Jentzsch, C. (2016). Decentralized autonomous organization to automate governance. White paper, November.
4. Moreno-Jiménez, J.M., Pérez-Espés, C. and Wimmer, M.A. (2013). The Effectiveness of e-Governance Experiences in the Knowledge Society. In: W. Castelnovo, E. Ferrari (Eds.). ECEG 2013 - 13th European Conference on eGovernment, Academic Conferences and Publishing International Ltd. 2013.
5. Moreno-Jiménez, J.M., Pérez-Espés. C. and Rivera, P. (2013). EF3-Evaluation of the eCognocracy: Effectiveness, Efficacy and Efficiency under the perspective of structural models. WSKS 2012 Proceedings, Rome, 20-22 June.
6. Nofer, M., Gomber, P., Hinz, O., & Schiereck, D. (2017). Blockchain. Business & Information Systems Engineering, 59(3).
7. OECD (2003). Science, Technology and Industry Scoreboard 2003. Pages : 200 ISBN : 9789264103665 (PDF) ; 9789264103641 (print), DOI 10.1787/sti_scoreboard- 2003-e
8. Peterson, J., & Krug, J. (2015). Augur: a decentralized, open-source platform for prediction markets. arXiv preprint arXiv:1501.01042.
9. Underwood, S. (2016). Blockchain beyond bitcoin.
10. Davis, F. D., Bagozzi, R. P., & Warshaw, P. R. (1989). User acceptance of computer technology: a comparison of two theoretical models. Management science, 35(8).
11. Agora whitepaper online retrieved from https://static1.squarespace.com/static/5b0be2f4e2ccd12e7e8a9be9/t/5b6c38550e2e725e9cad3f18/1533818/968655/Agora_Whitepaper.pdf

مرکز پژوهش‌ها
مجلس شورای اسلامی

شناسنامه گزارش	شماره مسلسل: ۱۷۰۲۷

عنوان گزارش: شناخت‌سالاری الکترونیکی (۲): ملاحظاتی پیرامون ارزیابی اثربخشی

نام دفتر: مطالعات انرژی، صنعت و معدن (گروه ارتباطات و فناوری اطلاعات)

تهیه و تدوین: امیرحسین مردانی

مدیر مطالعه: پریسا علیزاده

ناظران علمی: حسین افشین، علی‌اصغر اژدری

ویراستار تخصصی: ــــــــ

ویراستار ادبی: ــــــــ

واژه‌های کلیدی:

۱. دمکراسی الکترونیکی

۲. شناخت‌سالاری الکترونیک

۳. ارزیابی اثربخشی

تاریخ انتشار: ۱۳۹۹/۲/۱۶