



کاربرد blockchain در smart grid

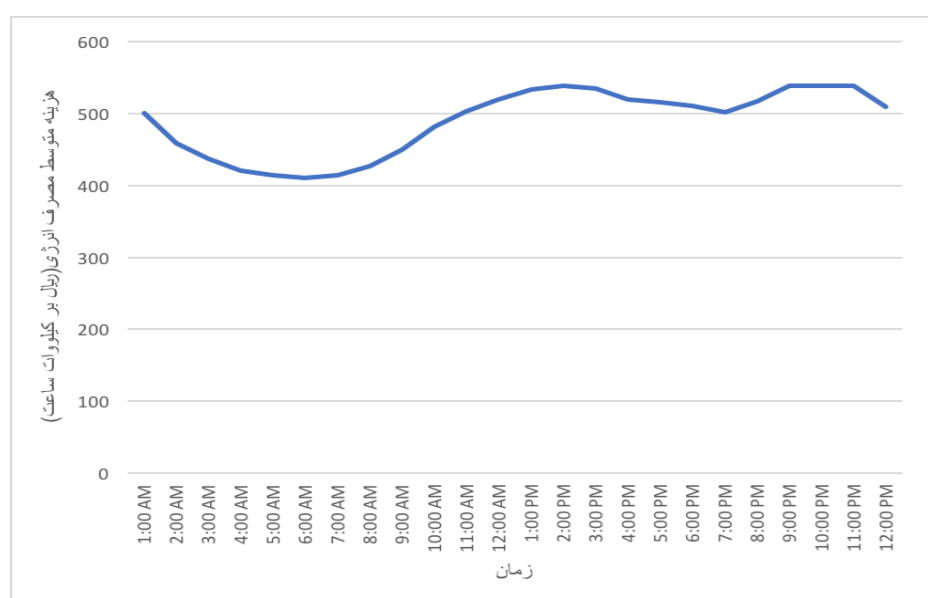
در استفاده بهتر از منابع

زهرا ابریشمی - دکتر احمد خونساری

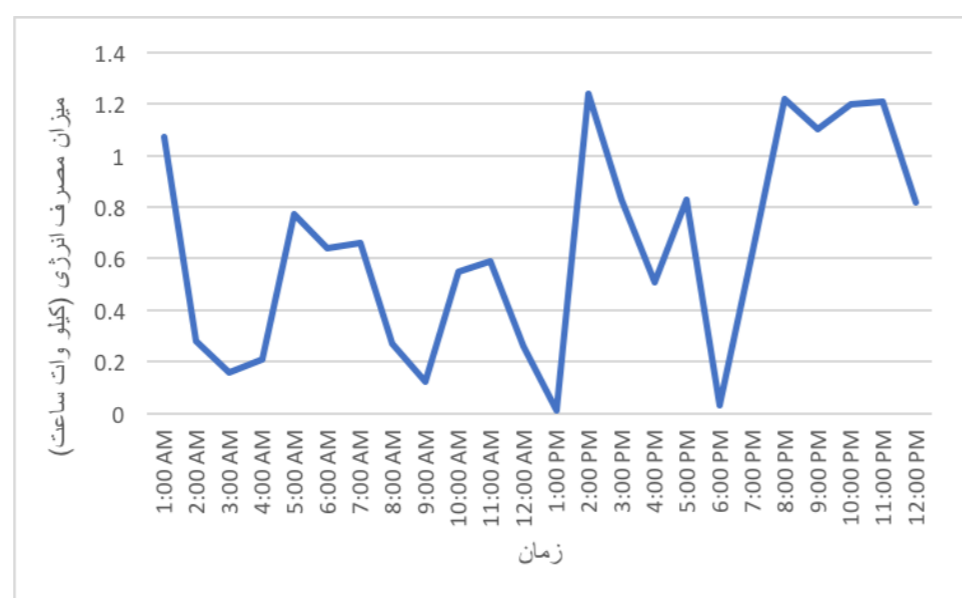
دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه تهران

نتایج

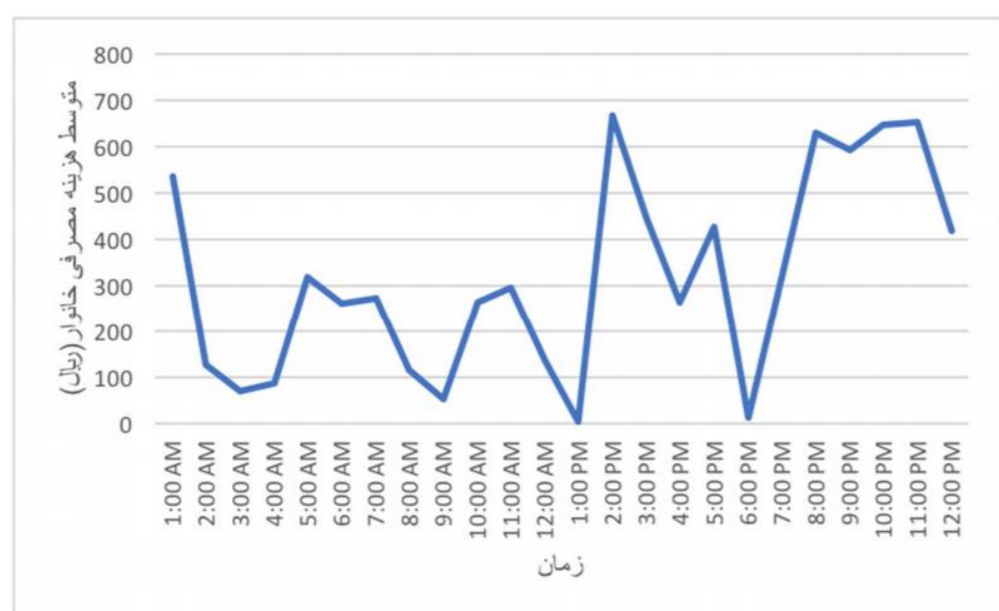
در نمودار (۱) میزان مصرف انرژی یک خانوار در ساعت های مختلف در طول یک شبانه روز، در نمودار (۲) هزینه مصرف انرژی در ساعت های مختلف در طول یک شبانه روز و در نمودار (۳) مبلغی که باید مصرف کننده به ازای مصرف ساعتی انرژی خود به تولیدکننده پرداخت کند نمایش داده شده است.



نمودار (۱) - میزان انرژی مصرفی یک خانوار در ساعات مختلف شبانه روز بر حسب کیلووات ساعت



نمودار (۲) - هزینه مصرف انرژی ساعتی بر حسب ریال بر کیلووات ساعت



نمودار (۳) - مبلغ قابل پرداخت به تولیدکننده در ازای مصرف ساعتی

سپس با توجه به مقادیر موجود در نمودار (۳)، ارسال NRGcoin در ۲۴ ساعت مختلف از تولیدکننده به مصرف کننده شبیه سازی شده و خروجی حاصل از این شبیه سازی در شکل (۲) نشان داده شده است.

```
>> docker logs dev-peer0.org2.example.com-mycc-1.0
ex02 Init
Aval = 7700.000000, Bval = 25.000000
ex02 Invoke
Aval = 7165.000000, Bval = 560.000000
ex02 Invoke
Aval = 7036.480000, Bval = 688.520000
ex02 Invoke
Aval = 6966.560000, Bval = 758.440000
ex02 Invoke
Aval = 6878.150000, Bval = 846.850000
ex02 Invoke
Aval = 6559.370000, Bval = 1165.630000
....
ex02 Invoke
Aval = 1147.880000, Bval = 6577.120000
ex02 Invoke
Aval = 495.690000, Bval = 7229.310000
ex02 Invoke
Aval = 78.310000, Bval = 7646.690000
```

شکل ۲: خروجی مقادیر اولیه NRGcoin در مصرف کننده و مقادیر آنها بعد از انجام هر تراکنش

جمع بندی

در این پروژه تاثیر blockchain در تجارت انرژی تجدیدپذیر در smart grid مورد تحقیق قرار گرفت. امکان خرید و فروش انرژی P2P را بدون نیاز به اعتماد به شخص ثالث قابل اعتماد فراهم آمد. با استفاده از تزریق انرژی بلافاصله پس از تولید در شبکه هوشمند، دیگر نیازی به انجام مناقصه یک روز جلوتر از خرید و فروش و ذخیره انرژی در باتری ها نیست. سپس Hyperledger-Fabric به عنوان بستری مناسب برای پیاده سازی انتخاب گردید. با استفاده از این بستر می توان به هر تعداد دلخواه تولیدکننده و مصرف کننده اضافه کرده و دیگر همانند قبل نیاز به مامور برق برای دیدن کنتورها نیست و سیاست های هزینه مصرف در زمان های مختلف در یک ناحیه را با توجه به شرایط آن ناحیه می توان تعیین کرد. با توجه به اینکه مصرف کننده ها در فواصل زمانی کوتاه هزینه مصرف انرژی در آن زمان را مشاهده می کنند، می توانند با توجه به آن تقاضای انرژی کرده و یا تقاضای انرژی خود را به تعویق بیندازند. و همچنین از آنجایی که تولیدکننده ها در صورتی که به میزان تقاضای موجود انرژی تولید کنند پاداش بیشتری دریافت می کنند، سعی می کنند تا در زمان های کم مصرف به میزان کمتری انرژی تولید کرده و در زمان های اوج مصرف نیز سعی می کنند تولیدات خود را بیشتر کنند. که در نتیجه باعث بهینه سازی استفاده از منابع می شود.

مراجع

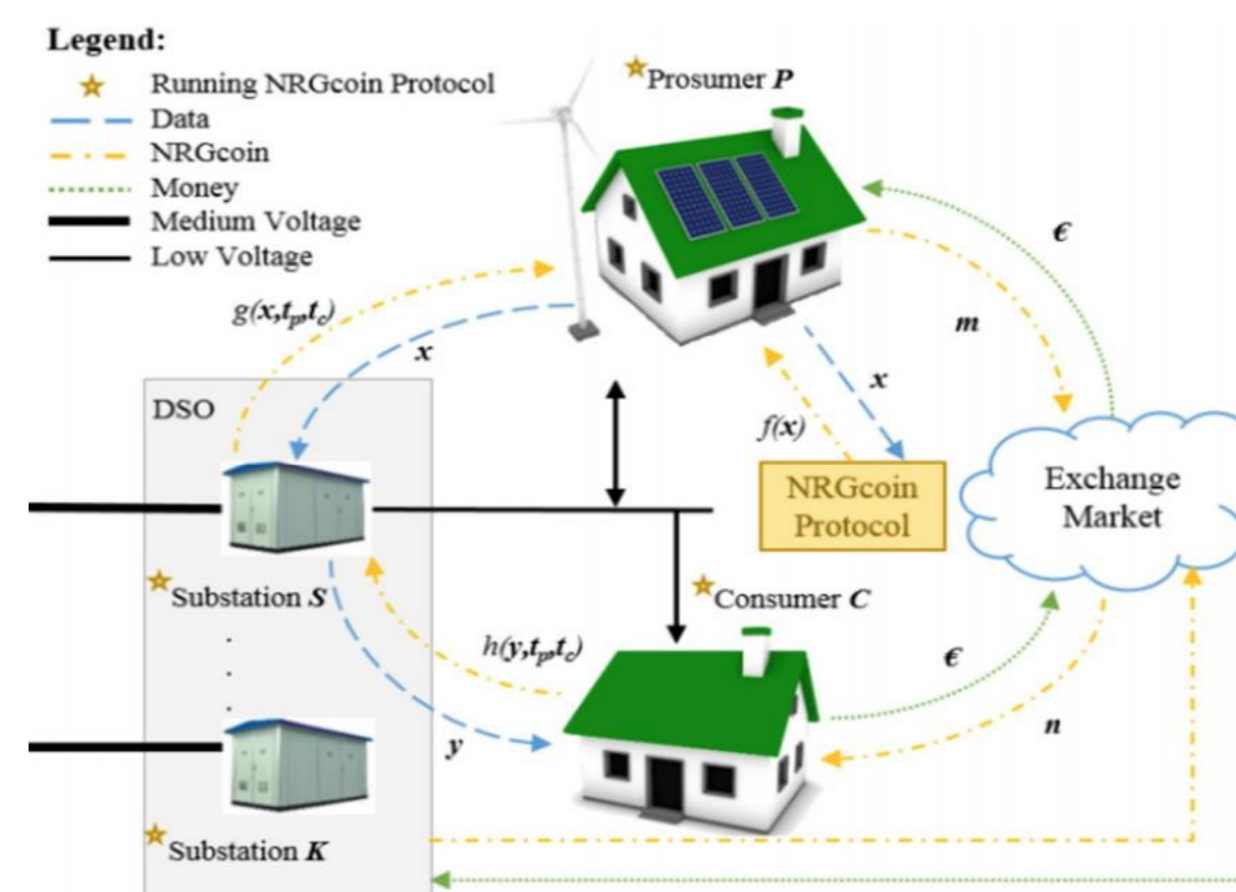
- M. Mihaylov, S. Jurado, et al., "Nrgcoin: Virtual currency for trading of renewable energy in smart grids," in *IEEE EEM*, pp. 1-6, 2014.
- Hyperledger-fabric.readthedocs.io. (2018). *A Blockchain Platform for the Enterprise - hyperledger-fabricdocs master documentation*. [online] Available at: <https://hyperledger-fabric.readthedocs.io/en/release-1.2/> [Accessed 1 Sep. 2018]

مقدمه

تجارت انرژی تجدیدپذیر در شبکه هوشمند تاکنون به صورتی بوده است که تولیدکننده ها و مصرف کننده ها در یک مناقصه دو طرفه شرکت کرده و برای روز بعد به منظور تجارت انرژی بین خود تصمیم گیری می کرده اند. از مشکلات این شیوه تجارت آن است که مزایده یک روز جلوتر نیازمند وابستگی بسیار زیاد به پیش بینی میزان تولید و تقاضای آینده دارد. در این تحقیق روشی پیشنهاد می شود که با به کار گیری blockchain در شبکه هوشمند، تولیدکننده ها می توانند بلافاصله پس از تولید انرژی آن را داخل شبکه تزریق کنند و همچنین مصرف کننده ها می توانند در فواصل کوتاه، اطلاعات مربوط به هزینه مصرف را دریافت کرده و با توجه به آن برای مصرف انرژی خود تصمیم گیری کنند. از دیگر فواید آن حذف شخص ثالث قابل اعتماد بین تولیدکننده و مصرف کننده است. در این تحقیق سیاست هایی ارائه شده است که باعث استفاده بهتر از منابع می شود. این پروژه بیشتر تحقیقاتی بوده است.

مدل تجارت انرژی تجدیدپذیر در شبکه هوشمند با استفاده از NRGcoin

NRGcoin یک پول نامتمرکز دیجیتالی است. در این بخش همانطور که در شکل (۱) نشان داده شده است، انرژی محلی تولید شده توسط تولید کننده داخل شبکه وارد شده و درآمد حاصل از آن را در فرم NRGcoin دریافت می کند. به طور مشابه، مصرف کننده ها به اپراتور سیستم توزیع برق، NRGcoin پرداخت می کنند.



شکل ۱: تجارت انرژی تجدیدپذیر با استفاده از NRGcoin [1]

اپراتور سیستم توزیع برق، اطلاعات مربوط به میزان انرژی تزریقی داخل شبکه توسط تولید کننده ها و میزان انرژی منتقل شده از طریق شبکه به مصرف کنندگان را اندازه گیری می کند.

رابطه (۱) نمایانگر رابطه ای است که تولیدکنندگان با توجه به آن تشویق می شوند. q نمایانگر حداکثر نرخی است که تولیدکننده به واسطه تولید x انرژی، زمانی که میزان تولید و تقاضا با هم برابر باشند پاداش می گیرد و این نرخ توسط DSO تعیین می گردد. رابطه (۲) نیز مشخص کننده رابطه ای است که مصرف کنندگان با توجه به مصرف میزان y انرژی باید به DSO بابتش NRGcoin پرداخت کنند. در این رابطه r حداکثر هزینه بابت مصرف به میزان y انرژی است.

$$g(x, t_p, t_c) = \frac{x \cdot q}{e^{\frac{(t_p - t_c)^2}{a}}} \quad \text{رابطه (۱): [1]}$$

$$h(y, t_p, t_c) = \frac{y \cdot r \cdot t_c}{t_p + t_c} \quad \text{رابطه (۲): [1]}$$

استفاده از Hyperledger Fabric در پیاده سازی

در این پروژه، Hyperledger Fabric به عنوان بستری مناسب برای پیاده سازی تجارت انرژی تجدیدپذیر در شبکه هوشمند به دلیل مشخصه های زیر انتخاب گردید:

- open-source است.
- ورود اعضا به داخل شبکه نیازمند احراز هویت آن ها است.
- نوعی شبکه خصوصی است.
- برخلاف بسترهایی همانند Ethereum برای انجام تراکنش ها نیاز به داشتن Ether نیست و می توان به هر تعداد دلخواه تراکنش را شبیه سازی کرد.