



Iranian Soil Science Congress
16-18 September, 2025



نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران
۲۵ تا ۲۷ شهریور ۱۴۰۴



۰۴۲۵۰-۳۲۰۳۱

مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب

Holistic and Smart Soil and Water Management

دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



کاربرد بلاکچین در مدیریت منابع آب

نگار نورمهناد

استادیار گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران. Negar.nourmahnad@pnu.ac.ir

چکیده

بحران آب در کشور ما ایران، نزدیک دو دهه است که تبدیل به مسئله‌ای مهم برای مردم و سیاستمداران کشور شده است و در چند سال اخیر یکی از موضوعاتی است که همیشه در رسانه‌ها مطرح شده است. ایران به دلیل قرارگیری در کمربند خشک و نیمه‌خشک، منابع آبی کم و نزولات جوی کمی دارد. این مسئله کمی آب با توجه به رشد جمعیت و توسعه کشاورزی، شرب و صنعت باید با مدیریت منابع آب و استفاده از روش‌های متنوع جبران شود. فناوری‌های نوظهور چون بلاک چین می‌تواند برای مدیریت کارآمد آب بسیار مؤثر واقع شود. در این پژوهش با استفاده از روش کیفی و بهره‌گیری از منابع کتابخانه‌ای و اسنادی و با کمک متون داخلی و خارجی به بررسی کاربرد های فناوری بلاک چین و در حوزه‌ی مدیریت منابع آبی پرداخته شده است. بر این اساس بلاک‌چین، به عنوان یک فناوری توانمند، می‌تواند فرآیندهای کلیدی را در سیستم‌های آب شهری بهتر و امن‌تر کند و در جهت بهبود کارایی و ایجاد شفافیت در منابع آب، نقش حیاتی ایفا کند.

واژه‌های کلیدی: بلاک چین، کمبود آب، مدیریت منابع، فناوری نوظهور

مقدمه

با توجه به شرایط اقلیمی ایران که اکثراً به صورت خشک و نیمه خشک است، گزارش وضعیت منابع آب کشور با دقت مناسب ضروری می‌باشد و اطلاعات مورد نظر با توجه به خشکسالی‌ها و افزایش مصرف آب در سالهای اخیر بایستی ارائه شود. بهره‌برداری از منابع آبهای زیرزمینی عامل اصلی در حفظ معیشت کشاورزان روستایی، دستیابی به امنیت غذایی، امنیت ملی و ثبات در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه است (Kelley et. al., 2015). در اینجا، سؤال اصلی این است که چگونه می‌توان مطالعات کمی را برای تصمیم‌گیرندگان جهت کمک به برنامه‌ریزی و مدیریت بهتر و بهبود پایداری منابع آبهای زیرزمینی فراهم کرد (Loucks, 2014). حوضه فلات مرکزی ایران، تحت اضافه برداشت شدید منابع آبهای زیرزمینی است که در آن مقادیر برداشت، بیش از سه برابر نرخ تغذیه طبیعی است. این موضوع منجر به کاهش قابل توجه منابع آبهای زیرزمینی و خشک شدن چاهها در این حوضه شده است. در این حوضه پیامدهای اجرای پروژه‌های آب بر به طرق گوناگون از جمله کاهش تولیدات کشاورزی، تغییر کاربری اراضی، رشد بیکاری، افزایش مهاجرت و تخلیه روستاها و فرونشست زمین نمایان شده است (باقری و همکاران، ۲۰۲۱). با توجه به اینکه کاهش کمیت و کیفیت گسترده منابع آبهای زیرزمینی در ایران به ویژه در حوضه فلات مرکزی عمدتاً ناشی از محرکهای انسانی است، ارزیابی و شفافیت اطلاعات برداشت و مصارف آب در این حوضه می‌تواند به مدیریت پایدار آب

کمک کند و اطلاعات مفیدی برای تصمیم گیرندگان در راستای کمک به تصمیمات مدیریتی برای بهبود پایداری منابع آبهای زیرزمینی فراهم کند.

شفافیت بر اساس جریان آزادانه اطلاعات شکل می گیرد (بولو و اسماعیل زاده مقری، ۱۳۸۳). Doorey (۲۰۱۱) و Mol (۲۰۱۵) شفافیت را افشای اطلاعات تعریف می کنند. شفافیت یکی از زمینه هایی است که به ویژه از جنبه های زیست محیطی و پایداری نیز حائز ارزش فراوان است (Mol, 2015). شفافیت فرایندی است که از طریق آن اطلاعات درباره اعمال، تصمیمات و وضعیت های موجود، دست یافتنی و قابل رویت و فهم پذیر می شود (بولو و اسماعیل زاده مقری، ۱۳۸۳). یکی از فناوری هایی که در چند سال اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته و قابلیت ردیابی و شفافیت را نیز ارائه می دهد، فناوری بلاک چین است (Yli-Huumo et. al., 2016)

با توجه به اهمیت مدیریت منابع آب در این پژوهش سعی شده است به منظور تحقق اهداف توسعه ی پایدار، فناوری های نوین چون بلاک چین و کاربرد آن را برای دستیابی به مدیریت هوشمند منابع آبی بررسی شود.

روش تحقیق

در این پژوهش با روش کتابخانه ای و اسنادی و با جستجو در متون پراستناد داخلی و خارجی به عنوان یک روش کیفی گردآوری اطلاعات انجام شد. در واقع تلاش شده است تا ابتدا به تشریح مفاهیم مرتبط با این حوزه پرداخته شود و سپس با روشن شدن اهمیت نقش مدیریت هوشمند منابع آب، کاربرد بلاکچین در این موضوع بررسی شود.

مبانی نظری

آب از نهاده های اصلی کشاورزی و رکن اساسی توسعه کشاورزی به شمار می رود. بحران آب چالشی بزرگ برای کشور ایران و تمام کشورهای جهان است. آب جایگاه ویژه ای در توسعه پایدار کشاورزی دارد و مصرف نادرست آن موجب عدم دستیابی به پایداری در توسعه کشاورزی می شود. نیاز آب کشاورزی ایران در دهه اخیر بالغ بر ۷/۵ درصد رشد داشته است. برداشت های بی رویه، حفر چاه های غیرمجاز، استقرار صنایع آب بر در مناطق خشک و کم آب، عدم نظارت کافی بر میزان برداشت های فراتر از میزان پروانه بهره برداری موجب افت سطح و کاهش کیفیت آب زیرزمینی، فرونشست زمین در تعداد روزافزونی از دشت ها و پایین آمدن محسوس آبدهی چاه ها شده است. (تورج فتحی، ۱۴۰۳). اهمیت مدیریت پایدار منابع آب همپای مدیریت توسعه است و این دولت ها هستند که می توانند و قادرند این مدیریت را منسجم، مستمر و هدف دار دنبال کنند. از یک سو برای متناسب نمودن توزیع زمانی و مکانی منابع آب با نیازها، حجم عظیمی از منابع مالی و نیروی انسانی ملل دنیا برای ایجاد بهره برداری و نگهداری از تاسیسات آب مصرف شده و از سوی دیگر این افزایش رفاه آثار و تبعات منفی بسیاری را نیز به ارمغان آورده است که در راس آن تخریب، ضایع شدن و آلودگی منابع آب و محیط زیست است که برخاسته از اقدام نسنجیده بشر برای ارتقای سطح رفاه خود می باشد (مهدی نژاد و همکاران، ۱۳۸۷).

بلاک چین با فراهم کردن شفافیت، کاهش هزینه ها، تضمین کیفیت و حمایت از تصمیم گیری های موثر، می تواند نقش کلیدی در توسعه سیستم های پایدار و کارآمد مدیریت منابع آب ایفا کند.

بررسی منابع

Tahir و همکاران، (۲۰۲۴) به بررسی امکان سنجی استفاده از فناوری بلاکچین برای مدیریت پروژه مس-طلائی Reko Diq در پاکستان پرداختند که مانند مدیریت منابع آبی با مسائل مشابهی از جمله عدم اعتماد بین ذینفعان، فساد، مشکلات پایداری، تخریب محیط زیست و یک نبرد قانونی روبرو است. این مطالعه کیفی از شش مصاحبه نیمه ساختار یافته با ذینفعان در پاکستان که از پتانسیل فناوری بلاکچین برای مدیریت پروژه Reko Diq آگاهی داشتند، استفاده کرد. مضامین کلیدی که در این مطالعه شناسایی شدند عبارتند از روابط بین ذینفعان، پایداری زیست محیطی و اقتصادی و محدودیت های زیرساختی. مدل پذیرش فناوری در این مطالعه به کار گرفته شد و یافته های این مطالعه از یک اصل مدل - سودمندی ادراک شده - پشتیبانی می کند. ابزار غربالگری بلاکچین نیز برای ارزیابی امکان سنجی پیاده سازی

بلاکچین برای پروژه Reko Diq مورد استفاده قرار گرفت. یافته‌ها نشان می‌دهد که پروژه Reko Diq یک کاندیدای ایده‌آل برای پیاده‌سازی بلاکچین جهت افزایش اعتماد، شفافیت و اعتبار پروژه است.

در مطالعه Huang و همکاران، (۲۰۲۵) یک استراتژی توسعه برای حکمرانی اکولوژیکی مبتنی بر فناوری بلاکچین پیشنهاد می‌شود. با معرفی قابلیت‌های اصلی بلاکچین مانند قراردادهای هوشمند و دفاتر کل توزیع‌شده، اتوماسیون و شفافیت اجرای زیست‌محیطی حاصل می‌شود. در همین حال، مکانیسم جبران خسارت اکولوژیکی برای تضمین توزیع عادلانه منابع و توسعه پایدار اکولوژیکی بهینه شده است. سهم این مطالعه در ارائه ایده‌ها و روش‌های جدید برای حکمرانی اکولوژیکی در استان چینگهای و سایر شهرهای مبتنی بر منابع نهفته است. با ادغام فناوری بلاکچین، نه تنها می‌توان کارایی و اثربخشی حکمرانی اکولوژیکی را افزایش داد، بلکه می‌توان تمدن اکولوژیکی و پایداری اجتماعی را نیز ارتقا دهد. این مطالعه توصیه می‌کند که ادارات و مؤسسات مربوطه سرمایه‌گذاری و حمایت از کاربرد فناوری بلاکچین در حکمرانی اکولوژیکی را افزایش دهند و تحقیق و کاربرد فناوری‌های مرتبط را ترویج دهند. همزمان، تقویت هدایت سیاست‌ها و ایجاد چارچوب قانونی برای ارائه ضمانت‌های قوی برای کاربرد بلاکچین در حکمرانی زیست‌محیطی ضروری است. علاوه بر این، همکاری و ارتباطات بین بخشی و بین منطقه‌ای افزایش یافته برای ارتقای مشترک بهبود و پیشرفت سیستم حکمرانی زیست‌محیطی مورد نیاز است. به عبارتی پیاده‌سازی گسترده‌تر و کاربرد آزمایشی این فناوری نیازمند حمایت‌های سیاستی، توسعه زیرساخت‌های فناوری و برنامه‌ریزی‌های منسجم است تا بتوان به نتایج عملیاتی و قابل‌ارزیابی در اصلاح و توسعه سیستم‌های زیست‌محیطی دست یافت.

در بررسی Monzon و Furones (۲۰۲۳) نشان داده شد فناوری بلاکچین (یا فناوری دفترکل توزیع شده) به عنوان یک ابزار توانمند می‌تواند فرآیندهای مهم در مدیریت آب شهری در اسپانیا را بهبود بخشد. این فناوری در حوزه‌هایی مانند مدیریت نگهداری جامع، مدیریت حوادث جدی، و مدیریت تامین‌کنندگان، پتانسیل بالایی برای افزایش شفافیت، ردیابی، و کاهش نیاز به واسطه‌ها دارد.

محققان در این مطالعه توسعه یک رویکرد استراتژیک خاص برای ارزیابی موارد استفاده از بلاکچین در این بخش‌ها ارائه دادند و پس از تحلیل‌های فنی، قانونی و مدیریتی، نشان دادند که در برخی فرآیندهای پشتیبانی، این فناوری می‌تواند کارایی و اثربخشی را افزایش دهد. در نتیجه، بلاکچین می‌تواند نقش مهمی در رفع چالش‌های حکومتی و عملیاتی موجود در مدیریت آب شهری در اسپانیا ایفا کند، هرچند باید با مدیریت تغییرات و مقاومت‌های سازمانی همراه باشد. بنابراین بلاکچین، به عنوان یک فناوری توانمند، می‌تواند فرآیندهای کلیدی را در سیستم‌های آب شهری بهتر و امن‌تر کند و در جهت بهبود کارایی و شفافیت، نقش حیاتی ایفا کند.

طبق پژوهش انصاری و پورمحمد (۱۴۰۴) بهره‌گیری از هوش مصنوعی، اینترنت اشیا و متاورس می‌تواند به بهبود شفافیت، افزایش کارایی سیستم‌های توزیع، کاهش هدررفت منابع و ارتقای توان تطبیقی در شرایط عدم قطعیت منجر شود. با این حال، اجرایی‌سازی این چارچوب مستلزم توسعه زیرساخت‌های ارتباطی، تدوین چارچوب‌های قانونی مناسب، تضمین امنیت و حریم خصوصی داده‌ها و ارتقای ظرفیت‌های مدیریتی و فنی در نهادهای مرتبط است.

بلاک چین

فناوری بلاک چین یا دفترکل توزیع شده که در فارسی به زنجیره بلوک نیز ترجمه شده است، پایگاه داده‌ای است که اطلاعات را به صورت تغییرناپذیر بر روی شبکه‌ای هم‌تا به هم‌تا و به شکلی امن ذخیره می‌کند. به عبارتی بلاکچین به صورت غیرمتمرکز، امن و شفاف اطلاعات را ثبت، ذخیره و مدیریت می‌کند (Nakamoto, 2008). این فناوری به واسطه ساختار زنجیره‌ای متشکل از بلوکهای متصل به هم، امکان ایجاد رکوردهای تغییرناپذیر و قابل اعتماد را فراهم می‌آورد که به صورت رمزنگاری شده و با توافق گروهی از گره‌ها نگهداری می‌شود (Crosby et al., 2016).

مبنای فناوری بلاک چین سه فناوری دیگر است که قبل از این وجود داشته‌اند اما ترکیب هوشمندانه آن‌ها بلاک چین را خلق کرده است. این سه فناوری عبارتند از:

- شبکه همتا به همتا
- رمزنگاری و امضای دیجیتال
- پلتفرم نرم‌افزاری (پروتکل بلاک‌چین)

برای درک مفهوم بلاک‌چین بایستی دفتر یا کتابی را تصور کرد که هر صفحه به صفحه قبل متصل است و به آن ارجاع می‌دهد. در این استعاره کتاب همان بلاک‌چین است و هر صفحه معادل یکی از بلوک‌های زنجیره است و هر سطر درون صفحه را می‌توان معادلی از یک تراکنش در نظر گرفت. در این دفتر کل اگر یک صفحه (بلوک) جدا شود یا پاک شود به راحتی قابل شناسایی است. مرتب کردن صفحات (بلوک‌ها) به دنبال هم و شناسایی فعالیت‌های مشکوک ساده است. در بلاک‌چین، هر بلوک بر روی آخرین بلوک ساخته می‌شود و محتوای بلوک قبلی (یا امضای آن) را به اضافه یک مقدار موقت به کار می‌برد. ساختن بلوک و افزودن آن به زنجیره بلوک‌ها فعالیت است که معمولاً گره‌های خاصی متولی آن هستند. در بلاک‌چین‌های عمومی این امر به لحاظ محاسباتی سخت است تا از نفوذ به سیستم جلوگیری شود (اسماعیلی، ۱۳۹۷).

در زمینه زنجیره تأمین، بلاک‌چین ابزاری قدرتمند برای افزایش شفافیت، ردیابی دقیق و امنیت داده‌ها به شمار می‌آید. با استفاده از بلاک‌چین، تمامی تراکنش‌ها و رویدادهای مرتبط با حرکت کالا از تأمین کننده تا مشتری نهایی به صورت غیرقابل تغییر و قابل ردیابی ذخیره می‌شوند (Kshetri, 2018) این فناوری موجب می‌شود که اطلاعات بین اعضای زنجیره به صورت لحظه‌ای به روزرسانی شده و دستکاری یا تقلب در داده‌ها به شدت دشوار شود (Saberi et al., 2019) امنیت داده‌ها یکی از چالش‌های مهم در زنجیره تأمین‌های امروزی است، چرا که داده‌ها در مسیرهای متعدد و توسط بازیگران مختلف جابجا می‌شوند. بلاک‌چین با ویژگی‌های زیر، امنیت داده‌ها را به طور قابل توجهی افزایش می‌دهد:

غیرمتمرکز بودن: حذف نقطه شکست واحد که در سیستم‌های متمرکز رایج است.

شفافیت و قابلیت ردیابی: امکان مشاهده و بررسی تمام تراکنش‌ها برای اعضای مجاز شبکه.

تغییرناپذیری داده‌ها: پس از ثبت هر بلوک، امکان تغییر داده‌های آن وجود ندارد که مانع از تقلب و دستکاری می‌شود. رمزنگاری پیشرفته: استفاده از الگوریتم‌های رمزنگاری برای حفاظت از اطلاعات و هویت کاربران.

قراردادهای هوشمند: امکان اجرای خودکار توافقات و قوانین تعریف شده بدون نیاز به واسطه، که باعث کاهش خطا و افزایش امنیت می‌شود (Zheng, et.al., 2017). مزایای به‌کارگیری بلاک‌چین در امنیت داده‌های زنجیره تأمین استفاده از بلاک‌چین در مدیریت داده‌ها و امنیت زنجیره تأمین مزایای متعددی دارد.

کاهش تقلب و جعل: اطلاعات ثبت شده در بلاک‌چین قابلیت تغییر ندارند، بنابراین سوءاستفاده و جعل اسناد به شدت کاهش می‌یابد. افزایش اعتماد بین شرکا: شفافیت و قابلیت ردیابی موجب افزایش اعتماد میان تأمین‌کنندگان، تولیدکنندگان و مشتریان می‌شود.

بهبود نظارت و تطابق با قوانین: ثبت کامل و قابل بررسی رویدادها کمک می‌کند تا شرکتها راحت‌تر با استانداردها و مقررات صنعت همسو شوند.

کاهش هزینه‌های مربوط به واسطه‌ها: حذف نیاز به واسطه‌های مرکزی در مدیریت تراکنش‌ها، هزینه‌ها و زمان انجام عملیات را کاهش می‌دهد.

افزایش پاسخگویی و کنترل: اعضای زنجیره می‌توانند به سرعت هر گونه نقص، تأخیر یا تخلف را شناسایی و واکنش نشان دهند (Kouhizadeh et al., 2021). اگرچه بلاک‌چین مزایای فراوانی دارد، اما پیاده‌سازی آن در زنجیره تأمین با چالش‌هایی همراه است که باید مورد توجه قرار گیرد.

مقیاس‌پذیری: با افزایش تعداد تراکنش‌ها، سرعت و کارایی شبکه بلاک‌چین ممکن است کاهش یابد.

مصرف انرژی: برخی از الگوریتم‌های اجماع، مانند الگوریتم اثبات کار، مصرف انرژی بالایی دارند. پیچیدگی فنی: نیاز به تخصص و زیرساخت‌های فنی پیشرفته برای پیاده‌سازی و نگهداری. مسائل حقوقی و حاکمیتی: نبود چارچوب‌های قانونی

مشخص در بسیاری از کشورها میتواند مانع گسترش بلاکچین شود. حریم خصوصی: با وجود شفافیت داده‌ها، حفاظت از حریم خصوصی کاربران و اطلاعات حساس یک چالش (Casino et al., 2019) است.

نقش بلاک چین در مدیریت منابع آب

بلاکچین یک فناوری نوظهور با قابلیت‌های قابل توجه در مدیریت داده‌ها و امنیت است و پتانسیل بالایی برای کمک به پروژه‌های مهندسی آب از خود نشان داده است. افزایش نگرانی‌های جهانی در مورد دسترسی به آب، مدیریت و کنترل آن، استفاده از فناوری‌های پیشرفته را برای بهبود عملکرد سیستم‌های آبی ضروری ساخته است (محمدی و همکاران، ۲۰۲۵).

بلاکچین می‌تواند نقش قابل توجهی در بهبود مدیریت منابع آب ایفا کند. این فناوری با ویژگی‌هایی مانند شفافیت، قابلیت ردیابی، و کاهش واسطه‌گری، امکانات متعددی را برای بهینه‌سازی فرآیندهای مدیریتی در این حوزه فراهم می‌نماید. بر اساس مطالب موجود، نقش بلاکچین در مدیریت منابع آب شامل موارد زیر است:

۱. افزایش شفافیت و قابلیت ردیابی: بلاکچین با ثبت دائمی و غیرقابل تغییر داده‌ها، امکان نظارت مستمر و شفاف بر عملیات مرتبط با منابع آب، مثل برداشت، توزیع و مصرف را فراهم می‌کند. این امر کمک می‌کند تا تمامی ذینفعان بتوانند بر روند و صحت عملکرد سیستم نظارت داشته باشند.
۲. کاهش هزینه و زمان فرآیندها: اتوماسیون فرآیندهای مرتبط با کنترل و تایید داده‌های آب، باعث کاهش نیاز به واسطه‌ها و کاهش خطاهای انسانی می‌شود. به این صورت، هزینه‌های اداری و زمانی در مدیریت آب کاهش می‌یابد.
۳. بهبود مدیریت سلامت و کیفیت منابع آب: با ثبت داده‌های مربوط به کیفیت آب و فیش‌بندی‌های مربوط، بلاکچین می‌تواند روند کنترل و تضمین کیفیت آب را تقویت کند و از بروز خطاهای انسانی یا تقلب جلوگیری نماید.
۴. ایجاد سامانه‌های خودکار و هوشمند: ترکیب بلاکچین با فناوری‌هایی نظیر اینترنت اشیا (IoT) و هوش مصنوعی، امکان توسعه سامانه‌های پیشرفته و خودکار برای پایش، تحلیل و تصمیم‌گیری در مدیریت منابع آب فراهم می‌آورد. این سامانه‌ها می‌توانند در مواقع بحرانی، مانند بحران‌های کم‌آبی، سریع‌تر واکنش نشان دهند.
۵. تسهیل مشارکت و حاکمیت مشترک: بلاکچین به تقویت فرآیندهای تصمیم‌گیری جمعی و شفاف، میان ذینفعان مختلف مانند دولت‌ها، شرکت‌های بهره‌برداري و مصرف‌کنندگان کمک می‌کند، و نظارت و کنترل بر منابع آب را بیشتر می‌کند.
۶. پیدا کردن راه‌حل‌های نوآورانه و هم‌افزایی فناوری‌ها: ترکیب بلاکچین با فناوری‌های دیگر مانند اینترنت اشیا و هوش مصنوعی، می‌تواند به ایجاد سامانه‌های یکپارچه و هوشمند برای پیش‌بینی، برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب کمک کند، که روندهای مصرف و نیازهای آینده را بهتر برآورد کند.
۷. مقابله با تقلب و فساد: یکی از چالش‌های بزرگ در مدیریت منابع آب، تقلب و فساد در بخش‌های مختلف است. بلاکچین به دلیل ویژگی‌های امنیتی و عدم‌قابلیت تغییر، می‌تواند جلوی این مسائل را بگیرد. به‌طور مثال، ثبت داده‌های مصرف یا توزیع آب در بلاکچین می‌تواند امکان دستکاری اطلاعات را از بین ببرد و شفافیت بیشتری را فراهم کند.
۸. مدیریت بحران‌ها و کمبود آب: در مواقع بحران یا کمبود آب، بلاکچین می‌تواند به تصمیم‌گیرندگان کمک کند تا به‌طور دقیق‌تری منابع آب را مدیریت کنند. سیستم‌های مبتنی بر بلاکچین می‌توانند به راحتی توزیع منابع در مناطق مختلف را پیگیری کرده و در صورت بروز مشکلات، داده‌های لازم برای تصمیم‌گیری سریع‌تر و کارآمدتر فراهم کنند.

در مجموع، بلاکچین می‌تواند با افزایش شفافیت، کاهش هزینه‌ها، بهبود مدیریت منابع و جلوگیری از فساد، نقش موثری در بهبود وضعیت مدیریت منابع آب ایفا کند.

درخواست برای استفاده از فناوری بلاک چین برای حل مشکلات توزیع، کاهش خطرات موجود و نظارت بر سیستم مدیریت آب در ادبیات مدیریت منابع آبی نسبتاً جدید است (Dogo, 2019). فناوری بلاکچین با استفاده از حسگرهای اینترنت اشیا، داده‌های استخراج آب را به ماهواره‌ها منتقل می‌کند. در نهایت تمامی این اطلاعات در زمان واقعی در دفتر کل بلاکچین هوشمند سازگار با مخاطبین ذخیره می‌شود. در نهایت پلتفرم بلاکچینی جهت استفاده تمام مصرف کنندگان آب مانند کشاورزان و سرمایه گذاران قابل دسترسی خواهد بود (Chohan, 2019) در راستای هوشمند سازی مدیریت منابع آبی، بلاک چین داده‌های مربوط به توزیع آب را ذخیره می‌کند و هوش مصنوعی به پیشبینی توزیع آب کمک می‌کند. پیاده سازی بلاک چین در سیستم مدیریت آب در جنبه های مختلف مانند نظارت بر کیفیت و کمیت آب، بهبود مدیریت منابع آبی را به دنبال دارد (Akram et. al., 2020).

نتیجه گیری

امروزه مدیریت منابع آب با چالش‌های فزاینده‌ای از جمله تغییرات اقلیمی، افزایش تقاضا، محدودیت منابع و ناکارآمدی ساختارهای مدیریتی سنتی مواجه است. از این رو، هوشمندسازی الگوهای مدیریتی و بهره‌برداری در راستای توسعه پایدار و حفظ منابع آبی بیش از پیش احساس می‌شود. فناوری های نوظهور از جمله بلاک چین در حوزه ی مدیریت منابع آب موجب توزیع عادلانه ی آب در میان همه ی افراد، کنترل هدر رفت آب، دسترسی همه ی ذینفعان به اطلاعات قابل اعتماد، تضمین تأمین آب با کیفیت بالا می شود.

منابع

- اسماعیلی رخ مهدی. تعریفی ساده از بلاک‌چین. ماهنامه علمی - آموزشی تخصصی مدیریت تدبیر. ۱۳۹۷؛ ۲۹ (۳۰۹): ۳۱-۳۳
- انصاری قوجقار، محمد و پورمحمد، پریا. (۱۴۰۴). ارائه چارچوب تلفیقی اینترنت اشیا- هوش مصنوعی- متاورس به‌منظور تغییر شیوه حکمرانی آب در ایران 2025.510982.1325.nivar.10.30467/doi: 221885
- بولو، قاسم. اسماعیل زاده مقری، علی (۱۳۸۳). نقش پاسخگویی، شفافیت و درستکاری در مبارزه با فساد. حسابدار، ۱۵۹(۱۸).
- تورج فتحی. (۱۴۰۳). مروری بر منابع، مصارف و چالش های منابع آب ایران: لزوم احیای مدیریت مبتنی بر حوضه آبریز. سرزمین‌های پارس آرین. ۳(۱): ۴۴-۲۳
- مهدی نژاد، نفیسه، مصری، فاطمه، مصری، طیبیه، و سارانی، سیمین. (۱۳۸۷). مدیریت منابع آب و راهکارهای آن. کنفرانس بین المللی بحران آب. <https://sid.ir/paper/814419/fa>
- Akram, S. V., Malik, P. K., Singh, R., Anita, G., & Tanwar, S. (2020). Adoption of blockchain technology in various realms: Opportunities and challenges. *Security and Privacy*, 3(5), 109.
- Bagheri-Gavkosh M, Hosseini S M, Ataie-Ashtiani B, Sohani Y, Ebrahimian H, Morovat F, & Ashrafi S (2021) Land subsidence: A global challenge. *Science of the Total Environment* 778:146193.
- Casino, F., Dasaklis, T. K., & Patsakis, C. (2019). A systematic literature review of blockchainbased applications: Current status, classification and open issues. *Telematics and informatics*, 36, 55-81 .
- Chohan, U. W. (2019). Blockchain and Environmental Sustainability: Case of IBM's Blockchain Water Management. *Notes on the 21st Century (CBRI)*.
- Crosby, M., Pattanayak, P., Verma, S., & Kalyanaraman, V. (2016). Blockchain technology: Beyond bitcoin. *Applied innovation*, 2(6-10), 71 .
- Dogo, E. M., Salami, A. F., Nwulu, N. I., & Aigbavboa, C. O. (2019). Blockchain and internet of thingsbased technologies for intelligent water management system. In *Artificial intelligence in IoT* (pp. 129-150). Springer, Cham.
- Doorey, D.J. (2011). The Transparent Supply Chain: from Resistance to Implementation at Nike and Levi-Strauss. *Journal of Business Ethics*, 103(4), p. 587-603.

- Furones, A. R., & Monzon, J. I. T. (2023). Blockchain applicability in the management of urban water supply and sanitation systems in Spain. *Journal of Environmental Management*, 344, 118480.
- Huang, W., Han, Y., Gu, Q., Han, X., & Gao, T. (2025). Smart blockchain-powered natural resource asset management and ecological governance countermeasures. *Heliyon*, 11(2)
- Kaufmann, D. (2002). Public and private mis governance in finance: perverse links, capture, and their empirics. *Financial sector governance: the roles of the public and private sectors*, p. 81-118.
- Kelley C P, Mohtadi S, Cane M A, Seager R, & Kushnir Y (2015) Climate change in the 645Fertile Crescent and implications of the recent Syrian drought. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 112(11):3241–3246.
- Kouhizadeh, M., Saberi, S., & Sarkis, J. (2021). Blockchain technology and the sustainable supply chain: Theoretically exploring adoption barriers. *International journal of production economics*, 231, 107831 .
- Kshetri, N. (2018). 1 Blockchain's roles in meeting key supply chain management objectives. *International journal of information management*, 39, 80-89 .
- Loucks D P (1997) Quantifying trends in system sustainability. *Hydrological Sciences Journal* 42(4):513–530
- Mohammadi, M., Abdi, Y., & Rahimian, F. P. (2025). Blockchain for water management. In *Digital Twin and Blockchain for Sensor Networks in Smart Cities* (pp. 229-242). Elsevier.
- Mol, A.P.J. (2015). Transparency and value chain sustainability. *Journal of Cleaner Production*, No. 107, p. 154-161. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.11.012>.
- Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system. Satoshi Nakamoto
- Saberi, S., Kouhizadeh, M., Sarkis, J., & Shen, L. (2019). Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management. *International Journal of Production Research*, 57(7), 2117-2135
- Tahir, I., Shahzad, K., & Ensari, M. S. (2024). Utilising blockchain technology for managing natural resources: A case study of Reko Diq copper-gold project, Pakistan. *Resources Policy*, 98, 105341.
- Yli-Huumo, J., Ko, D., Choi, S., Park, S., & Smolander, K. (2016). Where is current research on blockchain technology?—a systematic review. *PloS one*, 11(10), e0163477
- Zheng, Z., Xie, S., Dai, H., Chen, X., & Wang, H. (2017). An overview of blockchain technology: Architecture, consensus, and future trends. Paper presented at the 2017 IEEE international congress on big data (BigData congress).

The Application of Blockchain in Water Resource Management

Negar Nourmahnad

Assistant Professor, Department of Agriculture, Payame Noor University, Tehran, Iran.

Negar.nourmahnad@pnu.ac.ir

Abstract

The water crisis has emerged as a critical issue for both the public and policymakers in Iran over the past two decades, garnering consistent media attention in recent years. Due to its location in an arid and semi-arid region, Iran has limited water resources and low precipitation. This water scarcity, exacerbated by population growth and expanding agricultural, domestic, and industrial demands, must be addressed through comprehensive water resource management and the implementation of diverse compensatory strategies. Emerging technologies such as blockchain hold significant potential for enhancing water management efficiency. This qualitative study, drawing upon library-based and documentary sources as well as domestic and international literature, examines the applications of blockchain technology in water resource management. The findings indicate that blockchain, as an enabling technology, can optimize and secure key processes within urban water systems, playing a vital role in improving operational efficiency and fostering transparency in water resource management.

Keywords: Blockchain, Emerging Technology, Resource Management, Water Scarcity.