

مدنی زاده
از کجا شروع
کند؟



اوقات شرعی کیش: اذان صبح فردا: ۳:۳۱ - طلوع آفتاب: ۵:۵۰ - اذان ظهر امروز: ۵:۴۷ - غروب آفتاب: ۱۸:۴۷ - اذان مغرب: ۱۹:۵۵ - سه‌شنبه ۲۰ خرداد ۱۴۰۴، ۱۴ ذی الحجه ۱۴۴۶، ۱۰ ژوئن ۲۰۲۵، شماره ۴۷۲۹ (۲۱۱۳ دوره جدید)، ۱۲ صفحه، قیمت ۱۲۵۰۰ تومان

طراحی چارچوب زنجیره تأمین هوشمند برای صنعت حمل‌ونقل ایران
با استفاده از بلاکچین، هوش مصنوعی و قرار دادهای هوشمند

دکتر فرشید مظلومی بالایی
پژوهشگر تحول دیجیتال و متخصص فناوری اطلاعات

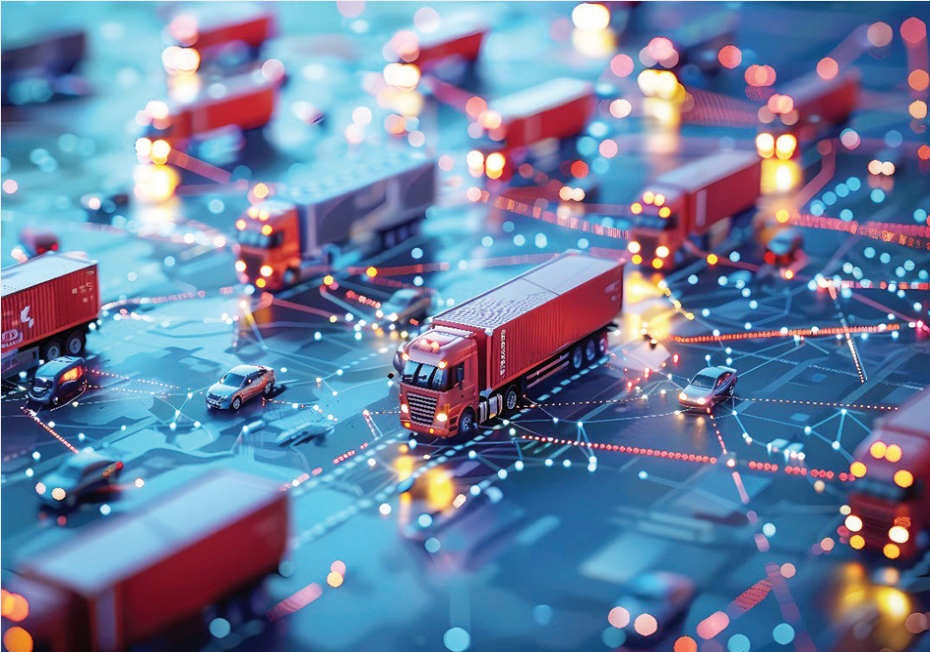
بهینه‌سازی ایجاد می‌کنند. نمونه‌هایی همچون راحل بلاکچین IBM و Maersk برای افزایش شفافیت محموله‌ها و زیرساخت حمل‌ونقل هوشمند در چین با استفاده از هوش مصنوعی برای پیش‌بینی جریان ترافیک موجود میباشد. اما پژوهش‌هایی که تلفیق این فناوری‌ها در صنعت حمل‌ونقل ایران بررسی کنند، بسیار محدود است.

۳. روش‌شناسی و معماری سیستم
این مطالعه از روش مفهومی کیفی بهره می‌گیرد. چارچوب پیشنهادی با ترکیب یافته‌های پژوهش‌های پیشین و انطباق آن با شرایط ایران تدوین شده است.

اجزای کلیدی چارچوب:

- **لایه بلاکچین:** برای ثبت غیرقابل تغییر اطلاعات بار، ترخیص گمرکی، موقعیت مکانی و غیره
- **لایه هوش مصنوعی:** برای پیش‌بینی تقاضا، بهینه‌سازی مسیر و شناسایی ریسک‌ها
- **قرار دادهای هوشمند:** برای اجرای خودکار و شرطی توافقات بین حمل‌کنندگان، شرکت‌های لجستیک و نهادهای دولتی

۱. مازول جمع‌آوری و یکپارچه‌سازی داده‌ها
 ۲. دفتر کل بلاکچین
 ۳. موتور تحلیل دادهای هوش مصنوعی
 ۴. لایه اجرای قراردادهای هوشمند
 ۵. رابط کاربری برای نظارت، پایش و تصمیم‌گیری
- این معماری قابلیت اتصال به سامانه‌های حمل‌ونقل فعلی کشور را



دارد و از API برای تبادل داده استفاده می‌کند.

۴. کاربرد چارچوب پیشنهادی در صنعت حمل‌ونقل ایران
صنعت حمل‌ونقل جاده‌ای ایران که حدود ۹۰ درصد حجم حمل‌یاد کشور را به خود اختصاص داده است، با مشکلاتی اساسی از جمله فرایندهای کاغذی و دستی، کمبود شفافیت در ردیابی بار، تأخیرهای مکرر و فساد اداری مواجه است [۲]. این چالش‌ها باعث افزایش هزینه‌ها، کاهش رضایت مشتریان و ضعف شدن جایگاه رقابتی ایران در بازارهای منطقه‌ای و جهانی شده است.

- چارچوب پیشنهادی مبتنی بر تلفیق فناوری‌های بلاکچین، هوش مصنوعی و قراردادهای هوشمند می‌تواند تحول اساسی در مدیریت زنجیره تأمین این بخش ایجاد کند. با به کارگیری چارچوب:
- **بلاکچین می‌تواند اسناد بار را غیرقابل تغییر کند:** ثبت اطلاعات بارنامه‌ها و تأییدات در دفتر کل غیرقابل تغییر
- **هوش مصنوعی می‌تواند برنام‌ریزی وسایل نقلیه و نگهداری پیش‌بینی را بهبود بخشد:** بهینه‌سازی برنامه حرکت کامیون‌ها و پیش‌بینی خرابی‌ها
- **قراردادهای هوشمند می‌توانند پرداخت عوارض، بیمه بار و تأیید تحویل را خودکار کنند:** اجرای خودکار بیمه بار، پرداخت عوارض، و تأیید تحویل

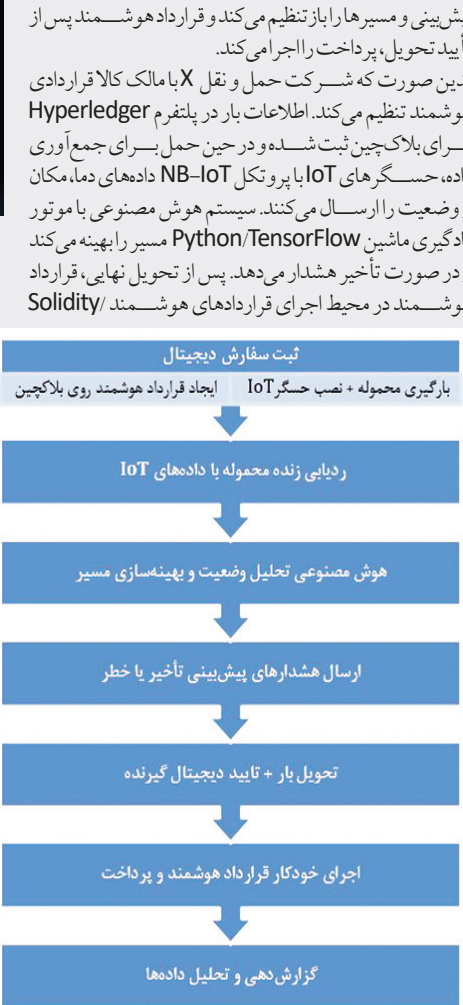
در ادامه این بخش، ابتدا نحوه عملیاتی‌سازی این چارچوب با تشریح سناریوی نمونه، ابزارهای مورد نیاز ارائه می‌شود.

۴.۱. سناریوی نمونه: مدیریت یک حمل بار بین شهری با چارچوب هوشمند

یک شرکت حمل‌ونقل جاده‌ای در تهران قصد دارد بار یک مشتری در بندرعباس را به صورت ایمن، شفاف و بهینه حمل کند. در حالت سنتی، فرآیند شامل مراحل ثبت سفارش دستی، صدور حواله کاغذی، نظارت محدود در بار، تأخیر در پرداخت‌ها و تأیید تحویل غیر شفاف است.

در صورتیکه آن شرکت حمل‌ونقل در قالب چارچوب پیشنهادی، یک قرارداد هوشمند با مالک بار امضا می‌کند، تمام تراکنش‌های

بلاکچین ثبت می‌شود، هوش مصنوعی تأخیرهای احتمالی را



Ethereum یا DAML به‌طور خودکار مبلغ را پرداخت می‌کند و رسید دیجیتال تولید می‌شود.

با اجرای چارچوب پیشنهادی:

- **ثبت سفارش و قرارداد:** سفارش حمل بار به صورت دیجیتال و ثبت و قرارداد هوشمند بر روی بستر بلاکچین ایجاد می‌شود. این قرارداد شامل شرایط پرداخت، زمان تحویل، مسئولیت‌ها و جریمه‌ها است که به صورت خودکار اجرا خواهد شد.
- **ثبت اطلاعات و ردیابی:** تمامی اطلاعات مربوط به بار (نوع، وزن، مبدأ و مقصد) در بلاکچین ذخیره می‌شود. حسگرهای IoT روی محموله نصب شده و وضعیت دما، رطوبت، و موقعیت جغرافیایی به صورت زنده به سیستم گزارش می‌شود.
- **هوش مصنوعی برای بهینه‌سازی مسیر و پیش‌بینی:** الگوریتم‌های یادگیری ماشین، شرایط ترافیک، وضعیت جاده، و زمان و مصرف سوخت را پیشنهاد می‌دهند. همچنین، احتمال تأخیر و مشکلات احتمالی در طول مسیر پیش‌بینی و هشدار داده می‌شود.
- **اجرای قرارداد هوشمند:** پس از تحویل موفق بار و تأیید زمان و متوسط گیرنده از طریق امضای دیجیتال، قرارداد هوشمند به صورت خودکار فرآیند پرداخت هزینه حمل را به حساب شرکت حمل‌ونقل و سایر ذینفعان واریز می‌کند.

• **گزارش‌دهی و تحلیل:** تمام داده‌های تراکنش‌ها، عملکرد حمل و وضعیت بار ذخیره و قابل استخراج برای تحلیل‌های مدیریتی و نظارتی است.

۴.۲. ابزارها و فناوری‌های مورد نیاز برای پیاده‌سازی
• **بلاکچین:** شبکه بلاکچین خصوصی یا مجاز (Permissioned Blockchain) مانند Hyperledger Fabric برای امنیت، سرعت و کنترل دسترسی بهتر.

- **هوش مصنوعی:** پلتفرم‌های یادگیری ماشین مانند TensorFlow، PyTorch و ابزارهای تحلیل داده برای پیش‌بینی و بهینه‌سازی.
- **قراردادهای هوشمند:** زبان‌های برنامه‌نویسی قرارداد هوشمند مانند Solidity یا Chaincode برای Hyperledger.
- **حسگرهای IoT:** دستگاه‌های GPS، حسگر دما، رطوبت و لرزش برای ردیابی محموله در زمان واقعی.
- **پلتفرم‌های ابری:** زیرساخت ابری برای ذخیره‌سازی داده‌ها و اجرای مدل‌های هوش مصنوعی به صورت مقیاس‌پذیر.
- **واسط‌های کاربری:** نرم‌افزار موبایل و وب برای دسترسی ذینفعان به اطلاعات، ثبت داده‌ها و کنترل فرآیندها.

۴.۳. فرآیند حمل بار هوشمند

- فرایند های حمل بار هوشمند شامل سه لایه اصلی به شرح ذیل می‌باشد:
- **لایه اول: بلاکچین**
- **ثبت سفارش، قراردادها و تراکنش‌ها**
- **لایه دوم: هوش مصنوعی**
- **بهینه‌سازی مسیر، پیش‌بینی تأخیر**
- **لایه سوم: قراردادهای هوشمند**

چکیده

صنعت حمل‌ونقل ایران با چالش‌های مکرری از جمله ناکارآمدی، عدم شفافیت، تأخیر در فرآیندها و محدودیت ردیابی مواجه است. این مقاله چارچوبی هوشمند برای زنجیره تأمین محدودیت ردیابی و نقل ایران ارائه می‌دهد که با تلفیق سه فناوری سه ظهور بلاکچین، هوش مصنوعی و قراردادهای هوشمند، توانمندی‌های لجستیک را بهبود می‌بخشد. روش پژوهش به صورت مفهومی - روش شناختی بوده و با استفاده از تحلیل سناریویی نشان می‌دهد چگونه این فناوری‌ها می‌توانند موانع لجستیک را برطرف کرده، امنیت داده‌ها را افزایش داده، فرآیندهای تأیید را تسهیل و خودکار کنند و در نهایت مقاومت عملیاتی را تقویت نمایند. این چارچوب راهبردی مناسبی برای سیاست‌گذاران و ذینفعان صنعت حمل‌ونقل به منظور مدرن‌سازی زیرساخت‌های لجستیک و زنجیره تأمین کشور است.

۱. مقدمه

حمل‌ونقل نقش حیاتی در توسعه اقتصادی و اتصال منطقه‌ای دارد. در ایران، بخش حمل‌ونقل شامل حمل‌ونقل جاده‌ای، ریلی، هوایی و دریایی با مشکلاتی مانند زیرساخت‌های قدیمی، سیستم‌های پراکنده و جزیره‌ای و فرایندهای غیر شفاف مواجه است. این ضعف‌ها نه تنها لجستیک داخلی را تحت تأثیر قرار می‌دهد بلکه توانایی کشور در تجارت منطقه‌ای را نیز محدود می‌کند، به ویژه در شرایط جهانی شدن و انتظارهای تجارت دیجیتال. تحول دیجیتال زنجیره تأمین، راهکاری کلیدی برای این مسائل شناخته شده است. فناوری‌هایی همچون بلاکچین، اطمینان از تغییر ناپذیری داده‌ها و اعتماد را فراهم می‌کنند، هوش مصنوعی امکان تحلیل پیش‌بینی و خودکار سازی را می‌دهد و قراردادهای هوشمند اجرای امن و شفاف توافقات را تضمین می‌کنند. با این حال، ادغام این فناوری‌ها در زنجیره تأمین حمل‌ونقل ایران هنوز توسعه نیافته است. این مقاله تلاشی است برای پر کردن این خلأ از طریق ارائه یک مدل مفهومی بومی‌سازی شده زنجیره تأمین هوشمند در صنعت حمل و نقل ایران است.

۲. مروریات

بلاکچین، شفافیت و قابلیت ردیابی را در زنجیره تأمین متحول



ساخته است (Kshetri, ۲۰۱۸).

ایمن فناوری بسیار ارائه دفتر کل غیر متمرکز معاملات، با حذف واسطه‌ها و ثبت غیر قابل تغییر تراکنش‌ها، اعتماد را بهبود می‌بخشد. هوش مصنوعی نیز در بهینه‌سازی مسیرها، نگهداری پیش‌بینانه



و پیشگیرانه و شناسایی تقلب بسیار مؤثر است (Choi et al., ۲۰۲۱).

قراردادهای هوشمند اجرای خودکار قراردادها و توافقات را بدون نیاز به نهاد ثالث ممکن می‌سازند (Christidis & Devetsikiotis, ۲۰۱۶).

مطالعات جهانی نشان می‌دهند چگونه این فناوری‌ها در لجستیک

