

به نام خدا

# چالش های قانونی قراردادهای هوشمند در بلاکچین

مؤلف:

زکيه حقدادی

انتشارات ارسطو

(سازمان چاپ و نشر ایران - ۱۴۰۴)

نسخه الکترونیکی این اثر در سایت سازمان چاپ و نشر ایران و اپلیکیشن کتاب رسان موجود می باشد

[chaponashr.ir](http://chaponashr.ir)

سرشناسه: حقدادی، زکیه، ۱۳۷۶  
عنوان و نام پدیدآور: چالش های قانونی قراردادهای هوشمند در بلاکچین / مولف  
زکیه حقدادی.  
مشخصات نشر: انتشارات ارسطو (سازمان چاپ و نشر ایران)، ۱۴۰۴.  
مشخصات ظاهری: ۱۲۶ ص.  
شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۴۵۵-۰۹۵-۸  
وضعیت فهرست نویسی: فیپا  
موضوع: بلاکچین - قراردادهای هوشمند - چالش های قانونی  
رده بندی کنگره: HV۶۲۵۹  
رده بندی دیویی: ۳۶۴/۱۱۳  
شماره کتابشناسی ملی: ۹۹۳۳۳۹۷  
اطلاعات رکورد کتابشناسی: فیپا

نام کتاب: چالش های قانونی قراردادهای هوشمند در بلاکچین  
مولف: زکیه حقدادی  
ناشر: انتشارات ارسطو (سازمان چاپ و نشر ایران)  
صفحه آرایی، تنظیم و طرح جلد: پروانه مهاجر  
تیراژ: ۱۰۰۰ جلد  
نوبت چاپ: اول - ۱۴۰۴  
چاپ: زبرجد  
قیمت: ۱۲۶۰۰۰ تومان  
فروش نسخه الکترونیکی - کتاب رسان:  
<https://chaponashr.ir/ketabresan>  
شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۴۵۵-۰۹۵-۸  
تلفن مرکز پخش: ۰۹۱۲۰۲۳۹۲۵۵  
[www.chaponashr.ir](http://www.chaponashr.ir)



## فهرست

۷	مقدمه
۹	فصل اول: قراردادهای هوشمند و بلاکچین
۱۱	تعریف قراردادهای هوشمند
۱۳	تاریخچه و تکامل فناوری بلاکچین
۱۴	نقش قراردادهای هوشمند در اقتصاد دیجیتال
۱۶	مبانی حقوقی قراردادهای هوشمند
۱۸	ماهیت حقوقی قراردادهای هوشمند
۱۹	مقایسه با قراردادهای سنتی
۲۳	چالش‌های پذیرش قانونی
۲۷	فصل دوم: اعتبار حقوقی و قابلیت اجرای قراردادهای هوشمند
۳۰	قابلیت الزام‌آوری قراردادهای هوشمند
۳۳	مسائل مربوط به حاکمیت قانون
۳۵	نمونه‌هایی از رویه‌های قضایی در سطح جهانی
۳۸	تعارض قوانین و صلاحیت قضایی
۴۱	مسئله مرزهای جغرافیایی در بلاکچین
۴۳	چالش‌های تعیین مرجع قضایی
۴۴	مقایسه قوانین در کشورهای مختلف
۴۷	فصل سوم: مسائل مربوط به شفافیت و امنیت حقوقی
۴۸	شفافیت قراردادهای هوشمند در مقایسه با قراردادهای سنتی
۵۱	خطرات کدهای معیوب یا آسیب‌پذیر
۵۳	نقش اوراکل‌ها در تأمین داده‌های معتبر

۵۶	چالش‌های مربوط به اصلاح و فسخ قراردادهای هوشمند
۵۹	امکان تغییر یا لغو قراردادهای هوشمند
۶۳	مشکلات ناشی از کد غیرقابل تغییر (Immutable)
<b>۶۷</b>	<b>فصل چهارم: مسئولیت‌های قانونی و کیفری</b>
۷۰	تعیین مسئولیت در صورت نقص فنی یا هک
۷۲	نقش برنامه‌نویسان و توسعه‌دهندگان در مسئولیت حقوقی
۷۶	مسائل مربوط به تقلب و سوءاستفاده
۷۷	حریم خصوصی و حفاظت از داده‌ها
۸۰	چالش‌های تطابق با قوانین حریم خصوصی مانند GDPR
۸۲	ناشناس بودن و مشکلات ردیابی طرفین قرارداد
۸۵	راهکارهای قانونی برای حفاظت از داده‌ها
<b>۸۹</b>	<b>فصل پنجم: مالیات و مسائل مالی قراردادهای هوشمند</b>
۹۱	پیامدهای مالیاتی قراردادهای هوشمند
۹۳	نحوه حسابداری و ثبت قراردادهای هوشمند در دفاتر مالی
۹۵	بررسی قوانین مالیاتی در حوزه رمزارزها
۹۷	تأثیر قراردادهای هوشمند بر حوزه‌های خاص حقوقی
۱۰۰	تأثیر در حقوق مالکیت فکری
۱۰۲	کاربرد در حقوق تجارت و سرمایه‌گذاری
۱۰۴	چالش‌ها در صنعت بیمه و حقوق مصرف‌کننده
<b>۱۰۷</b>	<b>فصل ششم: مقررات‌گذاری و آینده قراردادهای هوشمند</b>
۱۰۸	وضعیت مقررات‌گذاری در کشورهای مختلف
۱۰۹	نقش نهادهای بین‌المللی در تنظیم قوانین بلاکچین

۱۱۰	..... آینده قراردادهای هوشمند در نظام حقوقی جهانی
۱۱۲	..... پیشنهادات برای حل چالش‌های قانونی
۱۱۳	..... جمع‌بندی چالش‌های کلیدی
۱۱۴	..... پیشنهادات برای سیاست‌گذاران و قانون‌گذاران
۱۱۵	..... آینده قراردادهای هوشمند از دیدگاه حقوقی
۱۱۸	..... نتیجه‌گیری
۱۲۳	..... منابع



## مقدمه

قراردادهای هوشمند به عنوان یکی از نوآوری‌های مهم در فناوری بلاکچین، امکان اجرای خودکار توافقات را بدون نیاز به واسطه‌های سنتی فراهم می‌کنند. با این حال، مسائل قانونی متعددی در مورد این قراردادها وجود دارد که نیازمند بررسی دقیق هستند. یکی از چالش‌های اصلی، اعتبار حقوقی قراردادهای هوشمند در نظام‌های قضایی مختلف است. بسیاری از کشورها هنوز چارچوب قانونی مشخصی برای قراردادهای هوشمند تعیین نکرده‌اند، که این امر باعث ایجاد ابهام در قابلیت استناد آن‌ها در دعاوی حقوقی می‌شود. از سوی دیگر، مسئله‌ی صلاحیت قضایی در معاملات بین‌المللی مبتنی بر بلاکچین مطرح است. از آنجایی که بلاکچین ماهیتی غیرمتمرکز دارد، تعیین کشور یا دادگاهی که بتواند بر اختلافات ناشی از این قراردادها رسیدگی کند، پیچیده است. همچنین، چالش‌هایی در رابطه با اصلاح یا فسخ قراردادهای هوشمند وجود دارد. این قراردادها به دلیل ماهیت غیرقابل تغییر کدهایشان، امکان اصلاح یا لغو را به راحتی فراهم نمی‌کنند. در مواردی که یک قرارداد هوشمند به دلیل خطای برنامه‌نویسی یا تغییر شرایط طرفین نیاز به تغییر داشته باشد، راهکارهای حقوقی مشخصی برای آن پیش‌بینی نشده است. علاوه بر این، مسئولیت قانونی در صورت وقوع اشتباهات یا حملات سایبری، یکی دیگر از مسائل مهم است. مشخص نیست که آیا مسئولیت خسارات ناشی از اجرای قراردادهای هوشمند بر عهده توسعه‌دهندگان، کاربران یا نهادهای دیگر خواهد بود. عدم وجود مقررات شفاف در این زمینه، مشکلات بسیاری برای ذینفعان این قراردادها ایجاد کرده است. از سوی دیگر، حریم خصوصی و حفاظت از داده‌ها یکی دیگر از چالش‌های حقوقی مهم قراردادهای هوشمند محسوب می‌شود. احمدی، ف. (۱۳۹۵). بسیاری از قراردادهای هوشمند نیاز به اطلاعات شخصی دارند که ممکن است با قوانین حریم خصوصی مانند GDPR در تضاد باشد. از آنجا که اطلاعات در بلاکچین غیرقابل تغییر هستند، حذف یا اصلاح داده‌های شخصی ذخیره‌شده در یک قرارداد هوشمند دشوار خواهد بود. همچنین، اجرای مالیات بر قراردادهای هوشمند یکی دیگر از مسائل حقوقی است که هنوز چارچوب مشخصی ندارد. بسیاری از کشورها درباره نحوه ثبت و گزارش‌دهی این قراردادها در دفاتر مالیاتی خود دچار سردرگمی هستند. علاوه بر این، به دلیل عدم شفافیت مقررات، امکان فرار مالیاتی و پول‌شویی از طریق قراردادهای هوشمند افزایش می‌یابد. مسئله‌ی شفافیت و امنیت نیز چالش‌های دیگری را به وجود آورده است. بسیاری از کاربران به دلیل پیچیدگی کدهای قراردادهای هوشمند، درک دقیقی از نحوه اجرای آن‌ها ندارند، که این امر می‌تواند منجر به سوءاستفاده یا ایجاد قراردادهای ناعادلانه شود. در مواردی نیز که یک قرارداد هوشمند دارای نقص فنی باشد، تعیین

مسئولیت جبران خسارت به معضلی حقوقی تبدیل می‌شود. قراردادهای هوشمند همچنین چالش‌هایی در حوزه‌ی مالکیت فکری ایجاد می‌کنند. به عنوان مثال، در صورتی که یک قرارداد هوشمند بر اساس الگوریتمی خاص توسعه یافته باشد، حقوق مالکیت فکری آن به چه کسی تعلق دارد؟ این پرسش‌ها نیاز به تفسیرهای حقوقی جدیدی دارند که تاکنون به طور جامع بررسی نشده‌اند. مقررات‌گذاری برای قراردادهای هوشمند نیز در سطح جهانی به کندی پیش می‌رود. برخی کشورها مانند آمریکا و اتحادیه اروپا تلاش‌هایی در جهت تعیین چارچوب‌های قانونی انجام داده‌اند، اما همچنان بسیاری از کشورها در این زمینه فاقد قوانین مشخص هستند. این موضوع می‌تواند باعث ایجاد عدم قطعیت برای کسب‌وکارهایی شود که قصد استفاده از قراردادهای هوشمند را دارند. آقایی، ف. (۱۴۰۰).

یکی دیگر از چالش‌های حقوقی، ارتباط قراردادهای هوشمند با قوانین موجود است. بسیاری از قراردادهای هوشمند به گونه‌ای طراحی شده‌اند که شرایط اجرای آن‌ها در تضاد با قوانین سنتی قرار می‌گیرد. برای مثال، برخی از کشورها برای قراردادهای مالی، مقررات خاصی دارند که ممکن است با ماهیت قراردادهای هوشمند سازگار نباشد. در نتیجه، کسب‌وکارها و کاربران با خطر نقض قوانین بدون آگاهی قبلی مواجه خواهند شد. همچنین، مسئله‌ی اوراکل‌ها در قراردادهای هوشمند یکی از نقاط ضعف این فناوری از نظر حقوقی محسوب می‌شود. قراردادهای هوشمند برای اجرای خودکار نیاز به داده‌های خارجی دارند که توسط اوراکل‌ها تأمین می‌شود، اما صحت و دقت این داده‌ها همیشه تضمین شده نیست. اگر داده‌های اشتباه منجر به اجرای نادرست یک قرارداد شود، تعیین مسئولیت قانونی در چنین شرایطی بسیار دشوار خواهد بود. یکی دیگر از مشکلات قراردادهای هوشمند، چالش‌های مربوط به اجرای قوانین ضدپول‌شویی و تأمین مالی تروریسم است. به دلیل ماهیت ناشناس بودن برخی بلاکچین‌ها، اجرای چنین قوانینی بر قراردادهای هوشمند دشوار است. سازمان‌های نظارتی در تلاشند تا روش‌هایی برای کنترل این فعالیت‌ها بیابند، اما هنوز راهکار جامعی ارائه نشده است. همچنین، استفاده از قراردادهای هوشمند در حوزه‌هایی مانند بیمه و خدمات مالی چالش‌های جدیدی را ایجاد کرده است. برخی از این قراردادها شرایطی را برای اجرای خودکار تعیین می‌کنند که ممکن است با قوانین حمایت از مصرف‌کننده در تضاد باشد. در نتیجه، بسیاری از شرکت‌ها در پذیرش گسترده این فناوری با موانع حقوقی مواجه شده‌اند. در آینده قراردادهای هوشمند به میزان توانایی قانون‌گذاران در حل این چالش‌ها بستگی دارد. تنظیم مقررات متناسب با این فناوری می‌تواند به افزایش پذیرش آن کمک کند، در حالی که عدم وجود قوانین شفاف ممکن است مانعی برای گسترش استفاده از قراردادهای هوشمند در حوزه‌های مختلف باشد. حسینی، م. (۱۳۹۶).

## فصل اول

### قراردادهای هوشمند و بلاکچین

قراردادهای هوشمند به عنوان یکی از مهم‌ترین نوآوری‌های فناوری بلاکچین، امکان اجرای خودکار توافقات را بدون نیاز به واسطه‌های سنتی فراهم می‌کنند. این قراردادهای مبتنی بر کدهای رایانه‌ای هستند که در یک بلاکچین ثبت شده و بر اساس شرایط از پیش تعیین‌شده اجرا می‌شوند. از آنجا که بلاکچین تغییرناپذیر و توزیع‌شده است، قراردادهای هوشمند نیز به همین ویژگی‌ها مجهز هستند، که این امر باعث افزایش امنیت و کاهش خطر تقلب می‌شود. با این حال، قراردادهای هوشمند با چالش‌های متعددی در زمینه حقوقی، فنی و اقتصادی مواجه‌اند که نیازمند بررسی دقیق است. یکی از مهم‌ترین چالش‌های حقوقی، اعتبار قانونی قراردادهای هوشمند در نظام‌های قضایی مختلف است. بسیاری از کشورها هنوز قوانین مشخصی برای شناسایی و استناد به این قراردادها در دعاوی حقوقی ندارند. از سوی دیگر، مسئله صلاحیت قضایی نیز مطرح است، زیرا بلاکچین‌ها ماهیتی غیرمتمرکز دارند و مشخص نیست که کدام کشور یا نهاد قضایی می‌تواند بر اختلافات ناشی از این قراردادها نظارت داشته باشد. علاوه بر این، چالش‌های مربوط به اصلاح یا فسخ قراردادهای هوشمند وجود دارد، چرا که کدهای آن‌ها تغییرناپذیر بوده و در شرایطی که طرفین نیاز به تغییر مفاد قرارداد داشته باشند، این کار به راحتی امکان‌پذیر نیست. احمدی، ف. (۱۳۹۵).

همچنین، مسئله تعیین مسئولیت در صورت بروز خطا یا حملات سایبری یکی دیگر از چالش‌های حقوقی است. اگر یک قرارداد هوشمند به دلیل نقص فنی یا حمله هکری باعث خسارت شود، مشخص نیست که چه کسی باید مسئولیت آن را بر عهده بگیرد. عدم وجود مقررات شفاف در این زمینه می‌تواند مشکلات زیادی برای کاربران و توسعه‌دهندگان ایجاد کند. حریم خصوصی و حفاظت از داده‌ها نیز یکی دیگر از چالش‌های قراردادهای هوشمند است، زیرا این قراردادها ممکن است نیاز به ذخیره‌سازی داده‌های حساس داشته باشند که در تضاد با قوانین حریم خصوصی مانند GDPR قرار می‌گیرد. همچنین، مالیات بر قراردادهای هوشمند یکی دیگر از مسائلی است که هنوز چارچوب مشخصی برای آن تعیین نشده است. برخی کشورها در نحوه ثبت و گزارش‌دهی

این قراردادها دچار سردرگمی هستند که می‌تواند زمینه‌ساز فرار مالیاتی و پول‌شویی شود. علاوه بر مسائل حقوقی، چالش‌های فنی نیز در اجرای قراردادهای هوشمند وجود دارد. یکی از مهم‌ترین این چالش‌ها، آسیب‌پذیری‌های امنیتی در کدنویسی قراردادها است که می‌تواند منجر به حملات سایبری و سرقت دارایی‌ها شود. به عنوان مثال، در گذشته حملات متعددی به قراردادهای هوشمند انجام شده که موجب از دست رفتن سرمایه‌های زیادی شده است. همچنین، مقیاس‌پذیری بلاکچین‌ها یکی دیگر از محدودیت‌های فنی قراردادهای هوشمند است. در حال حاضر، بسیاری از بلاکچین‌ها قادر به پردازش تعداد محدودی تراکنش در ثانیه هستند که این امر اجرای گسترده قراردادهای هوشمند را با مشکل مواجه می‌کند. یکی دیگر از چالش‌های فنی، وابستگی قراردادهای هوشمند به داده‌های خارجی از طریق اوراکل‌ها است. اوراکل‌ها داده‌های دنیای واقعی را به قراردادهای هوشمند منتقل می‌کنند، اما صحت و دقت این داده‌ها همیشه تضمین‌شده نیست. اگر داده‌های اشتباه وارد یک قرارداد هوشمند شود، می‌تواند منجر به نتایج نادرست و خسارات مالی شود.

علاوه بر این، هزینه اجرای قراردادهای هوشمند نیز یکی از مسائل مهمی است که بسیاری از کاربران و کسب‌وکارها با آن مواجه هستند. اجرای هر قرارداد هوشمند نیازمند پرداخت هزینه‌های تراکنش در شبکه بلاکچین است که در برخی موارد ممکن است بسیار بالا باشد. این موضوع می‌تواند مانعی برای پذیرش گسترده قراردادهای هوشمند در کاربردهای تجاری و مالی باشد. در کنار چالش‌های حقوقی و فنی، مسائل اقتصادی نیز بر توسعه قراردادهای هوشمند تأثیرگذارند. یکی از این چالش‌ها، پذیرش عمومی و اعتماد به قراردادهای هوشمند است. بسیاری از کسب‌وکارها و کاربران هنوز آشنایی کافی با این فناوری ندارند و ترجیح می‌دهند از روش‌های سنتی برای انجام معاملات استفاده کنند. علاوه بر این، رقابت میان پلتفرم‌های مختلف بلاکچین نیز بر رشد قراردادهای هوشمند تأثیر می‌گذارد. هر پلتفرم ویژگی‌ها و استانداردهای خاص خود را دارد که می‌تواند باعث ناسازگاری میان قراردادهای اجراشده در بلاکچین‌های مختلف شود. این مسئله ممکن است مانعی برای یکپارچگی و تعامل میان سیستم‌های مختلف ایجاد کند. همچنین، تأثیر قراردادهای هوشمند بر بازار کار یکی دیگر از مسائل اقتصادی مهم است. با افزایش استفاده از این فناوری، برخی مشاغل واسطه‌ای مانند وکلا و دفاتر اسناد رسمی ممکن است تحت تأثیر قرار بگیرند و نیاز به بازتعریف نقش خود در بازار داشته باشند. آقایی، ف. (۱۴۰۰).

در مقابل، فرصت‌های جدیدی برای توسعه‌دهندگان بلاکچین و متخصصان امنیت سایبری ایجاد خواهد شد. مقررات‌گذاری برای قراردادهای هوشمند نیز به‌کندی پیش می‌رود. برخی کشورها مانند ایالات متحده و اتحادیه اروپا تلاش کرده‌اند چارچوب‌های قانونی برای این فناوری تعیین کنند، اما همچنان بسیاری از کشورها فاقد قوانین مشخص در این زمینه هستند. این موضوع می‌تواند باعث ایجاد عدم قطعیت برای کسب‌وکارهایی شود که قصد استفاده از قراردادهای هوشمند را دارند. علاوه بر این، ارتباط قراردادهای هوشمند با قوانین سنتی نیز چالش‌هایی ایجاد کرده است. برخی از قراردادهای هوشمند شرایطی را برای اجرای خودکار تعیین می‌کنند که ممکن است با مقررات ملی و بین‌المللی سازگار نباشد. برای مثال، برخی از کشورها قوانین سخت‌گیرانه‌ای برای قراردادهای مالی دارند که ممکن است با اجرای خودکار قراردادهای هوشمند در تضاد باشد. در نتیجه، شرکت‌ها و کاربران ممکن است بدون آگاهی قبلی، قوانین را نقض کنند. همچنین، قراردادهای هوشمند در حوزه‌هایی مانند بیمه، خدمات مالی و تجارت بین‌الملل نیز چالش‌هایی به وجود آورده‌اند. برخی از این قراردادها شرایطی را برای اجرای خودکار تعیین می‌کنند که ممکن است با قوانین حمایت از مصرف‌کننده مغایرت داشته باشد. در نتیجه، بسیاری از شرکت‌ها در پذیرش گسترده این فناوری با موانع قانونی مواجه شده‌اند. در نهایت، آینده قراردادهای هوشمند به میزان توانایی قانون‌گذاران و توسعه‌دهندگان در حل این چالش‌ها بستگی دارد. ایجاد استانداردهای جدید، بهبود امنیت و مقیاس‌پذیری، و تدوین قوانین روشن می‌تواند به افزایش پذیرش این فناوری کمک کند. اگر این مسائل به درستی مدیریت شوند، قراردادهای هوشمند می‌توانند تحولی اساسی در زمینه‌های مختلف اقتصادی و تجاری ایجاد کنند و موجب کاهش هزینه‌ها، افزایش شفافیت و بهبود کارایی سیستم‌های مالی و حقوقی شوند. امامی، م. (۱۳۹۵).

### تعریف قراردادهای هوشمند

قراردادهای هوشمند برنامه‌های خوداجرا هستند که روی بلاکچین اجرا شده و شرایط از پیش تعیین‌شده را بدون نیاز به واسطه‌های سنتی اجرا می‌کنند. این قراردادها کدهایی هستند که در صورت تحقق شرایط خاص، به‌طور خودکار اقداماتی را انجام می‌دهند. بلاکچین به‌عنوان بستر این قراردادها، تغییرناپذیری و شفافیت را تضمین می‌کند. قراردادهای هوشمند امکان انجام معاملات بدون نیاز به اعتماد را فراهم می‌کنند. این قراردادها با حذف واسطه‌ها، هزینه‌های تراکنش را کاهش می‌دهند. طرفین قرارداد می‌توانند بدون نیاز به مداخله شخص ثالث، توافقات

خود را عملی کنند. امنیت قراردادهای هوشمند از طریق رمزنگاری و ماهیت غیرمتمرکز بلاکچین تأمین می‌شود.

این قراردادها از پیش در شبکه ثبت شده و پس از اجرا غیرقابل تغییر هستند. شفافیت قراردادهای هوشمند باعث می‌شود همه طرف‌ها بتوانند فرآیند اجرا را مشاهده کنند. این ویژگی مانع از تقلب و تغییرات غیرمجاز در قرارداد می‌شود. اجرای قراردادهای هوشمند نیازی به اعتماد میان طرفین ندارد. این قراردادها به صورت خودکار بر اساس کدهای نوشته شده اجرا می‌شوند. یکی از ویژگی‌های کلیدی این قراردادها، قابلیت اجرای غیرقابل بازگشت است. این بدان معناست که پس از اجرا نمی‌توان آن را تغییر داد یا لغو کرد. قراردادهای هوشمند معمولاً روی بلاکچین‌هایی مانند اتریوم اجرا می‌شوند. زبان‌های برنامه‌نویسی مانند Solidity برای نوشتن این قراردادها استفاده می‌شود. این قراردادها می‌توانند برای طیف وسیعی از کاربردها مانند مالی، بیمه، املاک و مدیریت زنجیره تأمین استفاده شوند. قراردادهای هوشمند امکان اجرای پرداخت‌های خودکار را فراهم می‌کنند. این ویژگی به کسب‌وکارها اجازه می‌دهد تا بدون تأخیر و خطای انسانی پرداخت‌ها را مدیریت کنند. شفافیت این قراردادها باعث افزایش اعتماد میان طرفین معامله می‌شود. داده‌های قرارداد به صورت عمومی در بلاکچین ذخیره شده و همه می‌توانند آن را بررسی کنند. با این حال، چالش‌هایی مانند خطاهای برنامه‌نویسی و آسیب‌پذیری‌های امنیتی می‌توانند مشکلاتی ایجاد کنند. اگر کد قرارداد دارای نقص باشد، ممکن است منجر به از دست رفتن سرمایه شود. قراردادهای هوشمند از طریق اوراکل‌ها می‌توانند داده‌های خارجی را دریافت کنند. اوراکل‌ها به این قراردادها امکان تعامل با اطلاعات دنیای واقعی را می‌دهند. مسئله قانونی بودن قراردادهای هوشمند هنوز در بسیاری از کشورها مشخص نیست. برخی سیستم‌های حقوقی این قراردادها را به رسمیت نمی‌شناسند. یکی از چالش‌های حقوقی این قراردادها، نبود سازوکار مشخص برای حل اختلافات است. در صورت بروز مشکل، تعیین صلاحیت قضایی دشوار خواهد بود. امامی، م. (۱۳۹۵).

مقیاس‌پذیری یکی از محدودیت‌های فعلی قراردادهای هوشمند است. اجرای این قراردادها در بلاکچین‌های فعلی ممکن است هزینه‌بر و زمان‌بر باشد. اجرای قراردادهای پیچیده به دلیل هزینه‌های گس بالا ممکن است برای برخی کاربران مقرون‌به‌صرفه نباشد. بلاکچین‌های جدید در تلاش‌اند تا با بهبود مقیاس‌پذیری، هزینه‌های اجرای قراردادهای هوشمند را کاهش دهند. قراردادهای هوشمند می‌توانند در حوزه رأی‌گیری الکترونیکی نیز به کار گرفته شوند. شفافیت و

امنیت این قراردادها می‌تواند از تقلب در انتخابات جلوگیری کند. در حوزه بیمه، قراردادهای هوشمند می‌توانند پرداخت خسارت را به صورت خودکار انجام دهند. این امر نیاز به فرایندهای پیچیده و زمان‌بر را کاهش می‌دهد. در مدیریت زنجیره تأمین، قراردادهای هوشمند امکان پیگیری کالاها را در کل زنجیره فراهم می‌کنند. این فناوری باعث افزایش شفافیت و کاهش تقلب در زنجیره تأمین می‌شود. قراردادهای هوشمند می‌توانند در حوزه خدمات مالی و بانکداری تحول ایجاد کنند. این قراردادها امکان انجام وام‌دهی و تسویه حساب‌های خودکار را فراهم می‌کنند. در بازار املاک، قراردادهای هوشمند می‌توانند فرآیند خرید و فروش را ساده‌تر و ایمن‌تر کنند. این قراردادها امکان ثبت مالکیت بدون نیاز به واسطه را فراهم می‌کنند. بسیاری از پروژه‌های بلاکچینی از قراردادهای هوشمند برای مدیریت دارایی‌های دیجیتال استفاده می‌کنند. توکن‌های NFT نمونه‌ای از دارایی‌های دیجیتالی هستند که از قراردادهای هوشمند بهره می‌برند. در حوزه بهداشت و درمان، قراردادهای هوشمند می‌توانند برای ذخیره و به اشتراک گذاری داده‌های پزشکی استفاده شوند.

این امر امنیت و حریم خصوصی بیماران را افزایش می‌دهد. برخی از کشورها در حال تدوین قوانین برای پذیرش و تنظیم قراردادهای هوشمند هستند. ایجاد استانداردهای حقوقی برای این قراردادها می‌تواند به پذیرش گسترده‌تر آن‌ها کمک کند. قراردادهای هوشمند امکان ایجاد سازمان‌های غیرمتمرکز خودمختار (DAO) را فراهم می‌کنند. این سازمان‌ها بدون مدیریت مرکزی و بر اساس قوانین از پیش تعیین شده عمل می‌کنند. با وجود تمام مزایای قراردادهای هوشمند، همچنان چالش‌هایی مانند مقیاس‌پذیری، امنیت و مسائل حقوقی باید حل شوند. آینده قراردادهای هوشمند به میزان پیشرفت فناوری و پذیرش قانونی آن‌ها بستگی دارد. اگر مشکلات فعلی برطرف شوند، این فناوری می‌تواند انقلابی در نحوه انجام معاملات و توافقات ایجاد کند.

### تاریخچه و تکامل فناوری بلاکچین

فناوری بلاکچین برای اولین بار در سال ۲۰۰۸ توسط فرد یا گروهی با نام مستعار ساتوشی ناکاموتو معرفی شد. این فناوری به عنوان زیربنای بیت‌کوین، اولین ارز دیجیتال غیرمتمرکز، طراحی شد. هدف اولیه بلاکچین ایجاد سیستمی برای تراکنش‌های مالی بدون نیاز به واسطه‌های سنتی مانند بانک‌ها بود. بلاکچین در اصل یک دفتر کل توزیع شده و تغییرناپذیر است که تمامی تراکنش‌ها را به صورت شفاف ثبت می‌کند. پس از موفقیت بیت‌کوین، توسعه‌دهندگان دریافته‌اند که بلاکچین می‌تواند برای کاربردهای فراتر از ارزهای دیجیتال استفاده شود. در سال ۲۰۱۵،

ویتالیک بوتترین اتریوم را معرفی کرد که امکان اجرای قراردادهای هوشمند را فراهم می‌کرد. قراردادهای هوشمند برنامه‌هایی هستند که بر روی بلاکچین اجرا شده و بدون نیاز به واسطه‌ها، به صورت خودکار اجرا می‌شوند.

بلاکچین‌های نسل اول مانند بیت‌کوین صرفاً برای ثبت تراکنش‌های مالی طراحی شده بودند. نسل دوم بلاکچین‌ها مانند اتریوم امکان اجرای قراردادهای هوشمند و برنامه‌های غیرمتمرکز را فراهم کردند. با گذر زمان، نسل سوم بلاکچین‌ها مانند کاردانو و پولکادات با هدف افزایش مقیاس‌پذیری و کاهش هزینه‌های تراکنش توسعه یافتند. بلاکچین به تدریج در حوزه‌های مختلفی مانند مالی، بهداشت، زنجیره تأمین و رای‌گیری الکترونیکی مورد استفاده قرار گرفت. شرکت‌های بزرگی مانند آی‌بی‌ام و مایکروسافت شروع به توسعه راهکارهای بلاکچینی برای کسب‌وکارها کردند. برخی دولت‌ها نیز به بررسی استفاده از بلاکچین برای ثبت اسناد رسمی و رأی‌گیری پرداختند. در سال‌های اخیر، بلاکچین‌های جدیدی با الگوریتم‌های اجماع متفاوت مانند اثبات سهام توسعه یافتند که مصرف انرژی کمتری دارند. فناوری بلاکچین همچنین در حوزه توکن‌های غیرقابل تعویض (NFT) و امور مالی غیرمتمرکز (DeFi) مورد توجه قرار گرفت. تکامل بلاکچین همچنان ادامه دارد و تحقیقات برای بهبود امنیت، سرعت و هزینه‌های تراکنش در جریان است. عباس‌پور، م. (۱۳۹۹).

### نقش قراردادهای هوشمند در اقتصاد دیجیتال

قراردادهای هوشمند نقش مهمی در تحول اقتصاد دیجیتال ایفا می‌کنند. این قراردادها امکان انجام تراکنش‌های مالی بدون واسطه را فراهم کرده و هزینه‌ها را کاهش می‌دهند. در سیستم‌های مالی غیرمتمرکز (DeFi)، قراردادهای هوشمند امکان وام‌دهی و تبادل دارایی‌های دیجیتال را فراهم می‌کنند. این فناوری به کسب‌وکارها اجازه می‌دهد تا پرداخت‌های خودکار و بی‌واسطه را انجام دهند. استفاده از قراردادهای هوشمند باعث افزایش شفافیت در معاملات مالی می‌شود. این قراردادها امکان اجرای خودکار توافقات را فراهم کرده و احتمال تقلب را کاهش می‌دهند. در بازارهای املاک و مستغلات، قراردادهای هوشمند فرآیند خرید، فروش و انتقال مالکیت را ساده‌تر و سریع‌تر می‌کنند. اجرای قراردادهای هوشمند در زنجیره تأمین باعث بهبود ردیابی کالاها و کاهش هزینه‌های عملیاتی می‌شود. در صنعت بیمه، این قراردادها امکان پردازش خودکار مطالبات بیمه‌ای را فراهم می‌کنند. قراردادهای هوشمند با حذف واسطه‌ها، بهره‌وری را افزایش داده و هزینه‌های اضافی را کاهش می‌دهند.

در حوزه خدمات مالی، این فناوری امکان انجام معاملات فرامرزی بدون نیاز به بانکها را فراهم می‌کند. قراردادهای هوشمند می‌توانند فرآیندهای مالی مانند پرداخت حقوق و تقسیم سود را به صورت خودکار مدیریت کنند. اجرای این قراردادها در دولت‌ها و نهادهای عمومی باعث کاهش فساد و افزایش شفافیت می‌شود. در بازارهای سرمایه، قراردادهای هوشمند امکان ایجاد دارایی‌های دیجیتال و معاملات غیرمتمرکز را فراهم می‌کنند. این فناوری می‌تواند روش‌های سنتی پرداخت را تغییر داده و راهکارهای جدیدی برای بانکداری دیجیتال ارائه دهد. در دنیای تجارت الکترونیک، قراردادهای هوشمند می‌توانند فرآیند خرید و فروش را خودکار و ایمن‌تر کنند. استفاده از این قراردادها در رأی‌گیری‌های دیجیتال باعث افزایش امنیت و اعتماد عمومی می‌شود. قراردادهای هوشمند در صنعت سرگرمی و حق مالکیت دیجیتال، امکان مدیریت بهتر حقوق هنرمندان را فراهم می‌کنند. در سیستم‌های پاداش‌دهی، این قراردادها می‌توانند پرداخت‌ها را به طور خودکار و منصفانه توزیع کنند. شرکت‌های فناوری مالی (فین‌تک) با استفاده از قراردادهای هوشمند می‌توانند خدمات نوینی ارائه دهند. قراردادهای هوشمند در صنعت حمل‌ونقل و لجستیک، امکان مدیریت خودکار پرداخت‌ها و رهگیری محموله‌ها را فراهم می‌کنند. این قراردادها می‌توانند در حوزه انرژی برای ایجاد بازارهای غیرمتمرکز برق و تبادل انرژی استفاده شوند. در حوزه پزشکی، قراردادهای هوشمند می‌توانند به ذخیره و تبادل ایمن اطلاعات بیمار کمک کنند. این فناوری می‌تواند در صنعت رسانه و نشر دیجیتال برای مدیریت حق کپی‌رایت و توزیع درآمد مورد استفاده قرار گیرد. قراردادهای هوشمند می‌توانند اقتصاد گیگ را متحول کرده و پرداخت‌های خودکار برای فریلنسرها را ممکن سازند. استفاده از قراردادهای هوشمند در صنعت بازی‌های ویدئویی امکان ایجاد آیتم‌های دیجیتالی قابل معامله را فراهم کرده است. در بخش کشاورزی، این قراردادها می‌توانند زنجیره تأمین مواد غذایی را بهبود بخشند. امامی، م. (۱۳۹۵). اجرای قراردادهای هوشمند در سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی باعث کاهش هزینه‌های مدیریت و افزایش کارایی می‌شود. این فناوری می‌تواند در زمینه گردشگری و هتل‌داری برای رزرو و پرداخت‌های خودکار به کار گرفته شود. قراردادهای هوشمند در بخش سرمایه‌گذاری، امکان ایجاد و مدیریت صندوق‌های سرمایه‌گذاری غیرمتمرکز را فراهم می‌کنند. در بخش آموزش، قراردادهای هوشمند می‌توانند گواهینامه‌های دیجیتال غیرقابل تغییر ایجاد کنند. اجرای قراردادهای هوشمند در پروژه‌های خیریه، امکان توزیع عادلانه کمک‌ها را تضمین می‌کند. در بازارهای هنر دیجیتال، این فناوری می‌تواند به حفظ اصالت آثار و توزیع درآمد عادلانه کمک