

## تحلیل تطبیقی قراردادهای هوشمند و آثار آن بر مسئولیت مدنی طرفین در نظام حقوقی ایران، کامن‌لا و حقوق تجارت بین‌الملل (Lex Mercatoria) با تمرکز بر چالش‌های جبران خسارت دیجیتال

حسین زارع<sup>۱</sup>، نجمه دارنجانی شیرازی<sup>۲</sup>

۱- کارشناسی رشته حقوق، واحد مرودشت، دانشگاه آزاد اسلامی، مرودشت، ایران

۲- پژوهشگر دوره دکتری حقوق خصوصی، واحد یاسوج، دانشگاه آزاد اسلامی، یاسوج، ایران. (مدرس دانشگاه آزاد).

### چکیده

تحول فناوری‌های بلاک‌چین و گسترش قراردادهای هوشمند، ساختار سنتی قرارداد و مسئولیت مدنی را با چالش‌های مفهومی و کارکردی مواجه کرده است. در این پژوهش با هدف تبیین چارچوبی تطبیقی برای تحلیل مسئولیت مدنی ناشی از اجرای خودکار تعهدات، سه منظومه حقوقی ایران، کامن‌لا و Lex Mercatoria مورد بررسی قرار گرفته تا روشن شود که هر یک از این نظام‌ها چگونه با خطاهای کد، اختلالات فنی، داده‌های اوراکل و خسارات دیجیتال برخورد می‌کنند. روش تحقیق مبتنی بر مطالعه تحلیلی - تطبیقی است و داده‌ها از طریق بررسی اسناد قانونی، رویه قضایی، اصول بین‌المللی تجارت و متون تخصصی حوزه فناوری حقوق استخراج شده و سپس بر اساس رویکرد تطبیقی در چهار محور تعیین مسئولیت و تخصیص ریسک، نظارت پویا، طراحی راهکارهای جبران خسارت دیجیتال و تطبیق با استانداردهای امنیتی تحلیل شده است. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که حقوق ایران به دلیل ساختار سنتی قواعد مدنی، در مواجهه با ماهیت خودکار و تغییرناپذیر قراردادهای هوشمند با محدودیت‌های مفهومی در احراز تقصیر، سببیت و اعمال خیارات مواجه است و نیازمند تفسیر توسعه‌ای و تنظیم مقررات خاص است. در مقابل، نظام کامن‌لا با انعطاف رویه‌ای، پذیرش کد به عنوان ابزار ابراز اراده، توسعه معیار رفتار متعارف برنامه‌نویس و امکان جبران آف‌چین توانسته سازوکاری عملی برای مدیریت ریسک قراردادهای هوشمند فراهم کند. همچنین Lex Mercatoria با تکیه بر آزادی اراده، عرف‌های فنی و تخصیص قراردادی ریسک، بیشترین سازگاری را با زیست‌جهان بلاک‌چین نشان می‌دهد و زمینه مناسبی برای پذیرش خسارات دیجیتال ایجاد می‌کند. نتیجه‌گیری کلی پژوهش آن است که هیچ نظامی به تنهایی پاسخ کامل ارائه نمی‌دهد و تلفیق اصول سه منظومه یادشده می‌تواند چارچوبی جامع برای مسئولیت مدنی قراردادهای هوشمند در ایران فراهم آورد که بر تخصیص ریسک، نظارت پویا، جبران دیجیتال و رعایت استانداردهای فنی مبتنی است.

واژگان کلیدی: قراردادهای هوشمند، مسئولیت مدنی، جبران خسارت دیجیتال، کامن‌لا

## ۱. مقدمه

پیشرفت شتابان فناوری‌های اطلاعاتی و ظهور سیستم‌های خودکار مبتنی بر بلاک‌چین، بنیان سنتی قراردادهای و روابط حقوقی را با چالش‌ها و پرسش‌های بنیادینی مواجه ساخته است (وقاد، ۲۰۲۵). قراردادهای هوشمند که به‌عنوان نسل نوینی از توافقات مبتنی بر خوداجرا شدن تعهدات شناخته می‌شوند، نه تنها ساختار و فرآیند انعقاد قراردادهای را دگرگون کرده‌اند، بلکه آثار عمیقی بر مسئولیت مدنی طرفین و قابلیت انتساب خسارت بر جای گذاشته‌اند. این قراردادهای با بهره‌گیری از کدهای نرم‌افزاری و الگوریتم‌های خودمختار، اجرای تعهدات را بدون نیاز به مداخله انسانی تضمین می‌کنند؛ امری که در عین افزایش شفافیت و کاهش هزینه‌های معاملاتی، پیچیدگی‌های تازه‌ای در خصوص مفهوم اراده، تقصیر، سببیت و امکان جبران خسارت دیجیتال پدید آورده است. از آنجا که تحقق مسئولیت مدنی در حقوق سنتی بر پایه عناصر انسانی و رفتارهای قابل انتساب استوار است، انتقال بخش قابل توجهی از فرآیند قرارداد به ماشین و کد، ارزیابی مسئولیت و تعیین شخص مسئول را با چالش‌های جدی مواجه کرده است (ناصرمهدی و صادقی، ۲۰۱۹). این امر به‌ویژه در بستر نظام‌های حقوقی ایران، کامن‌لا و حقوق تجارت بین‌الملل که هر یک مبانی نظری و ساختار متفاوتی در تحلیل مسئولیت دارند، اهمیت دوچندان می‌یابد.

تحولات مزبور موجب شده است که پرسش‌های اساسی در خصوص ماهیت قراردادهای هوشمند، امکان تطبیق آن‌ها با مفاهیم سنتی قراردادهای و حدود مسئولیت ناشی از عملکرد خودکار الگوریتم‌ها در نظام‌های مختلف حقوقی مطرح شود. در نظام حقوقی ایران، قواعد عمومی قراردادهای و اصول فقهی همچون لاضرر، غرور، تسبیب و اتلاف، هر چند ظرفیت‌هایی برای تحلیل مسئولیت در بسترهای نوین دارند، اما با ماهیتی روبه‌رو می‌شوند که در زمان تدوین قوانین وضعی حتی تصور آن وجود نداشته است. در مقابل، در نظام کامن‌لا که بر رویه قضایی و تحلیل رفتاری استوار است، مسئولیت در قراردادهای هوشمند غالباً بر مبنای معیارهای پیش‌بینی‌پذیری، رفتار متعارف و ارزیابی تقصیر در طراحی یا اجرای کد مطرح می‌شود؛ با این حال، مباحثی چون خطای الگوریتمی، نقص داده‌های اوراکل‌ها و عدم قابلیت پیش‌بینی رفتار شبکه بلاک‌چین، باعث شده است تا رویه‌های موجود نیز با تردیدها و نارسایی‌هایی همراه شوند. در حوزه تجارت بین‌الملل و چارچوب Lex Mercatoria نیز گرایش به سمت پذیرش قواعد خودتنظیم‌گر و اصول عمومی انعطاف‌پذیر مانند حسن نیت، انصاف و آزادی قراردادی دیده می‌شود، اما نبود مقررات منسجم و وجود اختلاف میان دولت‌ها و نهادهای داور، در عمل مانع ایجاد نظام مسئولیت مدنی یکپارچه در بستر دیجیتال شده است (مافی، ۲۰۲۱).

ضرورت انجام این پژوهش از آنجا ناشی می‌شود که قراردادهای هوشمند به تدریج جای خود را در حوزه‌های مختلفی همچون بانکداری دیجیتال، مدیریت زنجیره تأمین، بیمه‌های خودکار، دارایی‌های رمزین (NFT Tokenized Assets) و تجارت بین‌الملل باز کرده‌اند. با گسترش استفاده از این قراردادهای، اختلافات و دعاوی حقوقی مرتبط نیز رو به افزایش گذاشته و موجی از پرسش‌های جدید را درباره چگونگی انتساب تقصیر، امکان توقف یا اصلاح عملکرد قرارداد، تعیین مقصر در شکست کد، قابلیت اسناد خطا به توسعه‌دهنده یا پلتفرم بلاک‌چین، و مهم‌تر از آن، چگونگی جبران خسارت دیجیتال ایجاد کرده است. خسارتی که برخلاف زیان‌های سنتی، ماهیتی داده‌محور، رمزنگاری‌شده و غیرقابل برگشت دارد و در اغلب موارد نمی‌توان با ابزارهای سنتی آن را محاسبه یا جبران نمود. همین امر موجب شده است که پژوهش حاضر تلاش کند با رویکردی تطبیقی، چگونگی تنظیم مسئولیت مدنی در این حوزه را در سه منظومه حقوقی بررسی کند و راهکاری عملی و قابل اجرا برای نظام حقوقی ایران پیشنهاد دهد.

تحقیق حاضر با هدف پر کردن خلأ نظری و عملی در زمینه مسئولیت مدنی قراردادهای هوشمند انجام می‌شود. در این راستا، تلاش می‌شود تا نخست ماهیت و کارکرد قراردادهای هوشمند به صورت دقیق و با رویکرد تحلیلی تبیین شود و سپس عناصر مسئولیت مدنی در بستر دیجیتال مورد بررسی قرار گیرد. یکی از مسائل محوری این پژوهش، تحلیل این نکته است که آیا قواعد سنتی مسئولیت می‌توانند پاسخگوی نیازهای نوین قراردادهای خوداجرا باشند یا خیر؟ و اگر پاسخ منفی است، چه اصلاحات و تغییراتی باید در نظام‌های حقوقی مختلف—به‌ویژه ایران—صورت گیرد؟ اهمیت این پرسش‌ها زمانی آشکارتر می‌شود که می‌بینیم میزان دارایی‌های دیجیتالی که از طریق قراردادهای هوشمند مدیریت می‌شوند، سالانه میلیاردها دلار است و بروز کوچک‌ترین خطا در کدنویسی، پیش‌بینی نادرست شرایط یا اختلال در اوراکل‌ها می‌تواند خسارات چشمگیری ایجاد کند. در چنین وضعیتی، اگر نظام‌های حقوقی نتوانند سازوکار مؤثری برای تعیین مسئول و جبران خسارت ارائه کنند، اعتماد عمومی به فناوری‌های نوین و توسعه تجارت دیجیتال به‌طور جدی آسیب خواهد دید.

از سوی دیگر، بررسی تطبیقی این موضوع از آن جهت اهمیت دارد که رویکردها و تجارب مختلف حقوقی می‌توانند نقاط ضعف و قوت یکدیگر را آشکار سازند و امکان ارائه یک مدل پیشنهادی جامع را فراهم آورند. برای مثال، نظام کامن‌لا در تحلیل تقصیر و پیش‌بینی‌پذیری خسارت تجربه گسترده‌ای دارد و دعاوی مهمی در حوزه فناوری نوظهور را بررسی کرده است؛ در حالی که نظام حقوقی ایران ظرفیت‌های فقهی بی‌بدیلی در تحلیل قواعد اتلاف و تسبیب دارد. همچنین Lex Mercatoria با تأکید بر انعطاف‌پذیری و اصول فراملی می‌تواند چارچوب مناسبی برای تنظیم اختلافات در قراردادهای بین‌المللی ایجاد کند. ترکیب این دستاوردها می‌تواند به شکل‌گیری یک ساختار منسجم و کارآمد برای تنظیم مسئولیت مدنی و ارائه روش‌های نوین جبران خسارت دیجیتال منجر شود. بنابراین، این پژوهش با شناسایی چالش‌های اساسی در زمینه جبران خسارت دیجیتال—از جمله غیرقابل برگشت بودن تراکنش‌ها، دشواری ارزش‌گذاری دارایی‌های دیجیتال، فقدان امکان اعاده وضعیت سابق در بلاک‌چین و نبود قواعد داوری اختصاصی—تلاش می‌کند راهکارهایی عملی ارائه دهد که برای قانون‌گذار ایرانی نیز قابل استفاده باشد. از این رو، پژوهش حاضر نه تنها جنبه نظری داشته بلکه رویکردی مسئله‌محور و کاربردی نیز دارد و می‌کوشد با بهره‌گیری از ابزارهای حقوق تطبیقی، چشم‌اندازی برای آینده قانون‌گذاری و تنظیم‌گری در حوزه قراردادهای هوشمند ارائه کند.

## ۲. مبانی نظری قراردادهای هوشمند

### ۲-۱. ضرورت تبیین مبانی نظری و جایگاه قراردادهای هوشمند در تحول حقوق قراردادها

تحلیل قراردادهای هوشمند و آثار آن‌ها بر مسئولیت مدنی طرفین، بدون شناخت دقیق ماهیت، سازوکار و بنیان‌های نظری این قراردادها امکان‌پذیر نیست (کریمی و همکاران، ۲۰۲۴). قرارداد هوشمند برخلاف مفهوم سنتی قرارداد که متکی بر اراده و رفتار انسانی است، بر پایه منطق الگوریتمی و دستورهای ماشینی عمل می‌کند و همین ویژگی بسیاری از مفاهیم بنیادین حقوق قراردادها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. از این رو، پیش از ورود به مباحث مسئولیت مدنی، لازم است ساختار فنی، مبانی حقوقی و تمایزات ماهوی قراردادهای هوشمند بررسی شود تا روشن گردد اجرای خودکار تعهدات چه پیامدهایی برای نظام‌های حقوقی مختلف دارد و بر تعیین

تقصیر، سببیت و جبران خسارت چه اثری می‌گذارد. قراردادهای هوشمند مجموعه‌ای از کدهای نرم‌افزاری هستند که به محض تحقق شرایط از پیش تعیین‌شده، تعهدات را بدون دخالت انسانی اجرا می‌کنند و همین ویژگی، ماهیت آن‌ها را اساساً از قراردادهای سنتی و حتی قراردادهای الکترونیکی متمایز می‌سازد. تغییرناپذیر بودن تراکنش‌ها و دشواری توقف یا اصلاح قرارداد پس از اجرا، از مهم‌ترین چالش‌هایی است که این نوع قراردادها در برابر نهادهای حقوقی همچون فسخ، تعدیل و نظارت قضایی ایجاد می‌کنند.

## ۲-۲. مبانی فنی قراردادهای هوشمند: بلاک‌چین، اوراکل و الگوریتم‌های رمزنگاری

بنیان فنی قراردادهای هوشمند نقش اساسی در شکل‌گیری آثار حقوقی آن‌ها دارد. سه عنصر کلیدی در سازوکار این قراردادها عبارتند از بلاک‌چین، اوراکل‌ها و الگوریتم‌های رمزنگاری. بلاک‌چین به‌عنوان بستر اصلی، ذخیره‌سازی امن، توزیع‌شده و تغییرناپذیر اطلاعات قرارداد را تضمین می‌کند (قربانی کندسری و همکاران، ۲۰۲۳). اوراکل‌ها داده‌هایی را که از جهان واقعی به قرارداد منتقل می‌شود—مانند قیمت ارز، وقوع حادثه یا وضعیت محیطی—به هوشمندسازی قرارداد پیوند می‌زنند. الگوریتم‌های رمزنگاری نیز هویت، امنیت و صحت اجرای دستورات را تضمین می‌کنند. هریک از این عناصر می‌تواند منشأ مسئولیت مدنی باشد؛ زیرا اشتباه در داده‌های ورودی، نقص طراحی کد یا اختلال در شبکه می‌تواند خسارات قابل‌توجهی ایجاد کند. مسئله مهم‌تر آن است که تعیین مسئولیت میان توسعه‌دهنده، ارائه‌دهنده داده، پلتفرم یا طرف قرارداد، در بسیاری از نظام‌های حقوقی سنتی با خلأ مواجه است و پاسخ صریحی وجود ندارد.

## ۲-۳. مبانی حقوقی قراردادهای هوشمند: اراده، صحت قرارداد و تعارض متن و کد

در کنار مبانی فنی، مبانی حقوقی قراردادهای هوشمند از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. پرسش اصلی این است که آیا توافق مبتنی بر کد، که اجرای خودکار دارد و گاه بدون کنش انسانی عمل می‌کند، می‌تواند واجد شرایط صحت عقد و انطباق با مفاهیم سنتی تراضی باشد؟ در حقوق ایران، صحت قرارداد مبتنی بر ارکان قصد، رضا، اهلیت و جهت مشروع است؛ در حالی که در قراردادهای هوشمند، اراده طرفین در لحظه انعقاد بیشتر در قالب کنش‌های فنی مانند ارسال تراکنش یا امضای دیجیتال متجلی می‌شود. در نظام کامن‌لا نیز اصل Meeting of Minds مطرح است (علیان و همکاران، ۲۰۲۵)، اما در قراردادهای هوشمند آنچه طرفین بر آن توافق می‌کنند منطق الگوریتمی است، نه لزوماً متن قراردادی. تفاوت مهم دیگر، تمایز میان متن قرارداد و کد اجرایی است. در بسیاری از قراردادهای هوشمند ممکن است کد دقیقاً مطابق سند مکتوب عمل نکند یا بالعکس، کد حاوی دستوراتی باشد که در متن نیامده است. این تعارض در تفسیر قرارداد و تعیین مسئولیت اثرگذار است. پرسش این‌که «کد خود قرارداد است یا ابزار اجرای آن؟» یکی از مسائل بحث‌برانگیز در حقوق ایران و رویه داوری بین‌المللی است و پاسخ آن آثار مهمی برای تعیین مسئولیت دارد.

## ۲-۴. خوداجرایی بودن، حذف اختیار انسانی و پیامدهای مسئولیت مدنی

یکی از تحولات بنیادین در مبانی نظری قراردادهای هوشمند، حذف اختیار انسانی در مرحله اجرای تعهدات است. در قرارداد سنتی، متعهد می‌تواند اجرای تعهد را متوقف کند، اجرای ناقص انجام دهد، یا حتی امکان مذاکره برای اصلاح و ترمیم وجود دارد؛ اما قرارداد هوشمند به محض تحقق شروط، به‌طور خودکار اجرا می‌شود و حتی اگر اجرای آن منجر به ضرر شود، توقف یا تغییر آن دشوار است (عابدیان کلخوران و همکاران، ۲۰۲۳). این ویژگی، نهادهایی چون فسخ، انفساخ، تعلیق اجرا و نظریه تغییر شرایط را با چالش‌های جدی مواجه می‌کند. در حقوق تجارت بین‌الملل که اصولی همچون حسن نیت و انصاف اهمیت دارند، قراردادهای هوشمند به دلیل «اجبار ماشینی» ممکن است با انعطاف این اصول تعارض پیدا کنند. همین امر موجب شکل‌گیری بحث‌های جدیدی مانند Lex Cryptographia شده است که می‌کوشد منطق فنی قراردادهای خودکار را مبنای قواعد حقوقی قرار دهد. افزون بر این، مسئولیت ناشی از طراحی، کدنویسی و پیاده‌سازی قراردادهای هوشمند پیچیدگی مضاعفی دارد؛ زیرا خطاهای برنامه‌نویسی، نقص داده‌های اوراکل و حملات امنیتی می‌تواند منشأ خسارت باشد. اینکه مسئولیت این خسارات بر عهده توسعه‌دهنده، پلتفرم یا کاربران است، موضوعی است که حقوق سنتی پاسخ روشنی برای آن ندارد. با وجود تمامی این چالش‌ها، قراردادهای هوشمند همچنان تابع اصول بنیادین حقوق قراردادها هستند، اما تطبیق این اصول با فضای دیجیتال نیازمند بازخوانی مفهومی و توسعه نظری جدی است.

### جدول ۱ - مقایسه ویژگی‌های فنی قراردادهای هوشمند و آثار آن بر مسئولیت مدنی

| ویژگی فنی                | توضیح                                | پیامد برای مسئولیت مدنی                                |
|--------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| خوداجرایی بودن           | اجرای خودکار به محض تحقق شرط         | دشواری توقف اجرا و اعمال اختیارات و تعیین تقصیر انسانی |
| تغییرناپذیری<br>بلاک چین | تراکنش‌ها قابل برگشت یا اصلاح نیستند | مشکل اعاده وضعیت سابق و پیچیدگی جبران خسارت دیجیتال    |
| وابستگی به اوراکل        | داده‌های خارجی وارد قرارداد می‌شود   | مسئولیت ناشی از داده نادرست و دشواری تعیین منبع خطا    |
| معماری غیرمتمرکز         | نبود کنترل‌کننده یا نهاد متمرکز      | ابهام در مسئولیت توسعه‌دهنده و پلتفرم                  |

### ۳. مفهوم و عناصر مسئولیت مدنی در بستر دیجیتال

تحلیل مسئولیت مدنی در بستر قراردادهای هوشمند نیازمند بازخوانی مفاهیم بنیادین مسئولیت در چارچوب شرایط جدیدی است که فناوری بلاک‌چین، الگوریتم‌های خوداجرا و دارایی‌های دیجیتال به وجود آورده‌اند. مسئولیت مدنی در نظام‌های حقوقی کلاسیک عمدتاً بر رفتار انسانی استوار است؛ رفتاری که یا منجر به نقض تعهد قراردادی می‌شود یا موجب ورود زیان خارج از قرارداد. در مقابل، در بستر دیجیتال، بخشی از فرایندهای تصمیم‌گیری و اجرای تعهدات به ماشین‌ها و کدهای نرم‌افزاری واگذار شده و همین امر مفهوم رفتار، خطا، تقصیر و سببیت را از حالت سنتی خارج کرده است (طهماسبی و همکاران، ۲۰۲۴). درک این تحول نیازمند آن است که عناصر مسئولیت مدنی—یعنی فعل زیان‌بار، تقصیر یا مبنای مسئولیت، رابطه سببیت و ورود خسارت—با توجه به شرایط

قراردادهای خودکار مورد تحلیل مجدد قرار گیرند تا بتوان مشخص کرد انتساب مسئولیت چگونه و به کدام یک از بازیگران ممکن است.

۱. در تبیین عنصر نخست مسئولیت، یعنی «فعل زیان‌بار»، باید توجه داشت که در قراردادهای هوشمند این فعل ممکن است ناشی از رفتار انسانی نباشد، بلکه محصول الگوریتمی باشد که طبق برنامه‌ریزی طراح یا مطابق داده‌های ورودی عمل می‌کند. در چنین مواردی تعیین اینکه چه کسی مرتکب فعل زیان‌بار شده است، دشوار خواهد بود. اگر کد به گونه‌ای نوشته شده باشد که به صورت خودکار و بدون امکان کنترل انسان اجرا شود، آیا خطا را باید به توسعه‌دهنده نسبت داد؟ یا به طرف قرارداد که آن را پذیرفته است؟ یا به پلتفرم بلاک‌چین که آن را میزبانی می‌کند؟ این ابهام در نظام حقوقی ایران، که مسئولیت عمدتاً بر رفتار انسانی متکی است، چالش جدی ایجاد می‌کند. در کامن‌لا نیز گرچه مبنای مسئولیت گسترده‌تر است، اما عمل ماشینی در اغلب موارد نیازمند تحلیل دقیق‌تر است تا مشخص شود که آیا رفتار الگوریتم می‌تواند همچون رفتار انسانی تلقی شود یا باید مبنای مستقلی برای مسئولیت‌های دیجیتال ایجاد شود (صادقی، ۲۰۲۰).

۲. عنصر دوم مسئولیت، یعنی «تقصیر یا مبنای مسئولیت»، در قراردادهای هوشمند اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. در نظام حقوقی ایران، مسئولیت مدنی معمولاً مبتنی بر تقصیر است مگر آنکه قانون صراحت بر مسئولیت محض داشته باشد. اما در قراردادهای هوشمند، اثبات تقصیر مشکل است، زیرا اشتباه در کد، نقص امنیتی، یا داده نادرست اوراکل، معلول رفتار مستقیم طرفین نیست. توسعه‌دهنده ممکن است ادعا کند که کد را مطابق استاندارد نوشته و اشتباه ناشی از شرایط پیش‌بینی‌ناپذیر بوده است. طرف قرارداد ممکن است مدعی شود که کد برای او قابل فهم نبوده و امکان تشخیص خطا را نداشته است. در بسیاری موارد، حتی مشخص نیست که خطا ناشی از تقصیر انسانی است یا ریشه در ذات معماری غیرمتمرکز شبکه دارد. همین موضوع سبب شده است که بسیاری از حقوق‌دانان پیشنهاد کنند که مسئولیت مدنی در حوزه قراردادهای هوشمند به سمت مسئولیت نوعی یا محض حرکت کند، به‌ویژه در مواردی که خطا در الگوریتم سبب ورود خسارت گسترده می‌شود. در مقابل، نظام کامن‌لا انعطاف بیشتری در تعیین مبنای مسئولیت دارد. در این نظام، معیار فرد متعارف (Reasonable Person) و رفتار متعارف برنامه‌نویس یا توسعه‌دهنده (Reasonable Developer) مورد توجه است. اگر توسعه‌دهنده استانداردهای متعارف طراحی ایمن، تست کافی و پیش‌بینی‌پذیری رفتار کد را رعایت نکند، مقصر شناخته می‌شود. اما اگر ثابت شود که خطا ناشی از ویژگی‌های غیرقابل کنترل شبکه بلاک‌چین بوده، مسئولیت او تا حد زیادی کاهش می‌یابد. این رویکرد می‌تواند الگوی مفیدی برای حقوق ایران باشد، زیرا با وجود تفاوت‌های ساختاری، امکان انطباق معیار «شخص متعارف» با معیار «متخصص متعارف» در حوزه فناوری وجود دارد. در حقوق تجارت بین‌الملل نیز، اصول کلی همچون حسن نیت، احتیاط حرفه‌ای و پیش‌بینی‌پذیری خسارت به عنوان مبنای مسئولیت مطرح می‌شود، اما به دلیل ماهیت فراملی قراردادهای هوشمند، ضرورت ایجاد استانداردهای مستقل برای توسعه‌دهندگان و ارائه‌دهندگان خدمات بلاک‌چین احساس می‌شود.

۳. عنصر سوم، «رابطه سببیت»، در قراردادهای خودکار پیچیده‌تر از سایر عناصر است. در ساختار سنتی مسئولیت مدنی، رابطه سببیت میان عمل و زیان با تحلیل وقایع انسانی مشخص می‌شود، اما در قراردادهای هوشمند، این رابطه ممکن است میان چندین لایه مختلف شکل گیرد: کد، اوراکل، پلتفرم، شبکه بلاک‌چین، رفتار کاربران و حتی شرایط اقتصادی. یک خطای کوچک در داده‌های ورودی می‌تواند اجرای کاملاً متفاوتی از قرارداد ایجاد کند. در برخی موارد، به دلیل غیرقابل برگشت بودن تراکنش‌ها، حتی پس از مشخص شدن اشتباه، امکان بازگرداندن وضعیت به حالت قبل وجود ندارد. بنابراین تعیین اینکه چه عاملی سبب اصلی ورود خسارت بوده و سهم هر یک از عناصر در وقوع زیان چقدر است، به سادگی امکان‌پذیر نیست. نظریه‌هایی مانند سببیت بر مبنای «ارتباط مؤثر» یا «سبب قوی‌تر» ممکن است در حقوق ایران برای تحلیل چنین مواردی مفید باشند.

اما همچنان چالش‌هایی وجود دارد، زیرا ماهیت فنی فرایندهای دیجیتال با پیچیدگی‌های خاص خود همراه است و گاهی حتی متخصصان فناوری نیز قادر به تعیین دقیق علت خطا نیستند.

۴. عنصر چهارم مسئولیت یعنی «ورود خسارت» در بستر دیجیتال ابعاد نوینی دارد. خسارت در قراردادهای هوشمند معمولاً ماهیت دیجیتال دارد و شامل از دست رفتن دارایی‌های رمزینه، قفل شدن سرمایه در کدهای غیرقابل دسترسی، انتقال اشتباه دارایی، از بین رفتن توکن‌ها، کاهش ارزش دارایی‌های دیجیتال و نقض امنیت اطلاعات است. برخلاف خسارت‌های سنتی که قابل ارزش‌گذاری با معیارهای عرفی‌اند، در خسارت دیجیتال تعیین ارزش دقیق دارایی‌ها دشوار است، زیرا ارزش رمزارزها و دیگر دارایی‌های دیجیتال نوسانات شدید دارد و این امر ارزیابی خسارت و تعیین میزان جبران را پیچیده می‌کند. علاوه بر این، برخی دارایی‌های دیجیتال مانند NFTها ویژگی منحصر به فرد دارند و در صورت نابودی، امکان ایجاد معادل آن وجود ندارد، بنابراین مفهوم «اعاده وضعیت سابق» در بسیاری موارد غیرقابل تحقق است. این موضوع حقوق ایران را که شدیداً بر اعاده وضعیت سابق تأکید دارد، با چالش مواجه می‌کند.

در این زمینه، نظام کامن‌لا امکان استفاده از معیار «ارزش در زمان زیان» را فراهم می‌کند و در برخی دعاوی مربوط به رمزارز، دادگاه‌ها ارزش دارایی را در تاریخ وقوع حادثه تعیین کرده‌اند. در حقوق تجارت بین‌الملل نیز داوری‌ها معمولاً از اصولی مانند «ارزش منصفانه بازار» استفاده می‌کنند تا نوسانات شدید بازار را در تعیین میزان خسارت لحاظ کنند. این تجارب می‌تواند برای حقوق ایران آموزنده باشد، زیرا قوانین داخلی هنوز دستورالعملی صریح برای ارزش‌گذاری خسارت دیجیتال ارائه نکرده‌اند (صادقی و فرحزادی، ۲۰۲۲).

در کنار عناصر چهارگانه مسئولیت، باید به چالش‌های نظری دیگری نیز اشاره کرد که به طور مستقیم بر تحلیل مسئولیت در قراردادهای هوشمند تأثیر می‌گذارند. یکی از مهم‌ترین این چالش‌ها، مسئله «انتساب اراده» است. در قراردادهای سنتی، نقض تعهد ناشی از رفتار انسانی است و اراده نقش مرکزی در تحلیل مسئولیت دارد. اما در قراردادهای هوشمند، پس از انعقاد، اراده طرفین نقشی در اجرای قرارداد ندارد و کد است که مسئول اجرای تعهدات است. این سؤال مطرح می‌شود که آیا می‌توان اجرا یا عدم اجرای کد را به اراده طرفین منسوب دانست؟ یا باید میان اراده اولیه (در زمان انعقاد) و اراده اجرایی (در زمان اجرا) تفکیک قائل شد؟ این تفکیک می‌تواند در تحلیل تقصیر و مسیرهای جبران خسارت نقش مهمی ایفا کند. برای مثال، اگر کد دقیقاً مطابق اراده اولیه طرفین طراحی شده باشد اما در مرحله اجرا به دلیل ویژگی‌های شبکه دچار نقص شود، آیا می‌توان آن را نقض تعهد دانست؟

چالش دیگر، مسئله «فقدان نظارت قضایی در لحظه اجرا» است. در قراردادهای سنتی، اجرای تعهدات همیشه متأثر از نظارت دادگاه‌ها یا قابلیت اعمال قواعد تعدیل است. اما قرارداد هوشمند، بدون امکان مداخله فوری یا صدور دستور توقف، اجرا می‌شود. این امر می‌تواند به ورود خسارات غیرقابل جبران منجر شود و تحلیل مسئولیت را پیچیده‌تر کند. بسیاری از پژوهشگران پیشنهاد کرده‌اند که قراردادهای هوشمند باید مجهز به «سوئیچ اضطراری» یا «ماژول توقف» باشند تا در موارد اضطراری امکان توقف اجرا فراهم شود، اما این راه‌حل نیز چالش‌هایی در حوزه امنیت و تمرکززدایی ایجاد می‌کند. در پایان باید تأکید کرد که مسئولیت مدنی در قراردادهای هوشمند، نه بازتولید ساده مسئولیت سنتی است و نه نیازمند کنار گذاشتن اصول بنیادین حقوق. بلکه ترکیبی از اصول کلاسیک و سازوکارهای نوین فنی است که باید با هم تطبیق داده شوند. شناخت دقیق عناصر مسئولیت در این بستر، مقدمه‌ای ضروری برای تحلیل تطبیقی در نظام‌های حقوقی ایران، کامن‌لا و Lex Mercatoria و ارائه الگوی مناسب جبران خسارت دیجیتال خواهد بود.

#### ۴. تحلیل قراردادهای هوشمند در نظام حقوقی ایران

تحلیل قراردادهای هوشمند در نظام حقوقی ایران مستلزم توجه هم‌زمان به سه لایه بنیادین است: نخست، مبانی نظری حقوق مدنی ایران که بر اراده، قصد و رضا، اهلیت و مشروعیت جهت و مورد مبتنی است؛ دوم، چارچوب فقه امامیه که قواعد عمومی معاملات، شروط ضمن عقد و آثار تعهدات را مشخص می‌سازد؛ و سوم، اقتضائات فناوری‌های نوین نظیر بلاک‌چین، رمزنگاری و خوداجرا بودن قراردادهای. تلفیق این سه لایه نشان می‌دهد که اگرچه حقوق ایران توان پذیرش قراردادهای هوشمند را دارد، اما برخی مفاهیم سنتی نیازمند بازخوانی و توسعه تفسیری هستند. در حقوق ایران، قرارداد با «تلاقی ایجاب و قبول» تشکیل می‌شود و سکوت، رفتار یا فعل فنی به‌تنهایی نمی‌تواند کاشف از اراده باشد؛ در قرارداد هوشمند، اراده در قالب کد نوشته می‌شود و فعل فنی آپلود قرارداد، معادل ایجاب یا قبول تلقی می‌گردد. بنابراین، پرسش اصلی این است که آیا «کد» می‌تواند به‌عنوان ابزار ابراز اراده شناسایی شود؟ پاسخ با توجه به اصول کلی حقوقی مثبت است؛ زیرا ماده ۱۹۱ قانون مدنی شرط تحقق عقد را «قصد انشا و مقرون بودن به چیزی که دلالت بر قصد کند» اعلام کرده و این «چیز» می‌تواند کد، پیام الکترونیک یا امضای دیجیتال باشد، مشروط بر اینکه قابلیت انتساب به طرف قرارداد داشته باشد. از سوی دیگر، قانون تجارت الکترونیکی ایران نیز پیام‌داده و امضای دیجیتال را معتبر دانسته است؛ لذا از حیث انشاء و انعقاد، مانعی برای پذیرش قراردادهای هوشمند وجود ندارد (شاپور گل‌محمدی ننه‌کران و همکاران، ۲۰۲۴).

با این حال، بخش دشوارتر، تحلیل آثار و اجرای قراردادهای هوشمند در حقوق ایران است. ویژگی خوداجرا بودن قراردادهای هوشمند که به‌محض وقوع شرایط مقرر، اجرای خودکار را آغاز می‌کند، موجب می‌شود بسیاری از نهادهای سنتی همچون فسخ، انفساخ، تعلیق، اقاله و حتی دادخواهی پیشینی (قبل از اجرا) بی‌اثر یا کم‌اثر شوند. در حقوق ایران، فسخ یک عمل حقوقی ارادی است که نیاز به اعلام دارد؛ اما در قرارداد هوشمند، اجرای کد قابل توقف نیست مگر اینکه از ابتدا شرط توقف یا «دروازه کنترلی» پیش‌بینی شده باشد. این امر پرسش مهمی را مطرح می‌کند: آیا امکان اعمال خیار فسخ در قرارداد هوشمند وجود دارد؟ پاسخ آن است که بر اساس قواعد فقهی، طرفین می‌توانند «شرط نتیجه» یا «شرط فعل» را در ضمن عقد درج کنند؛ بنابراین، اگر از ابتدا در طراحی کد پیش‌بینی گردد که در صورت اعمال فسخ توسط یکی از طرفین، اجرای قرارداد متوقف یا بازگشت یابد، توافق معتبر و قابل اجرا خواهد بود. در غیر این صورت، اعمال فسخ پس از آغاز اجرا فاقد اثر عملی است، هرچند از نظر حقوقی حق فسخ همچنان وجود دارد. این وضعیت تفاوت بنیادینی میان «حق فسخ» و «امکان اعمال فسخ» ایجاد می‌کند و از این حیث نیازمند بازنگری در تفاسیر حقوقی موجود است (سلیمانی و همکاران، ۲۰۲۵).

مسئولیت مدنی در قراردادهای هوشمند نیز یکی از چالش‌های اساسی نظام حقوقی ایران محسوب می‌شود. در حقوق ایران مبانی مسئولیت یا «تقصیر» است یا «ضمان ید» یا «تلاف و تسبیب»؛ برخی رویکردها نیز از نظریه خطر یا مسئولیت نوعی سخن گفته‌اند. اما هنگامی که خسارت ناشی از نقص کد، خطای برنامه‌نویس، حمله هکری به زیرساخت بلاک‌چین، یا اجرای خودکار ناصحیح قرارداد باشد، تعیین شخص مسئول به سادگی ممکن نیست. برای مثال، اگر قرارداد هوشمند مبلغی را به اشتباه آزاد کند یا شرطی که در دنیای واقعی محقق نشده را به‌صورت خودکار محقق تلقی کند، آیا مسئولیت متوجه طرف قرارداد است یا طراح کد یا مالک پلتفرم؟ در حقوق ایران، قاعده عام «من أتلف مال الغير فهو له ضامن» و ماده ۱ قانون مسئولیت مدنی بیان می‌کند که هر کس بدون مجوز

قانونی به دیگری ضرر بزند، مسئول جبران خسارت است. بنابراین می‌توان استدلال کرد که برنامه‌نویس یا ارائه‌دهنده پلتفرم چنانچه مرتکب بی‌احتیاطی یا نقص فنی قابل پیشگیری شده باشد، در برابر زیان‌دیده مسئول است. اما چالش هنگامی ایجاد می‌شود که اجرای اشتباه ناشی از «ماهیت غیرقابل تغییر بلاک‌چین» باشد؛ جایی که حتی با احراز حقانیت زیان‌دیده، امکان بازگردانی تراکنش وجود ندارد. در چنین مواردی حقوق ایران با محدودیت عملی مواجه می‌شود و ضرورت طراحی «سندباکس حقوقی»، «دروازه توقف شرعی و مدنی» و «مکانیزم‌های جبران خسارت خارج از زنجیره (Off-Chain Remedies)» بیشتر احساس می‌گردد.

علاوه بر این، در حقوق ایران مسئله مشروعیت جهت و مورد قرارداد در قراردادهای هوشمند حساسیت بیشتری دارد. اگر قرارداد هوشمند برای فعالیت‌های ممنوعه مثل قمار رمزارزی، معاملات رمزارزی‌های نامجاز یا شرط‌بندی الگوریتمی تنظیم شود، چنین قراردادی بر اساس ماده ۲۱۷ قانون مدنی و قواعد عمومی معاملات، باطل خواهد بود ولو اینکه از نظر فنی به‌طور کامل اجرا شود. این امر به‌ویژه در حوزه رمزارزها و پلتفرم‌های غیرمتمرکز (DeFi) اهمیت دارد؛ زیرا ممکن است نتیجه اجرایی کد، انتقال اموال نامشروع باشد که قانوناً اثر حقوقی ندارد. بنابراین در نظام ایران، قرارداد هوشمند باید هم با قواعد عمومی قراردادها سازگار باشد و هم با نظام پولی - مالی کشور و مقررات بانک مرکزی تناقض نداشته باشد.

نکته مهم دیگر، مسئله «اثبات» در دعاوی ناشی از قرارداد هوشمند است. در نظام سنتی، اثبات با اسناد، شهادت، قسم و امارات صورت می‌گیرد؛ اما در قرارداد هوشمند، «لاک زنجیره‌ای» خود یک سند است و سوابق تراکنش غیرقابل تحریف محسوب می‌شود. این امر می‌تواند به‌عنوان «اماره قضایی قطعی» در دعاوی مسئولیت مدنی استفاده شود. با این وجود، چون بسیاری از جنبه‌های زیان، مانند خطای برنامه‌نویس یا نیت طرفین هنگام تنظیم کد، خارج از زنجیره است (رضوی و همکاران، ۲۰۲۵)، دادگاه ناچار به بررسی ادله فنی، کارشناسی و تحلیل‌های رمزنگاری خواهد بود. چالش دیگر، ناشناس‌بودن کاربران است که در بلاک‌چین‌های عمومی امری رایج است و عملاً طرح دعوی را دشوار می‌کند؛ زیرا طبق قواعد آیین دادرسی ایران، طرف دعوی باید معین باشد و هویت حقوقی یا حقیقی آن قابل تشخیص باشد. در مجموع، تحلیل قراردادهای هوشمند در حقوق ایران نشان می‌دهد که ظرفیت پذیرش این قراردادها در چارچوب قواعد عمومی وجود دارد، اما برای انطباق کامل نیاز به بازنگری‌های هنجاری، تفسیرهای توسعه‌ای و طراحی زیرساخت‌های حقوقی - فنی نوین وجود دارد. در این میان، مهم‌ترین چالش‌های ایران عبارت‌اند از: عدم امکان توقف اجرای کد، دشواری اعمال اختیارات، مسئولیت مدنی ناشی از خطای الگوریتم، نبود نظام خاص جبران خسارت دیجیتال، تعارض با محدودیت‌های قانونی حوزه رمزارزها و ابهام در مقام اثبات و تعیین طرف دعوی. با این حال، با اصلاحات قانونی، ایجاد کلایزهای کنترلی داخل کد، تدوین قواعد فنی - حقوقی حاکم بر برنامه‌نویسان و پلتفرم‌ها و توسعه مفهوم جبران خسارت دیجیتال، نظام حقوقی ایران می‌تواند به شکل مؤثری قراردادهای هوشمند را در بستر حقوقی خود جذب و مدیریت کند (رستمی نجف‌آبادی، ۲۰۱۸).

## ۵. تحلیل قراردادهای هوشمند در نظام کامن‌لا

نظام کامن‌لا به دلیل ماهیت انعطاف‌پذیر، رویه‌محور و عمل‌گرایانه خود، از نخستین نظام‌های حقوقی بوده است که قراردادهای هوشمند را به رسمیت شناخته و چارچوب‌های تفسیر و اجرای آنها را توسعه داده است. در کامن‌لا، اصولی مانند «آزادی قرارداد»، «قصد طرفین» و «تفسیر مبتنی بر رفتار متعارف» نقش اصلی در اعتبارسنجی توافقات دارند؛ بنابراین، ورود فناوری بلاک‌چین و

قراردادهای خوداجرا بیشتر به‌عنوان یک تحول ابزارشناختی تلقی شده تا یک انقلاب هنجاری. دادگاه‌های انگلستان و ایالات متحده به‌جای تمرکز بر شکل قرارداد، به کارکرد آن پرداخته‌اند و این رویکرد موجب شده که قرارداد هوشمند در صورتی که واجد عناصر قرارداد باشد - از جمله قصد ایجاد تعهد، قطعیت مفاد، و مبادله ارزش - معتبر دانسته شود. مهم‌ترین تحول در این حوزه، پذیرش «کد» به‌عنوان ابزار معتبر ابراز اراده و حتی به‌عنوان بخشی از متن قرارداد است. برای مثال، دادگاه‌های ایالات متحده در رویه‌های اخیر اشاره کرده‌اند که اگر طرفین توافق کرده باشند که کد تعیین‌کننده شرایط اجرای قرارداد باشد، قاضی باید اثر حقوقی کد را همانند شرط قراردادی مکتوب بپذیرد. این نگاه منعطف، مبنای تئوریک برتری کامن‌لا در سازگاری با فناوری‌های نوین را نشان می‌دهد.

در نظام کامن‌لا، تقسیم‌بندی مشهور به «Contract in Code, Contract with Code» و «Code is the Contract» نقش اساسی در تعیین نحوه تحلیل روابط حقوقی دارد. در وضعیت نخست، کد صرفاً ابزار اجرای توافقی است که متن آن خارج از زنجیره و به‌صورت نوشتاری یا دیجیتال تنظیم شده است. در وضعیت دوم، کد و متن مکمل یکدیگر بوده و مجموعه آنها قرارداد را می‌سازد. اما در وضعیت سوم - که در بسیاری از پروژه‌های DeFi رایج است - هیچ متن مکتوبی وجود ندارد و کد خود قرارداد است. دادگاه‌های کامن‌لا با دقت به این تقسیم‌بندی ورود کرده‌اند و تلاش دارند که در هر وضعیت، قواعد لازم برای تفسیر قصد طرفین، تعیین مسئولیت، و حل‌وفصل اختلاف را ارائه کنند. یکی از مهم‌ترین چالش‌های کامن‌لا در این حوزه، مسأله «Discrepancy» میان متن و کد است؛ یعنی مواردی که متن یک چیز را بیان می‌کند و کد چیز دیگری را اجرا می‌کند. رویه غالب این است که اگر طرفین آگاهانه کد را پذیرفته باشند، اجرای کد نسبت به متن اولویت دارد، زیرا در قراردادهای هوشمند رفتار عینی طرفین - یعنی پذیرش و تعامل با کد - به‌عنوان کاشف قصد تلقی می‌شود. با این حال، چنانچه اختلاف ناشی از اشتباه مشترک یا خطای برنامه‌نویسی باشد، دادگاه می‌تواند وارد اصلاح قرارداد (Rectification) شود و اثر کد را محدود کند (خجندی‌جزی و همکاران، ۲۰۲۵).

در حوزه مسئولیت مدنی، کامن‌لا با چالش‌های مشابهی نسبت به سایر نظام‌ها مواجه است، اما قدرت تفکیک و دسته‌بندی مسائل در این نظام بیشتر دیده می‌شود. به‌طور خاص، مفهوم «Tortious Liability» نسبت به خسارات ناشی از نقص کد یا اجرای معیوب قرارداد هوشمند، همچنان محل بحث است. نظام کامن‌لا عمدتاً بر مبنای «Negligence» عمل می‌کند؛ یعنی زیان‌دیده باید ثابت کند که برنامه‌نویس یا ارائه‌دهنده پلتفرم وظیفه مراقبتی (Duty of Care) داشته و از آن تخطی کرده است. این موضوع در پرونده‌هایی که در آمریکا مطرح شده، نمود واضح دارد؛ جایی که دادگاه‌ها بررسی می‌کنند آیا توسعه‌دهنده قرارداد هوشمند می‌توانسته نقص امنیتی را پیش‌بینی کند و آیا اقدامات متعارف برای جلوگیری از آن انجام داده است یا خیر. در مواردی که پلتفرم غیرمتمرکز بوده و توسعه‌دهندگان ناشناس هستند، دادگاه‌ها از نظریه «Product Liability» یا «Defective Design» استفاده کرده‌اند تا خلأ ناشی از ناشناس بودن متعهد را جبران کنند. بنابراین، اگر کد مانند یک محصول معیوب باشد و نقص آن موجب زیان شود، مسئولیت بر مبنای خطر یا مسئولیت نوعی اعمال می‌شود. این رویکرد گرچه همچنان محل اختلاف است، اما نشان‌دهنده تلاش دادگاه‌های کامن‌لا برای سازگار کردن قواعد سنتی مسئولیت مدنی با واقعیت‌های اقتصاد دیجیتال است (حبیب‌زاده، ۲۰۱۴).

یکی از برجسته‌ترین چالش‌های کامن‌لا در زمینه قراردادهای هوشمند، مسأله «غیرقابل‌برگشت بودن» تراکنش‌ها در بلاک‌چین است. دادگاه‌ها بارها تأکید کرده‌اند که اصل نهایی بودن تراکنش‌های رمزنگاری شده، مانع از آن نیست که زیان‌دیده حق طرح دعوی برای

جبران خسارت داشته باشد. حتی اگر امکان بازگردانی تراکنش وجود نداشته باشد، دادگاه می‌تواند زیان را از طریق «Remedies in Equity» مانند Constructive Trust یا حکم به پرداخت غرامت جبران کند. این انعطاف‌پذیری یکی از نقاط قوت کامن‌لا است و سبب شده که حتی در محیط‌های آن‌چین، ابزارهای آف‌چین جبران خسارت در دسترس باقی بماند. افزون بر این، داوری‌های بین‌المللی به‌ویژه داوری‌های مبتنی بر Lex Mercatoria نیز در بسیاری از موارد از اصول کامن‌لا برای تفسیر و تحلیل قراردادهای هوشمند بهره می‌گیرند و این هم‌گرایی باعث افزایش نفوذ کامن‌لا در حکمرانی حقوقی بلاک‌چین شده است. مسأله دیگر در نظام کامن‌لا، تعیین اراده در فضای غیرمتمرکز است. در قراردادهای هوشمند، طرفین ممکن است ناشناس باشند، اما رویه قضایی آمریکا و انگلستان اعلام کرده است که «رفتار فنی» می‌تواند کشف از قصد باشد. به بیان دیگر، اگر کاربر با آگاهی از کد وارد تعامل با قرارداد شده باشد، این ورود به‌عنوان «Assent» تلقی می‌شود. برای مثال، کلیک‌کردن، اتصال کیف پول دیجیتال یا ارسال تراکنش، معادل پذیرش شروط قرارداد تلقی شده است. این امر سبب شده که در بسیاری از دعاوی، کاربران نتوانند با استناد به جهل به کد، از مسئولیت ناشی از عملکرد قرارداد هوشمند فرار کنند. البته اگر کد فریبنده یا همراه‌کننده باشد، قواعد «Misrepresentation» و «Unfair Contract Terms» قابل اعمال است.

در مجموع، تحلیل نظام کامن‌لا نشان می‌دهد که این نظام بیش از ایران و بسیاری از کشورهای دیگر توانسته خود را با قراردادهای هوشمند سازگار کند. سه ویژگی کلیدی - شامل انعطاف‌پذیری رویه‌ای، رویکرد عمل‌گرایانه به قصد طرفین، و پذیرش گسترده ابزارهای جبران خسارت آف‌چین - باعث شده که قراردادهای هوشمند در این نظام نه یک چالش بنیادین، بلکه مرحله‌ای جدید از تحول قراردادها تلقی شوند. با این وجود، چالش‌های مهمی همچنان باقی است؛ از جمله تعیین مسئولیت برنامه‌نویسان، هم‌پوشانی میان کد و اراده، اختلاف میان متن و کد، ناشناس بودن طرفین، و خطرات امنیتی اتریوم و سایر شبکه‌های بلاک‌چینی. اما چارچوب کلی نشان می‌دهد که کامن‌لا توانسته پایه‌های نظری لازم برای تحلیل دقیق و عادلانه قراردادهای هوشمند را فراهم آورد.

## ۶. جایگاه قراردادهای هوشمند در Lex Mercatoria و حقوق تجارت بین‌الملل

Lex Mercatoria یا «حقوق بازرگانی فراملی» به‌عنوان نظامی خودجوش، غیرمتمرکز و مبتنی بر عرف‌های تجاری، قواعد داوری و اصول قراردادهای بین‌المللی، جایگاه ویژه‌ای در پذیرش و تنظیم قراردادهای هوشمند پیدا کرده است (پورحسینی و همکاران، ۲۰۲۵). از آنجا که ذات قراردادهای هوشمند نیز غیرمتمرکز، برون‌مرزی و مبتنی بر عرف‌های فنی - تجاری بلاک‌چین است، بسیاری از پژوهشگران معتقدند بهترین بستر تحلیل این قراردادها، همین نظام فراملی است (Karimi et al., ۲۰۲۲). Lex Mercatoria برخلاف نظام‌های داخلی که به ساختارهای رسمی و تشریفات انعقاد قرارداد متکی هستند، بر رضایت تجاری، آزادی اراده، حسن نیت و کارآمدی اقتصادی مبتنی است. بنابراین، قراردادهای هوشمند که کارآمدی، سرعت، شفافیت و قطعیت را افزایش می‌دهند، به‌گونه‌ای طبیعی در چارچوب آن می‌گنجند. داوری‌های بین‌المللی نیز به‌ویژه نهادهایی مانند ICC، LCIA، SIAC و ICDR تمایل روزافزونی به پذیرش قراردادهای هوشمند و تفسیر آنها بر اساس اصول فراملی مانند اصول UNIDROIT و اصول قراردادهای اروپایی نشان داده‌اند (Clarizia, ۲۰۲۴). از این منظر، قرارداد هوشمند نه یک «نوآوری چالش‌برانگیز» بلکه مرحله‌ای طبیعی در تکامل تجارت الکترونیک بین‌المللی تلقی می‌شود.

در چارچوب Lex Mercatoria، اراده تجاری در قالب‌های مختلف از جمله پیام دیجیتال، امضای رمزنگاری‌شده و حتی «کد» معتبر است. اصول ۲۰۱۶ UNIDROIT در خصوص قراردادهای تجاری بین‌المللی، تأکید دارد که شکل قرارداد فاقد اهمیت است و هر ابزاری که بتواند توافق را اثبات کند، کافی است (Longa, ۲۰۲۵). این اصل به‌طور مستقیم در قراردادهای هوشمند قابل اعمال است، زیرا کد - در صورتی که نشان‌دهنده توافق و قصد طرفین باشد - می‌تواند به‌عنوان سند معتبر تلقی شود. داوران بین‌المللی نیز معمولاً با نگاهی کارکردگرا به این موضوع برخورد می‌کنند: اگر کد بتواند به‌طور دقیق و قابل فهم نشان دهد که طرفین چه چیزی را پذیرفته‌اند، آن را به‌عنوان «اراده عینی» شناسایی می‌کنند (Zhao & Chen, ۲۰۲۵). این در حالی است که برخی متن‌گرایی‌های حقوق مدنی داخلی، ممکن است مانع از پذیرش کامل کد به‌عنوان سند قرارداد شود؛ اما در Lex Mercatoria چنین محدودیتی دیده نمی‌شود.

یکی از مهم‌ترین حوزه‌هایی که Lex Mercatoria در آن نسبت به نظام‌های داخلی برتری دارد، مسئله «جبران خسارت دیجیتال» است. از آنجا که ماهیت تراکنش‌های بلاک‌چین تقریباً غیرقابل برگشت است و بسیاری از خسارات ناشی از حملات سایبری، نقص کد یا اجرای معیوب قرارداد، جنبه دیجیتال دارند، نظام‌های مسئولیت مدنی سنتی با دشواری مواجه می‌شوند. اما در داورهای فراملی، داوران می‌توانند از ابزارهای کاملاً منعطفی مانند «غرامت انتظاری دیجیتال»، «بازسازی ارزش ازدست‌رفته»، «ارزیابی ارزش رمز ارزی در زمان تحصیل یا در زمان رأی» و حتی «جبران مبتنی بر بازسازی وضعیت زنجیره‌ای» استفاده کنند. علاوه بر این، داور بین‌المللی برخلاف دادگاه‌ها می‌تواند تعهداتی را بر طرفین تحمیل کند که الزاماً در قالب پول نباشد؛ مثلاً دستور دهد که ارزش ازدست‌رفته با توکن مشابه، NFT جایگزین، یا دارایی دیجیتال متناسب جبران شود. این انعطاف‌پذیری باعث شده که Lex Mercatoria مکانیسمی عملی‌تر و مؤثرتر برای حل و فصل اختلافات ناشی از قراردادهای هوشمند تلقی شود. مسئله دیگری که در Lex Mercatoria به‌صورت جدی مورد توجه بوده، نقش عرف‌های تجاری مبتنی بر فناوری است (Adams, ۲۰۲۴). در بلاک‌چین، عرف‌هایی مانند «کد قانون است» (Code is Law)، «نهایی بودن تراکنش‌ها»، «عدم بازگشت»، «شفافیت عمومی» و «غیرمتمرکز بودن مدیریت» پذیرفته شده‌اند. داوران بین‌المللی معمولاً این عرف‌ها را بخشی از اراده قراردادی تلقی می‌کنند، مگر اینکه طرفین خلاف آن توافق کرده باشند. بنابراین، اگر قرارداد هوشمند بر روی زنجیره‌ای مستقر باشد که عرف آن عدم برگشت تراکنش‌هاست، داور نیز معمولاً حکم به بازگردانی آن نمی‌دهد؛ بلکه به سمت جبران خارج از زنجیره می‌رود. این امر به‌ویژه در قراردادهای مالی غیرمتمرکز (DeFi)، تبادل توکن، عرضه اولیه کوین (ICO) و قراردادهای NFT اهمیت دارد.

Lex Mercatoria همچنین این ظرفیت را دارد که قراردادهای هوشمند را با قواعد مکملی نظیر اصول انصاف، حسن نیت، و قواعد منع سوءاستفاده از حق تکمیل کند. برای مثال، اگر یک طرف از نقص کد سوءاستفاده کند و برخلاف انتظار متعارف تجاری منفعتی کسب کند، داور می‌تواند با اتکا به اصول انصاف، قرارداد را اصلاح کرده یا خسارت تعیین کند. برخلاف سیستم‌های داخلی که گاه به دلیل شکاف قانونی یا محدودیت‌های صلاحیت، قادر به رسیدگی مؤثر نیستند، داور بین‌المللی با آزادی عمل بیشتر، می‌تواند راه‌حل‌های منعطف و تخصصی‌تری ارائه کند. سرانجام، جایگاه قراردادهای هوشمند در Lex Mercatoria به‌گونه‌ای است که این نظام بیش از سایر نظام‌های حقوقی، قابلیت انطباق و جذب این فناوری نوین را داراست. فقدان تشریفات الزامی، پذیرش گسترده اسناد دیجیتال، اولویت کارکرد اقتصادی قرارداد، و وجود ابزارهای متنوع جبران خسارت، Lex Mercatoria را به چارچوبی ایده‌آل برای تنظیم روابط ناشی از قراردادهای هوشمند تبدیل کرده است (Longa, ۲۰۲۴). به‌ویژه با توجه به ماهیت برون‌مرزی بلاک‌چین، داور

بین‌المللی و اصول فراملی معمولاً بهترین روش حل اختلافات در این قراردادهای شناخته می‌شوند. با این حال، چالش‌هایی همچنان باقی است؛ از جمله تعیین قانون حاکم در قراردادهای بدون متن، شناسایی طرفین ناشناس، تعارض میان قواعد حاکمیت‌محور ملی و قواعد فراملی، و امکان اجرای رأی داوری در نظام‌های داخلی. با این وجود، چشم‌انداز کلی نشان می‌دهد که قراردادهای هوشمند در Lex Mercatoria نه تنها قابل تحلیل و پذیرش‌اند، بلکه به عنوان یکی از مصادیق تکامل تجارت دیجیتال، به سرعت به بخشی از عرف‌های بازرگانی فراملی تبدیل شده‌اند.

## ۷. چالش‌های جبران خسارت دیجیتال و تحلیل تطبیقی مسئولیت مدنی

جبران خسارت در بستر دیجیتال، به‌ویژه در زمینه قراردادهای هوشمند، یکی از پیچیده‌ترین مباحث حقوقی در دوران معاصر است. قراردادهای هوشمند با تکیه بر قابلیت «اجرای خودکار» و حذف نقش میانجی انسانی، ساختار سنتی مسئولیت مدنی را متحول می‌سازند و این پرسش بنیادین را ایجاد می‌کنند که هنگامی که اجرای خودکار کد منجر به ورود زیان می‌شود، مسئولیت بر عهده چه کسی است: طرف قرارداد، برنامه‌نویس، پلتفرم، ارائه‌دهنده کیف پول، اوراکل (منبع داده بیرونی)، یا حتی شبکه بلاک‌چین؟ این پرسش در سه نظام حقوقی مورد بررسی—حقوق ایران، نظام کامن‌لا و Lex Mercatoria—پاسخ‌های متفاوتی می‌یابد که شناخت آن‌ها برای مدیریت ریسک و طراحی سازوکار جبران خسارت دیجیتال ضروری است.

در نظام حقوقی ایران، مسئولیت مدنی همچنان بر پایه اصول سنتی تقصیر، رابطه سببیت و وقوع ضرر استوار است، اما ورود «ضرر دیجیتال» مفاهیم موجود را با چالش مواجه کرده است. در قراردادهای هوشمند، بسیاری از زیان‌ها ناشی از نقص کد، خطای الگوریتمی، حملات هکری، اشتباه در داده‌های اوراکل یا اجرای خودکار غیرقابل توقف هستند. از منظر حقوق ایران، اگر اجرای کد منجر به زیان شود، باید بررسی شود که آیا این زیان ناشی از تقصیر طرف قرارداد است یا تقصیر طراح سازوکار فنی. به دلیل آنکه قراردادهای هوشمند اغلب در بستری غیرمتمرکز و ناشناس انجام می‌شوند، اثبات تقصیر دشوار شده و در برخی موارد «مسئولیت نوعی» یا «مسئولیت مبتنی بر خطر» مطلوب‌تر به نظر می‌رسد. همچنین، قواعد فقهی مانند قاعده اتلاف و تسبیب می‌تواند در تحلیل ضرر دیجیتال کمک‌کننده باشد؛ برای مثال، اگر خطای کدنویس موجب اجرای نادرست قرارداد شود، از منظر قاعده تسبیب می‌توان وی را ضامن دانست، هرچند در عمل شناسایی او ممکن است دشوار باشد (پوراسماعیل و همکاران، ۲۰۲۴). چالش مهم دیگر آن است که دادگاه‌ها عموماً با فناوری بلاک‌چین آشنا نیستند و تشخیص رابطه سببیت در این فضای تکنیکی، مستلزم کارشناسی پیچیده و فوق تخصصی است.

در نظام کامن‌لا، تحلیل مسئولیت در قراردادهای هوشمند عمدتاً بر محور سه نظریه صورت می‌گیرد: نقض قرارداد (breach of contract)، مسئولیت ناشی از سهل‌انگاری (negligence) و مسئولیت ناشی از محصول معیوب (product liability). قضات در این نظام معمولاً بر «رفتار معقول» و «انتظارات مشروع طرفین» تمرکز می‌کنند. اگر یک قرارداد هوشمند به دلیل ضعف کد دچار مشکل شود، دادگاه در کامن‌لا ممکن است توسعه‌دهنده را به دلیل سهل‌انگاری مسئول بداند، زیرا تولید کد برای قرارداد هوشمند، نوعی ارائه محصول محسوب می‌شود که باید استانداردهای ایمنی و پیش‌بینی‌پذیری را رعایت کند. همچنین، در محیط‌هایی که از اوراکل‌های داده استفاده می‌شود، اگر داده‌های اشتباه منجر به ضرر شود، مسئولیت ممکن است بر عهده ارائه‌دهنده داده قرار گیرد.

یکی از تمایزات مهم کامن‌لا با حقوق ایران آن است که در کامن‌لا، امکان طبقه‌بندی مسئولیت چندجانبه یا توزیع‌شده (distributed liability) پذیرفته شده و دادگاه می‌تواند مسئولیت را میان چند شخص تقسیم کند؛ رویکردی که به‌ویژه در اکوسیستم غیرمتمرکز بلاک‌چین بسیار کاربردی است (پناهی و همکاران، ۲۰۲۲).

در Lex Mercatoria، یعنی مجموعه اصول و قواعد پذیرفته‌شده در بازرگانی بین‌المللی، جبران خسارت دیجیتال بر اساس دو اصل بنیادین تحلیل می‌شود: اصل رفتار منصفانه و معقول تجاری (reasonableness) و اصل تخصیص ریسک (risk allocation). در قراردادهای هوشمند، اصول یونیسترال و اصول UNIDROIT تأکید دارند که طرفین می‌توانند ریسک‌های ناشی از نقص فنی، حمله سایبری یا خطای داده را از طریق شروط قراردادی تخصیص دهند. بنابراین، در بازرگانی بین‌الملل، بخش عمده مسئولیت به نحوه نگارش قرارداد و «معماری تقسیم ریسک» بستگی دارد. در بسیاری از پروژه‌های بلاک‌چینی، قراردادهای اصلی در قالب توافقات کتبی خارج از زنجیره (off-chain) تنظیم می‌شوند و قرارداد هوشمند صرفاً ابزار اجرای خودکار است؛ به همین دلیل، تحلیل مسئولیت مدنی در Lex Mercatoria غالباً به اسناد بالادستی و توافقات زمینه‌ای بازمی‌گردد. همچنین، در بازرگانی بین‌الملل، معمولاً داوری تجاری بین‌المللی مرجع حل اختلاف است و داوران نسبت به فناوری، انعطاف و تخصص بیشتری دارند؛ بنابراین، در حوزه جبران خسارت دیجیتال، داوری بین‌المللی در مقایسه با دادگاه‌های داخلی، کارآمدتر و هم‌راست‌تر با واقعیت‌های فنی عمل می‌کند.

یکی از مهم‌ترین چالش‌ها در هر سه نظام حقوقی، ماهیت ضرر دیجیتال است. ضررهایی مانند سرقت دارایی‌های دیجیتال، بسته‌شدن دسترسی به کیف پول‌ها، قفل‌شدن خودکار وجوه، زیان ناشی از خطای الگوریتمی یا کاهش ارزش توکن‌ها، در نظام‌های سنتی تعریف نشده‌اند. وضعیت پیچیده‌تر زمانی است که اجرای خودکار قرارداد بدون امکان توقف (immutability) باعث تشدید خسارت می‌شود؛ در این حالت، این پرسش مطرح است که آیا طرف می‌تواند به استناد قواعد عمومی مسئولیت، درخواست جبران خسارت کند، حتی اگر قرارداد هوشمند «به‌ظاهر درست» اجرا شده باشد؟ در حقوق ایران، امکان استناد به «قاعده لاضرر» و «قاعده عدل و انصاف» وجود دارد، اما ماهیت فنی ضرر مانع اثبات می‌شود. در کامن‌لا، دادگاه‌ها معمولاً بررسی می‌کنند که آیا نتیجه اجرای کد با انتظارات متعارف طرفین منطبق بوده یا خیر. در Lex Mercatoria نیز معیار اصلی، «پیش‌بینی‌پذیری ضرر» است؛ اگر ضرر قابل پیش‌بینی بوده ولی مدیریت ریسک مناسب در قرارداد پیش‌بینی نشده باشد، مسئولیت ثابت می‌شود.

مسئله پیچیده دیگر، روش جبران خسارت است. در نظام سنتی، جبران خسارت عمدتاً مالی یا عینی است، اما در بستر دیجیتال، گاه امکان بازگرداندن وضعیت پیشین وجود ندارد؛ برای مثال، اگر دارایی رمزنگاری‌شده منتقل و با تراکنش‌های بعدی مخلوط شود، شناسایی و بازگرداندن آن تقریباً ناممکن است. در این شرایط، برخی نظام‌ها به سمت «جبران خسارت بر مبنای ارزش بازار» حرکت کرده‌اند. همچنین، در بازرگانی بین‌الملل، امکان استفاده از مکانیسم‌های فنی جبران مانند «Reverse Smart Contract» یا «Insurance-based Smart Contracts» وجود دارد، اما در نظام حقوق ایران، به دلیل فقدان مقررات و نبود زیرساخت بیمه‌ای مناسب، این روش‌ها تنها در سطح نظری قابل طرح هستند. در مجموع، جبران خسارت دیجیتال در سه نظام حقوقی مورد مطالعه با چالش‌های مشترک اما پاسخ‌های متفاوت روبه‌روست. نظام حقوقی ایران با تکیه بر قواعد سنتی تلاش می‌کند پدیده‌های نو را تحلیل کند، اما در برخی موارد با ناتوانی مفاهیم سنتی در پاسخ‌گویی به ضررهای دیجیتال مواجه می‌شود. در مقابل، نظام کامن‌لا رویکردی پویا و انعطاف‌پذیر اتخاذ کرده و Lex Mercatoria نیز به دلیل ماهیت قراردادی و تجاری خود، بر تخصیص ریسک و آزادی اراده تأکید دارد.

آنچه مسلم است، برای مواجهه با قراردادهای هوشمند و خسارات دیجیتال، نظام‌های حقوقی باید از ترکیب تحلیل فنی و حقوقی بهره گیرند و سازوکارهای نوآورانه‌ای برای پیشگیری و جبران خسارت طراحی کنند.

## جدول ۲- مقایسه تطبیقی مسئولیت مدنی در سه نظام حقوقی

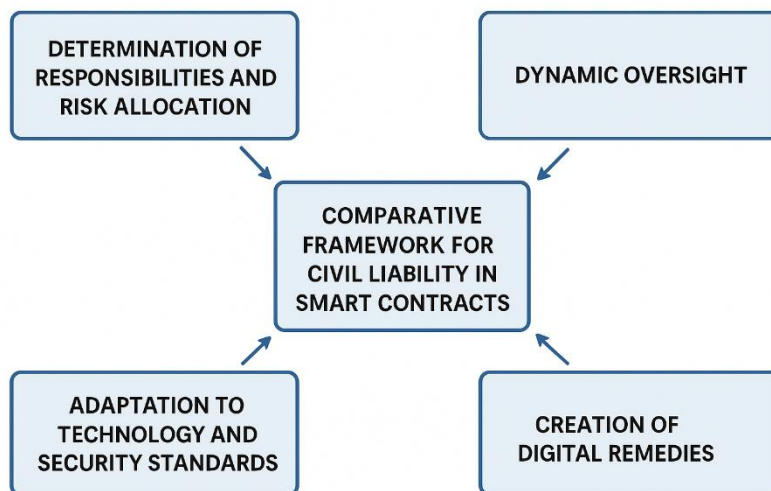
| نظام حقوقی     | مبنای تحلیل                                  | چالش‌ها                                                         | نقاط قوت                                        |
|----------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| ایران          | تقصیر و تسبیب و اتلاف و لاضرر                | دشواری احراز تقصیر الگوریتمی و اعمال اختیارات و نبود مقررات خاص | ظرفیت فقهی و امکان شرط ضمن عقد                  |
| کامن‌لا        | Negligence و رفتار متعارف و Code as Contract | تعارض متن و کد و پیش‌بینی ناپذیری شبکه                          | انعطاف رویه‌ای و امکان Remedies آف‌چین          |
| Lex Mercatoria | آزادی قرارداد و عرف‌های فنی و تخصیص ریسک     | نبود نظام جامع دولتی و تفاوت قواعد داوری                        | سازگارترین نظام با فناوری و پذیرش خسارت دیجیتال |

## ۸. ارائه چارچوب نهایی تطبیقی مسئولیت مدنی در قراردادهای هوشمند

با توجه به تحلیل تطبیقی قراردادهای هوشمند در نظام حقوقی ایران، کامن‌لا و Lex Mercatoria، ضرورت طراحی یک چارچوب تطبیقی و جامع برای مسئولیت مدنی طرفین روشن می‌شود. چنین چارچوبی می‌تواند هم ظرفیت‌های نظام‌های موجود را حفظ کند و هم پاسخگوی چالش‌های نوین ناشی از فناوری بلاک‌چین و اجرای خودکار قراردادها باشد. هدف اصلی این چارچوب، ایجاد توازن میان تضمین آزادی قرارداد و حفظ حقوق طرفین در مواجهه با خسارات دیجیتال است و تلاش دارد هم الزامات حقوقی و هم الزامات فنی را در یک مدل هماهنگ ترکیب کند. در این رویکرد، قراردادهای هوشمند به‌عنوان ابزار اجرای توافق، باید با قواعد مسئولیت مدنی سازگار شده و امکان جبران خسارت، بازگشت به وضعیت قبل از ضرر، یا جبران ارزش معادل در فضای دیجیتال فراهم گردد.

۱. نخستین اصل در چارچوب پیشنهادی، تعیین شفاف مسئولیت‌ها و توزیع ریسک است. در هر قرارداد هوشمند، طرفین باید با صراحت مسئولیت ناشی از نقص کد، خطای داده‌ها یا حملات سایبری را مشخص کنند. این امر با الهام از Lex Mercatoria و اصول UNIDROIT می‌تواند از طریق شروط قرارداد یا کلایزهای اختصاصی ریسک محقق شود. در نظام حقوقی ایران، این مفهوم می‌تواند در قالب «شرط نتیجه» یا «شرط فعل» که در ضمن عقد ذکر می‌شود، تعبیه گردد تا در صورت بروز رخدادهای پیش‌بینی نشده، امکان توقف یا جبران خسارت وجود داشته باشد. در کامن‌لا نیز مفهومی مشابه تحت عنوان «risk allocation clauses» شناخته شده است که به داوران و دادگاه‌ها اجازه می‌دهد مسئولیت را بر اساس توافق اولیه طرفین تعیین کنند. این اصل نه تنها اطمینان حقوقی ایجاد می‌کند، بلکه امکان برنامه‌ریزی دقیق اقتصادی را نیز فراهم می‌سازد.

۲. دومین محور، ایجاد سازوکارهای جبران خسارت دیجیتال متنوع است. همان گونه که در بخش قبلی اشاره شد، بازگرداندن دارایی‌های دیجیتال در تراکنش‌های بلاک‌چین ممکن است غیرممکن باشد. بنابراین، چارچوب پیشنهادی باید شامل مکانیسم‌هایی مانند «جبران ارزش بازار»، «تبدیل به دارایی معادل» و «استفاده از ابزارهای خارج از زنجیره (Off-Chain Remedies)» باشد. در حقوق ایران، امکان استفاده از این ابزارها می‌تواند از طریق قراردادهای مکمل یا شرط ضمن عقد فراهم شود، و در کامن‌لا و Lex Mercatoria، چنین مکانیسم‌هایی معمولاً از طریق داوری بین‌المللی و عرف‌های تجاری پذیرفته شده‌اند. افزون بر این، بیمه قراردادهای هوشمند و استفاده از کدهای بازبینی‌شده توسط نهادهای معتبر می‌تواند به کاهش احتمال خسارت و ارتقای قابلیت پیش‌بینی مسئولیت کمک کند.
۳. سومین رکن، تقویت نقش اراده و توافق طرفین است. در چارچوب تطبیقی پیشنهادی، اراده طرفین باید در قالب کد و مستندات دیجیتال شفاف باشد و امکان بازنگری و تأیید توسط مراجع حقوقی فراهم گردد. در ایران، احراز اراده از طریق کد نیازمند تفسیرهای توسعه‌ای ماده ۱۹۱ قانون مدنی و استناد به امضای الکترونیکی و داده‌پیام است. در کامن‌لا، «رفتار معقول» طرفین و تعامل با کد به‌عنوان کاشف قصد پذیرفته می‌شود و در Lex Mercatoria، اراده طرفین معمولاً از طریق توافق و شروط قرارداد مشخص و الزام‌آور تلقی می‌گردد. این اصل اطمینان می‌دهد که قرارداد هوشمند، صرف‌نظر از پیچیدگی فنی، بازتاب واقعی توافق تجاری طرفین باشد و امکان اعمال حقوق یا دفاعیات قانونی محفوظ بماند.
۴. چهارمین محور، نظارت و اصلاح پویا (Dynamic Oversight) است. قراردادهای هوشمند، به دلیل ماهیت خودکار، نیازمند سازوکارهای توقف، بازبینی و اصلاح هستند. چارچوب پیشنهادی باید امکان درج «دروازه‌های کنترلی» (Control Gates) برای توقف یا اصلاح اجرای کد در مواقع اضطراری را فراهم کند. این مسئله در حقوق ایران از طریق شرط ضمن عقد یا شرط نتیجه قابل تحقق است، در کامن‌لا و Lex Mercatoria نیز داوران می‌توانند بر اساس اصل انصاف و انعطاف قرارداد، دستور اصلاح یا جبران بدهند. این مکانیسم‌ها نه تنها از وقوع خسارات غیرقابل جبران جلوگیری می‌کنند، بلکه باعث افزایش اعتماد طرفین و اعتبار قرارداد هوشمند در محیط تجاری می‌شوند.
۵. پنجمین رکن، تطبیق با فناوری و استانداردهای امنیتی است. چارچوب پیشنهادی، الزام‌آور بودن استانداردهای فنی و امنیتی، بررسی مستقل کد و تعهد به رعایت بهترین شیوه‌های امنیت سایبری را پیش‌بینی می‌کند. در ایران، این الزام می‌تواند با استناد به قواعد عام مسئولیت مدنی و قانون تجارت الکترونیکی، مستندسازی شود. در نظام‌های کامن‌لا و Lex Mercatoria، رعایت استانداردهای بین‌المللی امنیت اطلاعات و آزمون کد، بخشی از تحلیل تقصیر و ارزیابی مسئولیت تلقی می‌شود.



شکل ۱. چارچوب تطبیقی مسئولیت مدنی در قراردادهای هوشمند شامل چهار رکن اصلی: تعیین مسئولیت‌ها و تخصیص ریسک، نظارت پویا، ایجاد راهکارهای جبران خسارت دیجیتال و تطبیق با فناوری و استانداردهای امنیتی.

شکل ۱، ساختار مفهومی چارچوب تطبیقی مسئولیت مدنی در قراردادهای هوشمند را نشان می‌دهد که در بخش هشتم مقاله تشریح شده است. این چارچوب بر چهار محور بنیادین استوار است که در تعامل با یکدیگر، امکان تنظیم روابط حقوقی، پیشگیری از بروز خسارات و ارائه سازوکارهای جبران مؤثر در محیط‌های بلاک‌چینی را فراهم می‌کنند. نخست، تعیین دقیق مسئولیت‌ها و تخصیص ریسک، به طرفین اجازه می‌دهد نقش‌ها، تعهدات و حدود مسئولیت ناشی از خطاهای فنی یا اختلالات شبکه را از پیش مشخص سازند. دوم، نظارت پویا شامل طراحی سازوکارهای توقف، بازبینی یا اصلاح اجرای کد است تا در شرایط اضطراری، امکان جلوگیری از خسارات غیرقابل برگشت فراهم شود. سوم، ایجاد راهکارهای جبران خسارت دیجیتال—اعم از جبران ارزش بازار، سازوکارهای آف‌چین و ابزارهای فنی—پاسخی عملی به ماهیت غیرقابل برگشت تراکنش‌ها و زبان‌های داده‌محور ارائه می‌دهد. چهارم، تطبیق با فناوری و استانداردهای امنیتی، بر رعایت اصول فنی، ممیزی کد و به‌کارگیری پروتکل‌های امنیتی تأکید دارد تا بروز خطا یا حمله سایبری به حداقل برسد. مجموع این چهار مؤلفه، چارچوبی منسجم و قابل اجرا برای مدیریت ریسک و مسئولیت مدنی در قراردادهای هوشمند ایجاد می‌کند.

در آخر، چارچوب تطبیقی پیشنهادی می‌تواند به شکل یک مدل چندلایه ارائه شود: لایه حقوقی ملی (قوانین مدنی و تجارت الکترونیکی ایران)، لایه قضایی و داور (کامن‌لا و داور بین‌المللی)، و لایه فناوری و عملیاتی (امنیت، کدنویسی و مکانیسم‌های جبران آف‌چین). ترکیب این سه لایه باعث می‌شود قراردادهای هوشمند با رعایت اصول مسئولیت مدنی، آزادی قرارداد و جبران خسارت دیجیتال، هم در سطح ملی و هم در سطح بین‌المللی قابل اجرا باشند. چنین چارچوبی، نه تنها خلاهای حقوقی موجود را پر می‌کند، بلکه امکان توسعه اقتصاد دیجیتال، کاهش ریسک‌های حقوقی و افزایش اعتماد طرفین به قراردادهای مبتنی بر فناوری بلاک‌چین را فراهم می‌آورد.

جدول ۳ - ارکان چارچوب تطبیقی مسئولیت مدنی در قراردادهای هوشمند

| رکن                                   | شرح                                               | کاربرد                                                                                |
|---------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| تعیین مسئولیت‌ها و تخصیص ریسک         | تعیین نقش توسعه‌دهنده و اوراکل و پلتفرم و طرفین   | ایران: شرط ضمن عقد، کامن‌لا: Lex Allocation Clauses, Mercatoria: ریسک قراردادی        |
| نظارت پویا                            | ایجاد توقف و بازبینی و اصلاح اجرای کد             | ایران: شرط نتیجه، کامن‌لا: Lex Mercatoria, Equity: داوری انعطاف‌پذیر                  |
| جبران خسارت دیجیتال                   | جبران ارزش بازار و دارایی معادل و Remedies آف‌چین | ایران: اعاده وضعیت سابق، کامن‌لا: Lex Market Value, Mercatoria: FMV                   |
| تطبیق با فناوری و استانداردهای امنیتی | ممیزی کد و رعایت استانداردهای فنی و امنیتی        | ایران: ممیزی کد، کامن‌لا: استاندارد رفتار توسعه‌دهنده، Lex Mercatoria: Best Practices |

## نتیجه‌گیری

تحلیل تطبیقی قراردادهای هوشمند و آثار آن بر مسئولیت مدنی طرفین در سه منظومه حقوقی ایران، کامن‌لا و Lex Mercatoria نشان می‌دهد که تحول فناوری‌های مبتنی بر بلاک‌چین و اجرای خودکار تعهدات، ساختار سنتی قراردادها و مسئولیت مدنی را با چالش‌ها و الزامات جدیدی مواجه ساخته است. در این پژوهش مشاهده شد که قراردادهای هوشمند برخلاف قراردادهای الکترونیکی متعارف، واجد ویژگی‌های بنیادینی همچون خوداجرا بودن، تغییرناپذیری تراکنش‌ها، اتکا به داده‌های اوراکل، پیچیدگی فنی و غیرمتمرکز بودن هستند و هر یک از این ویژگی‌ها در تعیین اراده، تشخیص تقصیر، احراز سببیت و ارزش‌گذاری خسارت تأثیر مستقیمی دارد. بررسی نظام حقوقی ایران نشان داد که هرچند مبانی عمومی قراردادها و قواعد فقهی مانند لاضرر، اتلاف و تسبیب ظرفیت تفسیر و انطباق با پدیده‌های نو را دارند، اما فقدان مقررات اختصاصی در زمینه کدنویسی، امنیت فنی، توزیع ریسک، ارزش‌گذاری خسارت دیجیتال و امکان توقف اجرای هوشمند، موجب محدودیت در اعمال قواعد سنتی شده است. همچنین اجرای خودکار قراردادها بدون امکان دخالت انسانی، چالش‌هایی در اعمال اختیارات، فسخ، تعدیل قرارداد و بازگردانی اوضاع به حالت سابق ایجاد می‌کند که حقوق کنونی ایران پاسخ روشن و عملی برای آن ندارد.

در نظام کامن‌لا، ماهیت رویه‌محور و انعطاف‌پذیر این نظام موجب شده که قراردادهای هوشمند سریع‌تر جذب ساختار حقوقی شوند. دادگاه‌های انگلستان و آمریکا با پذیرش کد به‌عنوان ابزار ابراز اراده، توسعه معیار رفتار متعارف برنامه‌نویس و بهره‌گیری از نظریه‌های مسئولیت محصول معیوب، سهل‌انگاری و تقسیم مسئولیت چندانگانه، چارچوب نسبتاً کارآمدی برای مواجهه با خطاهای کد و خسارات دیجیتال ارائه کرده‌اند. انعطاف در ارائه Remedies و امکان حکم به جبران خارج از زنجیره (Off-chain Remedies) نیز باعث شده که نظام کامن‌لا در حوزه جبران خسارت مؤثرتر عمل کند. در Lex Mercatoria و حقوق تجارت بین‌الملل، ماهیت فراملی، غیرمتمرکز و تجاری این نظام بهترین تناسب را با منطق قراردادهای هوشمند دارد. اصول اتحادیه‌ای نظیر UNIDROIT پذیرش گسترده ابزارهای دیجیتال، آزادی شکل قرارداد و تقدم کارکرد اقتصادی بر تشریفات را تقویت کرده‌اند. داوری‌های بین‌المللی نیز به دلیل انعطاف، تخصص و قدرت تفسیر تجاری، می‌توانند مناسب‌ترین مرجع حل اختلاف قراردادهای هوشمند باشند. تخصیص ریسک، اصول انصاف،

رفتار متعارف تجاری و امکان تعیین خسارت دیجیتال بر مبنای ارزش بازار یا دارایی معادل، Lex Mercatoria را به نظامی پیشرو در مدیریت مسئولیت مدنی قراردادهای خودکار تبدیل کرده است.

برآیند تحلیل تطبیقی نشان می‌دهد که هیچ‌یک از این نظام‌ها به‌تنهایی قادر به مدیریت کامل پیچیدگی‌های قراردادهای هوشمند نیستند، اما ترکیب رویکردهای ایران، کامن‌لا و Lex Mercatoria می‌تواند الگویی جامع و قابل اجرا برای تنظیم قراردادهای هوشمند در ایران ارائه دهد. حقوق ایران نیازمند تفسیرهای توسعه‌ای، تدوین مقررات فنی - حقوقی، طراحی مکانیسم‌های انعطاف‌پذیر جبران خسارت دیجیتال و استفاده از ظرفیت داوری داخلی و بین‌المللی است تا بتواند خود را با واقعیت اقتصاد دیجیتال و نیازهای تجارت هوشمند سازگار کند. نتیجه نهایی پژوهش آن است که قراردادهای هوشمند نه تهدیدی برای نظام حقوقی، بلکه فرصتی برای بازآفرینی نهاد قرارداد و مسئولیت مدنی هستند؛ مشروط بر آنکه قانون‌گذار و رویه قضایی با نگاهی پویا، تخصصی و آینده‌نگر به اصلاح و تکمیل چارچوب‌های موجود بپردازند.

## پیشنهادهای

با توجه به چالش‌های شناسایی‌شده در پژوهش و بر مبنای تحلیل تطبیقی انجام‌شده، مجموعه‌ای از پیشنهادها برای کاربردی برای قانون‌گذار، قوه قضائیه، داوری و فعالان حوزه بلاک‌چین ارائه می‌شود که می‌تواند مسیر توسعه حقوق قراردادهای هوشمند و جبران خسارت دیجیتال را در ایران سامان دهد.

۱. نخستین پیشنهاد، تدوین قانون اختصاصی برای قراردادهای هوشمند و مسئولیت مدنی ناشی از خطای کد است. این قانون باید به‌طور شفاف اعتبار «کد» به‌عنوان اراده طرفین، مسئله انحراف کد از توافق، استانداردهای فنی کدنویسی، مسئولیت ارائه‌دهندگان داده و پلتفرم‌ها و نحوه احراز هویت کاربران ناشناس را مشخص کند. چنین قانونی می‌تواند از تشتت رویه قضایی جلوگیری کرده و امنیت حقوقی لازم را برای کسب‌وکارهای دیجیتال فراهم سازد.
۲. پیشنهاد دوم، طراحی «سازوکار توقف اضطراری» یا «دروازه کنترل» در قراردادهای هوشمند است. در حقوق ایران، امکان درج شرط ضمن عقد برای توقف خودکار یا بازگردانی تراکنش با اجازه طرفین یا نهادی ثالث وجود دارد و استفاده از این ظرفیت باید در تمامی قراردادهای هوشمند ضروری شود. این سازوکار می‌تواند از خسارات غیرقابل‌برگشت جلوگیری کند و امکان اعمال اختیارات، تعدیل و نظارت قضایی را در موارد خاص فراهم سازد.
۳. پیشنهاد سوم، ایجاد نظام «ارزیابی و ممیزی کدهای قراردادهای هوشمند» توسط نهادهای متخصص داخلی است. همان‌طور که در نظام‌های پیشرفته مرسوم است، قراردادهای مهم باید پیش از اجرا توسط متخصصان امنیتی بررسی شوند تا احتمال خطا و حمله کاهش یابد. این ممیزی می‌تواند بخشی از مسئولیت برنامه‌نویس را کاهش دهد و استانداردهای امنیتی کشور را ارتقا دهد.
۴. پیشنهاد چهارم، پذیرش رسمی «جبران خسارت دیجیتال» در قوانین و رویه قضایی ایران است. دادگاه‌ها باید قادر باشند ضررهای دیجیتال را بر اساس ارزش روز رمزارز، ارزش معادل دارایی، یا خسارت انتظاری دیجیتال ارزیابی کنند. تدوین دستورالعمل قضایی برای جبران خسارت دیجیتال می‌تواند از پراکندگی و اختلاف آراء جلوگیری کند.

۵. پیشنهاد پنجم، توسعه «داوری تخصصی بلاک‌چین» در ایران است. ایجاد مراکز داوری اختصاصی با حضور متخصصان حقوقی و فنی می‌تواند روند رسیدگی به اختلافات پیچیده را تسریع و کارآمدتر کند. همچنین در قراردادهای بین‌المللی مبتنی بر بلاک‌چین، پیشنهاد می‌شود داوری‌های معتبر مانند ICC، SIAC و LCIA به‌عنوان مرجع اختلاف تعیین شوند.
۶. پیشنهاد ششم، تدوین مقررات مشخص برای مسئولیت برنامه‌نویسان، ارائه‌دهندگان اوراکل و پلتفرم‌های بلاک‌چین است. در ایران، قواعد موجود مسئولیت برای تحلیل دقیق خطای الگوریتمی کافی نیست و باید استاندارد تخصصی رفتار متعارف توسعه‌دهنده تعریف شود تا مرز مسئولیت‌ها روشن‌تر گردد.
- در مجموع، اجرای این پیشنهادها می‌تواند زمینه‌ساز توسعه حقوق قراردادهای هوشمند در ایران، کاهش ریسک‌های حقوقی و فنی، افزایش اعتماد فعالان اقتصادی و هم‌سویی نظام حقوقی کشور با تحولات بین‌المللی در حوزه فناوری‌های بلاک‌چین و تجارت دیجیتال باشد.

## منابع

- پناهی هادی، غریبه علی، پاشازاده حسن. (۲۰۲۲). امکان سنجی مسئولیت نرم افزار الکترونیکی هوشمند در فرض وقوع خطا و اشتباه در انعقاد قرارداد الکترونیکی در حقوق ایران و کامن لا.
- پوراسماعیل حسن، هدایتی محمد حسن، سیفی پور مهدی. (۲۰۲۴). بررسی ظرفیت‌های فناوری قراردادهای هوشمند و برخی ملاحظات حقوقی آن (۱۹۸۸۱).
- پورحسینی، پریاسادات، مردانی، الماسی، نجادعلی. (۲۰۲۵). شناسایی اقسام خسارات تبعی قابل جبران در قرارداد اجاره کشتی؛ کاوشی در حقوق کامن لا و عرف دریانوردی. پژوهش‌نامه حقوق اسلامی، ۲۶(۲)، ۵۹۷-۶۴۰.
- حبیب زاده، طاهر. (۲۰۱۴). وضعیت حقوقی نماینده الکترونیکی در انعقاد قراردادهای الکترونیکی (مطالعه تطبیقی). پژوهش حقوق خصوصی، ۲(۵)، ۶۴-۸۰.
- خجندی جزی، پروین، خیرالله، میرزاده کوهشاهی. (۲۰۲۵). فرصت‌ها و چالش‌های دارایی‌های دیجیتال از منظر حقوق عمومی در نظام حقوقی ایران و کانادا. فلسفه حقوق.
- رستمی نجف آبادی. (۲۰۱۸). مطالعه تطبیقی ضرورت ثبت املاک در امکان‌سنجی برقراری قراردادهای هوشمند در حقوق ایران و انگلستان. تحقیقات حقوقی معاهده، ۲(پاییز)، ۲۱۹-۲۴۰.
- رضوی، میری، خندانی، سید پدram. (۲۰۲۵). مزایای حقوقی قرارداد بیمه هوشمند با مطالعه‌ای در حقوق ایران و آمریکا. پژوهش‌نامه حقوق تطبیقی.
- سلیمانی، امل، اسکندری. (۲۰۲۵). نقد و تحلیل تطبیقی ماهیت قراردادهای هوشمند در نظام‌های حقوقی ایران و ایالات متحده آمریکا. فصلنامه تمدن حقوقی، ۸(۲۳).
- شاپور گل محمدی ننه کران، محمدرضا نسب پور مولائی. (۲۰۲۴). قراردادهای هوشمند دیجیتالی و قانون حاکم بر آن‌ها در پرتو حقوق بین‌الملل خصوصی. دانشنامه فقه و حقوق تطبیقی، ۲(۳)، ۱۷۹-۱۹۹.
- صادقی، فرحزادی. (۲۰۲۲). شرط غیر منصفانه و ارائه مدلی فن آورانه جهت پیشگیری از درج آن در قراردادهای تجاری (با مطالعه تطبیقی حقوق فرانسه، انگلستان و ایران). پژوهش‌های حقوقی، ۲۱(۴۹)، ۲۷۳-۲۹۱.

- صادقی. (۲۰۲۰). خطرات حقوقی امضای الکترونیکی و الزامات قانونی پیشگیری از آنها: مطالعه تطبیقی در حقوق ایران و آمریکا. پژوهشنامه بازرگانی، ۲۴(۹۶)، ۱۸۹-۲۲۴.
- طهماسبی، تقی زاده، مافی، همایون. (۲۰۲۴). واکاوی سامانه هوشمند انعقاد قرارداد الکترونیکی در حقوق ایران و قواعد اتحادیه اروپا. فصلنامه علمی مطالعات فقه اقتصادی، ۶(۲)، ۴۹-۶۴.
- عابدیان کلخوران، میرحسین، نجات زادگان. (۲۰۲۳). زمان انعقاد قراردادهای هوشمند از منظر حقوق ایران، انگلیس و آمریکا. پژوهش تطبیقی حقوق اسلام و غرب، ۱۰(۲)، ۱۲۵-۱۴۲.
- علیان، محمدی، عبدالعلی، اسلامی. (۲۰۲۵). بلاک‌چین در بیمه دریایی: تحلیل حقوقی و بررسی اسناد و مقررات بین‌المللی. حقوق فناوری های نوین.
- قربانی کندی، محمدیان امیری، رضوانی. (۲۰۲۳). قراردادهای هوشمند از منظر فقهی و کارکردهای آنها در ایجاد اسناد، بازارهای مالی و سرمایه. فصلنامه علمی مطالعات فقه اقتصادی، ۵(۴)، ۱۹۳-۲۱۰.
- کریمی، سحر، سینمیری، پریسا. (۲۰۲۴). مطالعه تطبیقی امضای دیجیتال در قراردادهای هوشمند در حقوق ایران و ایالات متحده آمریکا. مطالعات حقوقی فضای مجازی، ۱۰(۳)، ۲-۱۴.
- مافی، همایون. (۲۰۲۱). واکاوی مکانیسم احراز اهلیت متعاملین در پیاده سازی قراردادهای هوشمند در حقوق ایران. پژوهشنامه بازرگانی، ۲۵(۹۸)، ۲۷۹-۳۲۰.
- ناصر مهدی، صادقی حسین. (۲۰۱۹). اعتبار سنجی و چالش های حقوقی به کارگیری قراردادهای هوشمند با مطالعه تطبیقی نظام حقوقی ایران و آمریکا.
- وقاد، نقیب الله. (۲۰۲۵). بررسی چالش های حقوقی قراردادهای هوشمند در نظام حقوقی ایران باتأکید بر اصل آزادی قرار دادها. حقوق پویا.

- Longa, F. E. A. (۲۰۲۴). Relation between Lex Sportiva and Lex Mercatoria.
- Adams, F. (۲۰۲۴). A critique of the Lex Mercatoria as the governing law of a contract. Journal of South African Law/Tydskrif vir die Suid-Afrikaanse, ۲.
- Zhao, Y., Chen, Y. (۲۰۲۵). The evolving lex mercatoria: a game-changer for transparency in international commercial arbitration. Journal of International Dispute Settlement, ۱۶(۳), idaf۰۲۹.
- Longa, F. A. (۲۰۲۵). Ludis, Lex Sportiva, Lex Mercatoria: A Comparative Analysis of Informal Legal Orders in a Globalized World.
- Karimi, M., Kashani, J., Mohebi, M., Nasiran, D. (۲۰۲۲). Lex Mercatoria An Efficient Law for Businessmen. Iranian Journal of Trade Studies, ۲۶(۱۰۳), ۲۳۳-۲۶۳.
- Clarizia, O. (۲۰۲۴). Lex mercatoria, lex informatica e self-regulation della tecnologia virtuale. Teoria e storia del diritto privato, (XVIII), ۱-۲۸.

