



کاربست الگوریتم درخت تصمیم در تحقق اصول حقوق عامه: از پیش‌بینی‌پذیری آراء تا شفافیت قضائی

محدثه السادات فرزام‌مهر*

چکیده

حوزه حقوق، به‌رغم دیرپایی و اصول سنتی، در آستانه تحولات عظیم فناوری، به‌ویژه با ظهور یادگیری ماشین قرار گرفته است. این مقاله با فرض هم‌بستگی بنیادین میان منطق حقوقی (استنباط قواعد از سوابق) و منطق الگوریتمی یادگیری ماشین، به بررسی پتانسیل این فناوری در پیش‌بینی دعاوی قضائی می‌پردازد. هدف اصلی، تبیین چگونگی استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین، به‌طور خاص درخت تصمیم، برای ارزیابی ریسک دعاوی و کمک به وکلای دادگستری در اتخاذ تصمیمات دقیق‌تر پیش از طرح دعواست. یافته‌ها نشان می‌دهند که به‌کارگیری این ابزارهای پیش‌بین در عمل حقوقی، به‌طور مستقیم به افزایش پیش‌بینی‌پذیری آراء (به‌عنوان لازمه کارآمدی نظام قضائی و قطعیت حقوقی) و کاهش عدم قطعیت در فرجام پرونده‌ها منجر می‌شود. این امر، در نهایت، با حل و فصل اختلافات حقوقی در مراحل اولیه و مشاوره‌های دقیق، به کاهش حجم پرونده‌های ورودی به دستگاه قضا و تحقق عملی قضازدایی کمک شایانی می‌نماید. این مقاله ضمن تأکید بر ضرورت دسترسی عمومی به سوابق و آرای قضائی به‌عنوان بستر داده‌ای حیاتی، به معرفی مدل درخت تصمیم به‌مثابه ابزاری عملیاتی برای تحلیل آماری-پیش‌بین در حوزه حقوق می‌پردازد.

کلیدواژه‌ها: حقوق عمومی، یادگیری ماشین، پیش‌بینی دعاوی قضائی، پیش‌بینی‌پذیری آراء، درخت تصمیم، قضازدایی.

*. استادیار گروه آینده‌پژوهی قضائی، پژوهشکده قوه قضائیه، تهران، ایران

مقدمه

حوزه حقوق عامه، شامل بخش‌هایی نظیر حقوق اساسی، اداری و کیفری، به صورت سنتی بر سنت و استقراء تکیه داشته و در پذیرش و به کارگیری فناوری‌های تحول‌آفرین نوین نسبتاً کند عمل کرده است. با این حال، شواهد و روندهای جهانی حاکی از آن است که این حوزه، در سال‌های آتی، شاهد دگرذیسی‌های بنیادین فناوری خواهد بود (تورکانوا، ۲۰۲۳: ۲۳۲). ظهور و توسعه ابزارهایی مانند یادگیری ماشین به عنوان یکی از مهم‌ترین مصادیق این تحول، در حال بازتعریف بسیاری از جنبه‌های عملی حقوق است.

باید تأکید کرد که حقوق عامه، مجموعه‌ای از قواعد حاکم بر سازمان دولت، صلاحیت‌ها، و روابط آن با شهروندان است و اصول بنیادین آن شامل حاکمیت قانون، پاسخ‌گویی و شفافیت مستقیماً متکی بر تضمین امنیت قضائی و قطعیت حقوقی در فرایند دادرسی است. از این منظر، پیش‌بینی‌پذیری آرای یک شاخص عملیاتی برای سنجش میزان تحقق این اصول در نظام قضائی تلقی می‌شود. هدف مقاله حاضر، نه صرفاً کاربرد فنی یادگیری ماشین، بلکه تحلیل چگونگی تبدیل این اصول ماهوی حقوق عامه به یک اصل عملیاتی و قابل سنجش با استفاده از ابزارهای محاسباتی است (راچلینسکی، ۲۰۰۶: ۹۳۳-۹۶۴).

از منظر روش‌شناسی، حقوق و یادگیری ماشین بر پایه‌های فکری مشابهی استوارند. نظام حقوقی، به ویژه در نظام‌های کامن‌لا اما با رویکردهای مشابه در حقوق رومی-ژرمنی، متکی بر بررسی سوابق تاریخی (آراء و رویه‌های قضائی) است تا قواعد قابل اعمال بر شرایط و وقایع جدید را استنباط و توسعه دهد (نوواک، ۲۰۱۸: ۱۳۱-۱۴۲). این رویکرد، در هسته خود، یک فرایند استقرایی و منطقی است. در میان علوم اجتماعی، حقوق به طور خاص با علم منطق قرابت دارد. به بیان ساده، فرایند دادرسی و استدلال حقوقی اغلب شامل مراحل ذیل است:

۱. بیان مقدمات و بدیهیات ناشی از سوابق و اصول حقوقی تثبیت شده.
 ۲. اعمال این بدیهیات بر واقعیت‌های خاص یک پرونده.
 ۳. نتیجه‌گیری و صدور حکم بر مبنای منطق استنتاجی.
- این نوع روش‌شناسی استدلالی و منطقی دقیقاً همان فعالیتی است که الگوریتم‌های یادگیری ماشین برای آن به طور بالقوه کاربرد دارند.
- کاربردهای عمده یادگیری ماشین در حوزه حقوق عامه و رویه قضائی شامل مواردی نظیر تحلیل و

مرور اسناد حقوقی و قراردادها، پژوهش حقوقی خودکار و به‌طور ویژه‌تر، پیش‌بینی نتایج دعاوی قضائی است (ان جی، ۲۰۲۰: ۴-۵). به‌طور خاص در حوزه حقوق عامه، پیش‌بینی‌ها نقش حیاتی در تحلیل ریسک تصمیم‌گیری‌های اداری، ارزیابی نتایج احتمالی دعاوی کیفری (مانند تخمین مدت زمان حبس یا میزان جریمه)، و تضمین استانداردسازی در صدور آرای قضائی ایفا می‌کنند. این استانداردسازی، از خودسری‌های احتمالی جلوگیری کرده و موجب اعتماد عمومی به نظام دادرسی می‌شود که خود، اصلی محوری در حقوق عامه است (کاشانی و همکاران، ۲۰۲۴: ۲۰۵-۲۲۰).

یادگیری ماشین در این زمینه، مجموعه‌ای از الگوریتم‌ها را دربر می‌گیرد که بر حجم عظیمی از داده‌های قضائی (شامل متن آراء، موضوع دعوی، مستندات، و فرجام‌نهایی) آموزش داده می‌شوند. این الگوریتم‌ها با فراگیری الگوها از فرجام پرونده‌های پیشین، قادرند تا در مورد نتیجه‌گیری احتمالی پرونده‌های جاری یا آتی، پیش‌بینی‌هایی با سطوح دقتی فزاینده ارائه دهند.

پیش‌بینی دعاوی قضائی با بهره‌گیری از یادگیری ماشین، به وکلا، حقوق‌دانان و نهادهای دولتی این امکان را می‌دهد که ریسک‌های حقوقی را به روشی عینی‌تر و غیرمستقیم آشکار سازند. این امر در حوزه‌هایی مانند حقوق عمومی و حقوق کیفری برای تعیین ریسک تبه‌کار یا محکومیت، مدت احتمالی حبس یا میزان جریمه، و همچنین در برنامه‌ریزی جهت پیشگیری از دعاوی، تسویه حساب‌های سریع‌تر و کاهش تعداد پرونده‌های ارجاعی به دادگاه مورد استفاده قرار گرفته است (راچلینسکی، ۲۰۰۶: ۹۳۳).

یکی از اصول بنیادین یک نظام قضائی کارآمد و توانمند، تأمین اصل «پیش‌بینی‌پذیری آراء» است. هنگامی که مشاوران حقوقی و مردم عادی قادر به ارزیابی پیامد احتمالی یک اقدام یا دعوی حقوقی باشند، درواقع، سطح قطعیت و ثبات در اجرای قانون سنجیده می‌شود (ترکوت، ۲۰۲۱: ۲۰۹-۲۴۰). دسترسی به آراء و علنی‌سازی آن‌ها، به‌ویژه از طریق بستر اینترنت، رابطه‌ای مستقیم و اساسی با این پیش‌بینی‌پذیری دارد. همان‌گونه که کمیسون ونیز تأکید کرده، «علنی‌سازی و انتشار آراء از لوازم اساسی قطعیت حقوقی است و نباید مانعی برای دسترسی به اسناد حقوقی و آرای قضائی وجود داشته باشد» (گراناتا-منگینی، ۲۰۲۲: ۹۱-۱۱۱).

عدم دسترسی کافی به رویه قضائی، توانایی وکلای خبره را در ارائه مشاوره درست، ارزیابی ریسک دعاوی، تعیین هزینه‌های احتمالی و مدت زمان رسیدگی کاهش می‌دهد. افزایش دقت در پیش‌بینی پیامد پرونده‌ها، نه تنها به تصمیم‌گیری درست در مورد طرح یا عدم طرح دعوی کمک می‌کند، بلکه می‌تواند به حل و فصل اختلافات حقوقی خارج از دستگاه قضا و در نتیجه، تحقق هدف قضازدایی منجر شود (لوسوریاگا، ۲۰۱۸: ۱۳-۲۵).

در پاسخ به این پرسش که «قضات چگونه تصمیم می‌گیرند؟»، در شرایط وجود عدم قطعیت، استفاده از روش‌هایی که این عدم قطعیت را به حداقل برسانند، امری ضروری است. ابزارهای مدل‌سازی پیش‌بین مانند درخت تصمیم - که یکی از الگوریتم‌های پرکاربرد یادگیری ماشین است - می‌توانند برای ارزیابی ریسک دعای حقوقی به کار گرفته شوند. درخت تصمیم، یک ابزار بصری و الگوریتمی است که مجموعه داده‌ها را براساس شرایط مختلف تفکیک کرده و یک مدل پیش‌بین از نتایج احتمالی ایجاد می‌کند و از این‌رو، برای تجزیه و تحلیل پیامدهای قضائی بسیار مناسب است.

در ادامه این مقدمه و برای ورود به فاز عملیاتی، ساختار کلی مقاله حاضر به منظور تبیین ابعاد نظری و عملی این کاربری، به شرح زیر طراحی شده است: در بخش دوم، مبانی نظریه تصمیم‌با تمرکز بر تمایز حیاتی میان «ناآگاهی» و «ریسک»، و نقش نظریه بیزی در اصلاح و کمی‌سازی قضاوت‌های ذهنی وکیل تشریح می‌شود. سپس، در بخش‌های اصلی، ابتدا سناریوی پرونده تصادف جرحی به عنوان یک مطالعه موردی مورد بحث قرار گرفته و فرایند مدل‌سازی گره تصمیم و گره‌های شانس براساس اصول احتمال (شامل اصل جامعیت و قانون ضرب احتمالات) ارائه می‌گردد. در ادامه، مقاله به جزئیات فنی تر الگوریتم درخت تصمیم و روش تحلیل بازگشتی برای محاسبه ارزش مورد انتظار هر مسیر تصمیم می‌پردازد. نهایتاً، در بخش نتیجه‌گیری، یافته‌های به دست آمده از تحلیل الگوریتمی با استناد به تحقیقات علمی بین‌المللی مقایسه شده و پیشنهاد‌های سیاستی لازم برای تحقق کامل اصول حقوق عامه، به ویژه در زمینه شفافیت و دسترسی به داده‌های قضائی، مطرح خواهد شد.

۱. توسعه ابزارهای تحلیل کلان‌داده و پیش‌بینی قضائی

با اجرایی شدن سیاست‌های شفاف‌سازی قضائی و انتشار عمومی احکام دادگاه‌ها، امکان تحلیل داده‌های حجیم در حوزه قضائی فراهم آمده است. این امر به معنای کاربرد روش‌های تحلیل آماری و محاسباتی در مقیاس بزرگ بر مجموعه‌های گسترده‌ای از پرونده‌های قضائی برای شناسایی الگوها و استخراج دانش است (دیلی، ۲۰۲۴: ۱۲۳۷-۱۲۷۵). یکی از شرکت‌های پیشگام در این زمینه، بلو جی لگال ۲ مستقر در تورنتو است که یک موتور پیش‌بینی حقوقی مبتنی بر الگوریتم‌های یادگیری ماشین توسعه داده است. تمرکز اولیه این ابزار بر حوزه قانون مالیات و حقوق استخدامی بوده و براساس گزارش‌ها، الگوریتم‌های آن قادرند نتایج را در شرایط مشخص حقوقی با دقت بیش از ۹۰ درصد پیش‌بینی کنند (آلاری و همکاران، ۲۰۱۶، ۲۳۱). این دقت بالا در پیش‌بینی، با تحلیل عمیق سوابق قضائی و شناسایی الگوهای پنهان در آن‌ها حاصل می‌شود. بنیامین آلاری، مدیرعامل این شرکت،

معتقد است که در آینده نزدیک، این فناوری‌های الگوریتمی، نقطه شروع طبیعی برای هر نوع مشاوره حقوقی را تشکیل خواهند داد.

کاربرد یادگیری ماشین فراتر از مشاوره، به حوزه‌های نوین مانند تأمین مالی دعاوی قضائی نیز گسترش یافته است. این روش، شکلی از سرمایه‌گذاری است که در آن یک شخص ثالث هزینه دادرسی شاکی یا خواهان را تقبل می‌کند و در صورت موفقیت پرونده، سهمی از مبلغ جبران خسارت یا حکم مثبت را دریافت می‌نماید (زو، ۲۰۲۲: ۱۹۷-۲۲۷).

یادگیری ماشین با ارائه ابزارهای پیشرفته تحلیل ریسک و ارزیابی پرونده‌ها، انقلابی در این صنعت ایجاد کرده است. الگوریتم‌ها با پردازش حجم عظیمی از داده‌های حقوقی، قادرند احتمال موفقیت، ریسک‌های بالقوه و ارزش مالی مورد انتظار یک پرونده را با دقت بسیار بیشتری محاسبه کنند. این قابلیت امکان شناسایی بهتر پرونده‌های با بازدهی بالا را فراهم می‌آورد و تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاران را به شدت تقویت می‌کند. شرکت لگالیست، یک استارت‌آپ شناخته‌شده در این حوزه، از تحلیل داده‌ها و هوش مصنوعی برای انتخاب پرونده‌های خود بهره می‌برد.

این تحولات فناورانه و گرایش فزاینده به روش‌های آماری و محاسباتی در حقوق، پژواکی از دیدگاه‌های پیشگامان حقوقی در گذشته است. اولیور وندال هولمز، یکی از مشهورترین قضات دیوان عالی ایالات متحده، در مقاله تأثیرگذار خود با عنوان «مسیر قانون» که در سال ۱۸۹۷ منتشر شد، چنین استدلال کرد:

«برای مطالعه منطقی قانون، فردی که صرفاً به متن صریح آگاه است، ممکن است مرد حال باشد، اما مرد آینده، مرد آمار و استاد اقتصاد است» (هولمز، ۲۰۰۹). این سخن هولمز نه تنها دیدگاه رئالیستی او مبنی بر تعریف قانون به عنوان پیش‌بینی‌ای از آنچه دادگاه‌ها در عمل انجام خواهند داد را نشان می‌دهد، بلکه اهمیت فزاینده روش‌های تجربی، آماری و داده‌محور را در تحلیل و عمل حقوقی بیش از یک قرن پیش پیش‌بینی کرده است. در عصر یادگیری ماشین، این پیش‌بینی به واقعیت تبدیل شده است، زیرا توانایی پیش‌بینی نتایج قضائی به صورت سیستمی و با دقت بالا، هم‌اکنون در دسترس قرار گرفته است.

باتوجه به حجم فزاینده داده‌های قضائی بین‌المللی، استفاده از ابزارهای پیشرفته تحلیل متن و یادگیری ماشین برای پیش‌بینی خودکار تصمیمات دادگاه‌های فراملی، به‌ویژه در حوزه حقوق عامه و حقوق بشر، به یک حوزه تحقیقاتی کلیدی تبدیل شده است.

مطالعات علمی برجسته‌ای با استفاده از داده‌های دادگاه اروپایی حقوق بشر، پتانسیل بالای این

رویکردها را نشان داده‌اند. محققان با بهره‌گیری از تکنیک‌های پردازش زبان طبیعی و الگوریتم‌های یادگیری ماشین، به منظور تحلیل متون و مستندات پرونده‌ها (شامل خلاصه وقایع، استدلال‌های حقوقی و ادعاهای مطرح‌شده)، توانسته‌اند تصمیمات قضائی آتی را مدل‌سازی و پیش‌بینی کنند.

تحقیقات نشان داده است که این مدل‌ها می‌توانند نقض یا عدم نقض مواد مختلف کنوانسیون اروپایی حقوق بشر را با سطح دقت قابل توجهی پیش‌بینی کنند. براساس یافته‌های یک پژوهش تأثیرگذار در این زمینه (زایتس و همکاران، ۲۰۲۱: ۱۰۹-۱۱۰)، امکان پیش‌بینی نقض ۹ ماده کلیدی کنوانسیون، با میانگین دقت تقریباً ۷۵ درصد وجود دارد. این سطح از دقت، بر توانایی الگوریتم‌ها در شناسایی الگوهای متنی، حقوقی و واقعی مرتبط با نتایج نهایی دلالت دارد.

دقت مدل‌های پیش‌بینی، به نوع داده‌های ورودی و ویژگی‌های استخراج‌شده بستگی دارد و متغیرهای مختلفی بر عملکرد آن‌ها تأثیر می‌گذارند:

۱. پیش‌بینی تصمیمات آتی براساس سوابق گذشته: هنگامی که هدف، پیش‌بینی تصمیم‌گیری برای پرونده‌های آتی صرفاً براساس پرونده‌هایی است که در یک بازه زمانی گذشته رسیده‌اند، دقت مدل‌ها به طور معمول کاهش می‌یابد. در این حالت، میانگین دقت معمولاً در محدوده‌ای بین ۵۸ تا ۶۸ درصد قرار می‌گیرد (آلتراس و همکاران، ۲۰۱۶: ۹۳). این کاهش دقت به دلیل تغییرات تدریجی در رویه قضائی، تحولات حقوقی و عوامل محیطی (مانند تغییر ترکیب قضات) است که بر پایداری الگوریتم‌ها در طول زمان تأثیر می‌گذارد.

۲. تأثیر متغیر قاضی: علاوه بر متن پرونده، تحقیقات نشان داده است که سوگیری‌ها یا رویکردهای قضائی مربوط به قضات رسیدگی‌کننده نیز یک عامل پیش‌بین قابل توجه هستند. پیش‌بینی نتایج پرونده تنها براساس نام خانوادگی قضاتی که در هیئت رسیدگی حضور دارند، می‌تواند به دقت متوسط ۶۵ درصد دست یابد. این یافته نشان‌دهنده آن است که عوامل رفتاری و ایدئولوژیک قضات، هرچند به صورت ضمنی، بخشی از متغیرهای تأثیرگذار بر نتایج پرونده‌های حقوق بشری هستند و الگوریتم‌ها می‌توانند این الگوهای تصمیم‌گیری را تا حدودی مدل‌سازی کنند.

این تحقیقات، ارزش عملی روش‌های یادگیری ماشین در شناخت عوامل بنیادین تصمیم‌گیری قضائی در سطح عالی‌ترین مراجع حقوقی عامه و بین‌المللی را تثبیت کرده و راه را برای توسعه ابزارهایی برای پژوهش حقوقی کارآمدتر، ارزیابی ریسک دعاوی و تضمین ثبات رویه قضائی هموار می‌سازد.

۲. رویکرد یادگیری ماشین تحت نظارت در پیش‌بینی آرای قضائی

هدف بنیادین از به‌کارگیری یادگیری ماشین در حوزه قضائی، توسعه یک سامانه خودکار طبقه‌بندی^۱ است که می‌تواند «کلاس» یا «برچسب» مرتبط با یک عنصر جدید (پرونده) را براساس الگوهای آموخته‌شده از داده‌های تاریخی پیش‌بینی کند. در زمینه پیش‌بینی آرای دادگاه، این رویکرد به‌طور خاص بر یادگیری ماشین تحت نظارت استوار است (لیو و همکاران، ۲۰۲۱: ۹۳-۱۳۵).

یادگیری تحت نظارت نیازمند یک مجموعه داده آموزشی است که شامل حجم بالایی از نمونه‌های حقوقی به‌همراه برچسب‌های صحیح آن‌ها باشد. در زمینه پرونده‌های قضائی، این فرایند شامل مراحل زیر است:

۱. ورودی داده و برچسب‌گذاری:

 - ورودی: اطلاعات ساختاریافته و/یا غیرساختاریافته پرونده‌های گذشته (مانند حقایق دعوی، استدلال‌های حقوقی، مواد قانونی استنادشده، سوابق طرفین، و غیره) به‌عنوان متغیرهای ورودی وارد سیستم می‌شوند.

۲. برچسب: رأی نهایی یا قضاوت صورت‌گرفته (مثلاً «نقض قانون» در برابر «عدم نقض»)، یا «محکومیت» در برابر «تبرئه» به‌عنوان برچسب هدف به هر نمونه مرتبط می‌شود. این برچسب‌ها، نقش «ناظر» را در فرایند آموزش ایفا می‌کنند.
۳. مرحله یادگیری و استخراج الگو:

 - الگوریتم یادگیری ماشین (مانند دسته‌بندی‌کننده‌های رگرسیون لجستیک، ماشین بردار پشتیبان یا درختان تصمیم) بر روی مجموعه داده آموزشی اجرا می‌شود.

۴. در این مرحله، الگوریتم به دنبال الگوهای آماری، روابط پنهان و همبستگی‌ها بین متغیرهای ورودی (ویژگی‌های پرونده) و برچسب نهایی (رأی) است. هدف آن، شناسایی یک تابع نگاشت است که بتواند با بالاترین دقت، ورودی‌ها را به خروجی‌های صحیح مرتبط سازد (روحی، ۲۰۱۳: ۳۳-۳۸).
۵. مرحله آزمایش و تعمیم:

 - برای ارزیابی عملکرد و قابلیت تعمیم الگوریتم، از یک مجموعه داده آزمایشی استفاده می‌شود که پرونده‌هایی هستند که رأی نهایی آن‌ها هنوز توسط الگوریتم دیده نشده است.

- الگوریتم، براساس الگوهایی که در مرحله یادگیری استخراج کرده، محتمل‌ترین قضاوت (کلاس‌بندی) را برای پرونده جدید ارائه می‌دهد.
- عملکرد الگوریتم با مقایسه قضاوت پیش‌بینی‌شده توسط ماشین در برابر قضاوت واقعی صورت‌گرفته توسط دادگاه (برچسب واقعی) سنجیده می‌شود. معیار سنجش غالباً دقت است که نسبت پیش‌بینی‌های صحیح به کل پیش‌بینی‌ها را نشان می‌دهد (رهبری، ۱۴۰۱: ۴۲).
- این روش، ستون فقرات تحقیقات پیش‌بینی قضائی است و چارچوب لازم برای استفاده از تحلیل داده‌های قضائی حجیم را به‌منظور ایجاد ابزارهایی با قابلیت پیش‌بینی کلاس در اختیار متخصصان حقوق و فناوری قرار می‌دهد.
- برای تبیین علمی و دقیق نحوه عملکرد یادگیری ماشین تحت نظارت در تحلیل داده‌های حقوقی، از یک تمثیل کلاسیک طبقه‌بندی تصویر استفاده می‌شود: جهت آموزش الگوریتم برای تمایز تصاویر گربه‌ها و سگ‌ها، به یک مجموعه داده آموزشی شامل هزاران تصویر برچسب‌گذاری شده نیاز است؛ در این مرحله یادگیری، الگوریتم به‌طور مکرر تصاویر را پردازش می‌کند تا ویژگی‌های افتراقی هر حیوان (مانند شکل پوزه، تراکم خز و نسبت‌های بدنی) را استخراج و به آن‌ها وزن‌دهی کند تا یک تابع نگاشت ایجاد شود (وانگ، ۲۰۲۰: ۶۵-۵۸). هنگامی که این مدل به‌خوبی برازش شد، می‌تواند با دریافت یک تصویر جدید و ناشناخته در مرحله آزمایش، ویژگی‌های آن را تحلیل کرده و آن را به محتمل‌ترین کلاس (گربه یا سگ) طبقه‌بندی کند؛ این فرایند به‌طور مستقیم به پیش‌بینی یک رأی قضائی (کلاس) برای یک پرونده جدید (عنصر ناشناخته) براساس الگوهای آموخته‌شده از سوابق حقوقی قبلی تعمیم داده می‌شود (ان جی، ۲۰۲۰: ۴-۵).
- در راستای توسعه تحلیل پیش‌بین در دستگاه قضائی و حوزه حقوق عامه، یک چارچوب اساسی شامل به‌کارگیری یادگیری ماشین تحت نظارت برای طبقه‌بندی خودکار متن آراء دیوان‌های عالی است. هدف، پیش‌بینی دوتایی این امر است که آیا رأی صادره توسط مرجع پایین‌تر در دیوان عالی نقض خواهد شد یا تأیید.
- داده‌های قضائی موجود در پایگاه‌های اطلاعاتی دیوان‌ها، اغلب به‌صورت کلان‌داده‌های نیمه‌ساختاریافته هستند که پردازش دستی آن‌ها در مقیاس وسیع (به دلیل حجم بالا) امکان‌پذیر نیست. برای آماده‌سازی این داده‌ها، متون رأی از طریق پردازش زبان طبیعی به اجزای ساختاریافته تحلیل می‌شوند:
- مؤلفه حقایق: متغیرهای ورودی شامل توصیف وقایع پرونده و پیش‌زمینه‌های آن.
- مؤلفه استدلال‌ها: تحلیل‌ها و سوابق حقوقی مورد استناد.

- مؤلفه تصمیمات: برچسب نهایی پرونده، یعنی نقض یا تأیید رأی توسط دیوان.

در این مدل، الگوریتم یادگیری ماشین بر روی مؤلفه حقایق آموزش داده می‌شود تا الگوهای آماری بین ویژگی‌های واقعی یک دعوی و برچسب تصمیم آن را استخراج کند. این فرایند به الگوریتم اجازه می‌دهد تا با دریافت حقایق یک پرونده جدید، رأی محتمل آن را پیش‌بینی کند (دانگ، ۲۰۲۰: ۵۸-۶۵). برای دستیابی به این هدف، داده‌کاوی و کلاس‌بندی خودکار متن آرای قضائی ضروری است. وب‌سایت‌های دیوان‌های عالی حاوی حجم بسیار زیادی از پرونده‌های نیمه‌ساختاریافته هستند که پردازش دستی آن‌ها عملاً غیرممکن و نیازمند صرف زمان و منابع کلان است.

۳. مدل‌سازی پیش‌بینی با استفاده از درخت تصمیم

با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین و با تمرکز بر تحلیل مؤلفه حقایق پرونده، می‌توان به مدل‌سازی پیش‌بینانه برای مؤلفه تصمیمات (با برچسب‌گذاری صحیح) دست یافت. این امر گامی مهم در جهت خودکارسازی فرایندهای تحلیلی و استخراج دانش از حجم عظیم داده‌های قضائی است. با وجود گام‌های متعدد برداشته‌شده در جهت سیستمی کردن داده‌ها و خودکارسازی فرایندها در حوزه حقوقی، طیف وسیعی از روش‌های ممکن برای پردازش رویه قضائی وجود دارد. درخت تصمیم یکی از الگوریتم‌های بنیادین و پرکاربرد در حوزه یادگیری ماشین است که به‌طور مؤثری برای مسائل کلاس‌بندی داده‌ها به‌کار گرفته می‌شود.

ماهیت درخت تصمیم به‌طور مستقیم با فرایند تصمیم‌گیری انسانی مرتبط است. انسان‌های مسئول و منطقی، تصمیمات خود را برپایه عقل سلیم، دانش کافی، ارزیابی احتمالات رویدادها و لحاظ کردن سود و زیان (یا شهرت و رسوایی) اتخاذ می‌کنند. درخت تصمیم این ساختار منطقی شاخه‌ای و سلسله‌مراتبی را در قالب یک مدل محاسباتی شبیه‌سازی می‌کند.

درختان تصمیم نوعی مدل یادگیری ماشین نظارت‌شده هستند که برای حل مسائل دسته‌بندی و رگرسیون استفاده می‌شوند. یک درخت تصمیم، با تجزیه فضای داده‌های ورودی به زیرمجموعه‌هایی براساس ویژگی‌های آن‌ها، یک ساختار درختی ایجاد می‌کند:

ریشه^۱: کل مجموعه داده را نشان می‌دهد.

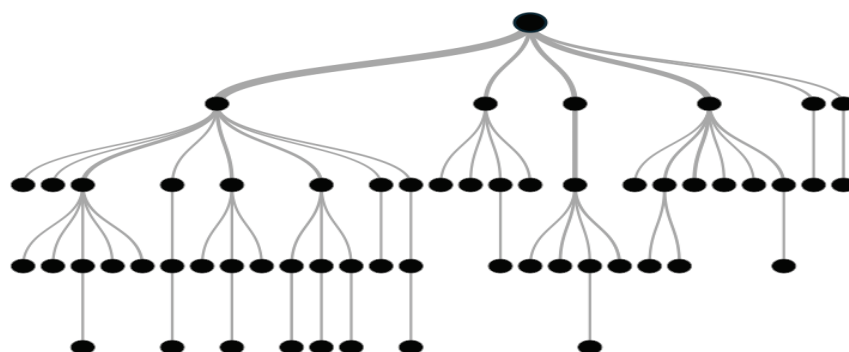
گره‌ها^۲: در هر گره، یک پرسش یا شرط بر روی یکی از ویژگی‌ها (مانند «آیا سن > ۲۵ سال است؟») برای تقسیم داده‌ها به زیرمجموعه‌های همگن‌تر انجام می‌شود.

1. Root
2. Nodes

برگ‌ها^۱: نقاط پایانی درخت هستند که نتیجه یا تصمیم نهایی (مانند «مشتري بدحساب» یا «مقدار وام») را نشان می‌دهند.

مدل‌های درختی به دلیل ماهیت سلسله‌مراتبی و بصری، جزو تفسیرپذیرترین مدل‌ها هستند. هر مسیر از ریشه تا یک برگ، معادل یک قانون استنتاج است که به سادگی قابل درک و پیگیری توسط انسان است. به‌عنوان مثال قانون اگر (سن مشتری > ۲۵ سال) و (مبلغ وام < ۳۰ میلیون تومان) آنگاه (پیش‌بینی: مشتری پرخطر).

در مسائل دسته‌بندی، برگ‌های درخت می‌توانند علاوه بر پیش‌بینی کلاس نهایی، احتمال تخصیص داده‌شدن یک نمونه به آن کلاس را نیز ارائه دهند. این احتمال معمولاً براساس فراوانی نسبی کلاس‌ها در زیرمجموعه‌ی داده‌های مربوط به آن برگ محاسبه می‌شود.



شکل ۱. شمایی از یک درخت تصمیم

از آنجا که بنیان روش درخت تصمیم بر محاسبه و ترکیب احتمالات استوار است، فهم دقیق چگونگی برآورد و تفسیر این احتمالات در تحلیل تصمیم‌های قضائی اهمیت اساسی دارد. ازاین‌رو، پیش از ارائه مدل تصمیم‌گیری، مروری کوتاه بر اصول بنیادین نظریه احتمال و قواعد محاسباتی آن ضروری به نظر می‌رسد تا چارچوب نظری تحلیل روشن‌تر شود. نظریه احتمال بر سه اصل بنیادی (آکسیوم^۲) استوار است که نخستین بار توسط آندری کولموگوروف تدوین شد. این اصول، شالوده تمامی محاسبات و استدلال‌های علمی مرتبط با سنجش شانس، پیش‌بینی و مدیریت عدم قطعیت را تشکیل می‌دهند.

1. Leaves

2. Axioms of Probability

۱. اصل نامنفی بودن و کران‌داری: احتمال هر رویداد A ، یک عدد حقیقی در بازه $[۰, ۱]$ است. به

بیان ریاضی، برای هر رویداد A در فضای نمونه Ω :

$$0 \leq P(A) \leq 1$$

$P(A)$ نشان‌دهنده احتمال وقوع رویداد A است. مقدار صفر (۰) نشان‌دهنده رویداد محال یا غیرممکن است (احتمال عدم وقوع) و مقدار یک (۱) نشان‌دهنده رویداد قطعی است (وقوع حتمی).

۲. اصل احتمال فضای نمونه: احتمال فضای نمونه (Ω) که شامل تمام نتایج ممکن یک آزمایش تصادفی است، برابر با یک (۱) است.

$$P(\Omega) = 1$$

به عبارت دیگر، جمع احتمال وقوع تمام رویدادهای ساده و منفصل که فضای نمونه را می‌سازند، برابر با ۱ است. اگر $E_1, E_2, \dots, E_n$ تمام رویدادهای ساده و جدا از هم باشند (افراز فضای نمونه)، آنگاه:

$$\sum_{i=1}^n P(E_i) = 1$$

از این اصل نتیجه می‌شود که جمع احتمال وقوع یک رویداد A و احتمال عدم وقوع آن، یعنی رویداد مکمل (A^c یا $\bar{A}$)، برابر با ۱ است:

$$P(A) + P(A^c) = 1$$

زیرا رویداد A و مکمل آن A^c ، دو رویداد مجزا و جامع هستند که در کنار هم، تمام فضای نمونه را پوشش می‌دهند ($\Omega = A \cup A^c$).

۳. اصل جمع‌پذیری: اگر $A_1, A_2, \dots, A_n$ مجموعه‌ای از رویدادهای مجزا باشند (یعنی هیچ دو رویدادی نتایج مشترکی نداشته باشند، $A_i \cap A_j = \emptyset$ برای $i \neq j$)، آنگاه احتمال وقوع حداقل یکی از این رویدادها (اجتماع آن‌ها) برابر با مجموع احتمال‌های تک‌تک آن‌ها است:

$$P(A_1 \cup A_2 \cup \dots) = P(A_1) + P(A_2) + \dots$$

این اصل برای یک مجموعه شمارش‌پذیر نامتناهی از رویدادهای مجزا نیز برقرار است.

آگاهی از وقوع یک رویداد می‌تواند احتمال وقوع رویدادهای دیگر را تغییر دهد. این مفهوم در احتمال شرطی تعریف می‌شود. احتمال شرطی رویداد A به شرط وقوع رویداد B ، به صورت $P(A|B)$ نشان داده می‌شود و به این معناست که ما فضای نمونه را از Ω به زیرفضای B (رویدادی که قطعاً رخ داده است) محدود کرده‌ایم. احتمال شرطی $P(A|B)$ زمانی که $P(B) > 0$ باشد،

به صورت زیر محاسبه می شود:

$$P(A|B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)}$$

$P(A \cap B)$ نشان دهنده احتمال اشتراک دو رویداد A و B است، یعنی احتمال وقوع هم زمان هر دو رویداد با بازنویسی تعریف احتمال شرطی، می توان احتمال وقوع هم زمان دو رویداد A و B را به دست آورد. این رابطه به قانون ضرب احتمال مشهور است:

$$P(A \cap B) = P(B) \times P(A|B)$$

یا به صورت متقارن:

$$P(A \cap B) = P(A) \times P(B|A)$$

این قانون برای محاسبه احتمال وقوع زنجیره ای از رویدادها، مانند نتایج متوالی در یک فرایند تصادفی، بسیار مفید است.

علاوه بر ساختار بصری و مکانیسم تحلیلی درخت تصمیم، این ابزار بر مفاهیم زیربنایی خاصی استوار است که در تحلیل های حقوقی، محدودیت ها و الزامات اجتناب ناپذیری را تحمیل می کند. درک این اصول برای استفاده صحیح از الگوریتم درخت تصمیم جهت پیش بینی پیامدهای آینده پرونده ها ضروری است:

۱. کمی سازی عدم قطعیت (بیان احتمالات به صورت عددی): باورها یا قضاوت های حقوق دانان در مورد احتمال وقوع یک رویداد خاص (مانند نقض قانون، رأی دادگاه، یا تأثیر یک سیاست عمومی) باید منحصراً بر حسب احتمالات عددی بیان شوند. این اعداد باید در بازه بسته [۰ و ۱] قرار داشته باشند، که در آن صفر به معنای غیر ممکن بودن و یک به معنای قطعیت وقوع است.
۲. اصل جامعیت (جمع احتمالات برابر با قطعیت): تمامی احتمالات تخصیص داده شده به مجموعه ای از رویدادهای مطرح شده در درخت تصمیم (مانند تمام نتایج ممکن یک دادگاه) باید جامع باشند. به عبارت دیگر، مجموع این احتمالات باید دقیقاً برابر با یک (۱) باشد که نشان دهنده قطعیت کل فضای رخدادها می باشد.
۳. قانون ضرب احتمالات (ترکیب احتمالات با عملیات ضرب): برای محاسبه احتمال وقوع یک زنجیره یا توالی از رویدادها در مسیرهای مختلف درخت (مانند احتمال وقوع دو یا چند نتیجه متوالی)، از عملیات ضرب برای ترکیب احتمالات منفرد استفاده می شود.
۴. چالش تعیین ارزش عددی (لنگرگاه تحلیل): مهم ترین محدودیت و در عین حال چالش تحلیلی درخت تصمیم، تخصیص مقادیر عددی دقیق به رویدادهای آینده است. در

پرونده‌های حقوقی که وکیل قصد دارد از الگوریتم درخت تصمیم استفاده کند، هدف اصلی پیش‌بینی نتایج ناشناخته است. از آنجا که این احتمالات اغلب براساس قضاوت کارشناسی یا داده‌های ناکامل تاریخی تعیین می‌شوند، ماهیت عدم قطعیت در تعیین این اعداد، به یکی از حیاتی‌ترین موضوعات مورد توجه در تحلیل درخت تصمیم تبدیل می‌شود و بر اعتبار نهایی تحلیل تأثیر مستقیم می‌گذارد.

باتوجه به آنچه در این بخش گفته شد، با وجود گزینه‌های متعدد در روش‌های طبقه‌بندی، درخت تصمیم یک الگوریتم محبوب است که به‌ویژه برای مدل‌سازی تصمیم‌گیری‌های سلسله‌مراتبی مناسب است (کوین‌لین، ۱۹۸۶: ۸۱-۱۰۶). ساختار بصری و گره‌محور آن، شباهت نزدیکی با مدل‌های عقلانیت محدود دارد که بیان می‌کند تصمیم‌گیرندگان منطقی و مسئول، گزینه‌ها را براساس تحلیل شرطی سود و زیان و ارزیابی احتمالات در طول زمان ارزیابی می‌کنند. بنابراین، درخت تصمیم ابزاری شفاف برای شبیه‌سازی فرایندهای ذهنی است که در آن، یک وکیل یا قاضی، عوامل متغیر یک پرونده را برای رسیدن به یک قضاوت نهایی (کلاس‌بندی) سلسله‌بندی می‌کند.

در این مقاله، برای بررسی کاربرد درخت تصمیم در تحلیل‌های حقوقی، سناریویی مبتنی بر مشاوره حقوقی در یک پرونده تصادف جرحی مطرح می‌شود. فرض کنید وکیل موظف است به موکل خود (شاکو و همسر وی) در خصوص پذیرش یا رد پیشنهاد سازش از سوی متهم، مشاوره دهد. این تصمیم حیاتی مستلزم تحلیل عدم قطعیت‌ها و پیامدهای احتمالی پیش روی موکل است.

نظریه پردازان تصمیم، عدم قطعیت را به دو نوع مجزا تقسیم می‌کنند: ناآگاهی (جهل) و ریسک. ناآگاهی: وضعیتی است که در آن، فرد ارزیابی معتبر و کمی از احتمال وقوع یک رویداد ندارد؛ یعنی وقوع آن ممکن است اما احتمال آن به‌صورت کمی و معتبر قابل اندازه‌گیری نیست. این حالت، یک عدم قطعیت غیرقابل اندازه‌گیری است.

ریسک: وضعیتی است که تمام نتایج ممکن و احتمالات مربوط به آن‌ها شناخته شده است، مانند پرتاب سکه که احتمال هر نتیجه مشخص است. ریسک، یک عدم قطعیت قابل اندازه‌گیری است.

هدف اصلی در تحلیل‌های حقوقی مبتنی بر درخت تصمیم، حرکت از حالت ناآگاهی (که معمولاً با قضاوت‌های ذهنی وکیل آغاز می‌شود) به حالت ریسک است. با جمع‌آوری داده‌ها، می‌توان احتمالات ذهنی را با شواهد آماری مستند جایگزین کرد. برای مثال، اگر وکیل در ابتدا احتمال صدور حکم ۱ میلیون دلاری در پرونده‌های مشابه را براساس تجربه شخصی ۰/۵۵ تخمین بزند، و سپس با بررسی سوابق متوجه شود که در ۶۵ درصد پرونده‌های مشابه، این حکم صادر شده است، قضاوت

ذهنی ۰/۵۵ را با احتمال مستند ۰/۶۵ جایگزین می‌کند.

این فرایند، براساس نظریه بیزی، امکان‌پذیر است که قضاوت‌های ذهنی اولیه (احتمالات ذهنی وکیل) را از طریق انباشت داده‌های واقعی و نتایج پرونده‌های بعدی، به‌صورت مداوم اصلاح و دقیق‌تر سازد. باین‌حال، در کاربرد عملی درخت تصمیم در حوزه قضائی، دو چالش عمده، دقت تحلیل را تحت الشعاع قرار می‌دهد:

۱. تعریف پرونده‌های مشابه: همواره مشکل تعریف دقیق و عینی «پرونده‌های مشابه» در حوزه‌های قضائی مختلف مطرح است. معیارسازی عینی برای شباهت پرونده‌ها، امری پیچیده و وابسته به جزئیات خاص هر حوزه قضائی است.

۲. حجم نمونه ناکافی: در حوزه‌های قضائی کوچک که تعداد پرونده‌های مشابه (حجم نمونه) اندک است، دقت الگوریتم‌ها به شدت کاهش می‌یابد؛ چرا که پایه آماری لازم برای تخمین مطمئن و معتبر احتمالات فراهم نیست.

این محدودیت‌ها نشان می‌دهند که در تحلیل‌های حقوقی، قضاوت کارشناسی و دقت روش‌شناختی در تعریف داده‌ها، به اندازه خود الگوریتم‌های آماری مانند درخت تصمیم، اهمیت حیاتی دارند. اکنون، در بخش بعدی، این سناریو و عدم قطعیت‌های مطرح شده، در ساختار گرافیکی و تحلیلی درخت تصمیم مدل‌سازی خواهند شد.

۴. شرح پرونده و مدل‌سازی تصمیم‌گیری با الگوریتم درخت تصمیم: تحلیل ریسک دعوای جرحی

پرونده حقوقی مورد نظر مربوط به یک تصادف جرحی است که منجر به آسیب‌های جسمی و مالی قابل توجهی برای شاکی و همسر وی شده است. شاکی مجموعاً ۱,۴۱۰,۰۰۰ دلار خسارت از متهم مطالبه کرده است که این مبلغ شامل دو بخش مجزا است: ۳۶۰,۰۰۰ دلار خسارات مادی واقعی و ۱,۰۵۰,۰۰۰ خسارات غیرمادی. خسارات مادی شامل ۲۰۰,۰۰۰ دلار هزینه‌های درمان طی یک دوره دو ساله، ۱۵۰,۰۰۰ دلار دستمزد از دست رفته در همین دوره، و ۱۰,۰۰۰ دلار خسارت مالی (اموال/خودرو) است. خسارات غیرمادی مطالبه شده بابت تحمل درد و رنج و همچنین از دست دادن حق کُنسرسیون یا حق برخورداری از مجالست و محبت همسر است.

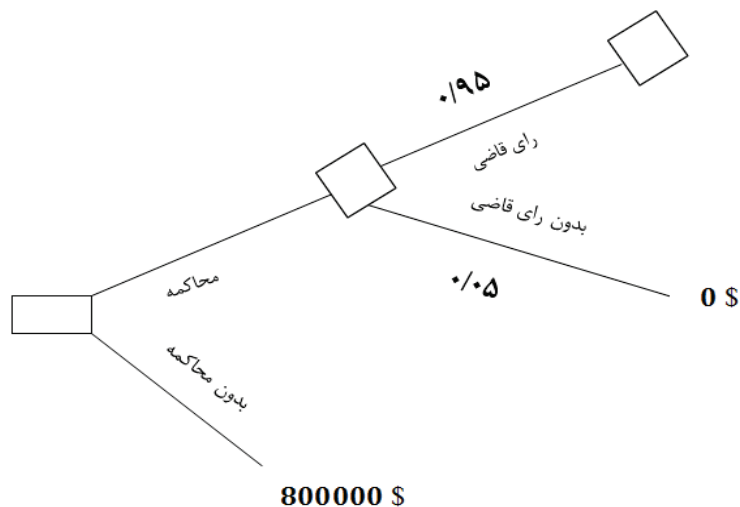
در آستانه جلسه رسیدگی دادگاه، متهم برای حل و فصل پرونده خارج از فرایند دادرسی، مبلغ ۸۰۰,۰۰۰ دلار را به‌عنوان پیشنهاد سازش مطرح کرده است. مسئله اصلی تصمیم‌گیری برای شاکی و همسر وی، در مقام موکلان وکیل، این است که آیا این پیشنهاد را پذیرفته و به دادرسی خاتمه دهند، یا

آن را رد کرده و پرونده را به فرایند رسمی دادرسی (محاکمه) ارجاع دهند. این معضل یک نمونه کلاسیک از تحلیل ریسک است که وکیل باید با استفاده از ابزارهای تحلیلی، پیامدهای هر انتخاب را ارزیابی کند.

وکیل برای ارائه مشاوره مستدل، از تحلیل پیش‌بینانه مبتنی بر درخت تصمیم بهره می‌گیرد. این روش نیازمند مدل‌سازی احتمالی سناریوهای مختلفی است که ممکن است در صورت ارجاع پرونده به محاکمه، رخ دهد. وکیل باید حدس‌های کیفی خود در مورد احتمال موفقیت شاکی و میزان رأی احتمالی قاضی را به احتمالات عددی تبدیل و کمی‌سازی کند. سناریوهای محتمل پیش‌بینی شده توسط وکیل (در صورت تشخیص مسئولیت متهم) شامل صدور جریمه‌هایی چون ۱,۰۰۰,۰۰۰ دلار (احتمال بالا)، ۱,۴۱۰,۰۰۰ دلار یا ۷۵۰,۰۰۰ دلار (بعید اما ممکن)، و ۵۰۰,۰۰۰ دلار (نامحتمل) است. همچنین، احتمال دیگری چون عدم احراز مسئولیت متهم نیز باید در نظر گرفته شود. این گام نخستین و حیاتی در به کارگیری درخت تصمیم است تا امکان محاسبه انتظار ارزش هر مسیر تصمیم فراهم شود.

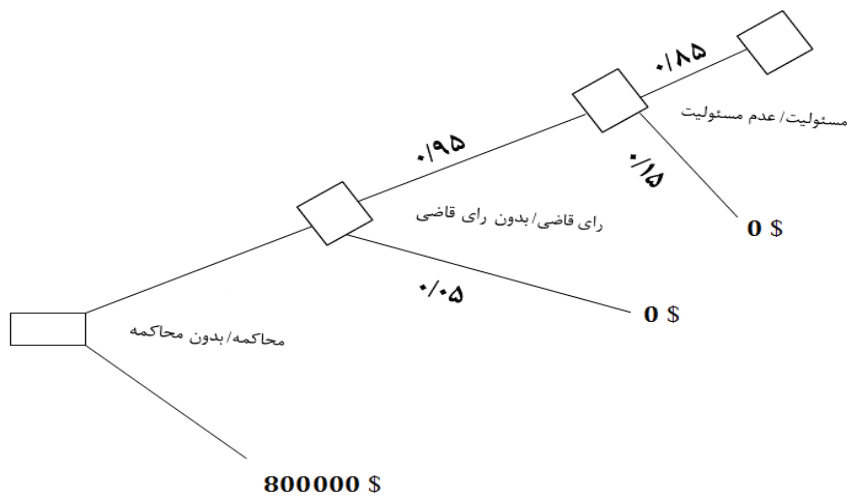
اولین مرحله در کاربرد مدل درخت تصمیم در این شرایط، تبدیل ارزیابی‌های ذهنی وکیل (نظرات احتمالی) به مقادیر کمی (احتمالات عددی) است. این امر به وکیل اجازه می‌دهد تا انتظار ارزش هر شاخه از درخت تصمیم (پذیرش سازش در مقابل دادرسی) را محاسبه و براساس حداکثرسازی مطلوبیت به موکل خود مشاوره دهد. در این رابطه، چندین محدودیت در تعیین و استفاده از این احتمالات عددی وجود دارد که در ادامه به آن‌ها پرداخته می‌شود.

در حوزه وکالت، تصمیم اصلی همان انتخابی است که وکیل باید آن را به‌دقت ارزیابی کند؛ اینکه آیا پذیرش پیشنهاد طرف مقابل به سود موکل است یا باید ریسک ناشی از رفتن به محاکمه را پذیرفت. برای توضیح نحوه کارکرد درخت تصمیم، فرض کنید وکیل در مثال مطرح شده، از برآوردهای معتبری برای تعیین احتمالات برخوردار است. درخت تصمیم مربوط به این وضعیت در شکل ۲ نشان داده شده است. براساس این درخت، یکی از گزینه‌های ممکن برای خاتمه پرونده، پذیرش پیشنهادی است که به موجب آن موکل مبلغ ۸۰۰ هزار دلار دریافت می‌کند.



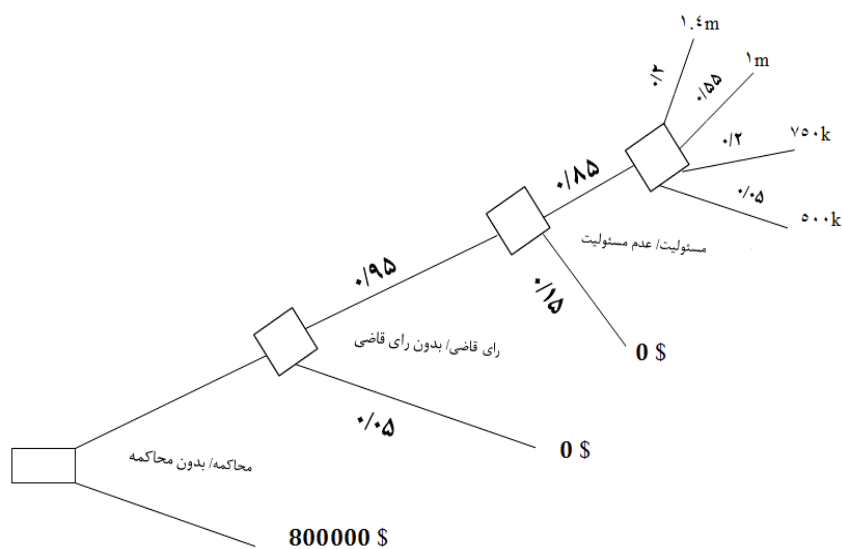
شکل ۲. درخت تصمیم اولیه

در این مرحله، دو نتیجه ممکن در نظر گرفته می‌شود: متهم یا مسئول (محکوم) شناخته می‌شود، یا از مسئولیت مبرا خواهد شد. برای این دو حالت باید مقادیر احتمالی‌ای تعیین شود که مجموع آن‌ها برابر با یک باشد. وکیل براساس برآورد خود، احتمال محکومیت موکل را $P(Liability) = 0.85$ و احتمال تبرئه او را $P(No Liability) = 0.15$ در نظر می‌گیرد. با وارد کردن این دو احتمال در درخت تصمیم، شکل نهایی آن مطابق با شکل ۳ حاصل می‌شود.



شکل ۳. درخت تصمیم ثانویه

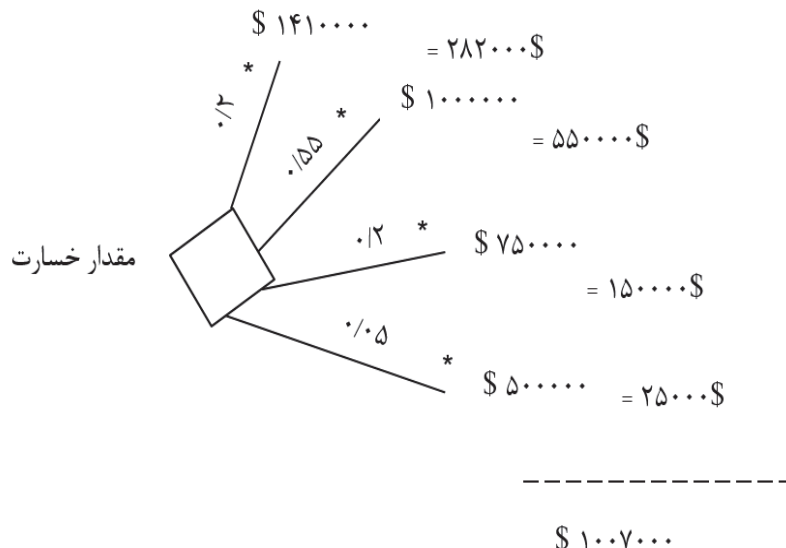
گره نهایی در درخت تصمیم، گره خسارت است. در این مرحله، از دیدگاه وکیل چهار برآورد ممکن از میزان خسارت وجود دارد: $1/410$ میلیون دلار (احتمال وقوع نسبتاً پایین)، 1 میلیون دلار (بسیار محتمل)، 750 هزار دلار (احتمال وقوع متوسط) و 500 هزار دلار (بسیار نامحتمل). وکیل برای هر یک از این مقادیر به ترتیب احتمال‌هایی معادل $P(1.410_M \$) = 0.20$ ، $P(1_M \$) = 0.55$ ، $P(750_K \$) = 0.20$ و $P(500_K \$) = 0.05$ در نظر می‌گیرد؛ به این ترتیب، مجموع احتمالات برابر با یک است و قاعده جمع‌پذیری احتمالات رعایت می‌شود. این مقادیر در شکل ۴ نشان داده شده‌اند. فرض بر این است که وکیل دلایل معتبری برای تعیین این احتمالات دارد. همچنین، برای سهولت تحلیل فرض می‌شود ارزش دلاری خسارت در صورت محاکمه یا عدم محاکمه تفاوتی ندارد، هرچند در واقعیت، برقراری کامل این فرض در تمام موارد چندان محتمل نیست.



شکل ۴. درخت تصمیم نهایی

اکنون وکیل باید ارزش عددی شاخه‌های مختلف درخت تصمیم را با مبلغ پیشنهادی تسویه حساب 800 هزار دلاری مقایسه کند. برای این منظور، مقدار هر گره برگ در احتمال وقوع آن شاخه ضرب می‌شود و حاصل ضرب‌های به دست آمده با یکدیگر جمع می‌گردند. مجموع این مقادیر ارزش مورد انتظار گره است که به گره تصمیم قبلی تخصیص داده می‌شود. سپس این گره به عنوان یک گره جدید در نظر گرفته شده و همین روند به صورت تکراری ادامه می‌یابد تا کل درخت ارزیابی شود.

این روش محاسبه که از انتهای درخت به سمت ریشه انجام می‌شود، بازگشت به عقب نام دارد. در شکل ۵، ارزش کل گره خسارت براساس این فرایند نشان داده شده است.



شکل ۵. گره خسارت

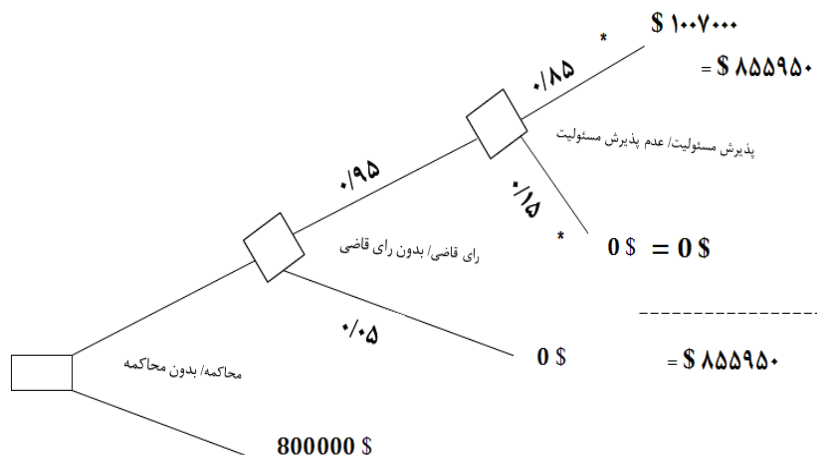
فرمول این شکل به صورت

$$\text{مقدار گره} = P(1/4_M \$)V(1/4_M \$) + P(1_M \$)V(1_M \$) + P(750_K \$)V(750_K \$) + P(500_K \$)V(500_K \$)$$

است. باتوجه به شکل‌های ۱ تا ۴، مقدار این گره برابر

$$0/20 \times 1410000\$ + 0/55 \times 1000000\$ + 0/20 \times 750000\$ + 0/05 \times 500000\$ = 1007000\$$$

است. بنابراین، اگر پرونده به مرحله تعیین میزان خسارت برسد، وکیل برآورد می‌کند که ارزش موردانتظار جبران خسارت تعدیل شده اندکی بیش از ۱۰۰ هزار دلار خواهد بود. بااین حال، رسیدن پرونده به این مرحله قطعی نیست؛ ازاین رو لازم است تمام عدم قطعیت‌های مربوط به روند محاکمه نیز در محاسبات لحاظ شود. در این مرحله از قاعده سوم احتمالات استفاده می‌شود؛ به این معنا که وکیل با ضرب ارزش مورد انتظار خسارت در احتمال محکومیت موکل، احتمال وقوع این گره را محاسبه می‌کند. سپس با تخصیص این مقدار جدید به گره خسارت ناشی از رأی قاضی، آن گره به‌گونه‌ای در نظر گرفته می‌شود که گویی اکنون یکی از برگ‌های درخت تصمیم است، و این فرایند محاسباتی تا رسیدن به ریشه درخت به صورت گام به گام تکرار می‌شود (شکل ۶).



شکل ۶. نتیجه درخت تصمیم

با استفاده از فرمولی مشابه برای محاسبه ارزش گره محکومیت داریم:

$$0/85 \times 1007000\$ + 0/15 \times 0\$ = 855950\$$$

سپس ارزش گره مربوط به رأی قاضی به صورت زیر محاسبه می شود:

$$0/95 \times 855950\$ + 0/05 \times 0\$ = 813152/50\$$$

این مقدار، ارزش موردانتظار نهایی شاخه ای از درخت تصمیم است که به محاکمه منتهی می شود و بیانگر تأثیر تمامی عدم قطعیت های مرتبط با روند رسیدگی قضائی در حالتی است که قاضی رأی صادر می کند. از آنجا که این عدد بیش از مبلغ پیشنهادی ۸۰۰ هزار دلار است، نتیجه تحلیل درخت تصمیم آن است که وکیل باید به موکل خود توصیه کند ادامه محاکمه می تواند نتیجه مطلوب تری به همراه داشته باشد. با این حال، این نتیجه بر فرضی استوار است که تمامی هزینه ها در طول زمان ثابت باقی می مانند؛ فرضی که در واقعیت، چندان قابل اتکا نیست.

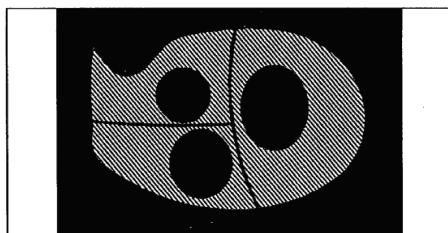
با توجه به اصول نظریه تصمیم و ماهیت تحلیل های احتمالی، وکیل در استفاده از ابزارهایی مانند درخت تصمیم، موظف به تخصیص دقیق احتمال به تمامی رویدادهای ممکن است. این تخصیص باید بر مبنای تحلیل و وابستگی آن رویدادها به یکدیگر صورت پذیرد.

در ساختار یک مدل احتمالی (مانند آنچه در شکل ۷ به تصویر کشیده شده است):

نواحی سیاه (احتمالات نامعلوم): این نواحی نشان دهنده رویدادهایی هستند که هنوز ارزش احتمال مشخصی به آن ها تخصیص داده نشده است. این موضوع به دلیل عدم قطعیت ناشی از کمبود داده یا پیچیدگی روابط است.

نواحی خاکستری (عدم تخصیص احتمال): این نواحی نشان‌دهنده رویدادهایی هستند که کلاً از تخصیص احتمال رها شده‌اند و نادیده گرفته شده‌اند.

براین اساس، یک مدل تحلیلی تنها زمانی معتبر است که اصل جامعیت در آن رعایت شود؛ یعنی مجموع احتمالات تمامی رویدادهای ممکن باید برابر با یک (۱) باشد. وجود نواحی سیاه یا خاکستری در مدل به این معنی است که مدل ناقص است و نمی‌تواند تصویر کاملی از پیامدهای حقوقی ارائه دهد. در نتیجه، وکیل ملزم است با استفاده از قضاوت کارشناسی یا داده‌های بی‌زی، تمام عدم قطعیت‌های موجود را به‌صورت کمی بیان و در مدل لحاظ کند تا بتواند یک تحلیل قابل استناد ارائه دهد.



شکل ۷. شمایی از احتمالات معلوم و نامعلوم

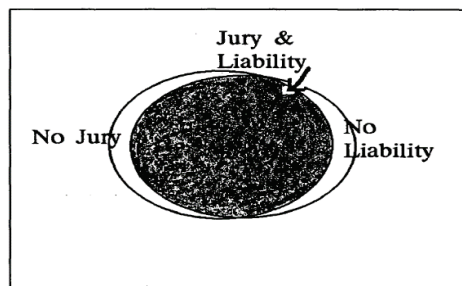
پرسش اصلی این است که چگونه می‌توان احتمالات نامعلوم را با استفاده از احتمالات معلوم برآورد کرد. یکی از ساده‌ترین و گویاترین روش‌ها برای محاسبه احتمال وقوع هم‌زمان دو رویداد، استفاده از نمودار ون است. همان‌گونه که در شکل ۸ مشاهده می‌شود، وکیل به بخشی از نمودار توجه دارد که دو رویداد در آن با یکدیگر تداخل دارند و این ناحیه با رنگ سیاه مشخص شده است. از نظر منطقی، مساحت این بخش مشترک (احتمال وقوع هم‌زمان دو رویداد) همواره کمتر یا در بیشترین حالت برابر با احتمال وقوع کوچک‌تر آن دو رویداد است. در این مثال، احتمال اینکه محاکمه انجام نشود و در عین حال تفهیم اتهام نیز صورت نگیرد، نمی‌تواند بیش از احتمال «محکومیت» به‌تنهایی باشد. هدف، برآورد میزان عدم قطعیت مشترک میان این دو رویداد است. براین اساس، احتمال وقوع هم‌زمان دو رویداد «رأی قاضی» و «محکومیت متهم» طبق فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$P(\text{Jury}) \times P(\text{Liability} | \text{Jury}) = P(\text{Jury} \& \text{Liability})$$

که برابر است با:

$$0/95 \times 0/85 = 0/8075$$

بنابراین، احتمال وقوع هم‌زمان دو رویداد «رأی قاضی» و «محکومیت متهم» معادل ۰.۸۰۷۵ برآورد می‌شود.



شکل ۸. نمودار ون رای قاضی و مسئولیت

نتیجه‌گیری

این مقاله به بررسی پتانسیل الگوریتم درخت تصمیم در تحلیل ریسک دعاوی قضائی و نقش آن در تحقق اصول حقوق عامه، به‌ویژه پیش‌بینی‌پذیری آراء و شفافیت قضائی، پرداخت. درخت تصمیم، به‌عنوان یک ابزار پیش‌بینی ساختاریافته، با استفاده از مجموعه‌ای از گره‌های تصمیم و شاخه‌ها که از گره ریشه منشعب شده و به برگ‌ها یا گره‌های نهایی ختم می‌شوند، تمامی پیامدهای احتمالی یک فرایند تصمیم‌گیری را به‌صورت گرافیکی نمایش می‌دهد. در حوزه حقوقی، این ساختار امکان مدل‌سازی تصمیمات میانی (مانند پذیرش یا رد پیشنهاد سازش) و نگاشت روابط علی به خروجی‌های احتمالی پرونده را فراهم می‌سازد. مدل‌سازی موفقیت‌آمیز تصمیم در این ساختار، مستلزم رعایت دقیق اصول نظریه تصمیم است؛ ازجمله آنکه حقوق‌دانان موظفند احتمال دقیق وقوع را به تمامی رویدادهای ممکن تخصیص دهند، به‌گونه‌ای که اصل جامعیت (مجموع احتمالات تمامی رویدادهای ممکن دقیقاً برابر با یک باشد) و همچنین قانون ضرب احتمالات (احتمال وقوع رویدادهای چندتایی، همواره کوچک‌تر یا حداکثر برابر با کوچک‌ترین احتمال رویداد منفرد در ترکیب باشد) رعایت شود. در عمل، همین الزامات نظری، وکیل را ملزم می‌سازد تا با عبور از قضاوت ذهنی، با استفاده از قضاوت کارشناسی نظام‌مند یا داده‌های بیزی، تمام عدم قطعیت‌های موجود را به‌صورت کمی بیان و در مدل لحاظ کند؛ روندی که درواقع هدف اصلی تحلیل حقوقی یعنی گذار از «ناآگاهی» به «ریسک قابل اندازه‌گیری» را محقق می‌سازد.

کاربست الگوریتم درخت تصمیم در این مقاله، از حیث نظری، تحقق عملی دیدگاه اولیور وندال هولمز است که قانون را «پیش‌بینی‌ای از آنچه دادگاه‌ها در عمل انجام خواهند داد» توصیف کرد؛ و از حیث تجربی، با نتایج تحقیقات جهانی هم‌خوانی دارد. مطالعات متعددی در نظام‌های حقوقی پیشرفته نشان داده‌اند که الگوریتم‌های یادگیری ماشین توانایی بالایی در پیش‌بینی نتایج قضائی دارند؛

ازجمله می‌توان به پژوهش‌هایی اشاره کرد که تصمیمات دادگاه اروپایی حقوق بشر را با دقت قابل توجهی پیش‌بینی کرده‌اند، یا آن‌هایی که عملکرد دیوان عالی ایالات متحده را مدل‌سازی نموده‌اند. همچنین، در حوزه‌های تخصصی‌تر مانند قانون مالیات، کارآیی الگوریتم‌ها برای پیش‌بینی نتایج دعاوی به اثبات رسیده است (آلاری و همکاران، ۲۰۱۶، ۲۳۱). این شواهد بین‌المللی، اعتبار نتایج مقاله حاضر در مورد پتانسیل بالای درخت تصمیم به مثابه یک ابزار «تصمیم‌یار» در نظام حقوقی داخلی را تأیید می‌کند. درنهایت، گرچه درخت تصمیم به لحاظ مفهومی پیش از عصر یادگیری ماشین نیز برای مدل‌سازی دستی استفاده می‌شد، اما در مواجهه با حجم عظیم داده‌ها، پیچیدگی روابط و نیاز به کشف الگوهای پنهان، تنها الگوریتم‌های رایانه‌ای قادرند مدل‌هایی دقیق و قابل اتکا برای ارائه شواهد علمی در محاکم قضائی ارائه دهند (گیرا، ۲۰۰۴: ۹-۱۶).

نتیجه‌گیری نهایی آن است که درخت تصمیم، نه تنها با فراهم آوردن مشاوره‌های حقوقی دقیق‌تر، به موکلین کمک می‌کند تا تصمیمات بهینه‌ای در مورد طرح دعوی یا پذیرش سازش اتخاذ کنند، بلکه در مقیاس کلان، با افزایش احتمال حل و فصل زودهنگام اختلافات، به کاهش حجم پرونده‌های ورودی به دستگاه قضا و تحقق عملی «قضازدایی» منجر می‌شود. با این وجود، لازم است تأکید شود که دقت نهایی و کارآمدی الگوریتم به صورت مستقیم تابع کیفیت و کمیت داده‌های موجود است. بنابراین، مقاله پیشنهاد می‌کند که برای غلبه بر چالش‌های عملیاتی نظیر «حجم نمونه ناکافی در حوزه‌های کوچک» و «تعریف عینی پرونده‌های مشابه»، نظام قضائی باید با تکیه بر اصل شفافیت قضائی، نسبت به علنی‌سازی و انتشار سوابق و آراء قضائی با رعایت موازین حفظ حریم خصوصی اقدام نماید تا بستر داده‌ای حیاتی برای آموزش مطمئن این ابزارهای پیش‌بین و تحقق کامل اصول حقوق عامه فراهم گردد.

منابع

فارسی

- رهبری، ابراهیم (۱۴۰۱). چالش‌های کاربرد هوش مصنوعی به‌عنوان قاضی در دادرسی‌های حقوقی. فصلنامه تحقیقات حقوقی (ویژه‌نامه حقوق و فناوری)، ۲۵، ۴۱۹-۴۴۴.
- کاشانی، خدیو، و نحوی (۲۰۲۴). تأثیر به‌کارگیری ابزار یادگیری ماشین در نظام دادرسی حقوق نوشته با نگاهی به تجربه جمهوری خلق چین و کاربست آن در نظام قضائی ایران. حقوق فناوری های نوین، ۵(۹)، ۲۲۰-۲۰۵.

انگلیسی

- Alarie, B., Niblett, A., & Yoon, A. H. (2016). Using machine learning to predict outcomes in tax law. *Canadian Business Law Journal*, 58, 231.
- Aletras, N., Tsarapatsanis, D., Preotiu-Pietro, D., & Lampos, V. (2016). Predicting judicial decisions of the European Court of Human Rights: A natural language processing perspective. *PeerJ Computer Science*, 2, e93.
- Amani, B. (2021). AI and "Equality by Design". In *Artificial Intelligence and the Law in Canada*. Toronto: LexisNexis Canada.
- Cao, L., Wang, Z., Xiao, C., & Sun, J. (2024). Pilot: Legal case outcome prediction with case law. *arXiv preprint arXiv:2401.15770*.
- Daly, K. (2024). Stepping out of the shadow of transitional justice: A theoretical framework for institutional justice. *Victims & Offenders*, 19(7), 1239-1275.
- Granata-Menghini, S. (2022). Populism and constitutional courts: A perspective from the Venice Commission. In *Populism and contemporary democracy in Europe: Old problems and new challenges* (pp. 91-111). Cham: Springer International Publishing.
- Grira, N., Crucianu, M., & Boujemaa, N. (2004). Unsupervised and semi-supervised clustering: A brief survey. A review of machine learning techniques for processing multimedia content, 1(2004), 9-16.
- Holmes Jr, O. W. (2009). *The path of the law*. The Floating Press.
- Kaashani, Kh., Khadivar, & Nahavi. (2024). The impact of applying machine learning tools in civil law systems with reference to the experience of the People's Republic of China and its application in Iran's judiciary system. *Hoghoogh-e Fanavarihayeh Novin [حقوق فناوری های نوین]*, ۵(۹)، ۲۲۰-۲۰۵.
- Liu, J. Z., Klöhn, L., & Spamann, H. (2021). Precedents and Chinese Judges: An Experiment. *The American Journal of Comparative Law*, 69(1), 93-135.
- Luzuriaga, R. R. (2018). The impact of technology on dispute resolution: A view from Latin America. In *AI and Law: Future Legal Practice* (pp. 13-25). Springer.
- Novak, M. (2018). Ensuring Uniform Case Law in Slovenia: Jurisprudence Constante, Stare Decisis, and a Third Approach. *Studia Iuridica Lublinensia*, 27(1), 131-142.
- Paskoshev, D., Kopanitsa, G., Trofimov, E., & Metsker, O. (2021, October). Simulation of a judicial process using machine learning to analyze administrative prejudice and indicate the quality of justice. In *2021 30th Conference of Open Innovations Association FRUCT* (pp. 165-170). IEEE.
- Quinlan, J. R. (1986). Induction of decision trees. *Machine Learning*, 1(1), 81-106.
- Rachlinski, J. J. (2006). Bottom-up versus top-down lawmaking. *The University of Chicago Law Review*, 933-964. <https://doi.org/10.7551/mitpress/3488.003.0011>

-
- Rahbari, E. (2022/1401). Challenges of using artificial intelligence as a judge in civil proceedings. *Legal Research Quarterly (Special Issue on Law and Technology)*, 25, 419–444.
 - Roohi, F. (2013). Artificial neural network approach to clustering. *International Journal of Engineering Science (IJES)*, 2(3), 33–38.
 - Turkanova, V. (2023). Prospects for the use of artificial intelligence and machine learning algorithms for effective resolution of civil disputes. *Access to Justice in Eastern Europe*, 232.
 - Turkut, E. (2021, August). The Venice Commission and rule of law backsliding in Turkey, Poland and Hungary. *European Convention on Human Rights Law Review*, 2(2), 209–240. Brill Nijhoff.
 - Wang, N., & Tian, M. Y. (2023). “Intelligent Justice”: Human-centered considerations in China’s legal AI transformation. *AI and Ethics*, 3(2), 349–354.
 - Zaiets, O., Kononenko, Y., & Yeskov, S. (2021). *Machine Learning Models: Learning Algorithms in Crime Investigation*.
 - Zalnieriute, M. (2021). Technology and the courts: Artificial intelligence and judicial impartiality. Submission to Australian Law Reform Commission Review of Judicial Impartiality.
 - Zou, C. (2022). Achievements and prospects of artificial intelligence judicature in China. *Chinese Studies*, 11(4), 197–227.