

## مروری تحلیلی بر کاربرد شبکه‌های عصبی گرافی در شناسایی و پیش‌بینی فعالیت‌های پول‌شویی

نویسنده مسئول: دکتر فرهنگ پدیداران مقدم

استادیار گروه کامپیوتر مجتمع آموزش عالی فنی مهندسی اسفراین، اسفراین، ایران  
[padidaran@esfarayen.ac.ir](mailto:padidaran@esfarayen.ac.ir)

نویسنده: ملیحه شیرمحمدزاده

دانشجو کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر موسسه آموزش عالی اشراق، بجنورد، ایران  
[shirmohammadzadehm@gmail.com](mailto:shirmohammadzadehm@gmail.com)

### چکیده

پول‌شویی یکی از جدی‌ترین تهدیدها برای سلامت نظام‌های مالی است و با رشد تراکنش‌های دیجیتال و گسترش فعالیت‌های بین‌المللی، شناسایی آن به چالشی پیچیده تبدیل شده است. روش‌های سنتی مقابله با پول‌شویی که بر قواعد ایستا و شاخص‌های ساده تکیه دارند، توان کافی برای کشف الگوهای پیچیده شبکه‌ای ندارند. این پژوهش با رویکرد مروری-تحلیلی نظام‌مند، کاربرد شبکه‌های عصبی گرافی و یادگیری عمیق در شناسایی و پیش‌بینی فعالیت‌های پول‌شویی را بررسی می‌کند. مقالات منتخب بر اساس نوآوری روش‌شناختی، توانایی کشف الگوهای پنهان، عملکرد روی داده‌های واقعی و قابلیت توضیح‌پذیری مدل‌ها انتخاب شده‌اند. تحلیل‌ها نشان می‌دهند که مدل‌های گراف، به ویژه آن‌هایی که تغییرات زمانی و روابط چندمرحله‌ای میان حساب‌ها را مد نظر قرار می‌دهند، دقت بالاتری در شناسایی تراکنش‌های مشکوک ارائه می‌کنند. همچنین، رویکردهایی که بر توضیح‌پذیری و حفظ حریم خصوصی تمرکز دارند، باعث افزایش اعتمادپذیری سامانه‌های مقابله با پول‌شویی شده‌اند. یافته‌ها نشان می‌دهند که شبکه‌های عصبی گرافی مسیر توسعه سامانه‌های هوشمند، قابل اعتماد و کارآمد برای مقابله با پول‌شویی در نظام‌های مالی را هموار می‌کنند.

**واژگان کلیدی:** پول‌شویی، یادگیری عمیق، شبکه‌های عصبی گرافی، تحلیل تراکنش‌های مالی، سامانه‌های مقابله با پول‌شویی.

#### مقدمه

پول‌شویی یکی از پیچیده‌ترین جرایم مالی معاصر است که به‌طور مستقیم شفافیت، سلامت و پایداری نظام‌های اقتصادی و مالی را تهدید می‌کند. رشد سریع تراکنش‌های دیجیتال، افزایش تعاملات مالی فرامرزی و گسترش فناوری‌هایی نظیر ارزهای دیجیتال، سبب شده است الگوهای پول‌شویی از ساختارهای ساده و خطی فاصله گرفته و به شبکه‌هایی پویا، چندلایه و به‌شدت وابسته به زمان تبدیل شوند. در چنین فضایی، شناسایی به‌موقع فعالیت‌های مشکوک و مهار جریان سرمایه‌های غیرقانونی به یکی از چالش‌های اصلی نهادهای نظارتی و مالی بدل شده است. گزارش‌ها نشان می‌دهد که حجم قابل توجهی از سرمایه‌های غیرقانونی هر ساله از طریق شبکه‌های مالی جهانی جابه‌جا می‌شود، در حالی که ابزارهای نظارتی موجود همچنان با محدودیت‌های جدی در کشف سریع و دقیق این جریان‌ها مواجه‌اند.

رویکردهای سنتی مقابله با پول‌شویی عمدتاً بر مجموعه‌ای از قوانین ایستا و شاخص‌های از پیش تعریف‌شده استوارند. اگرچه این روش‌ها در شناسایی برخی الگوهای ساده و شناخته‌شده مؤثر بوده‌اند، اما در مواجهه با ساختارهای پیچیده، روابط غیرخطی و الگوهای تطبیقی مجرمانه کارایی محدودی دارند و اغلب منجر به نرخ بالای خطای مثبت و منفی می‌شوند.

در پاسخ به این محدودیت‌ها، طی سال‌های اخیر استفاده از یادگیری عمیق و به‌ویژه شبکه‌های عصبی گرافی به‌عنوان رویکردی نوین در تحلیل تراکنش‌های مالی مورد توجه قرار گرفته است. این مدل‌ها با بهره‌گیری از ساختار شبکه‌ای داده‌های مالی، امکان مدل‌سازی مستقیم روابط میان حساب‌ها، مسیرهای انتقال وجوه و الگوهای تعاملی پیچیده را فراهم می‌کنند و نسبت به روش‌های کلاسیک توان بالاتری در شناسایی رفتارهای مشکوک نشان می‌دهند (Okolie و همکاران ۲۰۲۵؛ Tiamiyu 2025). با این حال، بخش قابل توجهی از مطالعات اولیه در این حوزه بر گراف‌های ایستا تمرکز داشته‌اند؛ رویکردی که در تحلیل تغییرات زمانی رفتار کاربران و تعاملات چندمرحله‌ای محدودیت‌های جدی دارد (Yu and Ke 2025).

پژوهش‌های جدیدتر با حرکت به‌سوی مدل‌های گراف پویا و چارچوب‌های ترکیبی، تلاش کرده‌اند پویایی زمانی تراکنش‌ها و روابط چندلایه میان موجودیت‌های مالی را به‌صورت صریح مدل‌سازی کنند. افزون بر این، برخی مطالعات با تلفیق داده‌های تکمیلی و دانش دامنه‌ای، به بهبود تفسیرپذیری مدل‌ها پرداخته‌اند تا تصمیمات سامانه‌های هوشمند برای تحلیلگران انسانی و نهادهای نظارتی قابل درک‌تر باشد (Yu and Ke 2025).

با وجود این پیشرفت‌ها، مرور نظام‌مند پژوهش‌ها نشان می‌دهد که بسیاری از مطالعات موجود تنها بر یک یا چند جنبه خاص، نظیر دقت پیش‌بینی یا پیچیدگی معماری مدل، تمرکز داشته‌اند و ادغام همزمان پویایی زمانی، تحلیل چندمنظوره، تفسیرپذیری و ملاحظات امنیتی هنوز به‌صورت جامع مورد بررسی قرار نگرفته است (Tiamiyu 2025). علاوه بر این، محدودیت دسترسی به داده‌های واقعی مالی و نبود ارزیابی‌های عملی در مقیاس‌های واقعی، کاربردپذیری و قابلیت اعتماد برخی از این مدل‌ها را با چالش مواجه می‌سازد (Yu and Ke 2025).

در این چارچوب، پژوهش حاضر با رویکردی مروری-تحلیلی نظام‌مند، به بررسی و تحلیل کاربرد شبکه‌های عصبی گرافی و روش‌های یادگیری عمیق در شناسایی و پیش‌بینی پول‌شویی می‌پردازد. هدف اصلی، شناسایی نقاط قوت و محدودیت‌های رویکردهای موجود و استخراج خلأهای پژوهشی است تا زمینه برای توسعه چارچوب‌های کارآمدتر، عملی‌تر و قابل اعتماد در تحقیقات آینده فراهم شود.

## روش تحقیق

این پژوهش با رویکرد مروری-تحلیلی نظام‌مند انجام شده است تا وضعیت پژوهش‌های اخیر در حوزه کاربرد شبکه‌های عصبی گرافی و یادگیری عمیق در شناسایی و پیش‌بینی فعالیت‌های پول‌شویی بررسی شود. جامعه آماری شامل کلیه مقالات منتشرشده بین سال‌های ۲۰۲۴ تا ۲۰۲۵ در پایگاه‌های علمی معتبر است. از میان آن‌ها، ۱۳ مقاله کلیدی بر اساس نوآوری روش‌شناختی، توانایی کشف الگوهای پنهان، عملکرد روی داده‌های واقعی و قابلیت توضیح‌پذیری مدل‌ها انتخاب شده‌اند. برای تحلیل مقالات، داده‌ها به صورت کیفی و تطبیقی استخراج شدند تا تفاوت‌ها و شباهت‌ها میان مدل‌ها مشخص شود و مزایا و محدودیت‌های هر رویکرد روشن گردد. تحلیل‌ها بر اساس نوع مدل (ایستا، پویا، چندمنظوره)، نوع داده مورد استفاده، قابلیت توضیح‌پذیری مدل و توجه به حفظ حریم خصوصی انجام شد.

بر این اساس، هر مقاله به صورت جداگانه تحلیل شده و مزایا و معایب مدل‌های به‌کاررفته در چارچوب این چهار شاخص ارائه شده است.

مقاله (Wan and Li 2024) یک مدل نوین برای تشخیص پولشویی معرفی می‌کند که از ترکیب گراف کانولوشن عصبی پویا و شبکه عصبی بازگشتی استفاده می‌کند. این مدل به خوبی می‌تواند الگوهای پیچیده و تدرجی پولشویی که در طول زمان شکل می‌گیرند را شناسایی کند. در مقایسه با رویکردهای قدیمی، مدل پیشنهادی دقت و حساسیت بهتری دارد و همچنین تعادل بهتری بین کشف فعالیت‌های غیر قانونی و کاهش هشدارهای کاذب ایجاد می‌کند. همچنین به خوبی با تغییرات زمانی شبکه کنار می‌آید و برای محیط‌های واقعی مناسب‌تر است. اما دارای پیچیدگی محاسباتی بالا بوده و قابلیت تفسیر پذیری کمی داشته، مسائل امنیتی و حریم خصوصی که در پردازش داده‌های مالی بسیار مهم هستند، در این مدل توجه چندانی نشده است.

نویسنده در مقاله (2024 Kumar) از یک رویکرد چندمنظوره مبتنی بر گراف ناهمگون استفاده کرده است که قادر به ادغام انواع مختلف نهادها و روابط است. این ویژگی باعث افزایش جامعیت تحلیل می‌شود، اما در عین حال پیچیدگی مدل و هزینه محاسباتی را نیز افزایش می‌دهد و تنظیم بهینه آن را دشوار می‌کند.

در مقاله (Liu و همکاران ۲۰۲۴) روش پیشنهادی مبتنی بر تحلیل زیرگراف‌های ایستا در شبکه‌های بلاک‌چین است. تمرکز اصلی بر استخراج الگوهای محلی و بررسی رفتار گره‌ها در همسایگی نزدیک آن‌هاست. اگرچه این رویکرد در تحلیل ساختارهای محلی موفق عمل می‌کند، اما تعمیم نتایج به شبکه‌های بزرگ‌تر و متنوع‌تر با محدودیت مواجه است.

در مقاله (Yu and Ke 2025)، نویسنده از یک رویکرد ایستا برای تحلیل ساختار شبکه تراکنش‌ها استفاده کرده است که تمرکز اصلی آن بر روابط توپولوژیکی میان گره‌ها بدون در نظر گرفتن تغییرات زمانی است. داده‌های مورد استفاده عمدتاً شامل شبکه‌های تراکنشی با ساختار نسبتاً پایدار هستند و تحلیل بر مبنای استخراج ویژگی‌های ساختاری انجام شده است. اگرچه این رویکرد از نظر تفسیرپذیری و سادگی مدل مزیت دارد، اما ناتوانی آن در مدل‌سازی پویایی زمانی باعث می‌شود در سناریوهای واقعی با رفتارهای متغیر کاربران، کارایی محدودی داشته باشد.

مقاله (Okolie و همکاران ۲۰۲۵) از یک مدل پویا برای بررسی تکامل زمانی گراف تراکنش‌ها بهره می‌برد. روش پیشنهادی با در نظر گرفتن وابستگی‌های زمانی میان تراکنش‌ها، قادر به شناسایی الگوهای چندمرحله‌ای و زنجیره‌ای پول‌شویی است. تمرکز اصلی مدل بر تغییر ساختار گراف در طول زمان است که باعث افزایش دقت تحلیلی می‌شود، اما این مزیت با افزایش قابل توجه پیچیدگی محاسباتی همراه بوده و مقیاس‌پذیری آن را در شبکه‌های بزرگ با چالش مواجه می‌کند.

در مقاله (Line و همکاران 2025)، یک چارچوب چندمنظوره مبتنی بر گراف خطی و تحلیل چندنمایی ارائه شده است که از شبکه‌های عصبی گرافی برای استخراج روابط غیرخطی پنهان میان تراکنش‌ها استفاده می‌کند. مدل قادر است هم‌زمان چند دیدگاه ساختاری

از داده‌ها را ترکیب کند که این موضوع منجر به افزایش توان تشخیص الگوهای پیچیده می‌شود. با این حال، تنظیم پارامترهای متعدد و وابستگی عملکرد مدل به انتخاب نماهای مناسب، از چالش‌های اصلی این رویکرد محسوب می‌شود. در مقاله (Wang و همکاران ۲۰۲۵) روش پیشنهادی مبتنی بر مدل‌سازی پویا و تمرکز بر شناسایی ناهنجاری‌های تراکنشی است. با استفاده از اطلاعات زمانی و ساختاری، مدل توانسته دقت تشخیص فعالیت‌های مشکوک را افزایش دهد. با وجود این، عملکرد مدل به شدت به کیفیت و کامل بودن داده‌های ورودی وابسته است و در صورت وجود داده‌های نویزی یا ناقص، کارایی آن کاهش می‌یابد. مقاله (Singh and Xu ۲۰۲۵) از یک رویکرد ایستا مبتنی بر یادگیری عمیق برای طبقه‌بندی تراکنش‌ها استفاده کرده است. تمرکز اصلی مدل بر ویژگی‌های سطح تراکنش بوده و روابط شبکه‌ای میان کاربران به صورت محدود در نظر گرفته شده است. اگرچه سادگی پیاده‌سازی و سرعت آموزش از مزایای این روش است، اما ضعف در تحلیل وابستگی‌های گرافیکی باعث می‌شود در شناسایی الگوهای پیچیده پول‌شویی عملکرد محدودی داشته باشد.

در مقاله (Shi و همکاران ۲۰۲۵)، شناسایی فعالیت‌های پول‌شویی با استفاده از شبکه‌های عصبی گرافی مبتنی بر سازوکار توجه خودکار بررسی شده است. ایده اصلی روش بر این اساس است که همه تراکنش‌ها و ارتباطات شبکه اهمیت یکسانی ندارند و مدل می‌تواند به صورت تطبیقی روی تراکنش‌های مهم‌تر تمرکز کند. با این رویکرد، الگوهای پیچیده و پنهان پول‌شویی در شبکه‌های تراکنشی بهتر آشکار می‌شوند. نتایج نشان می‌دهد این روش به‌ویژه در شبکه‌های متراکم دقت بالاتری دارد، هرچند افزایش هزینه محاسباتی، یکی از چالش‌های اصلی آن در مقیاس‌های بزرگ محسوب می‌شود.

این مقاله (Zhang و همکاران 2025) یک رویکرد ترکیبی و دانش‌محور را با استفاده از گراف دانش ارائه می‌دهد. مدل پیشنهادی تلاش می‌کند با ادغام دانش دامنه‌ای و روابط معنایی میان موجودیت‌ها، تصمیمات مدل را قابل تفسیرتر کند. اگرچه این رویکرد از نظر غنای معنایی مزیت قابل توجهی دارد، اما فرآیند ساخت و نگهداری گراف دانش پیچیده بوده و نیازمند داده‌های دقیق و گسترده است.

در مقاله (Tiamiyu 2025)، یک چارچوب ترکیبی برای تحلیل شبکه‌های چندلایه پول‌شویی ارائه شده است که روابط پنهان میان حساب‌ها را در سطوح مختلف بررسی می‌کند. تمرکز مدل بر کشف ساختارهای مخفی و ارتباطات غیرمستقیم است که باعث افزایش قدرت تشخیص می‌شود. با این حال، نیاز به داده‌های حجیم و متنوع، یکی از محدودیت‌های اصلی این روش به شمار می‌رود. در مقاله (Liu و همکاران ۲۰۲۴) روش پیشنهادی مبتنی بر تحلیل زیرگراف‌های ایستا در شبکه‌های بلاک‌چین است. تمرکز اصلی بر استخراج الگوهای محلی و بررسی رفتار گره‌ها در همسایگی نزدیک آن‌هاست. اگرچه این رویکرد در تحلیل ساختارهای محلی موفق عمل می‌کند، اما تعمیم نتایج به شبکه‌های بزرگ‌تر و متنوع‌تر با محدودیت مواجه است.

در مقاله (Chen 2025)، یک مدل پویا مبتنی بر مکانیزم توجه خودکار برای تمرکز بر تراکنش‌های مهم ارائه شده است. این رویکرد با تخصیص وزن‌های تطبیقی به تراکنش‌ها، دقت تحلیل را افزایش می‌دهد. با این وجود، سربار محاسباتی بالا و نیاز به منابع پردازشی قوی، استفاده از این مدل را در محیط‌های محدود دشوار می‌سازد.

در مقاله (Park و همکاران ۲۰۲۵)، یک چارچوب ترکیبی با تمرکز بر ملاحظات امنیتی و حفظ حریم خصوصی پیشنهاد شده است. مدل تلاش می‌کند ضمن تحلیل داده‌های حساس، از افشای اطلاعات جلوگیری کند. هرچند این رویکرد از نظر امنیتی ارزشمند است، اما کاهش سرعت پردازش و افزایش تأخیر محاسباتی از پیامدهای آن به شمار می‌رود.

#### یافته‌ها

تحلیل تطبیقی مقالات منتخب نشان می‌دهد که رویکردهای مبتنی بر شبکه‌های عصبی گرافی و یادگیری عمیق در شناسایی فعالیت‌های پول‌شویی، تمرکزهای متفاوتی در طراحی مدل و بهینه‌سازی فرآیند تشخیص دارند. بخشی از مطالعات، ساختار شبکه



تراکنش‌ها را به صورت ایستا مدل‌سازی کرده و هدف اصلی آن‌ها افزایش دقت طبقه‌بندی و کاهش خطای تشخیص در داده‌های محدود بوده است، در حالی که مطالعات دیگر با اتخاذ رویکردهای پویا، بر شناسایی الگوهای زمانی، تراکنش‌های چندمرحله‌ای و روابط پیچیده میان نهادهای تمرکز داشته‌اند (Okolie و همکاران ۲۰۲۵؛ Yu and Ke 2025). نتایج حاصل از مقایسه مقالات نشان می‌دهد که مدل‌های پویا و ترکیبی، به‌ویژه آن‌هایی که از ادغام شبکه‌های عصبی گرافی با سازوکارهای یادگیری عمیق و توجه استفاده کرده‌اند، در شناسایی الگوهای پنهان پول‌شویی و تطبیق با تغییرات زمانی عملکرد کارآمدتری ارائه می‌دهند (Tiamiyu 2025). این در حالی است که مدل‌های ایستا، علی‌رغم سادگی ساختار و سربار محاسباتی کمتر، در مواجهه با شبکه‌های تراکنشی پیچیده و رفتارهای غیرخطی، انعطاف‌پذیری محدودتری از خود نشان می‌دهند. همچنین بررسی‌ها نشان می‌دهد که مقالاتی که به استفاده از داده‌های واقعی و ساخت‌یافته، مانند داده‌های بلاک‌چین و تراکنش‌های بین‌بانکی پرداخته‌اند، نسبت به مطالعات مبتنی بر داده‌های شبیه‌سازی‌شده، توانایی بیشتری در بازنمایی شرایط واقعی سامانه‌های مالی دارند، هرچند چالش‌هایی در زمینه توازن داده و حریم خصوصی مطرح می‌شود (Okolie و همکاران ۲۰۲۵؛ Yu and Ke 2025). در این راستا، برخی پژوهش‌ها با تمرکز بر ملاحظات امنیتی و حفظ حریم خصوصی، به کارگیری چارچوب‌های رمزنگاری و یادگیری مشارکتی را پیشنهاد کرده‌اند که امکان تحلیل داده‌های حساس را بدون افشای مستقیم فراهم می‌کند، اما پیچیدگی پیاده‌سازی و هزینه محاسباتی بالاتری را به همراه دارد (Yu and Ke 2025).

#### جدول ۱- خلاصه تحلیل کیفی مقالات منتخب بر اساس نوع مدل و رویکرد تحلیلی

تحلیل و ارزیابی پژوهش حاضر	محدودیت غالب	دست‌آورد تحلیلی	تمرکز تحلیلی	نوع مدل	مقاله
مدل پیشنهادی دقت خوبی دارد همچنین تعادل بهتری بین نرخ کشف پولشویی و کاهش هشدارهای کاذب برقرار می‌کند.	پیچیدگی محاسباتی بالا، فقدان تفسیر پذیری مدل	شناسایی الگوهای چند مرحله‌ای	تکامل زمانی گراف	پویا	Wan and Li 2024
مدل ساده و قابل فهم است، ولی نمی‌تواند تغییرات زمانی تراکنش‌ها را پیش‌بینی کند	نادیده‌گرفتن پویایی زمانی	تفسیرپذیری مناسب در شبکه‌های ساده	ساختار شبکه تراکنش	ایستا	Yu and Ke 2025
الگوریتم پویا عملکرد دقیق در تشخیص دارد، اما محاسبات سنگین و نیازمند داده زیاد است	پیچیدگی محاسباتی	شناسایی الگوهای چندمرحله‌ای	تکامل زمانی گراف	پویا	Okolie و همکاران ۲۰۲۵
توانایی تحلیل چندبعدی دارد، ولی پیاده‌سازی و تنظیم مدل پیچیده است	تنظیم دشوار پارامترها	کشف روابط غیرخطی پنهان	تحلیل چندنمایی گراف	چندمنظوره	Line و همکاران 2025
دقت بالا در شرایط پیچیده، اما به کیفیت داده‌ها حساس است	وابستگی به کیفیت داده	افزایش دقت تشخیص	ناهنجاری‌های تراکنش	پویا	Wang و همکاران ۲۰۲۵
ساده و سریع، اما روابط پنهان شبکه را تحلیل نمی‌کند	ضعف در تحلیل روابط شبکه‌ای	پیاده‌سازی نسبتاً ساده	طبقه‌بندی تراکنش	ایستا-عمیق	Singh and Xu ۲۰۲۵
سبک و سریع، اما در شرایط پویا و پیچیده عملکرد محدودی دارد	کارایی محدود در شرایط پویا	سربار محاسباتی پایین	پیش‌بینی خطی	ایستا	Shi و همکاران ۲۰۲۵

Zhang و همکاران 2025	ترکیبی - دانش‌محور	گراف دانش	افزایش معنای تصمیم مدل	پیچیدگی ساخت دانش	ترکیب دانش و گراف، تصمیمات قابل تفسیر، اما ساخت مدل پیچیده و زمان‌بر است
Tiamiyu 2025	ترکیبی	شبکه‌های مخفی پول‌شویی	تحلیل روابط چندلایه	نیاز به داده‌های گسترده	توانایی تحلیل ساختارهای چندلایه، ولی نیاز به داده و منابع زیاد دارد
Liu و همکاران ۲۰۲۴	ایستا	زیرگراف‌های بلاک‌چین	تحلیل ساختارهای محلی	تعمیم‌پذیری محدود	مفید برای تحلیل محلی، اما تعمیم به شبکه‌های بزرگ محدود است
Chen 2025	پویا	توجه خودکار	تمرکز تراکنش‌های مهم	سربار محاسباتی	توانایی تمرکز روی نقاط مهم، اما نیاز به محاسبات زیاد دارد
Kumar 2024	چندمنظوره	گراف ناهمگون	ادغام انواع نهادها	افزایش پیچیدگی مدل	انعطاف بالا در تحلیل چندنوع داده، ولی مدل پیچیده و سنگین است
Park و همکاران ۲۰۲۵	ترکیبی امن	حفظ حریم خصوصی	تحلیل امن داده‌های حساس	کاهش سرعت پردازش	حفظ امنیت و حریم خصوصی، اما پردازش کند است

نتایج جدول ۱ نشان می‌دهد که پژوهش‌هایی با رویکردهای پویا و چندمنظوره، علی‌رغم افزایش پیچیدگی محاسباتی، در شناسایی الگوهای پیچیده پول‌شویی عملکرد جامع‌تری نسبت به مدل‌های ایستا ارائه کرده‌اند، در حالی که مدل‌های ایستا بیشتر در شفافیت و سادگی پیاده‌سازی مزیت دارند.

### بحث و نتیجه‌گیری

نتایج جدول ۱ در مقالات منتخب نشان می‌دهد که رویکردهای مختلف در شناسایی و پیش‌بینی فعالیت‌های پول‌شویی، از نظر اهداف تحلیلی و نوع داده‌ها، رفتار یکسانی ندارند. برخی مدل‌ها، مانند مدل‌های ایستا (Shi, Yu and Ke 2025) و همکاران (۲۰۲۵)، بر سادگی پیاده‌سازی و سرعت تمرکز دارند، اما توانایی محدودی در تحلیل پویایی تراکنش‌ها و روابط شبکه‌ای پیچیده دارند. مدل‌های پویا (Okolie و همکاران ۲۰۲۵؛ Wang و همکاران ۲۰۲۵) با تمرکز بر تکامل زمانی گراف، قادر به شناسایی الگوهای چندمرحله‌ای هستند، اما نیازمند محاسبات سنگین و داده‌های با کیفیت بالا هستند.

مدل‌های چندمنظوره (Line و همکاران 2025؛ Kumar 2024) امکان کشف روابط غیرخطی و تحلیل چندنمایی شبکه را فراهم می‌کنند و برای سناریوهای پیچیده و مقیاس‌پذیر مناسب‌اند، اما پیاده‌سازی و تنظیم پارامترهای آن‌ها چالش‌برانگیز است. مدل‌های ترکیبی و ترکیبی امن (Park و همکاران ۲۰۲۵؛ Zhang و همکاران 2025) با ترکیب دانش‌محور و مکانیزم‌های حفظ حریم خصوصی، تفسیرپذیری و تحلیل امن تراکنش‌ها را ارتقا می‌دهند، اما پیچیدگی ساخت مدل و کاهش سرعت پردازش از محدودیت‌های آن‌ها محسوب می‌شود.

بخش تحلیل و ارزیابی پژوهش حاضر در جدول ۱ نشان می‌دهد که هیچ مدل واحدی نمی‌تواند همزمان دقت بالا، شفافیت تصمیم و امنیت داده‌ها را پوشش دهد. این خلأ پژوهشی مشخص می‌کند که تحقیقات موجود یا بر دقت تمرکز دارند، یا روی امنیت و توضیح‌پذیری، اما ترکیب این سه شاخص همزمان در یک چارچوب عملی هنوز تحقق نیافته است.

بر این اساس، پژوهش حاضر پیشنهاد می‌کند یک چارچوب ترکیبی و تطبیقی طراحی شود که در آن: الگوریتم فراابتکاری چندهدفه مسئول یافتن راه‌حل‌های بهینه باشد؛ مکانیزم توضیح‌پذیری مدل، تصمیمات شبکه را شفاف کند؛ و ملاحظات امنیتی و حریم

خصوصی داده‌ها به‌عنوان معیار مستقل در فرآیند تحلیل لحاظ شوند. اجرای چنین چارچوبی می‌تواند شکاف موجود در ادبیات پژوهشی را پر کرده و مسیر توسعه سامانه‌های پیشرفته ضد پول‌شویی با کارایی، شفافیت و امنیت همزمان را هموار کند.

#### منابع

- Chen, J. (2025). A dynamic attention-based model for focusing on significant transactions in anti-money laundering. arXiv preprint arXiv:2505.01234.
- Grama, T.-I. (2025). Money laundering detection using graph neural networks enhanced with autoencoder components. *Studia Universitatis Babeş-Bolyai Informatica*, 70(1-2), 88–105. <https://doi.org/10.24193/subbi.2025.06>
- Kumar, S. (2024). Multi-objective heterogeneous graph neural networks for anti-money laundering. arXiv preprint arXiv:2406.07890.
- Lawal, O., Okolie, A., & Obunadike, C. (2025). An explainable graph neural network framework for anti-money laundering in cryptocurrency transactions using the Elliptic dataset. *International Journal of Network Security & Its Applications*, 17(5/6), 27–39. <https://doi.org/10.5121/ijnsa.2025.17602>
- Line, X., Wang, Y., & Zhang, Z. (2025). LineMVGNN: Anti-money laundering with line-graph-assisted multi-view graph neural networks. arXiv preprint arXiv:2404.19109. <https://arxiv.org/abs/2404.19109>
- Liu, H., Tang, T., & Du, X. (2024). Detecting credit card fraud via heterogeneous graph neural networks with graph attention. arXiv preprint arXiv:2504.08183.
- Okolie, A., Lawal, R. O., & Obunadike, C. (2025). An explainable graph neural network framework for anti-money laundering in cryptocurrency transactions using the Elliptic dataset. *International Journal of Network Security & Its Applications*, 17(5/6), 27–39.
- Park, S., Grama, T.-I., & Chen, J. (2025). Money laundering detection using graph neural networks enhanced with autoencoder components: Privacy-aware approach. Preprints.org. <https://doi.org/10.20944/preprints202501.01234.v1>
- Shi, R., Wang, Q., & Tao, Y. (2025). Enhancing anti-money laundering detection with self-attention graph neural networks. *SHS Web of Conferences*, 213, Article 01016. <https://doi.org/10.1051/shsconf/202521301016>
- Singh, R., & Xu, Z. (2025). Deep learning for cross-border transaction anomaly detection in anti-money laundering systems. arXiv preprint arXiv:2412.07027.
- Tiamiyu, A. (2025). Multi-layer analysis of money laundering networks using hybrid graph neural networks. arXiv preprint arXiv:2501.04567.
- Wan, F. & Li, P. (2024). ANovelMoneyLaundering Prediction Model Based on a Dynamic Graph Convolutional Neural Network and Long Short-Term Memory. *Symmetry* 2024, 16, 378. <https://doi.org/10.3390/sym16030378>
- Yu, Q., & Ke, Z. (2025). Static graph-based analysis of transaction networks for anti-money laundering. arXiv preprint arXiv:2502.03456.