Modern Technologies Law

University of Science and Culture

http://doi.org/10.22133/MTLJ.2024.400274.1264

Comparative analysis of artificial intelligence networks in crime prevention Case Study: Counterfeit Medicines

Saeed Gohari

Assistant Prof. Faculty of Literature and Humanities, Zabol University, Zabol, Iran.

Article Info

Original Article

Received:
07-11-2023
Accepted:
04-02-2024

Keywords:
Counterfeit Drugs
Neural Networks
Crime Prevention
Artificial Intelligence

***Corresponding author**
e-mail: sgohari@uoz.ac.ir

Abstract

Preventing crimes related to counterfeit drugs, due to the technologies used in the production and distribution of these drugs, will not have a bright outlook with traditional methods such as field surveillance. Therefore, adopting appropriate preventive measures requires the use of innovative technologies capable of detecting these crimes on a large scale and with high accuracy. In this regard, artificial neural networks such as recurrent neural networks, generative adversarial networks, and convolutional neural networks, inspired by the structure of the human brain, are capable of detecting these crimes. However, each of these networks has its drawbacks, ignoring which makes the legal system face difficulties in preventing these crimes. Therefore, the present study, through a case study method, seeks to identify the most efficient neural network for preventing these crimes. The outcome of this research indicates that the legislature has paid special attention to the monitoring technique in the prevention domain but has not defined the tools for this monitoring. Nevertheless, the Food and Drug Administration, using the Titac system (tracking code), identifies the discovery of crimes in this area. However, due to the non-intelligence of the system, it will not be able to detect all forms of fraud. Therefore, simultaneous use of three networks (recurrent neural networks, generative adversarial networks, and convolutional neural networks) in the form of a composite neural network seems to improve the detection of drug crimes on a large scale.

How to Cite:
Gohari, S. (2024). Comparative analysis of artificial intelligence networks in crime prevention Case Study: Counterfeit Medicines. *Modern Technologies Law*, *5*(10), 65-80.

Published by University of Science and Culture https://www.usc.ac.ir
Online ISSN: 2783-3836

حقوق فناوری های نوین

http://doi.org/10.22133/MTLJ.2024.400274.1264

تحلیل مقایسهٔ شبکه‌های هوش مصنوعی در پیشگیری از جرم (موردپژوهی: داروهای تقلبی)

سعید گوهری

استادیار، دانشکدهٔ ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.

اطلاعات مقاله

مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت:
۱۴۰۲/۰۸/۱۶

تاریخ پذیرش:
۱۴۰۲/۱۱/۱۵

واژگان کلیدی:
داروهای تقلبی
شبکه‌های عصبی
پیشگیری از جرم
هوش مصنوعی

چکیده

پیشگیری از جرائم مرتبط با داروهای تقلبی به‌دلیل فنّاوری‌های استفاده‌شده در تولید و توزیع این داروها با روش‌های سنتی مانند نظارت میدانی چشم‌انداز روشنی نخواهد داشت؛ ازاین‌رو اتخاذ تدابیر پیشگیرانهٔ مناسب نیازمند بهره‌گیری از فنّاوری‌های نوین با قابلیت کشف این جرائم در مقیاس وسیع و دقت بالاست. در این راستا، شبکه‌های عصبی هوش مصنوعی نظیر شبکه‌های عصبی بازگشتی، شبکهٔ عصبی مولد تصادفی و شبکهٔ عصبی کانولوشن با الهام‌گرفتن از ساختار مغز انسان قادر به کشف این جرائم هستند. بااین‌حال، هریک از این شبکه‌ها معایبی دارند که بی‌توجهی به آن، نظام حقوقی را در پیشگیری از این جرائم با دشواری مواجه می‌کند؛ بنابراین تحقیق حاضر با روش مطالعهٔ موردی، تلاشی در راستای شناسایی کارآمدترین شبکهٔ عصبی برای پیشگیری از این جرائم به‌شمار می‌رود. برون‌داد این تحقیق نشان می‌دهد که قانون‌گذار به روش نظارت در حوزهٔ پیشگیری وضعی توجه ویژه داشته است؛ اما ابزار این نظارت را تعریف نکرده است. باوجوداین، معاونت غذا و دارو با استفاده از سامانهٔ تیتک (کد رهگیری) اقدام به شناسایی کشف جرائم این عرصه می‌کند. باوجوداین، این سامانه به‌دلیل غیرهوشمندبودن سامانه، قادر به کشف تمامی اشکال تقلب نخواهد بود؛ بنابراین به نظر می‌رسد استفادهٔ هم‌زمان از سه شبکه (شبکه‌های عصبی بازگشتی، شبکهٔ عصبی مولد تصادفی و شبکهٔ عصبی کانولوشن) در قالب یک شبکهٔ عصبی ترکیبی تحقق کشف جرائم دارویی را در مقیاس وسیع ارتقا دهد.

***نویسندهٔ مسئول**

رایانامه: sgohari@uoz.ac.ir

نحوهٔ استناددهی:

گوهری، سعید (۱۴۰۳). تحلیل مقایسهٔ شبکه‌های هوش مصنوعی در پیشگیری از جرم (موردپژوهی: داروهای تقلبی). حقوق فناوری‌های نوین، ۵(۱۰)، ۶۵-۸۰.

ناشر: دانشگاه علم و فرهنگ https://www.usc.ac.ir

شاپای الکترونیکی: ۳۸۳۶-۲۷۸۳

مقدمه

شبکه‌های عصبی هوش مصنوعی[1] مدل‌های ریاضی و محاسباتی هستند که با الهام‌گرفتن از ساختار و عملکرد سیستم‌های عصبی بیولوژیکی به پردازش اطلاعات دریافتی در موضوعات مدنظر می‌پردازند. به‌واقع این شبکه‌ها ابزاری برای شناسایی و مدل‌سازی الگوهای داده به‌شمار می‌روند (مروتی شریف‌آبادی و خوانچه مهر، ۱۳۹۳، ص ۱۲۲). براین‌اساس، نادیده‌گرفتن قابلیت‌های شبکه‌های هوش مصنوعی در پیشگیری از جرائم مرتبط با داروهای تقلبی، شناسایی و کشف این جرائم را به‌دلیل پیچیدگی‌های فنی و فنّاوری‌های به‌کارگرفته‌شده در تولید داروهای غیراستاندارد با دشواری روبه‌رو می‌سازد و نتایج زیان‌باری در حوزهٔ سلامت شهروندان (منجم‌زاده و همکاران، ۱۳۹۲، ص ۱۱) نظیر ایجاد عوارض اجتناب‌ناپذیر، مرگ‌ومیر، مقاومت دارویی، مرگ زودرس، شکست فرایند درمان (Rahman et al., 2018, p. 1294) به‌دنبال خواهد داشت. برای مثال یکی از مصادیق تقلب در حوزهٔ دارو، تبدیل تاریخ‌مصرف داروست. در این روش، داروهایی که به‌دلیل سپری‌شدن تاریخ‌مصرف باید معدوم شوند با تبدیل تاریخ مصرف مجدداً به چرخهٔ شبکهٔ توزیع بازمی‌گردند. قانون‌گذار در تبصرهٔ ۲ (اصلاحی ۱۳۹۹/۱۱/۰۸) مادهٔ ۵ قانون مربوط به مقررات امور پزشکی و دارویی و مواد خوردنی و آشامیدنی مصوب ۱۳۳۴/۰۳/۲۹ این رفتار را جرم‌انگاری و برای آن جزای نقدی و حبس پیش‌بینی شده است و شرکت‌های توزیع‌کننده را از توزیع داروهای تقلبی و تاریخ‌مصرف‌گذشته منع کرده است؛ به‌نحوی‌که در تبصرهٔ ۴ (اصلاحی ۱۳۹۹/۱۱/۰۸) مادهٔ ۱۴ قانون صدرالذکر، برای شرکت‌های خاطی به‌تناسب دفعات و مراتب جرم، جزای نقدی پیش‌بینی کرده است.

اما چالش اساسی این است که پیشگیری، شناسایی و پاسخ‌دهی به این جرائم بدون بهره‌گیری از فنّاوری‌های جدید به‌آسانی امکان‌پذیر نخواهد بود (Mackey & Nayyar, 2017, p. 28). از طرفی، پیشگیری از جرائم مرتبط با داروهای تقلبی برای سیاست‌گذاران حوزهٔ سلامت از اهمیت بسزایی برخوردار است؛ به‌ویژه برای جذب سرمایه‌گذاری‌های کلان اقتصادی در بخش ساخت دارو؛ زیرا بی‌اعتباری نمانام‌های محصولات شرکت‌های دارویی را درصورت مقابله‌نکردن با داروهای تقلبی و غیراستاندارد به‌دنبال خواهد داشت (Seiter, 2009, p. 577)؛ ازاین‌رو نظام قضایی نیازمند توسل به سیاست جنایی پیشگیرانهٔ کارآمد با هدف بهره‌گیری از فنّاوری‌های مدرن در راستای پیشگیری، شناسایی و کشف داروهای تقلبی است. این هدف با توسل به فنّاوری شبکه‌های عصبی هوش مصنوعی در سریع‌ترین زمان، با حداکثر دقت و در مقیاس زیاد امری دست‌یافتنی است. برای نمونه، می‌توان ازطریق الگوریتم یادگیری عمیق هوش مصنوعی به شناسایی و پیش‌بینی نقاط جرم‌خیز (مثل داروخانه‌ها و مراکز توزیع) اقدام کرد (Lin et al., 2017, p. 1030) یا به‌منظور شناسایی داروهای غیرتقلبی، از شبکهٔ یادگیری عمیق مبتنی‌بر تصاویر PAD استفاده کرد (Banerjee et al., 2016, p. 3).

بااین‌حال، تنوع شبکه‌های عصبی هوش مصنوعی نشان می‌دهد که هریک از این شبکه‌ها قادر هستند، به شیوهٔ خاص داروهای غیراستاندارد را شناسایی کنند و از طرفی، هریک از این شبکه‌ها معایبی دارند که موفقیت پیشگیری از این جرائم را با چالش‌های اساسی روبه‌رو می‌سازد. پژوهش حاضر، تلاشی برای شناسایی کارآمدترین شبکهٔ عصبی هوش مصنوعی به‌منظور شناسایی و کشف جرائم مرتبط با داروهای تقلبی از رهگذر تحلیل مقایسهٔ میان عملکرد شبکه‌های متداول موجود به‌شمار می‌رود. براین‌اساس، مطالعهٔ حاضر تلاشی به‌منظور یافتن پاسخی مناسب دربارهٔ این پرسش است که متداول‌ترین شبکهٔ عصبی هوش مصنوعی برای پیشگیری و شناسایی جرائم مرتبط با داروهای تقلبی چه شبکه‌هایی هستند؟ همچنین، کدام‌یک از شبکه‌های عصبی عملکرد مناسب‌تری برای تحقق هدف پیشگیری از جرائم مرتبط با فروش داروهای تقلبی دارد؟ آنچه بر اهمیت پاسخ‌دهی به این پرسش‌ها می‌افزاید، این است که گسترش جرائم این عرصه مشکلات عدیده‌ای برای نظام قضایی، بیماران و شبکهٔ دارویی کشور به همراه خواهد داشت.

بررسی پژوهش‌های صورت‌گرفته درخصوص قابلیت این شبکه‌ها در حوزهٔ شناسایی و کشف داروهای غیراستاندارد و تقلبی نشان می‌دهد که پیشگیری از جرائم این عرصه با استفاده از فنّاوری شبکه‌های هوش مصنوعی امری دست‌یافتنی است (Puglia et al., 2021, p. 1)؛ به‌نحوی‌که برآمد این تحقیقات نشان می‌دهد شبکه‌های عصبی مصنوعی متعددی براساس مدل‌های محاسباتی خاص شکل گرفته است که قادر

1. Artificial Neural Networks

به کشف و شناسایی داروهای تقلبی هستند. درهمین‌راستا، در گام نخست، پیشینه و مبانی نظری تحقیق و سپس شبکه‌های متداول عصبی هوش مصنوعی در حوزهٔ شناسایی داروهای تقلبی بررسی خواهند شد و در گام پایانی، پس از تحلیل عملکرد شبکه‌های عصبی، کارآمدترین شبکه با هدف پیشگیری از جرائم مرتبط با فروش داروهای تقلبی مطالعه خواهد شد.

۱. مروری بر پیشینه و ادبیات پژوهش

شناخت مؤثرترین شبکهٔ عصبی هوش مصنوعی در حوزهٔ پیشگیری از فروش داروهای غیراستاندارد نیازمند انجام پژوهش‌هایی است که چهارچوب نظریات علمی دانش پیشگیری از جرم صورت پذیرد. با این جهت‌گیری، در ادامه به بخشی از مبانی علمی تحقیق حاضر و پژوهش‌های مرتبط می‌پردازیم.

۱-۱. پیشینهٔ پژوهش

پرادو پولیا[1] و همکاران (2021) در پژوهشی با عنوان «شناسایی مرتبط‌ترین مناطق تبلت در تشخیص تصاویر داروهای تقلبی» بیان کرده‌اند که امکان شناسایی داروهای تقلبی با کمک هوش مصنوعی ازطریق طبقه‌بندی تصاویر داروها با کمک تبلت امکان‌پذیر است. نتایج تحقیق آنان نشان می‌دهد در مرحلهٔ نخست، تصاویر قرص‌های دارویی تحت یک مرحلهٔ پیش‌پردازش قرار می‌گیرند. سپس با خوشه‌بندی پیکسل‌های فردی و حذف پس‌زمینه‌ها به شناسایی مناطق مدنظر به‌منظور استخراج ویژگی‌های حاوی اطلاعات رنگ و بافت دارو اقدام می‌شود. با کمک فنّاوری شبکهٔ هوش مصنوعی، نوعی مفهوم برداری پشتیبانی صورت می‌پذیرد و از رهگذر ایجاد یک نقشهٔ حرارتی، مناطقی که بیشترین کمک را به هدف طبقه‌بندی می‌کنند نشان می‌دهد.

کومار و آشیش[2] (2016) در مقاله‌ای با عنوان «چالش داروهای تقلبی: بررسی جامع شیوع، تشخیص و اقدامات پیشگیرانه» بیان کرده‌اند که داروهای تقلبی به‌عنوان یک جنایت سازمان‌یافته نقشی بازدارنده در حوزهٔ سلامت عمومی جامعه ایفا می‌کند. به باور آنان، باوجود تلاش‌های گسترده در راستای کنترل مؤثر این جرائم با استفاده از الگوهای تداخل، طیف‌سنجی، رمزگذاری، و اصول کروماتوگرافی[3]، خلأهای اصلی باقی مانده است. برون‌داد این تحقیق تأکید دارد که اجرای دقیق قوانین به‌منظور پیشگیری از جرائم این عرصه از رهگذر، پایگاه‌دادهٔ جامع، شبکه‌های به‌هم‌پیوسته، و پیشرفت‌های فنّاوری امکان‌پذیر است. به‌همین‌منظور، آنان پیشنهاد نقشهٔ راه ازطریق تمرکز همکاری جهانی بر محور استفاده از شبکه‌های به‌هم‌پیوسته و پیشرفت فنّاوری برای مقابله با این جرائم را ارائه داده‌اند.

وایت[4] (2021) در مقاله‌ای با عنوان «داروهای تقلبی: مسئله‌ای مهم برای شهروندان آسیب‌پذیر در سراسر جهان و در ایالات‌متحده» نشان داد که داروهای تقلبی یک خطر واقعی برای سلامت تمام مردم جهان ازجمله اروپا و ایالات‌متحدهٔ آمریکا به شمار می‌رود، و این خطر به‌دلیل سرعت روزافزون در تولید آن درحال گسترش است. رهیافت‌های حاصل از تحقیق وی براین راه‌حل دلالت دارد که به‌موازات آموزش‌های لازم به بیماران و سیستم مراقبت‌های بهداشتی درزمینهٔ پیامدها و شناسایی داروهای اصلی از غیراصلی، ضرورت دارد با بهره‌گیری از فنّاوری‌های جدید مانند هوش مصنوعی، داروهای تقلبی را با بررسی بسته‌بندی داروها و برچسب‌های خاص هر دارو شناسایی کند.

تیم کی[5] و همکاران (2017) در تحقیقی با عنوان «مروری بر فنّاوری‌های دیجیتال موجود و درحال ظهور برای مبارزه با تجارت جهانی داروهای تقلبی» به بررسی چالش‌های نوظهور در زنجیرهٔ تأمین دارویی پرداخته‌اند. به باور این تیم تحقیقاتی، مبارزه با تجارت جنایی بین‌المللی داروهای تقلبی از مهم‌ترین چالش‌های حوزهٔ سلامت است؛ به‌نحوی‌که باعث شده است زنجیرهٔ ساخت، عرضه و توزیع دارو با پیچیدگی‌های متخلفی روبرو شود. برون‌داد این پژوهش، برون‌رفت از این چالش را در بررسی و مطالعهٔ ترکیبی با بهره‌گیری از علوم بهداشت، فنّاوری اطلاعات،

1. Prado Puglia
2. Kumar & Ashish
3 chromatography
4. White
5. Tim K

علوم رایانه، و ادبیات دانشگاهی مؤثر دانسته است؛ به‌نحوی‌که نتایج این پژوهش نشان می‌دهد، فنّاوری‌های مرتبط با پلتفرم‌های دیجیتال قادرند ازطریق اشتراک‌گذاری اطلاعات و جمع‌آوری داده‌ها به بهترین شکل ممکن اقدام به شناسایی داروهای تقلبی کنند.

۱-۲. چهارچوب مفهومی: پیشگیری فنّاورانه‌محور از جرم

ازآنجاکه تأمین و توزیع داروهای استاندارد برای بیماران یکی از مهم‌ترین رسالت‌های نظام سلامت در هر کشوری به‌شمار می‌رود؛ بنابراین اتخاذ تدابیری مؤثر و متناسب با شیوه‌هایی که مجرمان در تولید و توزیع داروهای تقلبی و غیراستاندارد به‌کار می‌گیرند از اهمیت دوچندان برخوردار است؛ ازاین‌رو طراحی و ساخت یک شبکهٔ عصبی هوش مصنوعی باید بر پایهٔ نظریات دانش پیشگیری از جرم سیاست‌گذاری شود. در راستای تحقق این هدف، ضرورت دارد عملکرد هر شبکهٔ عصبی و میزان کارایی آن، به‌ویژه در عرصهٔ کشف جرم برپایهٔ مبانی نظری بررسی شود تا زمینهٔ تحقق اهداف حوزهٔ سلامت در این عرصه فراهم شود. از طرفی، به جهت این‌که مجرمانی که در زمینهٔ تولید داروهای غیراستاندارد فعالیت دارند، دائماً از فنّاوری‌های پیچیده و فنی در تولید و توزیع داروهای غیراستاندارد بهره می‌برند، سنجش میزان کارایی هریک از شبکه‌های عصبی با توجه به فنّاوری‌های فنیِ به‌کارگرفته‌شده توسط آنان اجتناب‌ناپذیر به‌شمار می‌رود. براین‌اساس، اگرچه هریک از شبکه‌های عصبی متداول هوش مصنوعی در عرصهٔ کشف جرائم مرتبط با فروش داروهای تقلبی به‌لحاظ فنی مؤثرند، ضرورت دارد عملکرد این شبکه‌ها براساس یک چهارچوب نظری در عرصهٔ پیشگیری از جرم تحلیل شود.

۱-۲-۱. شبکه‌های عصبی و فضای تعاملی جرم

همواره برخی از تلاش‌ها در حوزهٔ پیشگیری از جرم بر محور علل شکل‌گیری بزهکاری تمرکز داشته است. این تلاش‌ها جرم را برآیند پیوند متغیرهای اجتماعی و شکل‌گیری ارزش‌های بزهکارانه در چهارچوب علایق مشترک مجرمان بالقوه معرفی کرده است (راد و رستمی، ۱۳۹۵، ص۱۸۸) و بر این باور است که عوامل گوناگونی که در روند شکل‌گیری بزهکاری نقش دارند، در فضایی ناشی از تعامل متغیرهای اثرگذار به بروز رفتارهای مجرمانه منجر می‌شوند (محسنی، ۱۳۹۳، ص ۱۵۰). در این چهارچوب، فضای تعامل ایجادشده میان مجرمان بالقوه و محیط پیرامون در زمان و مکان مناسب فرصت‌های جذاب مجرمانه را فراهم می‌کند که درصورت فقدان مانعی مؤثر، وقوع رفتارهای مجرمانه امری اجتناب‌ناپذیر خواهد بود. این فضای تعامل مجرمانه، درخصوص جرائم مرتبط با فروش داروهای تقلبی با توجه به پیچیدگی‌های فنی به‌کار گرفته‌شده در آن، کشف و مقابله با این جرائم را با دشواری روبه‌رو می‌سازد؛ ازاین‌رو، پیشگیری از جرائم این حوزه با شیوه‌های سنتی متداول در نظام‌های حقوقی نظیر بازدیدهای میدانی و دوره‌ای ضابطان قضایی شاغل در حوزهٔ سلامت، نمی‌تواند اثرگذاری قابل‌قبولی برای برهمزدن این فضای تعامل ایجاد کند. اندیشهٔ اساسی کوهن بر این نکته تأکید دارد که فرصت‌های مجرمانه در سایهٔ تعامل میان وجود شرایط زمینه‌ساز وقوع جرم و فقدان موانع مؤثر در وقوع جرم شکل می‌گیرد (محمد نسل، ۱۳۸۶، ص ۲۹۴).

بنابراین اگر پیشگیری از جرائم مرتبط با فروش داروهای تقلبی با استفاده از شبکه‌های هوش مصنوعی توسعه یابد؛ ضرورت دارد اثرگذاری هریک از شبکه‌های عصبی درجهت برهم‌زدن این فضای تعامل تمرکز داشته باشد. به نظر می‌رسد با ارائهٔ آموزش‌های فنی نظیر آموزش‌های نوشتاری، تصویری، فرمولاسیون و غیره، مرتبط با هر داروی خاص و متناسب با کارکرد هر شبکهٔ عصبی، این فضای تعامل ازطریق برهم‌خوردن فرصت‌های مجرمانه امری در دسترس خواهد بود. برای نمونه، با آموزش‌های لازم به شبکهٔ عصبی کانولوشن۱ که برپایهٔ داده‌های تصویری عمل می‌کند، داروهای غیراستاندارد و تقلبی را می‌توان براساس ویژگی‌های بسته‌بندی هر دارو در داروخانه‌ها شناسایی کرد. این دیدگاه با رهیافت‌های حاصل از نظریهٔ یادگیری در عرصهٔ عملکرد هوش مصنوعی همسوست؛ چراکه با ارائهٔ داده‌های آموزشی به شبکه‌های هوش مصنوعی، این شبکه‌ها قادر

1. Convolutional neural network

به یادگیری الگوها و روابط موجود در داده‌ها هستند و می‌توانند از این یادگیری برای کشف جرائم برپایهٔ فضای شناختی ویژگی‌های یک پدیده استفاده کنند؛ زیرا بارزترین ویژگی یک نمونه، به نمونه‌ای متعلق به یک دستهٔ مشخص نزدیک است (Wang & Ma, 2022, p. 2).

۱-۲-۲. شبکه‌های عصبی و نظارت هوشمند

یکی از شیوه‌ها برای مقابله با پدیده‌های مجرمانه، تقویت روش‌های نظارتی در راستای سامان‌دهی به شخصیت و رفتار افراد است (تاج خراسانی و همکاران، ۱۴۰۱، ص ۳۲۸). به‌واقع اصل نظارت در پیشگیری از جرم فروش داروهای تقلبی بر این نکته تأکید دارد که با افزایش نظارت و کنترل بر چرخهٔ شبکهٔ تولید و توزیع صنعت دارو می‌توان از فروش و توزیع داروهای تقلبی ممانعت به عمل آورد؛ ازاین‌رو شبکه‌های هوش مصنوعی این امکان را فراهم می‌سازد تا با کمک الگوریتم‌های یادگیری مقوله نظارت بر چرخهٔ تولید و توزیع دارو به‌شکلی هوشمند صورت پذیرد. براین‌اساس، جلوه‌های نظارت هوشمند مبتنی‌بر قابلیت‌های شبکهٔ هوش مصنوعی است که عبارت‌اند از: ۱. نظارت بر ویژگی‌های منحصربه‌فرد یک دارو: نوع بسته‌بندی، فرمولاسیون و غیره؛ ۲. نظارت بر الگوهای رفتاری تولیدکنندگان و فروشندگان داروهای استاندارد. برای نمونه، برخی از شبکه‌های عصبی هوش مصنوعی، نظیر شبکهٔ عصبی کانولوشن با بهره‌گیری از الگوریتم‌ها یادگیری پیشرفته مبتنی‌بر داده‌های تصویری قادر به تمایز و شناسایی الگوها و روندهای مشکوک در بازارند؛ به‌نحوی‌که این شبکه‌های ازطریق نظارت بر الگوهای رفتار فروشندگان دارویی قادرند آماج جرائم مرتبط با فروش داروهای تقلبی را دشوار کنند؛ زیرا از رهگذر تحلیل داده‌ها و شناسایی متخلفان، این امکان فراهم می‌شود تا با اتخاذ تدابیر پیشگیرانه مناسب از تکرار این جرائم تاحدمکان ممانعت به عمل آورد. درمجموع، پژوهش پیش رو با تمرکز بر اصل نظارت با کمک شبکه‌های عصبی هوش مصنوعی، به‌دنبال پیوند قدرت تحلیلی شبکه‌های عصبی و اصول نظارت در جهت بهبود روش‌های نظارتی و کنترل در صنعت دارو با هدف پیشگیری از جرائم مرتبط با فروش داروهای تقلبی است.

۲. روش تحقیق

پژوهش حاضر مطالعه‌ای کیفی است که با روش تحقیق موردی صورت گرفته است. در این روش، به‌منظور بررسی نظام‌مند افراد، گروه‌ها، سازمان‌ها و رویدادها از منابع اطلاعاتی استفاده می‌شود تا از این رهگذر، زمینهٔ فهم یا تبیین یک پدیده فراهم شود (سید امامی، ۱۳۸۶، ص ۲۰۰). مهم‌ترین خصیصهٔ این روش آن است که محقق تغییری در متغیرها ایجاد نمی‌کند؛ بلکه پدیدهٔ مدنظر را از ابعاد مختلف بررسی می‌کند (گلینی مقدم،۱۳۹۳، ص ۲۵۱). ازهمین‌رو، راهبرد این شیوه بر دیدن موضوع در بستر تحقیق تأکید دارد. این رویکرد، هدف مطالعهٔ موردی یعنی توصیف و تبیین هرچه جامع‌تر همهٔ اجزای مجموعه‌های منفرد را تأمین می‌کند (ازکیا و دربان، ۱۳۸۲، ص ۳۵۹)؛ البته پژوهش‌ها براساس مطالعهٔ موردی به دو دسته تقسیم می‌شوند: دستهٔ نخست، پژوهش‌های تک‌موردی است که بر یک محور پدیدهٔ موردمطالعه تمرکز دارند و در مقابل، پژوهش‌های چندموردی است که یک تحقیق را از ابعاد مختلف سنجش و ارزیابی می‌کنند (خنی‌فر و مسلمی، ۱۴۰۱، ص ۳۱۱). در پژوهش حاضر، در راستای گردآوری داده‌ها، نخست نحوهٔ مشارکت پژوهشگر دربارهٔ موضوع پژوهش بر محور مطالعات محققان و شناسایی نقاط مشترک و تمایز ویژگی‌های شبکه‌های عصبی متداول دربارهٔ پیشگیری از جرائم فروش داروهای غیراستاندارد هدف‌گذاری شد. سپس مطالب علمی (داده‌های کیفی) با کمک موتورهای جست‌وجوگر از سراچه‌های علمی و همچنین منابع کتابخانه‌ای گردآوری شد. پس از آن، با بازنگری مداوم در داده‌های کیفی، برای شناسایی اجزای تشکیل‌دهندهٔ واحد تحلیل تلاشی هدفمند صورت گرفت. برای تحلیل داده‌ها، از شیوهٔ متداول چهارمرحله‌ای تجزیه‌وتحلیل داده در مطالعهٔ موردی (۱. تطبیق الگوها؛ ۲. تبیین‌سازی؛ ۳. توالی زمانی؛ ۴. مقایسهٔ داده‌های حاصل و ارائهٔ نتایج) بهره گرفته شد (خنی‌فر و مسلمی، ۱۴۰۱، ص ۳۱۶)؛ با این توضیح که در ابتدا، شبکه‌های عصبی متداول در حوزهٔ پیشگیری از جرائم مرتبط با فروش داروهای تقلبی به‌عنوان الگوهای مبتنی‌بر تجربه با الگوی پیش‌بینی‌شده، یعنی شبکهٔ عصبی ترکیبی، مقایسه شده است. سپس در مرحلهٔ تبیین‌سازی، نقاط قوت و ضعف هریک از شبکه‌های عصبی هوش مصنوعی به‌منظور کارآمدبودن علل شبکهٔ عصبی ترکیبی دربارهٔ موضوع

تحقیق ساخته‌وپرداخته شده است. در گام توالی زمانی، سعی محقق بر آن بوده که عملکرد هریک از شبکه‌های عصبی را مطابق با چهارچوب مفهومی تحقیق درچهارچوب روندی یکسان بررسی و مقایسه کند و در گام پایانی، با بهره‌گیری از داده‌های استنتاجی و تحلیل علمی و تطبیق آنان با فرضیات، اقدام به تدوین گزارشی علمی دربارهٔ مناسب‌ترین شبکهٔ عصبی با هدف پیشگیری از جرائم مرتبط با داروهای تقلبی شده است.

۳. شبکه‌های عصبی هوش مصنوعی و پیشگیری از جرائم دارویی

۳-۱. پیشگیری مبتنی‌بر مدل‌سازی متوالی

تقلید از محصول، یکی از شیوه‌های متداول برای ارتکاب جرائم مرتبط با داورهای تقلبی و غیراستاندارد به‌شمار می‌رود. در این روش، داروهایی که در سطح جامعه برای درمان بیمارهای خاص از اعتبار و شهرت مناسب برخوردارند، با تغییرات اندک در بسته‌بندی، ظاهر یا برچسب تولید می‌شوند و سپس ازطریق شبکهٔ توزیع به فروش می‌روند. این شیوهٔ مجرمانه بیشتر آماج آن دسته از داروهایی است که در جامعه برایشان تقاضای فراوانی وجود دارد؛ ازاین‌رو در راستای رفع حساسیت و نگرانی جامعه دربارهٔ پیامدهای جبران‌ناپذیر استفاده از داروهای غیراستاندارد و تقلبی و تأثیرات مخرب آن در سلامت عمومی جامعه، می‌طلبد که سیاست‌گذار تدابیر مناسبی را برای مقابله با مجرمان این حوزه اتخاذ کند. بااین‌حال، رسیدن به این هدف به‌آسانی امکان‌پذیر نخواهد بود؛ چراکه توسعهٔ فنّاوری‌های صورت‌گرفته در عرصه‌های مختلف صنعت دارو، اعم از بسته‌بندی، شبیه‌سازی در تولید و مواردی ازاین‌قبیل، ابزاری مناسب در اختیار مجرمان این حوزه قرار داده است؛ به‌نحوی‌که با روش‌های سنتی و حتی در برخی موارد، با شیوه‌های تخصصی و فنی به‌آسانی امکان کشف این جرائم امکان‌پذیر نخواهد بود. برای نمونه، می‌توان به بسته‌بندی داروی تاریخ‌مصرف‌گذشته با دارویی از همان جنس، که تاریخ مصرفش به اتمام نرسیده، اشاره کرد. علاوه براین، یکی از چالش‌های مرتبط با پیشگیری از جرائم فروش داروهای تقلبی، شناسایی و کشف این جرائم در بستر فضای مجازی است؛ زیرا پیشگیری از این جرائم در بستر پلتفرم‌های فضای مجازی، نیازمند تکنیک‌های وضعیت‌مداری خواهد بود که امکان منصرف‌کردن یا ناتوان‌ساختن مجرمان را فراهم سازد (محمد نسل، ۱۳۸۷، ص ۶۳). دشوارهای موجود در کشف جرائم مرتبط با داروهای تقلبی ارتباط مستقیم در افزایش ارتکاب جرائم این حوزه خواهد داشت؛ زیرا مجرمان مطابق با نظریهٔ الگوی گزینش عقلانی زمانی درگیر فرایند تصمیم‌گیری برای انجام یا عدم انجام جرم می‌شوند که محاسبات پیرامون دو عامل، یعنی ۱. موقعیت تحقق جرم و احتمال به‌نتیجه‌رسیدن آن و ۲. توانایی‌ها و مهارت‌ها و آگاه‌بودن به نقاط ضعف، آنان را به موفقیت در ارتکاب جرم امیدوار سازد؛ بنابراین برهم‌خوردن این محاسبات عاملی مؤثر در انصراف ارادی آنان از ارتکاب جرائم مرتبط با داروهای تقلبی است.

این رویکرد، دربند ۶ مادهٔ ۱ قانون مواد خوردنی و آشامیدنی و آرایشی و بهداشتی مصوب ۱۳۴۶ مورد توجه قانون‌گذار قرار داشته است؛ به‌نحوی که در مادهٔ ۱ قانون پیشگیری از جرم مصوب ۱۳۹۴/۰۹/۱۴ با ارائهٔ تعریف پیرامون پیشگیری از جرم بر شناسایی و اتخاذ تدابیر و اقدامات لازم برای ازمیان‌بردن یا کاهش جرم تأکید داشته است؛ اما پرسش اساسی این است که با توجه به پیچیدگی‌های فنّاورانه در حوزهٔ ساخت و توزیع داروهای غیراستاندارد، پیشگیری از این جرائم از رهگذر کشف و شناسایی چگونه امکان‌پذیر خواهد بود؟ به نظر می رسد که توسعهٔ فنّاوری‌های مرتبط با هوش مصنوعی این امکان را فراهم ساخته است تا کشف جرائم دارویی و شناسایی مجرمان این عرصه در جهت امیدوارکننده‌ای قرار گیرد؛ چراکه شبکه‌های هوش مصنوعی با کمک نورن‌های مصنوعی به پردازش اطلاعات با دقت بالا و در مقیاس بزرگ می‌پردازند؛ درنتیجه جرائم مرتبط با داروهای غیراستاندارد با دقت بالا و در سطح وسیع شناسایی شوند. دراین‌خصوص، شبکهٔ عصبی بازگشتی[1]، نمونه‌ای از شبکه‌های عصبی هوش مصنوعی به‌شمار می‌رود که وقایع مختلف تکرارشونده و تأثیرگذار را با کمک برقراری ارتباط بین گره یک گراف هدایت‌شده در طول سری زمان با پردازش داده‌های ورودی فعلی و عملیات قبلی ارزیابی می‌کند (سهرابی و همکاران، ۱۴۰۰، ص ۲۵۸). در واقع این شبکه به‌دلیل برخوردار‌بودن از اتصالات چرخه‌ای قادر به مدل‌سازی متوالی قدرتمندی است که می‌تواند اطلاعاتی را که از قبل به دست آورده درون شبکه

1. Recurrent Neural Networks

ذخیره و نگه‌داری کند (یراقی و ربیعی، ۱۳۹۹، ص ۴۲) و ازطریق تجزیه‌وتحلیل داده‌های ورودی فعلی و عملیات قبلی اقدام به شناسایی داروهای تقلبی می‌کند؛ برای مثال دولت هند برای مقابله با جرائم مرتبط با داروها تلاش کرده است با استفاده از شبکهٔ عصبی بازگشتی، اقدام به مدل‌سازی بسته‌بندی داروهای تولیدشده کند؛ به‌گونه‌ای که با استفاده از ویژگی‌های موجود در بسته‌بندی دارو نشان‌وارهٔ تولیدکننده را اسکن و اطلاعات مفید را استخراج می‌کند و نتیجه «واقعی» یا «تقلبی» را به مصرف‌کنندگان ارائه می‌دهد (PROFEA et al., 2022, p. 1).

بنابراین، می‌توان ازطریق آموزش ویژگی‌های داروهای استاندار و معتبر به شبکه یا آموزش فرایند تولید دارویی خاص به شبکه و تمایز داده‌های ورودی فعلی با داده‌های آموزش‌دادهٔ قبلی با کمک نورون‌های مصنوعی، اقدام به کشف و شناسایی داروهای غیراستاندارد و تقلبی کرد و از رهگذر نشانه‌گذاری مجموعه‌ای از پارامترها اقدام به اعتبارسنجی محصول دارویی کرد. برای مثال، ضرورت دارد هریک از شرکت‌های معتبر دارویی پلتفرم فروش دارویی مشخص و استاندارد در فضای مجازی را تعریف کنند. این اقدام زمینهٔ آموزش پلتفرم‌های فروش داروهای استاندارد شرکت‌های دارویی به شبکهٔ عصبی بازگشتی را به‌منظور تحلیل الگوهای رفتاری فروشندگان دارو در فضای مجازی ازطریق داده‌کاوی و یادگیری ماشین مبتنی‌بر رایانه و ریاضیات فراهم می‌سازد (Karabo et al., 2023, p. 2887)؛ به‌نحوی‌که اطلاعات مرتبط با پلتفرم فروش در میان لایه‌های شبکه به‌صورت دوره‌ای جریان پیدا می‌کند و خروجی هر لایه به‌منزلهٔ ورودی برای لایهٔ خودش و لایهٔ بعدی استفاده می‌شود و به پیشگیری این جرائم ازطریق سخت‌کردن آماج جرم با هدف افزایش تلاش‌های مجرمان برای دستیابی به اهداف مدنظر منجر می‌شود (بسامی و باغفلکی، ۱۳۹۷، ص ۳۰). بااین‌حال، استفاده از این شبکه در عرصهٔ پیشگیری از جرم فروش داروهای تقلبی با چالش‌هایی نظیر اورفیت[1]شدن شبکهٔ عصبی بازگشتی روبه‌روست. توضیح آنکه این امکان وجود دارد که به‌دنبال تخصصی‌شدن داده‌های آموزشی، شبکه به‌دلیل عادت‌کردن بیش‌ازحد به داده‌های ذخیره‌شده در درون خود، نتواند واکنشی مناسب دربارهٔ تحلیل داده‌های جدید و ناشناخته نشان دهد و درنتیجه به‌جای یادگیری الگوهای کلی، به پیچیدگی‌های خاص و تفاوت‌های جزئی داده‌های آموزشی واکنش نشان دهد. این امر در آموزش شبکهٔ عصبی بازگشتی برای پیش‌بینی دقیق اشکال نوین جرم فروش داروهای تقلبی اثر منفی خواهد داشت.

۳-۲. پیشگیری مبتنی‌بر سگینال خطای هوشمند

شبکهٔ عصبی مولد تصادفی[2] یکی دیگر از شبکه‌های هوش مصنوعی به‌شمار می‌رود که امکان کشف جرائم مرتبط با داروهای تقلبی را فراهم می‌سازد. این شبکه با استفاده از آموزش‌های اکتسابی، داده‌های مصنوعی مرتبط با نمونه داروی مدنظر را تولید می‌کند و به‌موازات آن آموزش‌های لازم به شبکهٔ عصبی تمییزدهنده ارائه می‌شود تا میان داده‌های مصنوعی و واقعی تمایز برقرار کند و با اعلام سیگنال خطا به شبکهٔ مولد به‌دنبال مقایسه‌پذیری داده‌های آموزش‌داده‌شده، اقدام به کشف و شناسایی داروهای غیراستاندارد کند (Creswell et al., 2018, p. 54)؛ البته قابلیت این شبکه در حوزهٔ صنعت دارو به کشف جرائم محدود نیست؛ بلکه با بهره‌گیری این شبکه امکان تولید داروهای مهم وجود دارد. براین‌اساس، این شبکه قادر خواهد بود اشخاصی را که در زمینهٔ تولید و توزیع داروهای تقلبی ازطریق تهیهٔ تصاویر جعلی و غیرواقعی فعالیت مجرمانه دارند و با این شیوه اقدام به فروش داروهای غیراستاندار می‌کند شناسایی کنند؛ زیرا این شبکه با سیگنال خطای اعلامی به‌واسطهٔ مقایسهٔ داده‌های واقعی با داده‌های مشابه قادر به شناسایی و کشف جرائم دارویی است. در واقع این شبکه با تخمین توزیع تولید داده به‌صورت غیرمستقیم و پارامترسازی عملگر انتقال زنجیرهٔ مارگوف به‌جای پارامتری‌کردن مستقیم $p(x)$ از متغیر تصادفی مشاهده‌شده x (Guillaume, 2016, p. 2) قادر به تمییز داروهای استاندارد است.

البته درخصوص چگونگی کاربست این شبکه در حوزهٔ پیشگیری از جرائم مرتبط با داروهای تقلبی باید اشاره کرد که ضابطان قضایی می‌توانند با کمک شبکه‌های عصبی مولد تصادفی از روش جمع‌سپاری به معنای جمع‌آوری و اشتراک‌گذاری اطلاعات مربوط به داروهای تقلبی استفاده کنند. با این توضیح که در گام نخست، با ایجاد یک سامانهٔ برخط آنلاین، اطلاعات مربوط به داروهای تقلبی کشف‌شده در سراسر کشور

1. Orfit
2. Stochastic generative neural networks

و همچنین گزارش‌های مردمی دربارهٔ داروهای غیراستاندارد را گردآوری کنند. سپس، اطلاعات به‌دست‌آمده را با استفاده از شبکهٔ عصبی مولد تصادفی با هدف شناسایی الگوها و ویژگی‌های مشترک موجود در داروهای تقلبی شناسایی کنند. این امر زمینهٔ کشف این جرائم را فراهم می‌سازد. از طرفی، اطلاعات گردآوری‌شده توسط این شبکه می‌تواند به نهادهای قضایی منتقل شود و در فرایند تعقیب و تحقیق قانونی درمورد داروهای تقلبی استفاده شود؛ البته ضروری است بر این نکته تأکید شود که پیشگیری از جرائم مرتبط با فروش داروهای تقلبی با استفاده از این شبکه دارای چندین مزیت در مقایسه با روش‌های سنتی شناسایی و کشف داروهای تقلبی است. نخست اینکه روشی نوآورانه و کارآمد در حوزهٔ پیشگیری از جرم است؛ زیرا با کمک فنّاوری شبکه‌های مولد تصادفی، این امکان فراهم می‌شود که با آموزش داده‌های مرتبط با داروی نمونه به شبکهٔ عصبی مولد از توزیع داروهای غیراستاندارد در مراکز درمانی، داروخانه‌ها و غیره ممانعت به عمل آورد. دوم، عملکرد این شبکه از دقت زیادی برخوردار است؛ زیرا این شبکه قادر است الگوهای مشخصی که در داروهای اصلی وجود دارند در کمترین زمان و بادقت زیاد شناسایی کند. به‌طور کلی، استفاده از شبکه‌های عصبی مولد تصادفی در پیشگیری از فروش داروهای تقلبی می‌تواند باعث بهبود تشخیص و پیشگیری از فروش داروهای تقلبی شود. با ادغام این روش با داده‌های واقعی، همکاری با نهادهای قانونی و صنعتی و استفاده از روش‌های دیگر مانند بررسی فیزیکی و علم دارو، می‌توان در پیشگیری از فروش داروهای تقلبی به موفقیت بیشتر دست‌یافت.

بااین‌حال، استفاده از این شبکه با چالش‌ها و محدودیت‌هایی نیز مواجه است. یکی از چالش‌های اصلی این روش، محدودیت در دسترسی به داده‌های کمّی و کیفی است. توضیح آن‌که آموزش شبکه‌های مولد تصادفی نیازمند داده‌های واقعی از داروهای تقلبی و واقعی است. به‌عبارت‌دیگر، موفقیت این شبکه در عرصه پیشگیری از جرائم مرتبط با فروش داروهای تقلبی منوط به آن است که تاحدامکان تمامی داده‌های جعلی کشف‌شدهٔ مربوط به یک نمونه‌دارو به شبکه آموزش داده شود و این فرایند به‌صورت مستمر با کشف تصاویر جعلی جدید ادامه داشته باشد. در غیر این صورت، امکان آموزش صحیح شبکه در دسترس نخواهد بود و این نقصان به‌شدت بر عملکرد شبکه در شناسایی داروهای تقلبی اثر منفی خواهد داشت. علاوه‌براین، یکی دیگر از چالش‌های پیش روی این شبکه، توانایی مجرمان در زمینهٔ تولید داروهای تقلبی باکیفیت بالاست. برای نمونه می‌توان به تصاویر داروهای تقلبی، که با استفاده از فنّاوری‌های نوین در دنیای دیجیتال ساخته می‌شود و شباهت بسیار زیادی با تصاویر داروهای واقعی دارند، اشاره کرد؛ ازاین‌رو شبکهٔ مولد باید تصاویری باکیفیت و با شباهت زیاد به تصاویر واقعی تولید کند تا قادر به تمییز و شناسایی داروهای تقلبی باشد. این مهم ازطریق حضور گروه‌های متخصص و آشنا با طراحی شبکه‌های مولد و تمییزدهنده و فراهم‌ساختن زمینهٔ دسترسی به داده‌های کمّی و کیفی امکان‌پذیر خواهد بود.

۳-۳. پیشگیری مبتنی‌بر چشم نظارتی هوشمند

همان‌طور که در سطور بالا اشاره شد، نظام سلامت برای رسیدن به اهداف تعریف‌شده در حوزهٔ سلامت جامعه، ناگزیر به اتخاذ سیاست‌هایی خواهد بود که برون‌داد آن اطمینان از شبکهٔ تولید و توزیع اقلام دارویی برای جامعهٔ هدف یعنی بیماران باشد. براین‌اساس، نیل به اهداف ازپیش‌تعیین‌شده با اتکا به‌نظام خود نظارتی به‌آسانی محقق نخواهد شد (نقی‌پور حسن‌آبادی و عالی‌پور، ۱۴۰۱، ص ۲۷۹). به‌ویژه آن‌که پیشگیری از انحراف و جرم با کمک نظام نظارتی خودکنترلی غالباً موفقیت‌آمیز نبوده است. ازهمین‌رو، پیشگیری از جرائم مرتبط با فروش داروهای تقلبی با استفاده از روش‌های سنتی ازقبیل بررسی بصری، تجزیه‌وتحلیل شیمیایی، بررسی بسته‌بندی یا اتکا به نظام خودنظارتی مسیری دشوار پیش رو خواهد داشت؛ بنابراین اگر به دنبال راهکارهایی مؤثر مبتنی‌بر پیشگیری وضعی از این جرائم باشیم، نیازمند بهره‌گیری از فنّاوری‌های مدرن و هوشمند در جهت تقویت روش‌های مرتبط با نظارت خواهیم بود؛ چراکه عرصهٔ پیشگیری وضعی از جرم، نظارت کارآمد افزایش خطرات جرم را برای مجرمان به دنبال خواهد داشت (قاسمی و عالی‌پور ۱۳۹۳، ص ۵۷). براین‌اساس، موفقیت در عرصهٔ پیشگیری از فروش داروهای غیراستاندارد و تقلبی با توسل به اقدامات غیرقهرآمیز نظیر کاهش یا ازبین‌بردن عوامل فردی، محیطی و وضعی جرم‌زا (شبکهٔ تولید و توزیع دارو) (نیازپور، ۱۳۹۳، ص ۹۲) با اتکا به شبکه‌های عصبی کانولوشنی هدفی دور از دسترس نخواهد بود. این شبکهٔ عصبی با

الهام‌گرفتن از عملکرد بینایی مغز انسان به‌عنوان چشم نظارتی هوشمند، به شناسایی داروهای غیراستاندارد با کمک داده‌های تصویری اقدام می‌کند (Guillaume et al., 2016, p. 214) و از این قابلیت برخوردار است تا با بهره‌گیری از رگرسیون تصویربه‌تصویر (نقی‌پور حسن‌آبادی و عالی‌پور ، ۱۴۰۱، ص ۹۰) به تحلیل تصویرهای خام ورودی تا خروجی نهایی اقدام کند و یک تابع امتیاز ادراکی واحد (وزن) ارائه دهد (O'Shea & Nash, 2015, p. 2).

ازجمله مزیت‌های استفاده از این شبکه آن است که امکان نظارت در سطح وسیع شبکهٔ سلامت دارو را فراهم می‌سازد. علاوه‌براین، این شبکه در سطح وسیع قادر خواهد بود با دسته‌بندی تصاویر و تشخیص اشیا بر شبکهٔ تولید و توزیع دارو نظارت کند و داروهای اصلی را از داروهای تقلبی براساس تفاوت‌های رنگ، شکل و بافت تمایز دهد. باوجوداین، استفاده از این شبکه در حوزهٔ پیشگیری از جرائم مرتبط با فروش داروهای غیراستاندارد با چالش‌هایی نیز روبه‌روست. چالش نخست، آن است که عملکرد موفق این شبکه به جمع‌آوری داده‌های فراوان معطوف خواهد بود. این به معنای نیاز شبکه به گردآوری تعداد زیادی از تصاویر مرتبط با داروهای اصلی و تقلبی خواهد بود. علاوه‌براین، با افزایش لایه‌های شبکه به‌دنبال حجم زیاد تصاویر، فرایند آموزش شبکه زمان‌بر و پرهزینه خواهد بود (Albawi et al., 2017, p. 5). همچنین چالش کیفیت تصاویر می‌تواند عملکرد مفید شبکه را به‌شدت تحت‌الشعاع قرار دهد. توضیح آن‌که شبکهٔ عصبی کانولوشنی یک شبکهٔ عصبی به‌منظور پردازش تصاویر است (بختیاران و ذوالفقاری، ۱۴۰۰، ص ۱۷۱). راه حلی که برای برون‌رفت از این چالش به نظر می‌رسد این است که تصاویر داروهای تقلبی باید از کیفیت بالا وبا دقت بیشتری گردآوری شود؛ البته این شبکه در انجام مأموریت‌های پیشگیری از جرم مسیری دشوار پیش رو خواهد داشت؛ چراکه عکس این موضوع هم قابل‌تصور است. با این توضیح که اگر تصاویر داروهای جعلی از کیفیت بالا برخوردار باشد، ممکن است شبکه توانایی لازم را برای تشخیص داروهای جعلی از داروهای اصلی نداشته باشد؛ زیرا مجرمانی که در حوزهٔ تولید و توزیع داروهای تقلبی فعالیت می‌کنند، همواره می‌کوشند داروهای تقلبی را تاحدامکان باکیفیت بالا تولید کنند و با دقت بالا داروهای تقلبی را شبیه به داروهای اصلی بسته‌بندی کنند و همین امر، تشخیص شبکه بر محور داده‌های تصویری غیرواقعی را با اختلال مواجه سازد.

باوجوداین، برون‌رفت از چالش‌های یادشده، نیازمند آن است که در گام نخست، تصاویر داروهای اصلی و تقلبی را با کمک شبکهٔ نظارت، مراجع انتظامی و نهادهای دخیل در حوزهٔ مقابله با جرائم داروهای تقلبی و همچنین، از منابع مختلفی مانند سایت‌های فروش اینترنتی، داروخانه‌ها و نمایندگان دارویی جمع‌آوری شوند. در گام بعدی، ضرورت دارد پیش‌پردازش داده‌های گردآوری‌شده اقدام شود. بدین‌مفهوم که تصاویر به‌دست‌آمده، باید ازلحاظ تغییر اندازه و وضوح تصاویر، تبدیل رنگ به سیاه و سفید، بررسی شود. سپس، آموزش‌های لازم به شبکهٔ عصبی کانولوشنی با هدف تشخیص داروهای تقلبی ارائه شود. برای این منظور، باید تصاویر داروهای اصلی و تقلبی به شبکهٔ عصبی ارائه شود و آموزش‌های لازم برای عملیاتی‌شدن این شبکه با کمک لایه‌های کانولوشن، لایه‌های ادغام و لایهٔ تماماً متصل صورت پذیرد. این اقدام شناسایی داروهای تقلبی را با استفاده از این شبکه امری دست‌یافتنی می‌کند. بااین‌حال، نباید از ارزیابی شبکه غفلت شود؛ چراکه یکی از اقدامات بسیار مهم در حوزهٔ پیشگیری از جرم ارزیابی تدابیر اتخاذشده با هدف محک‌زدن شیوه‌های درحال اجراست (افراسیابی و یاراحمدی، ۱۳۹۱، ص ۱۸۱). بدین‌منظور، ضرورت دارد پس از آموزش شبکه با استفاده از داده‌های جدید، عملکرد شبکه سنجش و ارزیابی شود تا از میزان دقت و عملکرد آن اطمینان حاصل گردد؛ برای مثال می‌توان با کمک داده‌های تصادفی حاصل از مجموعه‌داده‌های جمع‌آوری‌شده به این هدف نائل شد.

۴. نظام حقوقی و پیشگیری از جرائم مرتبط با داروهای تقلبی

در نگاهی کلی، انتظار بر این است که نظام حقوقی ایران مقررات جامع و کاملی دربارهٔ مقابله و پیشگیری از جرائم مرتبط با فروش داروهای تقلبی تدوین و تصویب کرده باشد؛ اما بررسی‌های صورت‌گرفته در مقررات کیفری نشان می‌دهد یکی از مهم‌ترین قوانین در عرصهٔ داروهای تقلبی، قانون مربوط به امور پزشکی، دارویی و مواد خوردنی و آشامیدنی مصوب ۱۳۳۴/۳/۲۹ است. کنکاش در مواد این قانون، نشان می‌دهد

که سیاست‌گذار تقنینی به برخی از اشکال جرائم داروهای تقلبی نظیر تبدیل تاریخ استعمال داروهای تاریخ مصرف گذشته موضوع تبصرهٔ ۲ مادهٔ ۵ ذکرشده اشاره کرده است؛ اما تدوین‌کنندگان این قانون، تعریفی برای اصطلاح داروهای تقلبی ارائه نداده‌اند (عینی، ۱۳۹۷، ص ۱۸۰) و به ذکر پاره‌ای از مصادیق اکتفا کرده‌اند. اهمیت تعریف جامع و کامل از جرم‌انگاری داروهای تقلبی ازآن‌روست که این جرائم به‌دلیل پیامدهای زیان‌باری که در حوزهٔ سلامت جامعه درپی دارند، نیازمند اتخاذ تدابیر پیشگیرانه و مؤثر با استفاده از فنّاوری نوین در راستای کاهش پیامدهای ناشی از این رفتارهای زیان‌بار است. بااین‌حال، تحقق این هدف زمانی در مسیری درست قرار خواهد گرفت که دامنهٔ تعریف کنشگران حوزهٔ قانون‌گذاری از این جرم به‌صورت مناسب ریل‌گذاری شده باشد.

در این راستا، سؤال اساسی، که در حوزهٔ پیشگیری از فروش داروهای تقلبی در نظام حقوقی به اذهان متبادر می‌شود، این است که نظام حقوقی چه رویکرد پیشگیرانه‌ای را برای کاهش جرائم دارویی (تقلبی) سیاست‌گذاری کرده است؟ بررسی رویکرد نظام حقوقی ایران در بهره‌گیری از فنّاوری شبکه‌های عصبی هوش مصنوعی در حوزهٔ پیشگیری و کشف جرائم داروهای تقلبی نشان می‌دهد که اولاً پاسخ‌دهی کیفری یکی از متداول‌ترین روش‌هایی است که به‌منظور پیشگیری از تولید و توزیع داروهای تقلبی همواره موردتوجه سیاست‌گذار تقنینی قرار گرفته است؛ البته اتخاذ این رویکرد در نوع خود اثرگذار به نظر می‌رسد؛ زیرا مجرمان این قبیل از جرائم فقط به‌دنبال کسب منافع اقتصادی هستند؛ بنابراین مجازات مناسب مبتنی‌بر نظریات علمی دانش پیشگیری می‌تواند به‌منزلهٔ یک عامل بازدارنده از ارتکاب جرم نقش داشته باشد. در همین راستا، بررسی مقررات کیفری دربارهٔ جرم‌انگاری داروهای تقلبی نشان می‌دهد سیاست‌گذار تقنینی در قوانین مختلف تخطی از نواهی خود را از سوی مجرمان بالقوه داروهای تقلبی را مشمول پاسخ کیفری دانسته است. برای نمونه، می‌توان به مادهٔ ۱۸ قانون مربوط به امور پزشکی، دارویی و مواد خوردنی و آشامیدنی مصوب ۱۳۳۴ اشاره کرد. مادهٔ قانونی مزبور اشعار می‌دارد: «اشخاصی که در تهیهٔ مواد دارویی به هر کیفیتی مرتکب تقلب شوند از قبیل آنکه جنسی را به‌جای جنس دیگر قلمداد نمایند و یا آن را با مواد خارجی مخلوط سازند و همچنین با علم به فساد و تقلبی‌بودن آن مواد برای فروش آماده و یا عرضه بدارند و یا به فروش برسانند و یا دارویی را به‌جای دارو دیگر بدهند به مجازات‌های ذیل محکوم خواهند شد... .» این مجازات‌ها شامل اعدام، حبس ابد با اعمال شاقه، حبس تأدیبی، جریمهٔ نقدی، معدوم‌سازی و ضبط اموال به نفع دولت است.

باوجوداین، تأمل در تنوع مجازات‌های پیش‌بینی‌شده در این مقررهٔ قانونی، دلالت بر این نکته دارد که سیاست‌گذار موفقیت در عرصهٔ پیشگیری از جرائم مرتبط با داروهای تقلبی را بر محور پاسخ‌دهی کیفری جست‌وجو کرده است و نظام قضایی را موظف کرده که در هنگام تعیین نوع مجازات، از معیار صدمه پیروی کنند. در واقع تعیین نوع و میزان مجازات بر محور شخصیت مرتکب در نظر گرفته نمی‌شود؛ بلکه تعیین نوع و میزان مجازات تابعی از میزان صدمهٔ واردهٔ مجرم به بزه‌دیدگان داروهای تقلبی خواهد بود. مدافعان مؤثربودن این رویکرد، پاسخ‌دهی کیفری را بهترین شیوه برای پیشگیری از این جرائم دانسته‌اند. این رویکرد نظام سلامت در حوزهٔ پیشگیری از جرائم مرتبط با داروهای تقلبی متأثر از مبانی تئوری عقلانیت در حوزهٔ جرم‌شناسی است. بازخوانی این نظریه بر این استدلال استوار است که تمایل مجرمان بالقوه برای به‌فعلیت‌رساندن رفتارهای مجرمانه تابع بیشینه‌سازی سود و کمینهٔ هزینه و ضرر مرتکب است (الله‌وردی و مهرابی، ۱۳۹۸، ص ۲۴۰)؛ بنابراین بهترین شیوهٔ پیشگیری از این جرائم براساس این رویکرد این است که نوع و میزان مجازات براساس صدمهٔ واردشده در نظر گرفته شود. این امر باعث می‌شود منفعت ناشی از جرائم مرتبط با داروهای تقلبی کاهش و در مقابل هزینه‌های جرم برای مجرم افزایش یابد و درنتیجه مجرم از ارتکاب جرم منصرف شود.

بااین‌حال، توسل نظام حقوقی به استفاده از فنّاوری هوش مصنوعی در عرصهٔ پیشگیری از جرم واقعیت و ضرورتی انکارناپذیر به‌شمار می‌رود؛ زیرا شبکه‌های هوش مصنوعی قادر است ازطریق پردازش داده‌های هر محصول دارویی، شناسایی و کشف داروهای تقلبی و غیراستاندارد را فراهم سازد؛ بنابراین، انتظار بر این است که عنصر نظارت، که مهم‌ترین روش پیشگیری موقعیت‌مدار در حوزهٔ پیشگیری از جرم باهدف سخت‌کردن آماج جرم به‌شمار می‌رود، موردتوجه قانون‌گذار در عرصهٔ کشف و شناسایی داروهای تقلبی قرار گیرد. بااین‌حال، قانون‌گذار در تبصرهٔ ۲ مادهٔ ۱۹ قانون صدرالذکر به مقولهٔ نظارت به‌منزلهٔ یکی از روش‌های پیشگیری وضعی دربارهٔ تخلف دارویی توجه داشته است؛

به‌نحوی که در این مقرره اشعار می‌دارد «وزارت بهداری و بهداری شهرداری‌ها مکلف‌اند مراکزی که مواد دارویی و یا غذایی و یا آشامیدنی می‌سازند و یا می‌فروشند معاینه و درصورتی‌که مواد مزبور یا ظروف آن‌ها موافق اصول بهداشتی نباشد با سازنده یا فروشنده اخطار نمایند...»؛ اما حلقهٔ مفقودشده در این مقرره عدم پیش‌بینی ابزارهای نظارت بر شبکهٔ تولید و توزیع دارویی از سوی سیاست‌گذار تقنینی است. همین مسئله باعث می‌شود مقولهٔ نظارتِ نظام سلامت و نظام قضایی به‌صورت سلیقه‌ای دنبال شود؛ برای مثال سازمان غذا و دارو وابسته به وزارت بهداشت، درمان و پزشکی کشور برای اطمینان از رسیدن داروی استاندارد و غیرتقلبی به‌دست بیماران، تولیدکنندگان و شرکت‌های توزیع‌کنندهٔ دارو را مکلف به استفاده از شناسهٔ رهگیری (UID) یا کد اصالت دارو[1] کرده است. استفاده از این برچسب‌ها در سامانهٔ تیتک، که با هدف ممانعت از آسیب‌های حاصل از مصرف محصولات تقلبی صورت گرفته است، [2] اقدامی ارزشمند است؛ اما این نکته باید در نظر گرفته شود که اغلب از این برچسب‌ها در بسته‌بندی داروها استفاده می‌شود و این امکان دور از ذهن نخواهد بود که داروی تاریخ مصرف گذشته در بسته‌بندی‌های جدید قرار گیرد و به مصرف بیماران برسد. همان‌طور که از نظر گذشت، به نظر می‌رسد سیاست‌گذار تقنینی توجه لازم به بهره‌گیری از ظرفیت فنّاوری هوش مصنوعی در زمینهٔ پیشگیری از جرائم دارویی را نداشته است.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد پیامدهای ناشی از استفادهٔ داروهای غیراستاندارد و تقلبی خطری جدی در حوزهٔ سلامت عمومی جامعه به‌شمار می‌رود؛ ازهمین‌رو، تدابیر و سیاست‌های پیشگیرانه باید به‌نحوی سیاست‌گذاری شود که ارتکاب این جرائم دارویی در مسیر کاهش جرم ریل‌گذاری شود. بااین‌حال، بررسی رویکرد نظام حقوقی ایران دربارهٔ تدابیر پیشگیرانه حاکی از آن است که این سیاست در دو حوزهٔ پاسخ‌دهی کیفری و پاسخ‌دهی غیرکیفری مبتنی‌بر اتخاذ تدابیر پیشگیرانهٔ وضعیت‌مدار سیاست‌گذاری شده است؛ به‌نحوی که محور این تدابیر مقولهٔ نظارت بر شبکهٔ تولید و توزیع داروست. برون‌داد اجرای این نظارت‌ها نشان می‌دهد معاونت غذا و داروی وزارت بهداشت به دو روش، یعنی نظارت میدانی (سنتی) و نظارت مبتنی‌بر فنّاوری شناسه رهگیری دارو، با استفاده از سامانهٔ تیتک در مراکز توزیع دارو در راستای رساندن داروهای استاندارد به بیماران تلاش وافری دارد. این تلاش‌ها اگرچه در نوع خود ارزشمندند؛ اما به‌دلیل پیچیدگی‌های فنی که مجرمان حوزهٔ داروهای غیراستاندارد در فرایند تولید، بسته‌بندی و توزیع داروهای تقلبی به‌کار می‌گیرند، از منظر دانش پیشگیری کافی به نظر نمی‌رسد؛ ازاین‌رو استفاده از فنّاوری‌های مدرن نظیر بهره‌گیری از عملکرد شبکه‌های هوش مصنوعی برای تقویت مقولهٔ نظارت، به‌منزلهٔ یکی از روش‌های پیشگیری موقعیت‌مدار از جرم، می‌تواند در سخت‌کردن آماج جرائم دارویی برای مجرمان بالقوه مؤثر واقع شود؛ چراکه شبکه‌های عصبی هوش مصنوعی با الهام‌گرفتن از عملکرد ساختار مغز انسان قادر به کشف این جرائم هستند.

بررسی‌های صورت‌گرفته نشان می‌دهد شبکه‌هایی نظیر شبکهٔ عصبی بازگشتی، شبکهٔ عصبی کانولوشن و شبکهٔ عصبی مولد تصادفی از مهم‌ترین شبکه‌های هوش مصنوعی هستند که امکان پیشگیری از جرائم دارویی در مقیاس بزرگ و دقت بالا را فراهم می‌سازد. باوجوداین، این شبکه به‌دلیل برخی از معایبی که در بالا به آن اشاره شد، نیازمند پشتیبانیِ شبکه‌های عصبی دیگرند که در رفع معایب موجود بسیار راهگشاست. پژوهش حاضر، استفاده از یک شبکهٔ عصبی ترکیبی را در جهت موفقیت تدابیر پیشگیرانه از جرائم دارویی اقدامی مؤثر می‌داند. در واقع، مقصود از شبکهٔ عصبی ترکیبی این است که در غالب این شبکه، مقولهٔ نظارت بر تولید و توزیع داروها در مراکز توزیع دارو، مانند داروخانه‌ها و فضای مجازی، با استفادهٔ هم‌زمان از سه شبکهٔ عصبی کانولوشن، شبکهٔ عصبی بازگشتی و شبکهٔ مولد تصادفی صورت پذیرد. عملکرد این شبکه‌ها با هم، قدرت

1. https://ttac.ir/Inquiry
2. https://www.samanehha.com

پردازش داده‌های مرتبط با شناسایی داروهای غیراستاندارد را به‌شدت افزایش می‌دهد. برای مثال، شبکهٔ عصبی ترکیبی این امکان را فراهم می‌سازد تا الگوریتم‌های شبکهٔ عصبی ترکیبی به شناسایی الگوهای بصری در تصاویر داروها اقدام کنند. سپس خروجی این شبکه می‌تواند به‌منزلهٔ داده‌های ورودی شبکهٔ عصبی بازگشتی بهره‌برداری شود تا برای مثال، ازطریق پردازش الگوهای زمانی در داده‌های تصاویر، تغییرات غیرمعمول در ویژگی‌ها یا تراکم تغییرات در مقادیر ویژگی‌ها را به‌آسانی مقایسه کند. علاوه‌براین، بعد دیگر این شبکه این امکان را فراهم می‌سازد که اطلاعات مربوط به ساختار داروها را استخراج و درنتیجه الگوهای پنهان و پیچیده در داده‌ها را مقایسه کند. همچنین در راستای حفظ سلامت عمومی جامعه پیشنهاد می‌شود توجه به فنّاوری‌های مرتبط با شبکه‌های هوش مصنوعی با هدف پیشگیری و کنترل اقدامات مجرمانه در حوزهٔ داروهای تقلبی به الزام قانونی تبدیل شود. این سیاست‌گذاری علاوه‌بر حفظ سلامت عمومی جامعه و کاهش خطرات درمانی برای بیماران، زمینهٔ حمایت از سرمایه‌گذاری کلان اقتصادی و فنی به‌منظور تولید داروهای استاندارد را فراهم می‌سازد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

ازکیا، مصطفی و دربان آستانه، علیرضا (۱۳۸۲). روش‌های کاربردی تحقیق. تهران: انتشارات کیهان.

افراسیابی، علی و یاراحمدی، مسعود (۱۳۹۱). بررسی راهبردهای طراحی و مدیریت مکان برای پیشگیری وضعی. فصل‌نامهٔ پیشگیری از جرم، ۷(۲٤) ۱۵۹-۱۸٤.

بختیاران، محمدجواد و ذوالفقاری، مهدی (۱٤۰۰). طراحی مدلی جهت پیش‌بینی بازده بیت‌کوین (با تأکید بر مدل‌های ترکیبی شبکهٔ عصبی کانولوشنی و بازگشتی و مدل‌های با حافظه بلندمدت). مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، ۳(٤۷)، ص ۱۶۱-۱۸۷.

بسامی، مسعود و باغفلکی، علی‌احمد (۱۳۹۷). تأثیر پیشگیری وضعی در پیشگیری از سرقت قطعات و محتویات خودرو. فصل‌نامهٔ علمی کارآگاه، ۱۲(۴۴)، ۲۴-۴۶.

تاج‌خراسانی، سمیرا، مسعود، غلامحسین و شکرجی‌زاده، محسن (۱۴۰۱). نگاه بومی به نظریهٔ کنترل اجتماعی جرم با توجه به مبانی اسلامی ـ ایرانی. پژوهش‌های حقوق جزا و جرم‌شناسی، ۱۰(۲۰)، ص ۳۲۱-۳۴۵.

خنیفر، حسین و مسلمی، ناهید (۱٤۰۱). اصول و مبانی روش‌های پژوهش کیفی. ج ۱. تهران: انتشارات نگاه دانش.

سهرابی، مریم، میربرگ‌کار، سیدمظفر، چیرانی، ابراهیم و خردیار، سینا (۱۴۰۰). مدل‌سازی پیش‌بینی جهش‌های شاخص بازار سهام براساس رویکرد شبکهٔ عصبی بازگشتی یادگیری عمیق. فصل‌نامهٔ بورس و اوراق بهادار، ۱۵(۵۹)، ص ۲۴۵-۲۶۸.

سید امامی، کاووس (۱۳۸۶). پژوهش در علوم سیاسی. تهران: انتشارات پژوهشکدهٔ مطالعات فرهنگی و اجتماعی دانشگاه امام صادق (ع).

عینی، محسن (۱۳۹۷). جرم‌انگاری قاچاق داروی تقلبی در اسناد بین‌المللی و حقوق ایران. فصل‌نامهٔ پژوهش حقوق کیفری، ٦(۲۲)، ۱۷۱-۲۰۳.

فیروز، راد و رستمی، نیر (۱۳۹۵). پیوند اجتماعی و گرایش به رفتارهای نابهنجار. فصل‌نامهٔ علوم اجتماعی، ۲۶(۷۴)، ۱۷۵-۲۱۱.

قاسمی، مسعود و علی‌پور، حمیدرضا (۱۳۹۳). تأثیر اتخاذ تدابیر پیشگیرانهٔ وضعی بر وقوع سرقت از اماکن. فصل‌نامهٔ اطلاعاتی و جنایی، ۹(٤)، ۵۱-۷۲.

گلینی مقدم، گلنسا (۱۳۹۳). مطالعهٔ موردی: طرح تحقیق و روش‌های پژوهش. فصل‌نامهٔ نقد کتاب، ۱(۳-۴)، ۲۵۱-۲۵۸.

الله‌وردی، فرهاد و مهرابی، علی (۱۳۹۸). «عقلانیت جنایی»؛ محدودیت‌ها و چالش‌ها (با تأکید بر جرائم خشونت‌بار). آموزه‌های حقوق کیفری، ۱٦(۱۷)، ۲۳۹-۲۷۰.

محسنی، فرید (۱۳۹۳). دستاوردهای نظری و عملی جرم‌شناسی رشد مدار. فصل‌نامهٔ دیدگاه‌های حقوق قضایی، ۱۹(۶۶)، ۱۴۵-۱۶۸.

محمد نسل، غلامرضا (۱۳۸٦). اصول و مبانی نظریهٔ فرصت جرم. مطالعات حقوق خصوصی، ۳۷(۳)،۲۹۳-۳۲۲.

مروتی شریف‌آبادی، علی و خوانچه مهر، رسول (۱۳۹۳). یافتن مناسب‌ترین ساختار شبکهٔ عصبی هوش مصنوعی با استفاده از روش طراحی آزمایشات تاگوچی. چشم‌انداز مدیریت صنعتی، ۱(۱۳)، ص ۱۲۱-۱٤۲.

منجم‌زاده، فرناز، سیاهی شادباد،محمدرضا، آقاخانی، حسن و علوی، میروحید (۱۳۹۲). بررسی داروهای تقلبی و قاچاق طی سال‌های ۸۹-۸۸ در استان آذربایجان شرقی، دوفصل‌نامهٔ بررسی‌های حقوقی، ۳(۵)، ۱۱-۱۲.

نقی‌پور حسن‌آبادی، عباس و عالی‌پور، حسن (۱٤۰۱). ماهیت نظام اقتصادی و نظارت پیشگیرانه: نسبت‌سنجی در پیشگیری از جرائم اقتصادی در ایران. پژوهشنامهٔ حقوق کیفری، ۱۳(۲)، ۲۷۱-۲۹۵.

یراقی، مرضیه و ربیعی، اعظم (۱۳۹۹). مرور و مقایسهٔ الگوریتم‌های شبکهٔ عصبی بازگشتی عمیق در مدل‌سازی داده‌های سری زمانی نرخ ارز. مجلهٔ علوم رایانشی، ۵(۴)، ۴۰-۵۰.

Alain, G., Bengio, Y., Yao, L., Yosinski, J., Thibodeau-Laufer, E., Zhang, S., & Vincent, P. (2016). GSNs: generative stochastic networks. *Information and Inference: A Journal of the IMA*, *5*(2), 210-249.

Albawi, S., Mohammed, T. A., & Al-Zawi, S. (2017, August). Understanding of a convolutional neural network. In *2017 international conference on engineering and technology (ICET)* (pp. 1-6). Ieee.

Banerjee, S., Sweet, J., Sweet, C., & Lieberman, M. (2016, March). Visual recognition of paper analytical device images for detection of falsified pharmaceuticals. In *2016 IEEE Winter Conference on Applications of Computer Vision (WACV)* (pp. 1-9). IEEE. https://ieeexplore.ieee.org/document/7477598. (last visitd:2023-6-2).

Banerjee, S., Sweet, J., Sweet, C., & Lieberman, M. (2016, March). Visual recognition of paper analytical device images for detection of falsified pharmaceuticals. In *2016 IEEE Winter Conference on Applications of Computer Vision (WACV)* (pp. 1-9). IEEE.

Creswell, A., White, T., Dumoulin, V., Arulkumaran, K., Sengupta, B., & Bharath, A. A. (2018). Generative adversarial networks: An overview. *IEEE signal processing magazine*, *35*(1), 53-65.

do Prado Puglia, F., Anzanello, M. J., Scharcanski, J., de Abreu Fontes, J., de Brito, J. B. G., Ortiz, R. S., & Mariotti, K. (2021). Identifying the most relevant tablet regions in the image detection of counterfeit medicines. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, *205*(25), 114336.

https://ieeexplore.ieee.org/document/8308186.(last visited:2023-5-17)

Jenga, K., Catal, C., & Kar, G. (2023). Machine learning in crime prediction. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, *14*(3), 2887-2913.

Kumar, B., & Baldi, A. (2016). The challenge of counterfeit drugs: a comprehensive review on prevalence, detection and preventive measures. *Current drug safety*, *11*(2), 112-120.

Lin, Y. L., Chen, T. Y., & Yu, L. C. (2017, July). Using machine learning to assist crime prevention. In *2017 6th IIAI international congress on advanced applied informatics (IIAI-AAI)* (pp. 1029-1030). IEEE.

Mackey, T. K., & Nayyar, G. (2017). A review of existing and emerging digital technologies to combat the global trade in fake medicines. *Expert opinion on drug safety*, *16*(5), 587-602.

Motwani, K., Dsouza, R., Dsouza, R., & Jose, J. (2022). Counterfeit medicine detection using deep learning. *Int J Innov Res Technol*, *9*(3), 1-6.

O'Shea, K., & Nash, R. (2015). An introduction to convolutional neural networks. arXiv 2015. *arXiv preprint arXiv:1511.08458*.

Rahman, M. S., Yoshida, N., Tsuboi, H., Tomizu, N., Endo, J., Miyu, O Kimura, K. (2018). The health consequences of falsified medicines a study of the published literature. *Tropical Medicine & International Health*, *23*(12), 1294-1303.

Seiter, A. (2009). Health and economic consequences of counterfeit drugs. *Clinical Pharmacology & Therapeutics*, *85*(6), 576-578.

Wang, H., & Ma, S. (2022). Preventing crimes against public health with artificial intelligence and machine learning capabilities. *Socio-Economic Planning Sciences*, *80*, 101043.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی