نشریه علمی ترویجی مطالعات در دنیای رنگ
Journal of Studies in Color World
www.jscw.icrc.ac.ir

در دسترس بصورت الکترونیک @ www.jscw.icrc.ac.ir

نشریه علمی ترویجی مطالعات در دنیای رنگ، جلد ۸، شماره ۱، (۱۳۹۷) ۶۱-۵۱

وزارت علوم تحقیقات و فناوری
موسسه پژوهشی علوم و فناوری رنگ و پوشش

مروری بر انواع اسناد نوشتاری جعلی و برخی روش‌های شناسایی آن‌ها

عاطفه تاجیک اسمعیلی[۱]، مهدی صفی[۲*]، مریم عطایی‌فرد[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه پژوهشی نمایش رنگ و پردازش تصویر، موسسه پژوهشی علوم و فناوری رنگ و پوشش، تهران، ایران، صندوق پستی: ۶۵۴-۱۶۷۶۵

۲- استادیار، گروه پژوهشی نمایش رنگ و پردازش تصویر، موسسه پژوهشی علوم و فناوری رنگ و پوشش، تهران، ایران، صندوق پستی: ۶۵۴-۱۶۷۶۵

۳- دانشیار، گروه پژوهشی علوم و فناوری چاپ، موسسه پژوهشی علوم و فناوری رنگ و پوشش، تهران، ایران، صندوق پستی: ۶۵۴-۱۶۷۶۵

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۷/۰۴ تاریخ بازبینی نهایی: ۹۷/۰۲/۲۹ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۲/۲۹ در دسترس به‌صورت الکترونیک: ۹۷/۰۳/۲۱

چکیده

جعل زمانی رخ می‌دهد که فردی به صورت آگاهانه به جهت فریب اشخاص حقیقی و یا حقوقی چیزی را دچار تغییر می‌کند. اگرچه جعل تاریخ کهنه‌ای دارد اما در قرن بیستم با پیشرفت فناوری افزایش زیادی داشته است. از میان انواع مختلف جعل، در این مقاله، هدف ما مروری بر جعل اسناد می‌باشد. در جعل اسناد نوشتاری، سه مورد ممکن است رخ دهد: ۱- خط‌خطی کردن متن ۲- اضافه کردن به متن ۳- مسأله برخورد خطوط. آگاهی از هر یک از این سه مورد و توانایی شناسایی هر کدام جهت جلوگیری از سوءاستفاده‌های احتمالی الزامی می‌باشد. یکی از موارد مرتبط با جعل سند در موارد قضایی تشخیص توالی چاپ و مرکب از یکدیگر می‌باشد. روش‌هایی که تاکنون در این حوزه به کار برده شده است، با مشکلات زیادی همراه بوده که این امر موجب گسترش تحقیقات برای استفاده در پرونده‌های واقعی می‌شود. هدف این مقاله آشنایی با انواع جعل و برخی از روش‌های تشخیص اسناد جعلی می‌باشد.

واژه‌های کلیدی

جعل اسناد، توالی جوهر و چاپ، خطوط متقاطع، دوربین دیجیتال، چاپگر.

چکیده تصویری

*نویسنده مسئول: mahdisafi@icrc.ac.ir

Ministry of Science, Research and Technology
Institute for Color Science and Technology

Available online @ www.jscw.icrc.ac.ir

Journal of Studies in Color World, Vol. 8, No. 1, (2018) 51-61

نشریه علمی ترویجی مطالعات در دنیای رنگ
Journal of Studies in Color World
www.jscw.icrc.ac.ir

A Review of the Types of Forged Written Documents and Some of Their Recognition Methods

Atefeh Tajik Esmaeili[1], Mahdi Safi[*1], Maryam Ataeefard[2]
1- Department of Color Imaging and Color Image Processing, Institute for Color Science and Technology, P. O. Box: 16765-654, Tehran, Iran.
2- Department of Printing Science and Technology, Institute for Color Science and Technology, P. O. Box: 16765-654, Tehran, Iran

Abstract
Forgery occurs when a person deliberately deceiving individuals or legal entities by changing something. Although the forging has old history, it has increased a lot in the twentieth century with the progression of applied science. Among various types of forgery, our goal is to review documents forgery. In the document forgery, three cases may happen: 1. Forgery by obliteration 2. Forgery by adding text 3. Sequence of intersecting lines. Consciousness of each of these three items and ability to identify each one is mandatory to prevent possible abuses. One of the issues involved in document forgery in the judicial industry is sequencing of intersecting lines. Thus far the methods given in this study have many problems that declare more research is needed to engage in real events. The purpose of this article is to understand the types of forgery and some methods for detecting forged documents.

Keywords
Documents forgery, Sequence of ink and print, Intersecting lines, Digital camera, Printer.

Graphical abstract

Corresponding author: mahdisafi@icrc.ac.ir

۱- مقدمه

طبق ماده ۵۲۳ قانون مجازات اسلامی، جعل و تزویر عبارتند از: "ساختن نوشته یا سند یا ساختن مهر یا امضای اشخاص رسمی یا غیررسمی، خراشیدن یا تراشیدن یا قلم بردن یا الحاق یا محو یا اثبات یا سیاه کردن یا تقدیم یا تاخیر تاریخ سند نسبت به تاریخ حقیقی یا الصاق نوشته‌ای به نوشته دیگر یا بکار بردن مهر دیگری بدون اجازه صاحب آن و نظایر این‌ها به قصد تقلب" [۱]. ساختن یا تغییر دادن آگاهانه نوشته یا سایر چیزهای مذکور در قانون به ضرر دیگری به قصد جا زدن آنها به عنوان اصلی تعریف دیگری از جعل می‌باشد [۲].

جعل تاریخ کهنه‌ای دارد اما در قرن بیستم با پیشرفت فناوری توسعه بیشتری یافته است. بعضی از نمونه‌های تاریخی آن به اندازه‌ای قابل توجه است که قطعات جعلی در موزه‌های سرتاسر جهان به معرض نمایش درآمده است [۳].

انواع مختلفی از جعل وجود دارد که به چند مورد از آن‌ها به عنوان مثال اشاره می‌شود [۳]:

نوشتن و امضا کردن نام یک فرد در سندی که اجازه این کار وجود نداشته باشد،

ساخت مهر جعلی برای شخص حقیقی و یا حقوقی،

تغییر، تعویض، جعل و یا کپی‌کردن گواهینامه رانندگی و دیگر کارت‌های مربوط به سازمان‌های دولتی،

تغییر، تعویض و یا جعل پرونده‌ای در آرشیو یک سازمان،

تغییر اطلاعات پزشکی با نیت تبهکارانه،

جعل امضای شخصی در سندی مانند چک بانکی و سعی در استفاده از آن،

جعل آثار باستانی و یا هنری،

انتشار اطلاعات غلط به عنوان منبع،

جعل اسکناس و مدارک شناسایی و

سرقت ادبی

در میان انواع جعل، جعل در اسناد از اهمیت زیادی برخوردار است که یکی از علت‌های آن نقش مهم کاغذ به عنوان انتقال‌دهنده اطلاعات می‌باشد، اگرچه پیشرفت‌های گسترده‌ای در عصر اینترنت و ارتباطات دیجیتال وجود داشته و دارد [۴]. یکی از مسائل مهم در امور قضایی، موضوع تشخیص اسناد جعلی است. برای موفقیت در این امر مهم، ابتدا باید سازمان‌ها و افرادی که با اسناد مهم سروکار دارند، از شاخص‌ها و ویژگی‌های اصلی تولید اسناد امنیتی آگاه باشند و برای تولید اسناد خود، صرفاً از شرکت‌هایی که در کار تولید و ساخت اسناد امنیتی تخصص و مهارت کافی دارند استفاده نمایند [۵].

علم شناسایی اسناد جعلی، به طور عمده بر روی ردیابی منبع سند و یا تشخیص جعل متمرکز می‌شود که در سال‌های اخیر پیشرفت‌های زیادی در این زمینه، صورت گرفته است. در تشخیص اسناد جعلی، عوامل زیادی دخیل هستند که تنوع آن‌ها باعث محدودیت گسترش آن می‌شود. برای مثال، برخی روش‌ها محدود به متن اسناد هستند (متن سیاه روی پس‌زمینه سفید) که برای بررسی صحت تصاویر، کارایی ندارند [۵]. بازه وسیعی از مدارک می‌تواند مورد جعل قرار بگیرد که برخی از نمونه‌های متداول‌تر آن، امضاها و نسخه پزشکان می‌باشد [۳].

یکی از مهم‌ترین طبقه بندی‌های جعل مربوط به اسناد و مدارک می‌باشد که موارد زیر به آن اشاره دارد [۶]:

تغییرات مشکوک،

مشکوک بودن تاریخ سند،

مشکوک شدن به مواد به کاربرده شده در سند،

عدم تطابق میان هویت فرد یا افراد صاحب سند و هویت اصلی آن‌ها و

امضاهای مشکوک

در این بین، جعل امضا نسبت به موارد دیگر رایج‌تر بوده که به معنای بازسازی امضای شخص دیگر است. در پرونده‌های جعل امضا، مجرمان از روش‌های زیادی کمک می‌گیرند که یکی از آن‌ها تقلید[1] است. در آزمایش، اسنادی که در آن‌ها امضای مشکوک به جعل وجود داشته باشد، افراد خبره‌ای آن‌ها را مورد بررسی قرار می‌دهند و به دلیل اینکه امضاهای جعلی نشانه‌هایی دارند، کارشناسان خط قادر به تشخیص جعلی بودن آن‌ها خواهند بود. از برخی نشانه‌های امضای جعلی می‌توان به مواردی چون دست خط‌های لرزان و متزلزل، روتوش و دستکاری شدن خطوط (روی بعضی از خطوط دوباره کشیده شده است)، اندازه امضا، نحوه حرکت خودکار[2] (اینکه خودکار از کجا به کجا رفته است) اشاره نمود [۳].

۲- انواع مختلف جعل در اسناد نوشتاری

به طور کلی سه نوع مختلف از جعل اسناد مطرح می‌باشد [۴]:

الف- خط‌خطی‌کردن متن[3]: در این نوع از جعل قسمتی از متن و نوشته از طریق خط‌خطی‌کردن غیرقابل تشخیص می‌گردد، به عبارتی می‌توان گفت قسمتی از متن حذف می‌شود (شکل ۱- الف).

ب- اضافه‌کردن به متن[4]: گاهی جعل به دلیل فضای خالی موجود در اسناد توسط افراد مورد اعتماد امضاکننده و یا متقلبین اسناد رسمی اتفاق می‌افتد[۴]. در این حالت تغییری در متن نوشته و بخصوص اعداد رخ می‌دهد که در نگاه اول به راحتی قابل تشخیص نخواهد بود (شکل ۱- ب).

ج- توالی خطوط متقاطع[5]: در برخی موارد ابتدا یک متن نگارش می‌شود و سپس زمانی که امضا می‌شود یک تقاطع به وجود می‌آید. در این حالت این مطلب حائز اهمیت است که ابتدا متن نگارش شده و بعد امضا شده و یا برعکس. این خود می‌تواند نوعی از جعل باشد (شکل ۱- ج).

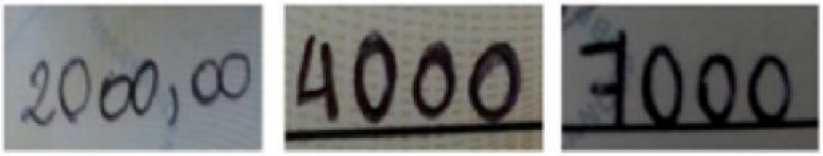
یکی از موارد مرتبط با جعل سند در امور قضایی، تشخیص توالی چاپ و جوهر از یکدیگر است. کارشناسان اسناد اغلب با مشکل تعیین اصالت یا جعلی بودن سند از طریق خطوط جوهر، مواجه هستند [۷]. اغلب اتفاق می‌افتد که یک سند خالی توسط افرادی که مورد اعتماد امضاکننده حقیقی و اصلی هستند جعل می‌شود. به عبارت دیگر، ممکن است در مراحل بعدی مواردی به متنی که قبلا به چاپ رسیده، اضافه شود.

---

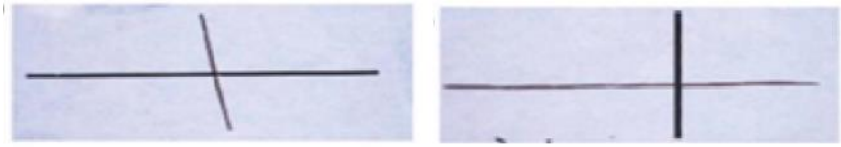
[1] Imitate signature
[2] Pens lift
[3] Obliteration
[4] Adding text
[5] Sequence of intersecting lines

مقاله

الف- خط‌خطی‌کردن متن



ب- اضافه‌کردن به متن



ج- خطوط متقاطع

شکل ۱- انواع جعل سند [۴].

در نتیجه موضوع تشخیص توالی جوهر و چاپ در نقطه تقاطع آن‌ها از اهمیت قابل توجهی برخوردار می‌گردد و یکی از مسائل مهم در تشخیص اسناد جعلی می‌باشد [۴]. به طور کلی دو نوع مسئله برخورد خطوط بیان می‌شود: ۱- همگن و ۲- ناهمگن. برخورد خطوط همگن زمانی رخ می‌دهد که هر دو خط توسط یک وسیله نوشتاری یا یک دستگاه رسم شده باشند و یا خطوطی که توسط دو نوع خودکار یکسان، مثلا دو خودکار توپی[1] بر روی هم قرار گرفته باشند. برخورد خطوط ناهمگن زمانی مطرح می‌باشد که دو وسیله‌ی نوشتاری و یا دستگاه چاپگر به طور مثال چاپگر لیزری و خودکار توپی و یا حتی خودکار توپی و خودکار ژله‌ای در تولید آن‌ها نقش داشته باشند. در تحقیقات هر دوی این موارد باید مورد بررسی قرار گیرند. چندین روش برای آزمایش خطوط متقاطع استفاده می‌شود که انتخاب از بین آن‌ها بر اساس عواملی چون ابزار نوشتاری و مخرب یا غیر مخرب بودن آزمایش مشخص می‌شود. هر کدام از این روش‌ها مزایا و معایبی دارد که برای تحلیل‌های قضایی به دلیل اهمیت حفظ اسناد و مدارک، عموماً روش‌های غیرمخرب ترجیح داده می‌شود. بسیاری از روش‌های آزمایش توالی خطوط متقاطع بر اساس آزمایش‌های نوری و مشاهده‌ی مشخصات فیزیکی پایه‌ریزی شده‌اند که مزیت اصلی آن‌ها غیرمخرب بودن می‌باشد اما معایبی هم دارند که بزرگترین آن‌ها تفسیر انسانی است، به این معنی که نتایج این بررسی ممکن است از فردی به فرد دیگر متفاوت باشد. به طور کلی روشی جهت تعیین توالی خطوط متقاطع ایده‌آل می‌باشد که فرآیندی هدفمند و آزمایش انواع مواد را در بر گیرد و در عین حال غیرمخرب باشد [۸].

۳- روش‌های تشخیص اسناد جعلی

با استفاده از روش کشف علمی جرائم یا همان "پلیس علمی"، سه روش برای کشف اصالت یا جعلی بودن اسناد مورد استفاده قرار می‌گیرد [۶]:

- روش فیزیکی
- روش شیمیایی
- روش مقایسه‌ای

۳-۱- روش فیزیکی

۳-۱-۱- روش‌های نوری یا طیفی

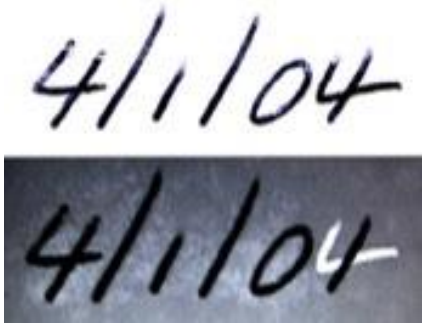
در این روش معمولاً ازدستگاه‌های نوری یا میکروسکوپ استفاده می‌شود. یکی از مهم‌ترین پرتوهایی که از آن در شناسایی اسناد و مدارک جعلی می‌توان استفاده نمود، پرتو فرابنفش می‌باشد. در هرکشوری مدارک مهم مانند کارت‌های شناسایی را حساس به پرتو می‌سازند به طوری که در زیر پرتو فرابنفش علائمی را از خود نشان می‌دهد. برای مثال در ایران، در کارت ملی با تابش پرتو فرابنفش، نقش کشور ایران نمایان می‌شود و یا در اسکناس‌ها با تابش پرتو فرابنفش خطوط پراکنده رنگی نمایان می‌شوند. به طور مشخص گذرنامه در ایران منقش به آرم ا... است. این علائم را با یک دستگاه دستی چک اسکناس می‌توان مشاهده کرد. امروزه پاسپورت‌ها و اسکناس‌های اغلب کشورها، آغشته به مرکب‌های حساس به پرتو فرابنفش و همچنین مجهز به نوارهای امنیتی می‌باشند [۶].

هنگامی که پرتو فرابنفش با سند یا جوهر برخورد می‌کند، انتشارهای متفاوتی از خود نشان می‌دهد. این انتشارها مورد استفاده فنی و تخصصی قرار می‌گیرند و از این طریق به تشخیص جعل کمک شایانی می‌کنند.

[1] Ballpoint Pen: این نوع خودکار، پایه حلالی است

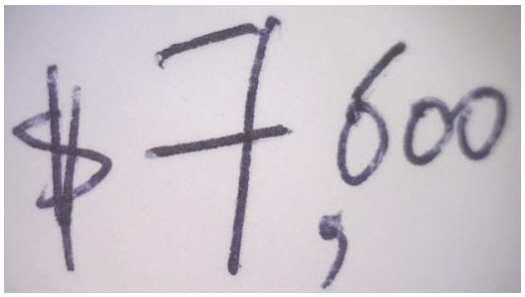
همچنین برای بازخوانی مطلبی که پاک شده نیز از پرتو فرابنفش استفاده می‌شود. این پرتو از طریق انتشار جوهری که در الیاف موجود در داخل کاغذ قرار دارد، امکان بازخوانی و بازیابی کلمات و مطالب پاک‌شده را فراهم می‌نماید. در میان جوهرها، جوهر خودنویس به عمق کاغذ وارد می‌شود ولی جوهر خودکار حالت ژله‌ای (چگال) دارد و فقط برروی کاغذ می‌غلتد و به عمق کاغذ نفوذ نمی‌کند یا بسیار کمتر نفوذ می‌کند. به همین دلیل است که شناسنامه‌ها و اسناد دولتی را با خودنویس می‌نویسند. زیرا چنانچه متنی از این اسناد با مواد شیمیایی پاک شود، به کمک پرتو ماوراءبنفش می‌توان آن را بازخوانی کرد [۶]. کاربرد دیگر پرتو فرابنفش در نخ امنیتی اسکناس است. این نخ، از جنس پلی‌استر می‌باشد که با نوشته بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران در درون کاغذ اسکناس قرار گرفته و در مقابل تابش پرتو فرابنفش به رنگ‌های سبز و آبی و قرمز نمایان می‌گردد [۹].

پرتوی دیگری که درکشف جعل مورد استفاده قرار می‌گیرد، پرتو زیر قرمز یا (IR) می‌باشد. از این پرتو برای تشخیص اختلاف جنس جوهرهای به کار رفته در یک سند استفاده می‌شود، برای مثال در مواردی که قسمتی از امضاء چک با خطوط متن چک برخورد نموده است. دراین مورد این سؤال ممکن است پیش آید که آیا ابتدا متن چک نوشته شده‌است یا بالعکس که دراین خصوص به کمک پرتوی زیرقرمز می‌توان پیوستگی خطی که بر روی خط دیگری کشیده شده است را مشاهده کرد. چنانچه خطوط امضاء روی خطوط نوشته باشد، حاکی از آن است که اول متن چک نوشته شده و پس از آن امضاء گردیده است [۹]. از این کاربرد برای تشخیص خطوط اضافه شده به متن نیز می‌توان بهره برد (شکل‌های ۲ و ۳) [۱۰].

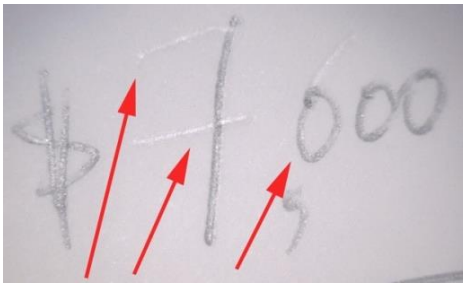


شکل ۲- تشخیص خطوط اضافه شده از طریق تشخیص تفاوت جوهر خودکارهای بکار برده شده به کمک پرتو زیرقرمز [۱۰].

الف- نور سفید معمولی LED روی خودکارهای مشکی متفاوت



ب- نور سفید معمولی LED در زوایای متفاوت



ج- تابش پرتوی زیرقرمز روی خودکارهای متفاوت (جوهرهای متفاوت)

شکل ۳- تشخیص خطوط اضافه شده از طریق تشخیص تفاوت جوهر خودکارهای بکار برده شده به کمک پرتو نزدیک به زیرقرمز[1] [۱۰].

[1] NIR: Near-infrared

مقاله

کاربرد دیگر پرتو زیر قرمز در تشخیص مطالب کاغذ سوخته شده است. با توجه به اینکه کاغذ دارای دو نوع الیاف طولی و عرضی است که حاوی مقداری آب می‌باشند، هنگام سوختگی کاغذ این آب تبخیر شده و در نتیجه آن نقل و انتقال سند سوخته بسیار مشکل خواهد بود. البته تشخیص مطالب زمانی امکان‌پذیر خواهد بود که کاغذ سوخته شده خاکستری باشد، در غیراین‌صورت اگر کاملاً بسوزد و سیاه شود، تشخیص مطالب آن حتی با استفاده از پرتو زیر قرمز نیز امکان‌پذیر نخواهد بود. کاربرد دیگر آن برای خواندن نوشته‌هایی است که با قلم‌خوردگی محو شده باشند [۴].

یک ویژگی امنیتی آشکار که در اکثر اسکناس‌ها و چک پول‌ها از آن استفاده می‌شود، واترمارک[1] می‌باشد. واترمارک ویژگی است که در مرحله تولید کاغذ ایجاد می‌شود و قدمت بسیار زیادی دارند. اولین بار شرکت فابریانو[2] در کشور ایتالیا این پدیده را تولید کرد. واترمارک که در فارسی با عنوان نقش- آب نیز شناخته می‌شود، به دو روش تولید می‌شود که هرکدام جلوه‌ای مخصوص به خود را روی کاغذ به جای می‌گذارد. تولید واترمارک با کیفیت بالا امکان‌پذیر است. طرحی که روی آن نقش می‌بندد از اختلاف ضخامت کاغذ در نواحی مختلف آن به وجود می‌آید. واتر مارک در حالت عادی نیز مشاهده می‌شود ولی هنگامی که در مقابل نور مستقیم قرار می‌گیرد طرح خود را به شکل بهتر و قابل توجهی نشان می‌دهد [۱۱].

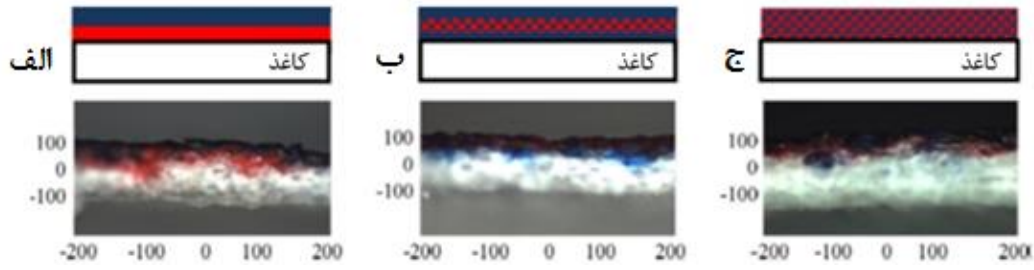
۳-۱-۲- روش‌های میکروسکوپی

یکی دیگر از روش‌هایی که زیرمجموعه روش فیزیکی می‌باشد، استفاده از میکروسکوپ دیجیتالی است. برای تشخیص و کشف تقدم و تأخر دو نوشته و یا یک نوشته دارای امضاء (در صورتی که متن و امضاء با هم تلاقی کرده باشند) و تشخیص دوباره‌نویسی حروف و کلمات، تراشیدگی و تاشدگی اسناد و جزئیات مندرجات مهر و سربرگ اوراق چاپی، از میکروسکوپ‌های دیجیتالی با بزرگنمایی چند برابر استفاده می‌شود [۶].

تعداد معدودی از مقالات به استفاده از تصاویر مرتبط با روش‌های نوری و میکروسکوپی به عنوان یک روش غیرمخرب برای شناسایی جعل در اسناد پرداخته‌اند که عموماً در آن‌ها تصاویر رنگی مورد استفاده قرار گرفته شده است [۱۲]. در مطالعات انجام شده در حوزه مسئله برخورد خطوط، تهیه نمونه‌ها و عوامل در نظر گرفته شده اهمیت قابل توجهی دارد که برای مثال، اوزبک[3] و همکارانش در تحقیقی از نمونه‌های خودکار آبی و قرمز از برندهای مختلف، نمونه جوهر سیاه چاپگر از چاپگر سیاه و سفید جوهرافشان و لیزری و کاغذهای سفید استفاده کردند. نمونه‌های مختلف به صورت خودکار- خودکار و خودکار- چاپگر آماده شده‌اند. ابتدا اولین لایه جوهر روی سطحی از کاغذ به مساحت ۲ سانتی‌مترمربع قرار گرفته و به مدت دو روز به آن اجازه خشک شدن داده شد، سپس دومین لایه به طور کامل روی آن قرار گرفت و برای یک ساعت خشک شد. با یک تیغ جراحی[4]، برشی یک سانتی‌متری در مقطع کاغذ زده شد و آن‌ها را در اسلایدهای شیشه‌ای قرار دادند. برای تکرارپذیری، برش‌ها را در پنج قسمت مختلف سطح مقطع انجام دادند. همچنین چند نمونه بر روی کاغذهای مختلف دیگر آزمایش شد. جهت بررسی اثر فشار دست هنگام نوشتن، خط اول را یک نفر کشید، در حالی‌که خط دوم توسط چهار فرد متفاوت دیگر کشیده شد. برای آزمایش زمان خشک شدن در چندین نمونه نیز لایه دوم جوهر بر روی لایه اول کشیده شد. نمونه‌ها در دو گروه آماده شدند: در گروه اول، خط دوم روی خط اول کشیده شد و در نوع دوم، خطوط با هم زاویه ۹۰° ساختند [۱۳]. آن‌ها مسئله برخورد خطوط را برای دو حالت خودکار- خودکار (برخورد خطوط همگن) و خودکار- چاپگر (برخورد خطوط ناهمگن) مورد مطالعه قرار دادند. در مطالعه انجام شده بر روی برخورد خطوط خودکار- خودکار، از سه نوع جوهر مختلف روغنی، مایع و ژله‌ای استفاده شد، با این احتمال که بعضی از خودکارها ممکن بود رفتار متفاوتی از این دسته‌بندی داشته باشند. برای مثال، خودکار PILOT G2 که به جای رنگدانه، حاوی ماده رنگزا[5] می‌باشد، با وجود ژله‌ای بودن رفتاری همانند جوهر مایع از خود نشان داد. همچنین بعضی از خودکارهای روغنی نیز همانند مایع رفتار کردند. مشاهدات اولیه نشان داد تشخیص جوهرهای هم‌رنگ و یا تیره، بسیار سخت است. سه حالت متفاوت از قرارگیری جوهرها دیده شد [۱۳]. شکل ۴ تصویر میکروسکوپی قرارگیری دو جوهر روی هم را نشان می‌دهد.

[1] Watermark
[2] Fabriano company

[3] Nil Ozbek
[4] Surgical blade
[5] Dye



شکل ۴- طرح و تصویر میکروسکوپی با بزرگنمایی ۱۰ برابر (خودکار- خودکار) مقیاس‌ها میکرومتر است [۱۳].

مورد الف، دو لایه تشکیل شده توسط خودکار آبی مایع Pilot V5 اعمال شده روی خودکار قرمز مایع Pilot V5 را نشان می‌دهد که دو جوهر، دولایه مجزا تشکیل داده‌اند. مورد ب، اختلاط و نفوذ جزئی خودکار آبی مایع Pilot V5 اعمال شده روی خودکار قرمز روغنی Pilot Super Grip و مورد ج اختلاط کامل خودکار آبی روغنی Paper Mate اعمال شده روی خودکار قرمز مایع Uniball Eye را نشان می‌دهد [۱۳]. جوهرها بطور جزئی و یا کلی در یکدیگر پخش شدند. مقدار این اختلاط از عوامل متفاوتی نشأت می‌گیرد که در این بین می‌توان به اختلاف گرانروی جوهرها، اختلاف میزان جوهر بکار برده شده که ناشی از فشارهای متفاوت می باشد و استفاده از وسائل نوشتاری مختلف، اشاره کرد. از میان ۱۹۲ نمونه، در ۴۹٪ نمونه‌ها دو لایه مجزا تشکیل شده است که منجر به تشخیص صحیح می گردد. در اکثر مواقع، در نمونه‌هایی که از دو جوهر هم‌نوع استفاده شده است، هرگاه جوهر آبی زیر جوهر قرمز قرار داشته، دو لایه تشکیل شده است. نفوذ بیشتر جوهر آبی حاکی از اختلاف ترکیب شیمیایی جوهرها می‌باشد. در نتایجی که تا به اینجا ذکر شد، (جداول ۱، ۲ و ۳) جوهر دوم دو روز بعد از جوهر اول روی کاغذ کشیده شده است. در نمونه‌های جدیدی که مورد آزمایش قرار گرفته‌اند، جوهر دوم سریعاً پس از کشیده شدن جوهر اول روی کاغذ قرار گرفته است. در این حالت انتظار می‌رود که جوهرها تمایل بیشتری برای مخلوط شدن داشته باشند. نتایج نشان می‌دهد زمان خشک‌شدن عامل مهمی در تعامل بین جوهرها با یکدیگر و کاغذ است به‌خصوص در تعامل بین جوهرهایی که هردو ژله‌ای باشند [۱۳].

جدول ۱- قرار گرفتن خطوط خودکار بر روی خودکار در حالت قرارگیری خودکار قرمز بر روی خودکار آبی (علامت ✓ برای مواردی که قابل تشخیص بوده است و علامت ✗ برای مواردی که امکان تشخیص وجود نداشته است.) [۱۳].

لایه آبی در پایین		لایه قرمز در بالا							
		روغن			مایع		ژل		
		Bic Crystal	Pilot Super Grip	Paper Mate	Pilot V5	Uniball Eye	Bic Atlantis	Pilot G2	Uniball Jetstream
روغن	Bic Crystal	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✗	✗
	Pilot Super Grip	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗
	Paper Mate	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗
مایع	Pilot V5	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗
	Uniball Eye	✗	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✗
ژل	Bic Atlantis	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓
	Pilot G2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗
	Uniball Jetstream	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓

جدول ۲- قرار گرفتن خطوط خودکار بر روی خودکار در حالت قرارگیری خودکار آبی بر روی خودکار قرمز (علامت ✓ برای مواردی که قابل تشخیص بوده است و علامت ✗ برای مواردی که امکان تشخیص وجود نداشته است) [۱۳].

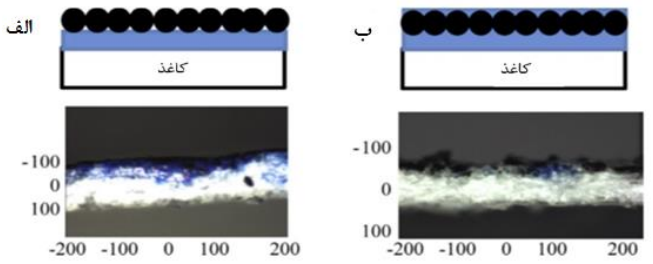
لایه قرمز در پایین		لایه آبی در بالا							
		روغن			مایع		ژل		
		Bic Crystal	Pilot Super Grip	Paper Mate	Pilot V5	Uniball Eye	Bic Atlantis	Pilot G2	Uniball Jetstream
روغن	Bic Crystal	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
	Pilot Super Grip	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
	Paper Mate	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗
مایع	Pilot V5	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Uniball Eye	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✗
ژل	Bic Atlantis	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✓	✗
	Pilot G2	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✗
	Uniball Jetstream	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✓

جدول ۳- قرار گرفتن خطوط خودکار بر روی خودکار در حالت قرارگیری خودکار آبی و چاپگر بر روی هم (علامت ✓ برای مواردی که قابل تشخیص بوده است و

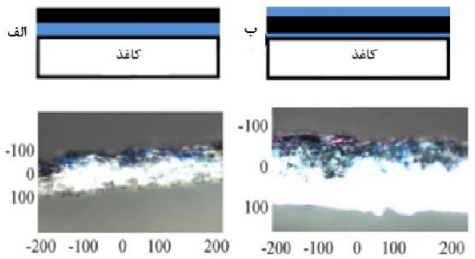
مقاله

علامت X برای مواردی که امکان تشخیص وجود نداشته است) [۱۳].

لایه بالایی		لایه پایینی						
		روغن			مایع		ژل		
		Bic Crystal	Pilot Super Grip	Paper Mate	Pilot V5	Uniball Eye	Bic Atlantis	Pilot G2	Uniball Jetstream
چاپگر	لیزر	√	√	√	√	√	√	√	√
	جوهرافشان	√	√	√	√	√	√	√	√
لایه پایینی		لایه بالایی							
		روغن			مایع		ژل		
		Bic Crystal	Pilot Super Grip	Paper Mate	Pilot V5	Uniball Eye	Bic Atlantis	Pilot G2	Uniball Jetstream
چاپگر	لیزر	X	X	X	X	X	X	X	X
	جوهرافشان	X	X	X	X	X	X	X	X



شکل ۵- طرح و تصویر میکروسکوپی با بزرگنمایی ۱۰ برابر (خودکار- چاپگر). مقیاس‌ها میکرومتر است [۱۳].



شکل ۶- طرح و تصویر میکروسکوپی با بزرگنمایی ۱۰ برابر (جوهر سیاه و خودکار آبی) مقیاس‌ها میکرومتر است [۱۳].

جدول‌های ۱ و ۲ نشانگر نتایج حاصل از تقاطع خودکار- خودکار می‌باشند که با توجه به آن‌ها، در محل تقاطع خطوط خودکار- خودکار که از یک نوع مایع و یا ژله‌ای باشند، دو لایه مجزا تشکیل می‌شود اما در برخورد خطوط خودکار- خودکار که هر دو روغنی هستند، ترکیب غیرقابل تشخیص خواهد بود. بر خلاف تأثیر زمان خشک شدن در تعامل بین جوهرها با یکدیگر و کاغذ، به خصوص در تعامل بین جوهرهایی که هردو ژله‌ای هستند، نوع کاغذ و فشار نوشتن تأثیر خاصی در نحوه توزیع جوهرها نداشته است. در این آزمایش‌ها نتایج وابسته به دید اپراتور بوده که خود عاملی محدودکننده است[۱۳].

چاپگرهای لیزری از ذرات جوهر پودر شده با نام تونر استفاده می‌کنند که بر اثر گرما با کاغذ ترکیب می‌شوند. از آن‌جایی که جوهر با کاغذ تنیده می‌شود، نفوذ کمتری در کاغذ از خود نشان می‌دهد. در بررسی انجام شده بر روی برخورد خطوط خودکار- چاپگر، از ترکیب هشت خودکار آبی و قرمز با تونر سیاه در تمامی حالت‌ها سی‌ودو نمونه حاصل شد (به این ترتیب که هشت خودکار آبی روی تونر، هشت خودکار قرمز روی تونر، تونر روی هشت خودکار آبی و تونر روی هشت خودکار قرمز قرار گرفتند) [۱۳].

شکل ۵ دو مورد از این نمونه‌ها را نشان می‌دهد. در مورد الف، دو لایه تشکیل شده حاصل از قرارگیری تونر مشکی روی خودکار آبی ژله‌ای Bic Atlantis و مورد ب اختلاط و نفوذ جزئی خودکار آبی ژله‌ای Bic Atlantis اعمال شده روی تونر مشکی را بیان می‌کند. در بخش الف از شکل ۵، جوهر تونر روی جوهر خودکار قرار گرفته و در بخش ب، جوهر تونر در عمق جوهر خودکار نفوذ کرده است. در چاپگرهای جوهرافشان معمولاً از جوهر مایع استفاده می‌شود [۱۳].

شکل ۶ دو نوع ایجاد شده از ترکیب‌های ناشی از تونر و جوهر خودکار را نشان می‌دهد. در مورد الف که نشانگر دو لایه تشکیل شده حاصل از قرارگیری جوهر مشکی چاپگر جوهرافشان روی خودکار آبی ژله‌ای Bic Atlantis می‌باشد، جوهر خودکار به داخل کاغذ نفوذ کرده است درحالی‌که جوهر چاپگر روی آن قرار دارد. مورد ب، اختلاط و نفوذ جزئی خودکار آبی ژله‌ای Bic Atlantis اعمال شده روی جوهر مشکی چاپگر جوهرافشان را نشان می‌دهد که در این حالت، جوهر چاپگر داخل کاغذ نفوذ کرده و بالا و پایین آن را جوهر خودکار پوشانده است [۱۳].

جدول ۳ نتایج حاصل از تقاطع جوهر خودکار و چاپگر را نشان می‌دهد. در تمام مواردی که جوهر چاپگر روی جوهر خودکار بوده، دو لایه مجزا دیده شده است. توجه شود که جوهر جوهرافشان مایع بوده ولی جوهر تونر پودری می‌باشد، به همین دلیل جوهر چاپگر جوهر افشان، نفوذپذیری بیشتری نسبت به جوهر تونر دارد. اوزبک و همکاران تقاطع چاپگر و خودکار را مورد توجه قرار دادند. نتایج حاکی از آن است که ترکیب دو لایه هر زمانی که جوهر چاپگر بر روی جوهر خودکار قرار بگیرد برای تقاطع های شامل چاپگرهای لیزری و جوهر افشان قابل تشخیص است. برعکس، زمانی که

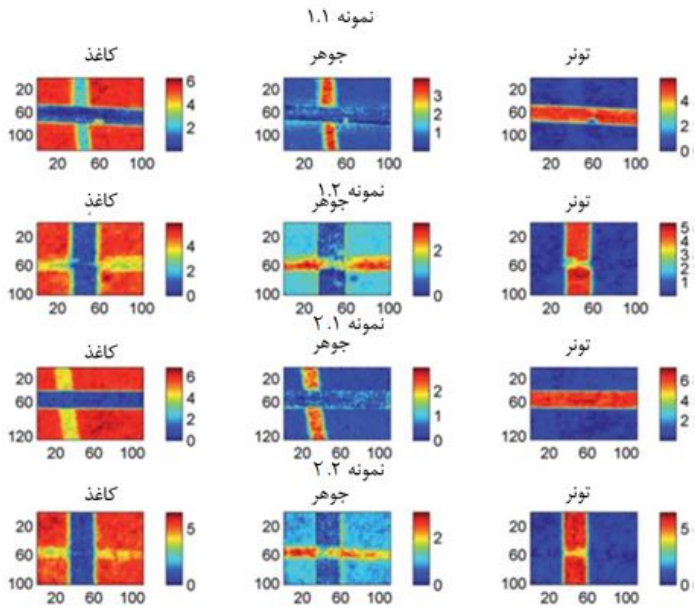
جوهر خودکار روی جوهر چاپگر قرار می‌گیرد، جوهر خودکار تمایل دارد به داخل جوهر چاپگر نفوذ کند که در نهایت ترکیبی از جوهرها را به وجود می‌آورد [۱۳].

در مطالعه دیگری که توسط اوزبک و همکارانش انجام شده و در آن توالی نوشتن و چاپ را مورد تحلیل قرار دادند، از ده خودکار مشکی برای تولید نمونه‌ها کمک گرفته شد. این ده خودکار در چهار نوع متفاوت از شش برند مختلف تهیه شدند که شامل دو برند خودکارهای ژله‌ای، یک برند خودکار مایع و یک برند مربوط به خودکار هیدروگرافیک[1] بود. تمامی آن‌ها از پرفروش‌ترین خودکارهای موجود بودند. برای تولید نمونه‌ها، از کاغذ سولفیت[2] A4 استفاده شد جز در مواردی که برای تشخیص دست‌کاری و اضافه کردن متن در چک‌های بانکی بود که در آن صورت از همان نوع استفاده شده بود. دلیل این تفاوت در استفاده از کاغذهای مختلف این است که در اکثر پرونده های ارجاعی از کاغذهای مربوطه استفاده شده بود. در جعل نوع اول (خط خطی کردن متن) نود نمونه، در جعل نوع دوم (اضافه کردن متن) بیست‌ودو نمونه و در جعل نوع سوم (یافتن توالی خطوط متقاطع) چهل نمونه توسط این محققین تهیه شد. آن‌ها از چاپگرهای تونر و جوهرافشان و همچنین خودکارهای آبی و قرمز جهت تولید نمونه‌هایی از لایه‌های روی هم قرار گرفته، استفاده کردند و با یک برش عرضی، لایه‌ها را با میکروسکوپ مورد بررسی قرار دادند. در نمونه‌های با جوهرهای سیاه و یا هم‌رنگ، تشخیص با مشکلات فراوانی روبه‌رو شد. در نمونه‌ای که یک چاپگر لیزری ذرات جوهر پودر شده را با شارژ الکتریکی و حرارت دیده‌شده با کاغذ ترکیب کرد، نفوذ کمی در کاغذ صورت گرفت، در عوض جوهر خنک شده به سلول‌های فیبری چسبید. هنگامی که لایه تونر روی لایه جوهر خودکار قرار گرفت، دو لایه مجزا دیده شد. هنگامی که جوهر خودکار روی تونر قرار داشت، جوهر تمایل به نفوذ داخل تونر داشته و ترکیبی بین جوهرها به‌وجود آمد. هنگامی که تونر روی جوهر بود، دلیل اینکه شکافی در نقطه تقاطع دیده شد می‌تواند آن باشد که سطح کاغذ جهت قرار گرفتن تونر بسیار حائز اهمیت است. پس هنگامی که تونر روی کاغذی که قبلا جوهر بر روی آن قرار گرفته می‌نشیند، مقدار توزیع آن متفاوت خواهد بود و شکافی در خط تونر ایجاد می‌شود. مواردی که برای جعل نوع سوم قابل تشخیص نبودند، خودکار هیدروگرافیک و یکی از خودکارهای ژله‌ای بود. با توجه به موارد دیده شده، هنگامی که شکافی در خط تونر دیده شود، احتمالا تونر روی جوهر قرار گرفته و با یک پرونده جعل روبه‌رو هستیم [۴].

شکل ۷ نقشه‌های توزیعی مربوط به کاغذ، جوهر و تونر را برای دو جفت نمونه نمایش می‌دهد. نمونه‌های ۱.۱ و ۱.۲ با یک خودکار تولید شدند در حالی‌که در نمونه ۱.۱،جوهر بر روی تونر قرار داشته در حالی‌که در نمونه ۱.۲، جوهر زیر تونر قرار دارد. این مورد در نمونه‌های ۲.۱ و ۲.۲ نیز صدق می‌کند. نقاط قرمز نشان‌گر بیشترین مقدار طول موج انتخابی (در هر ردیف کاغذ، جوهر و تونر به ترتیب به عنوان طول موج مبنا انتخاب شده‌اند و فاصله به صورت مثبت با رنگ‌ها مشخص شده است.) می باشد و نقاط آبی نشان‌گر بیشترین اختلاف نسبت به نقاط قرمز هستند[۴]. هنگامی که خط جوهر زیر خط تونر قرار دارد، شکافی در نقطه برخورد نقشه تونر مشاهده شده است. در بیست جفت نمونه ارزیابی شده، هفده مورد چنین رفتاری را از خود نشان دادند [۴].

[1] Hydrographic pen (Hydrographic Paper Mate-H1)

[2] کاغذ سولفیت به صورت یک رو روغنی بوده و برای مصارف شکلات‌سازی و بسته‌بندی مصارف غذایی و در پزشکی کاربرد دارد [۱۴].



شکل ۷- نقشه‌های توزیعی مربوط به کاغذ، جوهر و تونر برای نمونه‌های ۱.۱، ۱.۲، ۲.۱ و ۲.۲ [۴].

مقاله

تحقیقات دیگری نیز در حوزه برخورد خطوط انجام شده است. در مطالعه‌ای که مونتانی و همکارانش [۱۵] انجام دادند، توانایی میکروسکوپ دیجیتالی جهت تعیین توالی خطوط بین خودکارهای رولربال[1] و چاپگرهای لیزری مورد بررسی قرار گرفت. آنها نشان دادند هنگامی که تونر قبل از جوهر چاپ شده باشد، بازتاب روشنی در قسمت تقاطع نمونه مشاهده می شود در حالی‌که این رخداد در هیچ یک از دیگر تقاطع ها دیده نشده بود. پس نتیجه گرفتند در نمونه‌هایی که هیچ قسمت براقی در تقاطع دیده نمی‌شود، متخصصان نباید آن نمونه را به عنوان یک توالی خطوط خودکار رولربال و تونر طبقه‌بندی کنند.

۳-۲- روش شیمیایی

روش‌های شیمیایی غالباً روش‌های مخربی هستند که برای تجزیه جوهرها، تشخیص اختلاف رنگ جوهرها، ترکیب جوهرها، تجزیه کاغذها و تشخیص جنس کاغذهای متعدد استفاده می‌گردد. آزمایش‌های شیمیایی عمدتاً برای ظهور نوشته‌هایی است که محو و پاک شده‌اند، مثلا برای ظهور آثار یا خطوطی که در شناسنامه‌ها یا اسناد رسمی با جوهر نوشته می‌شود به کار می‌رود. گاهی اوقات ظهور آثار نامبرده لحظه‌ای می‌باشد، یعنی ظاهر می‌شود و پس از چند دقیقه مجدداً پاک می‌شود که البته می‌توان در لحظه ظهور از سند عکس گرفت. از جمله این روش‌ها می‌توان به روش‌های کروماتوگرافی[2] اشاره نمود [۶].

۳-۳- روش‌های مقایسه‌ای

علم و تجربه ثابت کرده است که هر فردی در نگارش و تحریر دارای عادات منحصر به فرد تحریری و نگارشی خاص خود می‌باشد که تجلی این عادات را در نحوه‌ی نقطه‌گذاری، سرکش‌گذاری، دندانه‌گذاری، مکث، فشار و لرزش قلم، فواصل حروف و کلمات و غیره می‌توان مشاهده نمود. بنابراین با تشخیص عادت‌های تحریری و نگارشی منحصر به فرد اشخاص و مقایسه‌ی آن‌ها با اسناد و نوشته‌های مورد نظر، می‌توان انتساب یا عدم انتساب نوشته و امضاء به شخص مورد نظر و هم‌چنین اصالت یا جعلی بودن نوشته و امضای مزبور را تعیین نمود. برای رسیدن به این هدف و در راستای دست‌یابی به مهارت‌های نگارشی و تحریری منحصر به فرد اشخاص درکشف علمی جرائم از دو روش استفاده می‌شود که عبارتند از [۶]:

الف) روش خطوط و امضاهای اسکناس: در این روش از شخص مورد نظر درخواست می‌شود تا خطوط و امضاهایی را تحت شرایطی معین تحریر نماید که طبیعتاً این خطوط و امضاها مختص شخص می‌باشد و در پی بردن به صحت خطوط و امضای مورد نظر، کمک شایانی می‌کند [۱۶].

ب) روش خطوط و امضاهای متعارف و مسلم الصدور[3]: تطبیق خط، امضا، مهر یا اثر انگشت سند مورد تعرض با اسناد مسلم‌الصدور رایج‌ترین راهی است که ارائه می‌شود بنابراین فردی که باید اصالت سند یا جعلی بودن آن را اثبات کند، سند مسلم‌الصدوری به دادگاه ارائه می‌دهد تا حسب مورد خط، امضا، مهر یا اثر انگشت سند با آن مطابقت داده شود. اساس تطبیق ممکن است سند عادی یا رسمی باشد [۱۶].

۳-۴-روش‌های ترکیبی

ترکیب روش‌های ماکروسکوپیک و نوری ویژگی‌های جوهر همچون رنگ، جذب، درخشندگی و براقیت را در نتیجه به‌دست‌آمده، تأثیر می‌گذارد. از مزایای این روش می‌توان سرعت و غیرمخرب بودن آن را نام برد اما در مواردی که از رنگ‌های تیره استفاده شده و یا جوهرها به دلیل ترکیبات و خواص مشابه در یکدیگر پخش شده‌اند، تحقیقات بسیار گمراه‌کننده بوده و به شدت به تفسیر انسانی وابسته است. در چنین مواردی باید از روش‌هایی که ویژگی‌های شیمیایی بیشتری را مورد بررسی قرار می‌دهند، بهره جست. معمولاً هریک از این روش‌ها محدودیت‌هایی دارند که بهتر است از ترکیب چند مورد جهت دست‌یابی به دقت بالا استفاده کرد [۶].

فرآیند تقاطع دو خط جوهری، فرآیندی پویا (دینامیک) بوده که متغیرهای فیزیکی و شیمیایی بسیاری تعامل بین جوهرها و کاغذ را مشخص می‌کند. در مورد خودکارها می‌توان فشار نوشتن، نوع خودکار و نوع جوهر استفاده شده، ترکیب شیمیایی جوهر و ویژگی‌های آن را نام برد. زمان بین نوشته شدن دو جوهر که خود وابسته به فرآیند خشک شدن جوهرها می‌باشد، عامل مهمی است. مشخصات کاغذ همانند ساختار و سطح، نحوه توزیع جوهرها را جهت می‌دهد. در نهایت می‌توان به عوامل خارجی مانند گرما، رطوبت و نور اشاره نمود [۹].

دو باور غلط همواره پژوهشگران را گمراه کرده است که عبارتند از ۱- جوهر به طور همگن پخش می‌شود و ۲- جوهرها در نقطه برخورد یک لایه فشرده تشکیل می‌دهند. برای رسیدن به درکی جامع از نحوه پخش جوهرها در کاغذ در نمونه‌های مختلف برشی عرضی ایجاد نموده و زیر نور میکروسکوپ، آن‌ها را آزمایش کرده‌اند. در این روش، از تیغ جراحی استفاده می‌شود. این روش در اجرا آسان است اما نیاز به دقت و مهارت دارد و باید دقت شود به فیبرهای کاغذ آسیبی نرسد. روش‌های دیگری که جهت نفوذ جوهر استفاده می‌شوند عبارتند از: روش پرتوی یونی متمرکز[4]، تصویربرداری میکروسکوپی الکترونی[5]، تصویربرداری میکروسکوپی لیزر[6] و طیف‌سنجی فوتوالکترون پرتو X[7]، اما تمامی این‌ها علاوه بر پیچیدگی و زمان‌بر بودن، نیاز به تجهیزات گران دارند و میزان غلظت جوهر جوهرافشان در مطالعات مربوط به چاپ آن، تأثیرگذار است [۹].

[1] این نوع خودکار، پایه مایع است:Rollerball pens
[2] Chromatography
[3] نوشته‌های عادی که در دفاتر اسناد رسمی گواهی امضا شوند طبق قانون مسلم الصدور شناخته می‌شوند [۱۷].
[4] Focused ion beam techniques
[5] Scanning electron microscopy
[6] Confocal laser scanning microscopy
[7] X-ray photoelectron spectroscopy

۴-نتیجه‌گیری

یکی از مسائل مهم در امور قضایی، موضوع تشخیص اسناد جعلی می‌باشد که روش‌های مختلفی برای آن وجود دارد. یکی از مهم‌ترین موارد مرتبط با جعل سند در امور قضایی تشخیص توالی چاپ و مرکب از یکدیگر می‌باشد. برخی از روش‌های تشخیص جعل سند مخرب و برخی غیرمخرب هستند و از نظر سهولت استفاده و در دسترس بودن نیز با هم تفاوت دارند. از میان تمام روش‌های موجود که برای تشخیص توالی خطوط مورد استفاده قرار می‌گیرد، در مواردی که سند مورد بررسی در فرآیند قانونی مورد استفاده قرار خواهد گرفت، برای حفظ سند و نیز پرونده‌های قضایی، نیاز است تا از روش غیرمخرب استفاده شود. محققان زیادی تاکنون مطالعاتی در زمینه تشخیص توالی چاپ و جوهر انجام داده‌اند که نتیجه آن تشخیص ترتیب توالی چاپ و جوهر بوده است. اما همانطور که پیداست، به دلیل حضور عوامل مختلفی همچون نوع جوهر، نوع کاغذ، نوع چاپگر و غیره تاکنون روشی کمی، جامع، قطعی و دقیق برای تشخیص این نوع از جعل حاصل نشده است.

۵- مراجع

۱. کتاب پنجم قانون مجازات اسلامی، تعزیرات و مجازات‌های بازدارنده، فصل پنجم، ماده ۵۲۳، **۱۳۷۵**.

۲. دکتر حسین میرمحمد صادقی، " جرایم علیه امنیت و آسایش عمومی"، میزان، تهران، **۱۳۹۵**.

3. "forgery", https://legaldictionary.net/forgery/, viewed 12 February **2018**.

4. C. Silva, M. Pimentel, R. Honorato, C. Pasquini, J. Prats-Montalbán, A. Ferrer, "Near infrared hyperspectral imaging for forensic analysis of document forgery". The Analyst, 139, 5176-5184, **2014**.

5. S. Shang, N. Memon, X. Kong, "Detecting documents forged by printing and copying", J Adv Signal Process, 140, 2014.

6. "جعل اسناد"، https://www.mehrdadtalebi.ir, May **2017**.

7. O. Jasuja, A. Singla, P. Chattopadhyay, "A simple method for determining the sequence of intersecting ball pen lines", J. Forensic Sci. Soc. 27, 227-230, **1987**.

8. K. Bojko, C. Roux, B. Reedy, "An Examination of the Sequence of Intersecting Lines Using Attenuated Total Reflectance-Fourier Transform Infrared Spectral Imaging", J. Forensic Sci. 53, 1458-1467, **2008** .

9. "نخ اسکناس"، http://www.sepi.ir, October **2017**.

10. "تشخیص جعل"، E. J. Will, D.BFDE, http://www. qdewill.com /labtour.html 2009, Octobr **2017**.

11. "واترمارک چیست"، http://iranholo.com/hologram/watermark, October **2017**.

12. Y. Wang, Bing Li, "Determination of the sequence of intersecting lines from laser toner and seal ink by Fourier transform infrared microspectroscopy and scanning electron microscope / energy dispersive X-ray mapping", Sci Justice, 52, 112–118, **2012**.

13. N. Ozbek, A. Braz, M. López-López, C. García-Ruiz, "A study to visualize and determine the sequencing of intersecting ink lines", Forensic Sci. Int. 234, 39-44, **2014**.

14. "خودکار هیدروگرافیک", http: // mahdipapershop. com /home, September **2017**.

15. I. Montani, W. Mazzella, M. Guichard and R. Marquis, "Examination of Heterogeneous Crossing Sequences Between Toner and Rollerball Pen Strokes by Digital Microscopy and 3-D Laser Profilometry", J. Forensic Sci. **2012**.

16. "امضای جعلی"، http://www.ssaa.ir/Subject View/tabid/73/ Code/ 411/Default.aspx, November **2017**.

17. "قانون دفتر اسناد رسمی"، http://n1147.com/index.php/fa /rights /2017-02-11-20-30-29, November **2017**.