ประสิทธิภาพของเครื่องตรวจเอกสารสำหรับกระดาษที่ผ่านการกด
The efficiency of document examination for indented writing of papers

ณรงค์ กุลนิเทศ[1*], นนทพัทธ์ ยั้งประยุทธ์[2] และ อธิป ลอศิริกุล[3]
Narong Kulnides[1*], Nontaphat Yangprayut[2] and Athip Lorsirigool[3]

Received: 11 April 2023 ; **Revised**: 2 June 2023 ; **Accepted**: 5 July 2023

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้ เพื่อทราบถึงประสิทธิภาพของแสงเฉียงของเครื่องตรวจพิสูจน์เอกสารในด้านการตรวจหารอยกดบนแผ่นกระดาษรองเขียนที่ต่างชนิดกัน และศึกษาคุณสมบัติของการเขียนผ่านรอยกดที่ตรวจพบ ผู้วิจัยใช้วิธีเชิงปริมาณในการศึกษา จากการทดลองกำหนดแหล่งกำเนิดแสงเฉียงที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพนั้นมาจากทางด้านซ้ายและขวา สูงห่างจากแผ่นกระดาษ 10 มิลลิเมตร และแหล่งกำเนิดแสงเฉียงทำมุม 10 องศา กับแนวระดับ ในการศึกษาใช้กระดาษที่ต่างกันดังนี้ กระดาษถ่ายเอกสารขนาด 70 และ 80 แกรม และกระดาษรายงานขนาด 70 แกรม นอกจากนี้ยังศึกษาอิทธิพลของชนิดของปากกาที่ใช้ในการเขียน ผ่านปากกาหมึกเจล และปากกาลูกลื่น ซึ่งจากการศึกษาพบว่าแสงเฉียงภายใต้เครื่องตรวจพิสูจน์เอกสารมีประสิทธิภาพตรวจพบรอยกดบนแผ่นกระดาษรองได้สูงสุดที่จำนวน 3 แผ่น กระดาษและปากกาที่ต่างชนิดกันมีค่าเฉลี่ยจำนวนแผ่นรองเขียนที่ตรวจพบรอยกดแตกต่างกัน โดยที่ปากกาลูกลื่นที่เขียนในกระดาษถ่ายเอกสารขนาด 70 แกรม และ 80 แกรม และกระดาษรายงานมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.5, 1.2 และ 1.2 แผ่นตามลำดับ ในส่วนปากกาหมึกเจลที่เขียนในกระดาษถ่ายเอกสารขนาด 70 แกรม 80 แกรม และกระดาษรายงานมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.0, 1.0, และ 0.8 แผ่น ตามลำดับ ถึงแม้ค่าเฉลี่ยจำนวนแผ่นกระดาษรองที่ตรวจพบรอยกดจะแตกต่างกันแต่จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางตัวประกอบที่ค่านัยสำคัญทางสถิติที่ $p<0.05$ พบว่ากระดาษและปากกาที่ต่างชนิดกันไม่ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการหารอยกดด้วยเครื่องตรวจพิสูจน์เอกสาร งานวิจัยนี้จึงเป็นประโยชน์ในการตรวจพิสูจน์หลักฐานทางเอกสารสำหรับงานทางนิติวิทยาศาสตร์

คำสำคัญ: แสงเฉียง, เครื่องตรวจพิสูจน์เอกสาร, รอยกดบนแผ่นกระดาษรอง

Abstract

This study aimed to know the effectiveness of oblique light for document examination in detecting indented writing on different types of papers and to study the properties of writing through the detected indented writing. Quantitative research was used, to determine that the oblique light source used to establish its effectiveness came from the left and right sides, ten millimeters above the sheet of paper, and the oblique light source at an angle of 10° to the level line. The study used different papers. - 70 and 80 gsm copy paper and 70 gsm report paper. It also studied the influence of pen types used in writing using gel ink pens and ballpoint pens, which, according to studies, showed that oblique light inside the proof of document examination a maximum of 3 sheets of indented writing on parchment sheets. Ballpoint pens writting on 70 gsm, 80 gsm, and report papers averaged 1.5, 1.2, and 1.2, respectively. Gel pens writting in 70 gsm, 80 gsm paper and report paper in the ink pen averaged 1.0, 1.0, and 0.8, respectively. Although the average number of sheets of paper detected for indented writing was different, according to the analysis of two variances factored at a statistical significance of $p<0.05$, different types of paper and pens did not affect the effectiveness of

[1] รองศาสตราจารย์ สาขานิติวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา กรุงเทพมหานคร 10300
[2] วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขานิติวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา กรุงเทพมหานคร 10300
[3] สาขานิติวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา กรุงเทพมหานคร 10300
[1] Associate Professor, Department of Forensic Science, Graduated School, Suan Sunandha Rajabhat University, Bangkok, 10300
[2] Master's Degree, Department of Forensic Science, Graduated School, Suan Sunandha Rajabhat University, Bangkok, 10300
[3] Department of Forensic Science, Graduated School, Suan Sunandha Rajabhat University, Bangkok, 10300
* Corresponding author: E-mail: narong.ku@ssru.ac.th

detecting pressure marks with a poof of document examination. The research will be useful in examining documentary evidence in forensic science.

Keywords: Oblique light, document examination, indented writing

บทนำ

นิติวิทยาศาสตร์ เป็นศาสตร์ที่นำวิทยาศาสตร์แขนงต่างๆ มาประยุกต์ใช้เพื่อแก้ไขปัญหาอาชญากรรม โดยเฉพาะในยุคปัจจุบันที่กระบวนการยุติธรรมนั้นลดความน่าเชื่อถือของพยานบุคคลแต่ให้ความสำคัญกับพยานเงียบ หรือพยานทางนิติวิทยาศาสตร์มากขึ้น กล่าวได้ว่าผลชี้ขาดของกระบวนการยุติธรรมว่ามีความผิดหรือไม่มีความผิดนั้นขึ้นอยู่กับหลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์ (Neumann *et al*, 2011)

งานทางด้านนิติวิทยาศาสตร์มีด้วยกันหลายแขนง อาทิเช่น งานด้านตรวจสถานที่เกิดเหตุ (crime scene investigate) ซึ่งเป็นงานที่เป็นหัวใจสำคัญของงานทางด้านนิติวิทยาศาสตร์ มีหน้าที่หลัก คือ เสาะหาและเก็บวัตถุพยานที่พบเห็น หรือหลบซ่อนอยู่ในบริเวณสถานที่เกิดเหตุ งานด้านลายนิ้วมือแฝง (latent fingerprint) ทำหน้าที่ตรวจเปรียบเทียบลายนิ้วมือแฝงที่ตรวจพบในสถานที่เกิดเหตุกับลายนิ้วมือของบุคคลที่ต้องสงสัย นอกจากนี้นิติวิทยาศาสตร์ยังมีงานที่เกี่ยวข้องกับการตรวจการปลอมแปลงลายมือชื่อหรือการปลอมแปลงเอกสาร งานดังกล่าวในประเทศไทยเรียกว่า งานตรวจเอกสาร (question document) การตรวจพิสูจน์เอกสารนั้นในต่างประเทศถือว่าเป็นเรื่องที่มีมานานและมีหน่วยงานเฉพาะที่มีหน้าที่ดูแลงานที่เกี่ยวข้องกับงานด้านตรวจพิสูจน์เอกสาร หรือหน่วยงานสนับสนุนด้านดังกล่าว อาทิเช่น ในประเทศสหรัฐอเมริกามีหน่วยงานที่ชื่อว่า The United States Secret Service Digital Ink Library โดยหน่วยงานดังกล่าวมีหน้าที่เก็บข้อมูลทางโครมาโทกราฟี (chromatography) ของหมึกปากกาทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ (Neumann *et al*, 2011) ในส่วนของประเทศไทยงานด้านการตรวจพิสูจน์เอกสาร มีหน่วยงานที่กำกับดูแลด้วยกัน 2 หน่วยงาน คือ สำนักงานด้านการตรวจพิสูจน์หลักฐานตำรวจ สำนักงานตำรวจแห่งชาติ และอีกหนึ่งหน่วยงาน คือ สถาบันนิติวิทยาศาสตร์ สังกัดกระทรวงยุติธรรม (พิชศาล พันธุ์วัฒนา, 2560)

ขอบข่ายหน้าที่ที่กลุ่มงานตรวจเอกสาร สำนักงานพิสูจน์หลักฐานตำรวจ ได้รับมอบหมาย อาทิเช่น การตรวจเปรียบเทียบคุณสมบัติของลายมือของแต่ละบุคคล การตรวจหาร่องรอยการขูดลบแก้ไขในเอกสารและการตรวจเปรียบเทียบชนิดหมึกชนิดปากกา เป็นต้น นอกจากนี้งานตรวจพิสูจน์เอกสารยังมีหน้าที่ตรวจหาข้อความที่เกิดจากรอยกดบนแผ่นกระดาษรองเขียน ซึ่งการตรวจหาข้อความจากรอยกดบนแผ่นกระดาษดังกล่าว ทางนิติวิทยาศาสตร์อาศัยหลักการทางไฟฟ้าสถิตผ่านเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่เรียกว่า Electrostatic detection apparatus หรือ ESDA ซึ่งถึงแม้เครื่องมือนี้จะมีประสิทธิภาพสูงและเป็นเครื่องมือมาตรฐานที่ได้รับการยอมรับในระดับสากลในงานด้านตรวจหารอยกด แต่อย่างไรก็ตามการใช้เครื่องตรวจหารอยกดนั้น มีขั้นตอนการทำงานที่ซับซ้อนและยุ่งยาก นอกจากนี้เครื่องตรวจหารอยกดมีปัจจัยที่ต้องควบคุมหลายประการ อาทิเช่น การควบคุมความชื้นของกระดาษ สัดส่วนปริมาณของเม็ดบีทกับผงฝุ่น หรือขนาดของเม็ดบีทเอง ซึ่งปัจจัยทั้งหมดล้วนส่งผลต่อประสิทธิภาพของการตรวจหารอยกดทั้งสิ้น (อมรเทพ พลศึก, 2559)

นอกจากเครื่องตรวจหารอยกด กลุ่มงานตรวจเอกสารมีเครื่องมือที่สำคัญอีกหนึ่งเครื่อง คือ เครื่องตรวจพิสูจน์เอกสาร (document examination) ซึ่งเครื่องตรวจพิสูจน์เอกสารนี้เป็นเครื่องมือที่สำคัญที่สุดในงานด้านตรวจเอกสาร ศูนย์พิสูจน์หลักฐานบางแห่งมีเครื่องตรวจนี้มากกว่าหนึ่งเครื่องไว้ใช้งาน เนื่องจากเครื่องมือดังกล่าวสามารถปฏิบัติงานได้หลายรูปแบบ ทั้งการตรวจชนิดหมึกปากกา การตรวจหาร่องรอยการแก้ไข หรือการตรวจเปรียบเทียบธนบัตรรัฐบาลที่แท้จริง นอกจากคุณสมบัติที่ได้กล่าวไปข้างต้นแล้วนั้น เครื่องตรวจพิสูจน์เอกสารยังสามารถตรวจหารอยกดบนแผ่นกระดาษรองเขียนได้เช่นเดียวกันกับเครื่องตรวจหารอยกด โดยอาศัยแสงเฉียงซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดแสงชนิดหนึ่งที่อยู่ภายในตัวเครื่อง (Mial *et al*, 2021) จากความขาดแคลนเครื่องตรวจหารอยกดของกลุ่มงานตรวจพิสูจน์เอกสารบางแห่ง ผนวกกับเป็นเครื่องมือที่ไม่ได้รับความสนใจ ยากต่อการจัดซื้อ แตกต่างกันกับเครื่องตรวจพิสูจน์เอกสารที่มีเครื่องจำนวนมาก และถูกจัดอันดับความสำคัญเป็นอันดับหนึ่งของกลุ่มงานทำให้งานต่อการจัดซื้อ แต่อย่างไรก็ตามจากค้นคว้าข้อมูลของผู้เขียนพบว่าไม่มีงานวิจัยระบุถึงประสิทธิภาพของแสงเฉียงภายในเครื่องตรวจพิสูจน์เอกสารในด้านการตรวจหารอยกดบนแผ่นกระดาษรองเขียน ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาถึงประสิทธิภาพในการตรวจหารอยกดบนกระดาษแผ่นรองด้วยเครื่องตรวจพิสูจน์เอกสารในแต่ละชนิดของกระดาษและชนิดของปากกาที่แตกต่างกัน

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการตรวจหารอยกดบนกระดาษแผ่นรองเขียนด้วยเครื่องตรวจพิสูจน์เอกสารในกระดาษแต่ละชนิด

2. เพื่อศึกษารอยกดบนกระดาษแผ่นรองเขียนด้วยเครื่องตรวจพิสูจน์เอกสารจากการใช้ปากกาที่ต่างชนิดกัน

วิธีการดำเนินงานวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

งานวิจัยนี้ทำการเก็บตัวอย่างลายมือเขียนข้อความของผู้เข้าร่วมการทดลอง 5 ท่าน โดยผู้เข้าร่วมการทดลองทุกท่านเป็นบุคคลที่อยู่ในวัยทำงาน และเป็นบุคคลที่ไม่มีโรคหรืออาการเจ็บป่วยที่ส่งผลกระทบต่อการเขียน ในการเลือกผู้เข้าร่วมการทดลอง ผู้วิจัยเลือกบุคคลที่มีการศึกษาอยู่ในระดับอย่างน้อยปริญญาตรี เนื่องจากบุคคลเหล่านี้มีคุณภาพลายมือที่ค่อนข้างสูง และควบคุมไม่ให้เกิดความต่างในด้านความสามารถและประสบการณ์ในการเขียน โครงการวิจัยได้ผ่านการอนุมัติจากคณะกรรมการจริยธรรมวิจัยมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา (COE.1-033/2023)

2. เครื่องมือและอุปกรณ์

ในงานวิจัยนี้ใช้การตรวจหารอยกดบนแผ่นกระดาษรองเขียนด้วยเครื่องตรวจพิสูจน์เอกสาร โดยเครื่องมือดังกล่าวประกอบไปด้วยอุปกรณ์ 2 ส่วน คือ ส่วนกล้องที่ทำหน้าที่ถ่ายภาพ ที่มีแหล่งกำเนิดแสงเฉียงภายในอุปกรณ์ รุ่น VSC 8000 ความยาวคลื่นที่ใช้อยู่ในช่วง 400-1,000 นาโนเมตร และอีกส่วนคือส่วนจอแสดงภาพ มีหน้าที่แสดงภาพเป็นส่วนที่ผู้ใช้งานสามารถปรับแสง ระยะโฟกัสได้ตามต้องการของผู้ใช้ (Figure 1)

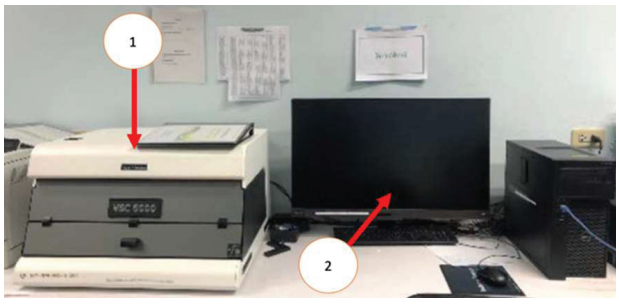

Figure 1 Document examination machine. The internal camera module that uses an oblique light source to take photographs (1) and the display part where the user can change the exposure and focus distance (2).

วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ กระดาษเอกสาร ขนาด 70 และ 80 แกรม กระดาษรายงานขนาด 70 แกรม ปากกาลูกลื่น ขนาด 0.5 มิลลิเมตร ปากกาหมึกเจล ขนาด 0.5 มิลลิเมตร อุปกรณ์เย็บกระดาษ และเครื่องพิมพ์

3. การออกแบบการทดลอง

3.1 เตรียมกระดาษรองเพื่อหารอยกด

การเตรียมกระดาษรอง ผู้วิจัยเตรียมกระดาษทั้งสิ้น 30 ชุด แบ่งเป็นกระดาษเอกสารขนาด 70 แกรม 10 ชุด กระดาษเอกสารขนาด 80 แกรม 10 ชุด และกระดาษรายงานขนาด 70 แกรม 10 ชุด นำกระดาษเอกสารขนาด 70 และ 80 แกรม และกระดาษรายงานขนาด 70 แกรม แต่ละขนาดเลือกมา 6 แผ่นและเย็บรวมกันด้วยเครื่องเย็บกระดาษที่มุมขวาของกระดาษ โดยก่อนจะทำการเย็บ ผู้วิจัยจะนำกระดาษแผ่นบนสุดที่ทำหน้าที่เป็นกระดาษสำหรับเขียนนั้นไปพิมพ์ข้อความและแนวเส้นบรรทัดเพื่อให้ผู้เข้าร่วมทดลองได้เขียนในจุดที่กำหนดในลักษณะเดียวกัน (Figure 2) ซึ่งผู้ร่วมการทดลองจะเขียนชื่อตนเองที่กระดาษแผ่นแรกของแต่ละชุด ชุดละ 5 ครั้ง ดังนั้นเมื่อสิ้นสุดการเขียนผู้เข้าร่วมการทดลองจะได้เขียนชื่อตนเองทั้งสิ้น 30 ครั้ง แบ่งเป็นการเขียนด้วยปากกาลูกลื่น 15 ครั้ง และการเขียนด้วยปากกาหมึกเจล 15 ครั้ง

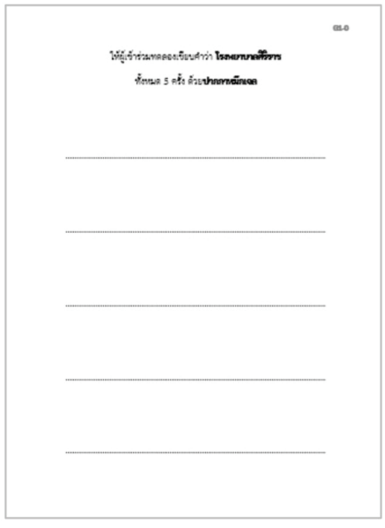

Figure 2 Sample images of the first sheet of each set.

3.2 มุมของแสงเฉียงและระยะความสูงจากกระดาษ

เงื่อนไขของการพิจารณาแหล่งกำเนิดแสงที่เหมาะสมพิจารณาจากรอยกดภาพที่ให้ความชัดเจนครบถ้วน เหมือนกับภาพต้นฉบับมากที่สุด ซึ่งเมื่อพิจารณาพบว่าแสงเฉียงที่มาจากทางด้านซ้ายและขวา ที่มุม10 องศากับแนวระดับของแหล่งกำเนิดแสง สูงห่างจากกระดาษ 10 มิลลิเมตร ให้ภาพรอยกดที่ชัดเจนที่สุด (Figure 3) เมื่อได้เงื่อนไขของแสงที่เหมาะสมแล้วจึงนำไปทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องตรวจพิสูจน์เอกสารในการตรวจหารอยกดบนกระดาษรองเขียนในกระดาษและปากกาที่ต่างชนิดกันในขั้นตอนต่อไป

Figure 3 Image of the 1st paper backing using oblique light shining to the left, height 10 mm.

4. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยนำข้อมูลจากการทดลองมาบันทึกผลใส่ตาราง โดยภายในตารางจะเป็นข้อมูลการตรวจหารอยกดของผู้เข้าร่วมการทดลองแต่ละท่านและแต่ละชนิดของปากกา หลังจากบันทึกผลของแต่ละท่านแล้วผู้วิจัยจะนำค่าเฉลี่ยที่ได้มารวมกันเหลือเพียงหนึ่งตารางเพื่อให้ง่ายต่อการวิเคราะห์ เปรียบเทียบและสรุปผลการวิจัย โดยสถิติที่ใช้ได้แก่ สถิติเชิงพรรณนา ซึ่งจะเป็นการหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของข้อมูล และสถิติเชิงอนุมาน ที่ใช้วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจำนวนแผ่นกระดาษที่ตรวจพบรอยกดบนกระดาษด้วยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-way ANOVA) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป IBM SPSS Statistic 29 มีค่านัยสำคัญทางสถิติอยู่ที่ $p<0.05$ โดยมีสมมติฐานดังนี้

ชนิดของกระดาษ

H_0 = ชนิดของกระดาษไม่มีผลต่อจำนวนรอยกดที่พบ

H_1 = ชนิดของกระดาษมีผลต่อรอยกดที่พบ

ชนิดของปากกา

H_0 = ชนิดของปากกาไม่มีผลต่อจำนวนรอยกดที่ตรวจพบ

H_1 = ชนิดปากกามีผลต่อจำนวนรอยกดที่ตรวจพบ

ผลการทดลอง

1. ผลการทดลองรอยกดต่อชนิดกระดาษรองด้วยปากกาลูกลื่น

ผลการทดลองของผู้เข้าร่วมทดลองลำดับที่ 1 พบค่าเฉลี่ยจำนวนแผ่นรองที่พบรอยกดของกระดาษเอกสารขนาด 70 และ 80 แกรม และกระดาษรายงานขนาด 70 แกรม มีค่าเฉลี่ย 0.8, 1.0, และ 0.8 แผ่น ตามลำดับ

ผลการทดลองของผู้เข้าร่วมทดลองลำดับที่ 2 พบค่าเฉลี่ยจำนวนแผ่นรองที่พบรอยกดของกระดาษเอกสารขนาด 70 และ 80 แกรม และกระดาษรายงานขนาด 70 แกรม มีค่าเฉลี่ย 2.6, 2.0, และ 2.0 แผ่นตามลำดับ

ผลการทดลองของผู้เข้าร่วมทดลองลำดับที่ 3 พบค่าเฉลี่ยจำนวนแผ่นรองที่พบรอยกดของกระดาษเอกสารขนาด 70 และ 80 แกรม และกระดาษรายงานขนาด 70 แกรม มีค่าเฉลี่ย 1.6, 1.2, และ 1.0 แผ่นตามลำดับ

ผลการทดลองของผู้เข้าร่วมทดลองลำดับที่ 4 พบค่าเฉลี่ยจำนวนแผ่นรองที่พบรอยกดของกระดาษเอกสารขนาด 70 และ 80 แกรม และกระดาษรายงานขนาด 70 แกรม มีค่าเฉลี่ย 1.4, 1.6, และ 1.0 แผ่นตามลำดับ

ผลการทดลองของผู้เข้าร่วมทดลองลำดับที่ 5 พบค่าเฉลี่ยจำนวนแผ่นรองที่พบรอยกดของกระดาษเอกสารขนาด 70 และ 80 แกรม และกระดาษรายงานขนาด 70 แกรม มีค่าเฉลี่ย 1.0, 0.2, และ 1.0 แผ่นตามลำดับ

2. ผลการทดลองรอยกดต่อชนิดกระดาษรองด้วยปากกาหมึกเจล

ผลการทดลองของผู้เข้าร่วมทดลองลำดับที่ 1 พบค่าเฉลี่ยจำนวนแผ่นรองที่พบรอยกดของกระดาษเอกสารขนาด 70 และ 80 แกรม และกระดาษรายงานขนาด 70 แกรม มีค่าเฉลี่ย 0.4, 0.6, และ 0.2 แผ่น ตามลำดับ

ผลการทดลองของผู้เข้าร่วมทดลองลำดับที่ 2 พบค่าเฉลี่ยจำนวนแผ่นรองที่พบรอยกดของกระดาษเอกสารขนาด 70 และ 80 แกรม และกระดาษรายงานขนาด 70 แกรม มีค่าเฉลี่ย 2.0, 2.0, และ 2.0 แผ่น ตามลำดับ

ผลการทดลองของผู้เข้าร่วมทดลองลำดับที่ 3 พบค่าเฉลี่ยจำนวนแผ่นรองที่พบรอยกดของกระดาษเอกสารขนาด 70 และ 80 แกรม และกระดาษรายงานขนาด 70 แกรม มีค่าเฉลี่ย 1.4, 1.0, และ 1.0 แผ่น ตามลำดับ

ผลการทดลองของผู้เข้าร่วมทดลองลำดับที่ 4 พบค่าเฉลี่ยจำนวนแผ่นรองที่พบรอยกดของกระดาษเอกสารขนาด 70 และ 80 แกรม และกระดาษรายงานขนาด 70 แกรม มีค่าเฉลี่ย 1.0, 1.0, และ 1.0 แผ่น ตามลำดับ

ผลการทดลองของผู้เข้าร่วมทดลองลำดับที่ 5 พบค่าเฉลี่ยจำนวนแผ่นรองที่พบรอยกดของกระดาษเอกสารขนาด 70 และ 80 แกรม และกระดาษรายงานขนาด 70 แกรม มีค่าเฉลี่ย 0.4, 0.2, และ 0.0 แผ่น ตามลำดับ

Table 1 Shows the mean and standard deviation (S.D.) of the number of papers examined and the type of pen used for writing.

Exprimenter	70 gsm paper		80 gsm paper		Ruled paper 70 gsm	
	Ballpoint	Gel	Ballpoint	Gel	Ballpoint	Gel
1	0.8	0.4	1.0	0.6	0.8	0.2
2	2.6	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
3	1.6	1.4	1.2	1.0	1.0	1.0
4	1.4	1.0	1.6	1.0	1.0	1.0
5	1.0	0.4	0.2	0.2	1.0	0.0
Mean	1.5	1.0	1.2	1.0	1.2	0.8
S.D.	0.6	0.6	0.6	0.6	0.4	0.7

จากตารางจะพบว่าค่าเฉลี่ยของจำนวนแผ่นกระดาษรองเขียนที่ตรวจพบรอยกดอยู่ระหว่าง 0.8 ถึง 1.5 แผ่นโดยการเขียนด้วยปากกาลูกลื่นบนกระดาษเอกสารขนาด 70 แกรม และมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดที่ 0.8 แผ่นโดยการเขียนด้วยปากกาหมึกเจลบนกระดาษรายงาน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าระหว่าง 0.4 ถึง 0.7 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงสุดที่ 0.7 โดยการเขียนด้วยปากกาหมึกเจลบนกระดาษรายงาน และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำสุดที่ 0.4 โดยการเขียนด้วยปากกาลูกลื่นบนกระดาษรายงาน (Table 1)

3. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางเพื่อทดสอบสมมติฐาน

จากสมมติฐานได้กำหนดให้จำนวนแผ่นกระดาษรองเขียนที่ตรวจพบรอยกดเป็นตัวแปรตาม ชนิดของกระดาษและชนิดของปากกาเป็นตัวแปรอิสระ นำค่าเฉลี่ยที่ได้มาทำการคำนวณค่าความแปรปรวนสองทางโดยให้มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ $p<0.05$ ผลที่ได้แสดงใน Table 2

Table 2 Represents the numerical values from two-way ANOVA.

Source of variation	Sum of Squares	df	Mean Squares	F	P-value	F crit
Types of pen	0.202	1	0.202	17.286	0.053	18.513
Types of paper	0.063	2	0.032	2.714	0.269	19

จากตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง พบว่าค่า F ของชนิดปากกามีค่าอยู่ที่ 17.286 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า F จากตารางค่าวิกฤติที่แอลฟา 0.05 (18.513) แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ยอมรับสมมติฐาน H_0

เมื่อวิเคราะห์ค่า F ของชนิดกระดาษมีค่าอยู่ที่ 2.714 ซึ่งน้อยกว่าค่า F ที่ได้จากตารางค่าวิกฤติที่แอลฟา 0.05 (19.000) แสดงว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ยอมรับสมมติฐาน H_0

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องตรวจพิสูจน์เอกสารในด้านการตรวจหารอยกดบนกระดาษแผ่นรองเขียน โดยใช้แหล่งกำเนิดแสงเฉียงภายในเครื่องตรวจ ขั้นตอนการหาแหล่งกำเนิดแสงเฉียงที่เหมาะสมของเครื่องตรวจพิสูจน์เอกสารเพื่อใช้ในการทดลองการทดลองหาประสิทธิภาพในขั้นตอนถัดไปนั้น เนื่องจากเครื่องตรวจเองมีทิศทางของแหล่งกำเนิดแสงเพียงสองทิศทางเท่านั้น คือ ในแนวราบกับแนวทำมุมก้ม 10 องศา โดยจากการทดสอบพบว่ามุม 10 องศาให้ภาพรอยกดที่ใกล้เคียงกับภาพจริงที่สุด ในขณะที่มีรายงานการศึกษาของต่างประเทศใช้ที่มุม 45 องศาจะให้ภาพที่ชัดเจน (Mial *et al*, 2021)

จากการทดลองหาประสิทธิภาพการหารอยกดพบว่าแสงเฉียงภายในเครื่องตรวจเอกสารนั้นมีความสามารถตรวจพบรอยกดบนแผ่นกระดาษรองเขียนได้สูงสุดที่จำนวน 3 แผ่น นอกจากนี้การเปรียบเทียบชนิดกระดาษและปากกาที่ต่างกันจะส่งผลต่อประสิทธิภาพภายในเครื่องตรวจนั้น จากผลการวิจัยที่ได้กำหนดสมมติฐาน H_0 ไว้ด้วยกันสองประการ คือ ชนิดกระดาษทั้งสามชนิดที่ใช้ในงานวิจัย (กระดาษเอกสารขนาด 70

และ 80 แกรม และกระดาษรายงานขนาด 70 แกรม) ไม่ส่งผลต่อจำนวนแผ่นที่ตรวจพบรอยกด และอีกหนึ่งสมมติฐาน คือ ปากกาหมึกเจลและปากกาลูกลื่นไม่ส่งผลต่อจำนวนแผ่นในการตรวจหารอยกดเช่นเดียวกัน โดยในงานวิจัยนี้ได้กำหนดค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p<0.05$ ซึ่งจากการทดลองพบว่าถึงแม้เงื่อนไขในการเขียนด้วยปากกาและกระดาษจะแตกต่างกัน และได้ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ไม่เท่ากันในแต่ละเงื่อนไข แต่เมื่อคำนวณด้วยสถิติความแปรปรวนสองตัวประกอบกับพบว่าค่าที่ได้ยอมรับสมมติฐาน H_0 ทั้งสองสมมติฐาน กล่าวคือ ที่ค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p<0.05$ ชนิดของกระดาษและชนิดของปากกาที่ต่างกันที่ใช้ในงานวิจัยนี้มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยเมื่อวิเคราะห์ส่วนของกระดาษอาจเพราะกระดาษทั้ง 3 ชนิดมีวัตถุประสงค์ในการออกแบบไปในทิศทางเดียวกัน คือ สามารถใช้เขียนด้วยหมึกปากกาได้ดี ถึงแม้จะมีน้ำหนักต่อพื้นที่แตกต่างกัน (แกรม) หรือองค์ประกอบบางอย่าง หรือสัดส่วนผสมแตกต่างกัน (Cantavalle, 2019) แต่อย่างไรก็ตามจากผลการวิจัยกลับพบว่าความแตกต่างที่เกิดขึ้นนั้นไม่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของเครื่องตรวจพิสูจน์เอกสาร

เมื่อพิจารณาการใช้ปากกาเขียนที่ต่างกันของปากกาหมึกเจลและปากกาลูกลื่นนั้น ให้ผลการทดลองไปในเชิงเดียวกันกับชนิดกระดาษ คือ ปากกาทั้งสองชนิดนี้ไม่ส่งผลต่อความแตกต่างในด้านประสิทธิภาพของเครื่องตรวจในการตรวจหารอยกดที่เกิดขึ้น คือเมื่อนำมาเขียนบนแผ่นกระดาษหลักก่อนที่จะเข้าสู่กระบวนการตรวจหารอยกดบนแผ่นกระดาษรองนั้น ถึงแม้ปากกาทั้งสองชนิดจะมีลักษณะน้ำหมึกที่แตกต่างกัน แต่ในกระบวนการถ่ายทอดหมึกจากปากกาสู่กระดาษ รวมไปถึงวัสดุที่ใช้ทำลูกบอลตรงปลายปากกาเป็นวัสดุชนิดเดียวกัน (Kelly & Lindblom, 2005; Singla & Jasuja, 1987) ความแตกต่างของรอยกดบนแผ่นกระดาษรองที่เกิดจากปากกาทั้งสองชนิดจึงไม่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของเครื่องตรวจพิสูจน์เอกสาร

สรุปผลวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยพบว่าแสงเฉียงภายในเครื่องตรวจพิสูจน์เอกสารมีประสิทธิภาพในการตรวจหารอยกดบนแผ่นกระดาษรองเขียน โดยพบว่าสามารถตรวจพบแผ่นรองเขียนที่มีรอยกดได้มากที่สุดถึงสามแผ่น โดยปากกาที่ต่างชนิดกันไม่ส่งผลให้เกิดความแตกต่างในด้านประสิทธิภาพของเครื่องตรวจในการตรวจหารอยกดที่เกิดขึ้น ผลการวิจัยนี้การตรวจสอบรอยกดมาจากลายมือเขียนเท่านั้น ซึ่งผู้วิจัยยังไม่ได้ทำการทดสอบในกรณีที่ลายมือมาจากการพิมพ์ ข้อเสนอแนะในงานวิจัยครั้งต่อไปคือ ในการสร้างแรงกดบนแผ่นกระดาษหลักอาจใช้ระบบอัตโนมัติเป็นตัวสร้างรอยกดแทนมนุษย์เพื่อให้สามารถควบคุมแรงกดในแต่ละครั้งและทิศทางที่เท่ากัน และกลุ่มประชากรที่ทำการศึกษาครั้งนี้มีเพียงกลุ่มที่จบปริญญาตรีจึงควรมีการศึกษาในกลุ่มประชากรระดับอื่นๆ เพิ่มเติม นอกจากนี้อาจทดลองในชนิดของกระดาษและปากกาที่มากขึ้นเพื่อเก็บเป็นฐานข้อมูลในทางนิติวิทยาศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ พ.ต.อ.หญิง ศิริพร จันทขันธ์ นวท. (สบ ๔) กลุ่มงานผู้เชี่ยวชาญ กองพิสูจน์หลักฐานกลาง สำนักงานพิสูจน์หลักฐานตำรวจ ที่ให้ความกรุณาชี้แนะ และแนะนำผลการทดลองที่เกิดขึ้นในงานวิจัยนี้ ขอขอบพระคุณ กลุ่มงานตรวจเอกสาร กองพิสูจน์หลักฐานกลาง สำนักงานพิสูจน์หลักฐานตำรวจ ที่ให้ความอนุเคราะห์ด้านสถานที่ และเครื่องตรวจพิสูจน์เอกสารเพื่อใช้ในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

พิชศาล พันธุ์วัฒนา. (2560). การตรวจสอบลายมือเขียนที่ปรากฏในเอกสาร. *วารสารวิชาการ อาชญาวิทยาและนิติวิทยาศาสตร์, 3*(2), 28-36.

อมรเทพ พลศึก, สฤษดิ์ สืบพงษ์ศิริ และชัยชาญ ไชยรังสินันท์. (2559). การประยุกต์ใช้เครื่อง ESDA ในการตรวจพิสูจน์ลายมือชื่อลายมือเขียนและพยานหลักฐานทางเอกสารในงานทางนิติวิทยาศาสตร์. *วารสารวิชาการอาชญาวิทยาและนิติวิทยาศาสตร์, 2*(1), 45-69.

Cantavalle, S. (2019). *The history of paper: From its origins to the present day*. https://www.pixartprinting.co.uk/blog/history-paper/.

Kelly, J. S., & Lindblom, B. S. (2006). *Scientific examination of questioned documents* (2nd ed.). Taylor & Francis group.

Mial, R., Sharma, A., & Panchal, V. (2021). Indented writing on paper developed by side light method. *International Journal of Advanced Research Trends in Engineering and Technology, 8*(6), 1-4.

Neumann, C., Ramotowski, R., & Genessay, T. (2011). Forensic examination of ink by high-performance thin layer chromatography—the united state secret service digital ink library. *Journal of Chromatography A, 1218*(19), 2793-2811.

Singla, A, & Jasuja, O. (1987). A simple method for determining the sequence of intersecting ball pen lines. *Journal of the Forensic Science Society, 27*(4), 227-230.