การศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพรอยลายนิ้วมือแฝงหลังการใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผิวมือชนิดต่าง ๆ ที่บันทึกผ่านเครื่องสแกนลายนิ้วมือ

A comparative study of latent fingerprint quality after using different types of hand care products recorded via fingerprint scanner

อภิสรา ปรุงศักดิ์[1], วรธัช วิชชุวาณิชย์[2]

คณะนิติวิทยาศาสตร์ โรงเรียนนายร้อยตำรวจ[1,2]

Apisara Prungsak[1], Woratouch Witchuvanit[2]

Faculty of Forensic Science, Royal Police Cadet Academy[1,2]

E-mail: apisara.prungs@gmail.com[1]

E-mail: woratouch_w@yahoo.com[2]

Received: June 30, 2025; Revised: December 12, 2025; Accepted: December 18, 2025

บทคัดย่อ

การวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของผลิตภัณฑ์บำรุงผิวมือ 4 ชนิด คือ ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดมือ น้ำมันบำรุงผิว ครีมบำรุงมือ และปิโตรเลียมเจลลี่ และระยะเวลาหลังการใช้ผลิตภัณฑ์ต่อคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝง ที่บันทึกผ่านเครื่องสแกนลายนิ้วมือ โดยให้อาสาสมัครทำการประทับลายนิ้วมือหลังใช้ผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 ชนิด บนเครื่องสแกนลายนิ้วมือในช่วงเวลาหลังใช้ผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกัน แล้วนำไปวิเคราะห์คุณภาพด้วยระบบตรวจสอบลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติ (AFIS) โดยพิจารณาจากจุดลักษณะสำคัญพิเศษ (minutiae) ผลการศึกษาพบว่า ประเภทของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ ไม่มีผลต่อคุณภาพรอยลายนิ้วมือแฝง ที่บันทึกจากเครื่องสแกนลายนิ้วมือ ปิโตรเลียมเจลลี่ให้ความคมชัดของรอยลายนิ้วมือดีที่สุด รองลงมาคือ ครีมบำรุงมือ ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดมือและน้ำมันบำรุงผิวมือตามลำดับ ระยะเวลาที่แตกต่างกัน ไม่มีผลต่อคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝง แสดงให้เห็นว่า รอยลายนิ้วมือแฝงที่บันทึกด้วยเครื่องสแกนลายนิ้วมือมีคุณภาพสูง สามารถตรวจนับจุดลักษณะสำคัญพิเศษ 10 จุดขึ้นไป เพียงพอต่อการใช้ระบุตัวบุคคลได้อย่างแม่นยำ แม้ว่าจะมีการใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผิวมือก่อนทำการบันทึก

คำสำคัญ: *รอยลายนิ้วมือแฝง เครื่องสแกนลายนิ้วมือ ผลิตภัณฑ์บำรุงผิวมือ*

ABSTRACT

Currently, crime is becoming increasingly severe, making fingerprint evidence at crime scenes crucial for accurate personal identification. Fingerprint technology has advanced from traditional ink methods to digital scanners, offering greater convenience and accuracy. However, external factors such as hand care products may impact fingerprint quality. This study aimed to examine the effects of four hand care products, hand sanitizer, skin care oil, hand lotion, and petroleum jelly as well as the time elapsed after application on the quality of fingerprints recorded using a scanner. Volunteers applied each product and had their fingerprints scanned at different time intervals. The prints were analyzed using the Automated Fingerprint Identification System (AFIS) to assess minutiae. Results showed that neither the type of products nor the time elapsed significantly affected fingerprint quality. Among the products, petroleum jelly provided the clearest fingerprints, followed by hand lotion, hand sanitizer, and skin care oil. All samples consistently showed more than 10 identifiable minutiae points, indicating that high-quality fingerprints can still be obtained using a scanner even after applying hand care products. This confirms the reliability of digital fingerprint scanning for accurate identification, regardless of product use or time since application.

KEYWORDS: Latent fingerprints Fingerprint Scanners Hand Care Products

บทนำ

ปัจจุบันการเกิดอาชญากรรมมีแนวโน้มที่จะทวีความรุนแรงขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการลักทรัพย์ ชิงทรัพย์ ปล้นทรัพย์ ข่มขืนกระทำชำเรา การฆาตกรรม หรือปัญหาในเรื่องยาเสพติด ที่สามารถพบเห็นได้ในหนังสือพิมพ์ โทรทัศน์ หรือสื่อสารทางอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ อันเนื่องมาจากปัญหาทางด้านเศรษฐกิจ และสังคมที่ค่าครองชีพสูงขึ้นเรื่อยๆ ที่เป็นแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของปัญหาอาชญากรรมในสังคม และเมื่อมีการกระทำความผิดขึ้นย่อมหลงเหลือร่องรอยหลักฐานในสถานที่เกิดเหตุ ตามทฤษฎีการแลกเปลี่ยนวัตถุของโลคาร์ด (Locard's principle) ที่ว่า “ทุกการสัมผัสจะมีการทิ้งร่องรอย” (Every contact leaves a trace) เพื่อเชื่อมโยงไปยังผู้ต้องสงสัย ผู้กระทำผิด เหยื่อ หรือผู้ที่เกี่ยวข้องเสมอโดยรอยลายนิ้วมือมักเป็นพยานหลักฐานที่พบในสถานที่เกิดเหตุและมีความสำคัญมากในกระบวนการยุติธรรมเนื่องจากสามารถระบุเอกลักษณ์ และยืนยันตัวบุคคลได้อย่างแม่นยำ จึงเป็นที่ยอมรับในระดับสากลทั่วโลก และสามารถนำไปประกอบการพิจารณาคดีในชั้นศาลได้

รอยลายนิ้วมือเกิดจากส่วนของผิวหนังที่หนากว่าบริเวณอื่นจนมองเห็นเป็นลายเส้นที่มีลักษณะพิเศษ ที่บริเวณส่วนต้น ตรงกลาง และส่วนปลายของนิ้ว โดยจะปรากฏเป็นเส้นนูน (Ridge) ซึ่งเป็นรอยนูนที่อยู่สูงกว่าผิวหนังส่วนนอก และเส้นร่อง (Furrow) ซึ่งเป็นรอยลึกที่อยู่ต่ำกว่าบริเวณของเส้นนูน โดยเส้นที่นูนขึ้นนี้จะเชื่อมกันเป็นแนว ลายนิ้วมือที่ปรากฏนั้นเกิดจากการหลั่งของเหงื่อ ไขมัน สารชีวโมเลกุล และองค์ประกอบของต่อมเหงื่อที่หลั่งออกมาทำให้เกิดลายเส้นบนนิ้วมือ มองเห็นเป็นลายเส้นที่มีรูปแบบ และขนาดที่แตกต่างกันออกไป จึงทำให้รอยลายนิ้วมือของมนุษย์นั้นไม่เหมือนกัน และเป็นลักษณะจำเพาะของแต่ละบุคคล แม้จะเป็นฝาแฝดที่เกิดจากไข่ใบเดียวกันก็จะมีลักษณะลายเส้นผิวหนังที่แตกต่างกันไป และรอยลายนิ้วมือจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมตลอดชีวิตตั้งแต่อยู่ในครรภ์มารดาจนกระทั่งร่างกายเน่าสลายเสื่อมสภาพ แม้ว่าอายุจะเพิ่มขึ้น หรือได้รับบาดแผลที่เกิดจากการถูกของมีคมบาด รอยลายนิ้วมือนั้นจะถูกทำลายไปบางส่วนเท่านั้นก็ตาม หรือในกรณีที่มีความผิดปกติด้วยโรคทางผิวหนังบริเวณมือ การสัมผัสของหยาบหรือสารเคมีที่มีฤทธิ์กัดกร่อน รอยลายนิ้วมือจะเพียงลบเลือนไปชั่วคราว เมื่อหายเป็นปกติแล้วรอยลายนิ้วมือนั้นก็จะสร้างขึ้นใหม่โดยจะยังคงลักษณะรูปแบบเดิม ด้วยเหตุนี้ทำให้รอยลายนิ้วมือสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในสาขาต่าง ๆ เช่น การตรวจพิสูจน์ยืนยันตัวบุคคลในคดีอาชญากรรม การระบุผู้ประสบเหตุในกรณีภัยพิบัติทางธรรมชาติ การใช้เครื่องสแกนลายนิ้วมือเพื่อยืนยันลายนิ้วมือเวลาเข้า - ออกงานแทนการใช้บัตรตอก การใช้สำหรับแสดง และยืนยันความเป็นเจ้าของ เช่น การยืนยันลายนิ้วมือเพื่อใช้งานสมาร์ทโฟน หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เพื่อความเป็นส่วนตัว และความปลอดภัย การยืนยันตัวตนของแต่ละบุคคลในการทำธุรกรรม หรือเอกสารสำคัญต่าง ๆ รวมถึงใช้เป็นส่วนหนึ่งของเทคโนโลยีไบโอเมตตริกส์ (Biometrics) สำหรับเก็บข้อมูลบุคคลที่เดินทางระหว่างประเทศ เช่น การสแกนนิ้วมือเพื่อผ่านด่านศุลกากรจึงทำให้รอยลายนิ้วมือถือเป็นพยานหลักฐานที่สำคัญในการพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคล

ในอดีตการบันทึกรอยลายนิ้วมือจะทำการบันทึกโดยใช้แท่นพิมพ์ลายฝ่ามือ และนิ้วมือที่ด้านหนึ่งเป็นหมึก และกระดาษขาว โดยทาบฝ่ามือและกดนิ้วมือลงบนแท่นที่ทาหมึกไว้แล้ว จากนั้นจึงวางทาบลงบนกระดาษขาว แต่ในปัจจุบันได้มีวิวัฒนาการทางเทคโนโลยีโดยใช้เครื่องสแกนลายนิ้วมือแบบต่าง ๆ ที่ทำการบันทึกลายนิ้วมือโดยไม่ต้องใช้หมึก รอยลายนิ้วมือจะถูกถ่ายภาพแบบดิจิทัลผ่านระบบของเครื่องสแกนลายนิ้วมือ และการระบุตัวตนของบุคคลนั้นทำได้ง่ายด้วยคุณสมบัติลายนิ้วมือที่เป็นเอกลักษณ์ เช่น เส้นนูน เส้นร่อง และรูของเหงื่อ ซึ่งข้อดีของเครื่องสแกนลายนิ้วมือคือ ไม่เลอะเทอะ ใช้งานได้ง่าย คุ้มราคา และประมวลผลเร็ว รวมถึงเครื่องสแกนลายนิ้วมือจะจับภาพความละเอียดสูง และการตรวจสอบอย่างละเอียดจะดำเนินการโดยการขยายภาพลายนิ้วมือซึ่งไม่สามารถทำได้ในวิธีการใช้หมึกพิมพ์แบบดั้งเดิม วิธีการทางที่ทันสมัยนี้จะให้ผลลัพธ์ที่รวดเร็ว และแม่นยำยิ่งขึ้น รวมถึงสามารถเปรียบเทียบข้อมูลลายนิ้วมือจำนวนมากพร้อมกันได้ จึงทำให้เครื่องสแกนลายนิ้วมือถูกนำมาใช้ใน

การยืนยันตัวบุคลอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน (Jain et al., 2011)

ด้วยความทันสมัยของขั้นตอนการบันทึกลายนิ้วมือด้วยเครื่องสแกนลายนิ้วมือนี้เอง ทำให้ผู้กระทำผิดจึงพยายามหลบเลี่ยงรอยลายนิ้วมือของตนเอง ประกอบกับสถานการณ์แพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา สายพันธุ์ใหม่ 2019 (COVID-19) ในปัจจุบันที่ได้กลายเป็นปัญหาสาธารณสุขที่สำคัญระดับโลก และส่งผลให้ผู้คนจำเป็นต้องใช้ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดมืออยู่เป็นประจำเพื่อป้องกันเชื้อไวรัส และสิ่งสกปรกต่างๆ (World Health Organization [WHO], 2020) ซึ่งผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดมือที่มีประสิทธิภาพสูงสุดคือต้องมีระดับความเข้มข้นของแอลกอฮอล์เป็นส่วนประกอบ โดยมีปริมาณแอลกอฮอล์อยู่ระหว่าง 62 ถึง 95เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร เนื่องจากสามารถทำลายโปรตีนของเชื้อจุลินทรีย์และยับยั้งการทำงานของเชื้อไวรัสได้ อย่างไรก็ตาม การใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณแอลกอฮอล์สูงอาจทำให้ผิวหนังเกิดความเสียหาย แห้งกร้านหรือระคายเคือง จึงต้องมีการใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผิว เช่น น้ำมันบำรุงผิวมือ ครีมทามือ และปิโตรเลียมเจลลี่เพื่อช่วยเพิ่มความชุ่มชื้น ฟื้นฟูสภาพผิวมือ ลดอาการระคายเคือง หรือใช้รักษาบาดแผลที่เกิดจากความร้อน ซึ่งการมีอยู่ของผลิตภัณฑ์เหล่านี้อาจส่งผลต่อการมองเห็นในเชิงความชัดเจนหรือความเข้มของภาพ เนื่องจากอุปกรณ์จะบันทึกภาพของเส้นร่องเส้นนูนของพื้นผิวฝ่ามือซึ่งทำให้สัมผัสโดยตรงกับพื้นผิวกระจกของเครื่องตรวจจับลายนิ้วมือดิจิทัล ซึ่งเส้นร่อง และเส้นนูนเหล่านี้จะเป็นจุดลักษณะพิเศษสำคัญที่ใช้เพื่อระบุตัวผู้กระทำความผิดที่แท้จริง หากมีสิ่งกีดขวางใด ๆ ระหว่างเส้นร่องเส้นนูนกับพื้นผิวกระจกของอุปกรณ์บันทึกลายนิ้วมือ ระบบจะบันทึกลายนิ้วมือได้คุณภาพต่ำ และอาจส่งผลให้ยากในการระบุลักษณะของเส้นร่องเส้นนูน ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในตัวตนของบุคคลได้

จากความสำคัญ และปัญหาข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะทำการวิจัยเรื่องการศึกษาผลของผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดมือ น้ำมันบำรุงผิวมือ ครีมทามือ และปิโตรเลียมเจลลี่ ต่อคุณภาพรอยลายนิ้วมือแฝงที่บันทึกผ่านเครื่องสแกนลายนิ้วมือ โดยศึกษาผลของผลิตภัณฑ์บำรุงผิวมือที่อาจไปรบกวนสารคัดหลั่งบริเวณนิ้วมือ หรือกีดขวางระหว่างเส้นร่องเส้นนูนกับพื้นผิวกระจกของอุปกรณ์บันทึกลายนิ้วมือ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพลายพิมพ์นิ้วมือที่บันทึกจากเครื่องสแกนลายนิ้วมือ รวมถึงผลของระยะเวลาหลังการใช้ผลิตภัณฑ์ ต่อคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงที่บันทึกจากเครื่องสแกนลายนิ้วมือดิจิทัลซึ่งอาจส่งผลต่อการยืนยันระบุตัวบุคคลได้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงที่บันทึกได้จากเครื่องสแกนลายนิ้วมือหลังการใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผิวมือแต่ละประเภท

2. เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงที่บันทึกได้จากเครื่องสแกนลายนิ้วมือจำแนกตามประเภทผลิตภัณฑ์บำรุงผิวมือ และช่วงระยะเวลาหลังการใช้ผลิตภัณฑ์

สมมติฐาน

1. ผลิตภัณฑ์บำรุงผิวมือที่ใช้ส่งผลต่อคุณภาพรอยลายนิ้วมือที่บันทึกได้จากเครื่องสแกนลายนิ้วมือ

2. ระยะเวลาหลังการใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผิวมือส่งผลต่อคุณภาพรอยลายนิ้วมือที่บันทึกได้จากเครื่องสแกนลายนิ้วมือ

ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตด้านเนื้อหา : *การวิจัยนี้เป็นการศึกษาเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยเป็นการศึกษาคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงที่ได้จากเครื่องสแกนลายนิ้วมือหลังผ่านการใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผิวมือ 4 ชนิด ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดมือ น้ำมันบำรุงผิวมือ ครีมบำรุงมือ และปิโตรเลียมเจลลี่ และระยะเวลาหลังการใช้ผลิตภัณฑ์ 8 ช่วงเวลา คือ ทันทีหลังจากประทับรอยลายนิ้วมือ 1 นาที 2.5 นาที 5 นาที 10 นาที 15 นาที 20 นาทีและ 30 นาที แล้วนำมาประเมินคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงจากการนับจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษด้วยเครื่องตรวจสอบลายพิมพ์นิ้วมืออัตโนมัติ (AFIS) โดยเจ้าหน้าที่ผู้เชี่ยวชาญด้านการตรวจพิสูจน์ลายนิ้วมือแฝง*

ขอบเขตด้านกลุ่มตัวอย่าง : *ในการวิจัยนี้ทำการทดสอบ และวิเคราะห์คุณภาพของลายนิ้วมือที่บันทึกได้จากเครื่องสแกนลายนิ้วมือหลังการใช้ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในชีวิตประจำวันต่าง ๆ โดยอาสาสมัครเพศหญิงเนื่องจากมีแนวโน้มที่จะใช้ผลิตภัณฑ์ดูแลผิวมือ ซึ่งอาจมีผลต่อสภาพผิวหนังและคุณภาพของรอยลายนิ้วมือ จำนวน 1 ราย ที่มีสุขภาพร่างกายสมบูรณ์แข็งแรง และไม่มีการบาดเจ็บหรือโรคทางผิวหนังที่เกี่ยวข้องกับฝ่ามือและนิ้วมือ แสดงความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษร รหัสโครงการวิจัย คือ FSRPCA-IRB-65010*

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ทำให้ทราบถึงคุณภาพการปรากฏขึ้นของรอยลายนิ้วมือแฝงที่บันทึกได้จากเครื่องสแกนลายนิ้วมือ หลังการใช้ผลิตภัณฑ์แต่ละประเภทในช่วงระยะเวลาที่แตกต่างกัน

2. เป็นแนวทางในการพัฒนาการตรวจพิสูจน์รอยลายนิ้วมือแฝงที่บันทึกได้จากเครื่องสแกนลายนิ้วมือ

วิธีดำเนินการวิจัย

1. วิธีการกำหนดขนาดตัวอย่าง

ในการคำนวณหาขนาดของตัวอย่างในการศึกษาในครั้งนี้ถือเป็นกรณีที่ไม่มีการบันทึกข้อมูลจำนวนประชากรไว้อย่างชัดเจน ซึ่งกำหนดให้เกิดความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ 10 % ซึ่งมีสูตรการหาขนาดตัวอย่าง (n) ดังนี้ (อภินันท์ จันตะนี, 2549)

$$n = \frac{1}{\frac{3.84\,(d^2)}{(s^2)}}$$

เมื่อ S = 1.96 (สำหรับความเชื่อมั่น 95%)

d = 0.10 (คลาดเคลื่อนได้ 10%)

โดยแทนค่า S ที่ระดับนัยสำคัญ ทางสถิติมีค่าเท่ากับ 1.96 (S = 1.96)

แทนค่า d ซึ่งเป็นความคลาดเคลื่อนที่คาดว่า จะยอมให้เกิดขึ้นได้ (d = 0.10)

$$n = \frac{1}{\frac{3.84\,(.10^2)}{(1.96)^2}}$$

$$n = \frac{1}{0.000958} = 100.04$$

ดังนั้นจำนวนตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพรอยลายนิ้วมือแฝงหลังการใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผิวมือชนิดต่างๆ ที่

บันทึกผ่านเครื่องสแกนลายนิ้วมือควรจะไม่น้อยกว่า 100 รอยลายนิ้วมือตัวอย่าง

2. ประชากรและตัวอย่าง

โดยในการศึกษาในครั้งนี้ได้ใช้อาสาสมัครเพศหญิงจำนวน 1 ราย ที่มีสุขภาพร่างกายสมบูรณ์แข็งแรง และไม่มีการบาดเจ็บหรือโรคทางผิวหนังที่เกี่ยวข้องกับฝ่ามือ และนิ้วมือ ทำการประทับรอยลายนิ้วมือ โดยใช้นิ้วหัวแม่มือ และนิ้วชี้ของมือทั้งสองข้าง ซึ่งเป็นนิ้วที่ประชาชนส่วนใหญ่นิยมใช้กับเครื่องสแกนลายนิ้วมือ เนื่องจากความถนัด และการเข้าถึงผิวสัมผัสของอุปกรณ์ได้ง่าย โดยทำการประทับรอยลายนิ้วมือทั้ง 4 นิ้ว ภายหลังการใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผิวมือทั้ง 4 ชนิด 8 ช่วงเวลา ได้แก่หลังจากประทับรอยลายนิ้วมือทันที 1 นาที 2.5 นาที 5 นาที 10 นาที 15 นาที 20 นาที และ30 นาทีบนเครื่องสแกนลายนิ้วมือ ทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ คิดเป็นตัวอย่างรอยลายนิ้วมือทั้งหมด 388 ตัวอย่าง

3. การเตรียมตัวอย่างรอยลายนิ้วมือ

อาสาสมัครต้องล้างมือให้สะอาดด้วยสบู่ และปล่อยให้มือแห้งสนิท โดยที่อาสาสมัครจะต้องไม่ใช้ผลิตภัณฑ์ใด ๆ ก่อนทำการทดลองอย่างน้อย 12 ชั่วโมงก่อนเริ่มการทดลองการเก็บรอยลายนิ้วมือดำเนินการในห้องปฏิบัติการที่ควบคุมอุณหภูมิห้องเฉลี่ยประมาณ 25 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ให้อยู่ในระดับคงที่

4. การเก็บรอยลายนิ้วมือแฝงหลังการใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผิวมือชนิดต่าง ๆ ที่บันทึกผ่านเครื่องสแกนลายนิ้วมือ

อาสาสมัครเพศหญิง 1 ราย ทำการประทับรอยลายนิ้วมือลงบนพื้นผิวกระจกของเครื่องสแกนลายนิ้วมือแบบออปติคัล รุ่น HU20 (Hamster Pro 20) ซึ่งมีความละเอียดสูง โดยใช้ลำดับนิ้วดังนี้ นิ้วชี้ซ้าย หัวแม่มือซ้าย หัวแม่มือขวา และนิ้วชี้ขวา เครื่องสแกนถูกวางบนเครื่องชั่งน้ำหนักดิจิทัล เพื่อควบคุมแรงกดของนิ้วให้สม่ำเสมอที่ประมาณ 1,000 กรัม เป็นเวลา 10 วินาที และดึงนิ้วขึ้นในแนวดิ่ง เพื่อป้องกันการเบลอจากแรงเสียดทานแนวนอนเริ่มต้นด้วยการเก็บรอยลายนิ้วมือโดยไม่ใช้ผลิตภัณฑ์ใดๆ เป็นตัวอย่างควบคุม (control) จากนั้นทดลองกับผลิตภัณฑ์ 4 ชนิด ได้แก่ 1) ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดมือ 2) น้ำมันบำรุงผิว 3) ครีมบำรุงมือ 4) ปิโตรเลียมเจลลี่ โดยหยดผลิตภัณฑ์ 2 หยด (0.1–0.15 มิลลิลิตร) ลงบนฝ่ามือและนิ้วมือ แล้วเกลี่ยให้ทั่ว ก่อนทำการประทับรอยนิ้วมือในลักษณะเดียวกับตัวอย่างควบคุม ทำซ้ำ 3 ครั้งต่อเงื่อนไข จากนั้นจับเวลา และแบ่งช่วงเวลาการเก็บรอยลายนิ้วมือออกเป็น 8 ระยะ ได้แก่ ทันที, 1 นาที, 2.5 นาที, 5 นาที, 10 นาที, 15 นาที, 20 นาที และ 30 นาที

นำภาพรอยลายนิ้วมือแฝงที่บันทึกจากเครื่องสแกนลายนิ้วมือไปตรวจสอบและวิเคราะห์คุณภาพรอยลายนิ้วมือแฝงโดยพิจารณาจากจำนวนจุดลักษณะพิเศษ (Minutiae) ด้วยระบบตรวจสอบลายนิ้วมืออัตโนมัติ (AFIS) โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการตรวจพิสูจน์ลายนิ้วมือ

5. วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์คุณภาพรอยลายนิ้วมือ ทำได้โดยอาศัยการแปลค่าคะแนนเฉลี่ยของจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษ (Minutiae) การมองเห็นรูปแบบลายนิ้วมือ ความชัดเจน ที่ได้จากการบันทึกรอยลายนิ้วมือจากเครื่องแสกนลายนิ้วมือ

แล้วแบ่งค่าเฉลี่ยของจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้ออกเป็นช่วงระดับจำนวน 5 ระดับ ซึ่งมีวิธีดังนี้

$$\frac{\text{จำนวน minutiae สูงสุด} - \text{จำนวน minutiae ต่ำสุด}}{\text{ระดับชั้น}} = \frac{63 - 19}{5} = 8.8$$

ได้ช่วงความกว้างของแต่ละระดับ คือ 8.8 ซึ่งสามารถแปลค่าเฉลี่ยจำนวน minutiae แต่ละระดับได้ ดังนี้

54.20 จุดขึ้นไป	*5 ระดับสูงมาก*
45.40 – 54.19 จุด	*4 ระดับสูง*
36.60 – 45.39 จุด	*3 ระดับปานกลาง*
27.80 – 36.59 จุด	*2 ระดับต่ำ*
19.00 – 27.79 จุด	*1 ระดับต่ำมาก*

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ใช้สถิติเชิงบรรยาย ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยพิจารณาจากจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษ (minutiae) ที่ปรากฏจากภาพลายนิ้วมือที่ได้จากเครื่องสแกนลายนิ้วมือภายหลังการใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผิวมือชนิดต่าง ๆ และใช้สถิติเชิงอนุมานด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA) เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่ม โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติไว้ที่ 0.05 ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ในการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล

1. การศึกษาคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงที่บันทึกได้จากเครื่องสแกนลายนิ้วมือหลังการใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผิวมือแต่ละประเภท

จากตารางที่ 1 แสดงค่าคะแนนเฉลี่ยของจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษของรอยลายนิ้วมือแฝงหลังการใช้ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดมือในแต่ละช่วงเวลา พบว่า การปรากฏของรอยลายนิ้วมือที่บันทึกผ่านเครื่องสแกนลายนิ้วมือภายหลังการใช้ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดมือ แสดงถึงคุณภาพของรอยลายนิ้วมือที่อยู่ในระดับปานกลาง โดยยังสามารถสังเกตร่องรอยและรายละเอียดของเส้นนูนได้อย่างชัดเจน ทั้งนี้ แม้คุณภาพของรอยลายนิ้วมือจะลดลงเล็กน้อยเมื่อเวลาผ่านไป แต่ยังคงอยู่ในระดับที่สามารถตรวจสอบและใช้ในการระบุตัวบุคคลได้

การปรากฏของรอยลายนิ้วมือบนเครื่องสแกนลายนิ้วมือภายหลังการใช้น้ำมันบำรุงผิวมือ พบว่ามีคุณภาพของภาพลายนิ้วมืออยู่ในระดับต่ำถึงระดับปานกลาง สามารถสังเกตรอยเส้นนูนได้ แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ประเภทอื่น พบว่ารอยลายนิ้วมือมีความคมชัดต่ำที่สุดตั้งแต่ระยะเริ่มต้น และมีความผันผวนของคุณภาพตลอดช่วงระยะเวลา

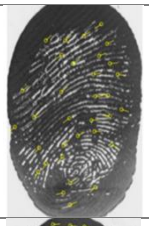
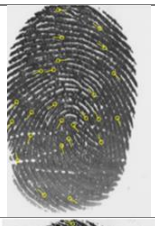
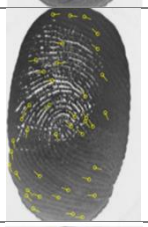
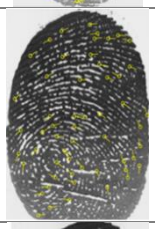
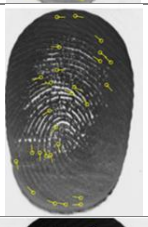
การปรากฏของรอยลายนิ้วมือภายหลังการใช้ครีมบำรุงมือ พบว่าภาพลายนิ้วมือมีความคมชัดอยู่ในระดับปานกลาง สามารถสังเกตร่องรอยและเส้นนูนได้อย่างชัดเจน โดยคุณภาพของลายนิ้วมือมีความเสถียรตลอดระยะเวลา 30 นาที แม้ว่าจะมีความผันผวนของค่าเฉลี่ยเล็กน้อยในบางช่วงเวลา แต่ยังคงอยู่ในระดับที่สามารถใช้ในการระบุตัวบุคคลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

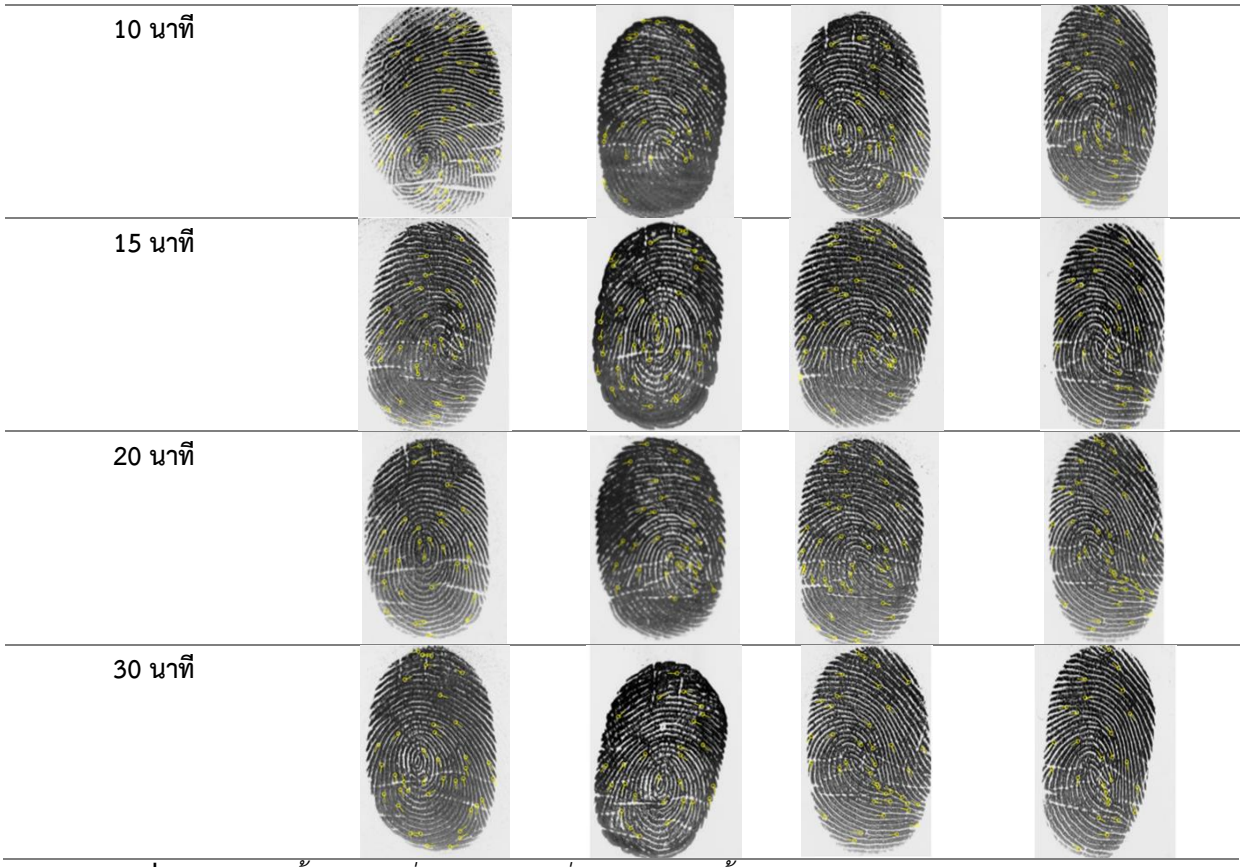
การปรากฏของรอยลายนิ้วมือภายหลังการใช้ปิโตรเลียมเจลลี่ เมื่อพิจารณาค่าคะแนนเฉลี่ยของจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษ พบว่าสามารถตรวจพบจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้มากที่สุดเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์อื่น ซึ่งอยู่ในระดับปานกลางค่อนข้างสูง แสดงถึงความคมชัด

เห็นรายละเอียดของเส้นนูนอย่างชัดเจน แสดงให้เห็นถึงความเสถียรของคุณภาพของรอยลายนิ้วมือ

ตารางที่ 1 *แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษ (Minutiae) หลังใช้ผลิตภัณฑ์แต่ละประเภท ในแต่ละช่วงเวลา*

	ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดมือ		น้ำมันบำรุงผิวมือ		ครีมบำรุงมือ		ปิโตรเลียมเจลลี่	
	Mean	*S.D.*	*Mean*	*S.D.*	*Mean*	*S.D.*	*Mean*	*S.D.*
ทันที	*45.58*	*3.95*	*34.00*	*2.88*	*37*	*2.48*	*43.08*	*2.18*
1 นาที	*35.83*	*1.26*	*34.17*	*4.72*	*38.5*	*2.59*	*41.92*	*3.19*
2.5 นาที	*36.67*	*3.83*	*36.67*	*3.60*	*35.58*	*3.03*	*36.83*	*4.53*
5 นาที	*37.17*	*2.15*	*34.00*	*4.26*	*38.83*	*3.74*	*36.58*	*3.44*
10 นาที	*36.42*	*3.25*	*34.92*	*2.99*	*40.25*	*4.37*	*36.83*	*2.58*
15 นาที	*36.25*	*3.46*	*37.67*	*4.12*	*35.75*	*2.57*	*37.42*	*4.49*
20 นาที	*37.67*	*3.58*	*35.58*	*2.49*	*40.17*	*3.80*	*36.00*	*3.94*
30 นาที	*37.25*	*4.56*	*37.17*	*4.07*	*39.42*	*3.57*	*38.33*	*2.95*

	ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดมือ	น้ำมันบำรุงผิวมือ	ครีมบำรุงมือ	ปิโตรเลียมเจลลี่
ทันที				
1 นาที				
2.5 นาที				
5 นาที				



ภาพที่ 1 *รอยลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏบนเครื่องสแกนลายนิ้วมือ หลังใช้ผลิตภัณฑ์แต่ละประเภทในแต่ละช่วงเวลา*

จากภาพที่ 1 แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของรอยลายนิ้วมือที่ปรากฏบนเครื่องสแกนลายนิ้วมือ ภายหลังจากผู้การใช้ผลิตภัณฑ์ 4 ประเภท ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดมือ, น้ำมันบำรุงผิวมือ, ครีมบำรุงมือ และปิโตรเลียมเจลลี่ ในช่วงเวลาทันทีหลังใช้ผลิตภัณฑ์, 1, 2.5, 5, 10, 15, 20 และ 30 นาทีหลังใช้ผลิตภัณฑ์ โดยพิจารณาความคมชัดของรอยลายนิ้วมือแฝงที่ปรากฏ พบว่า ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดมือ รอยลายนิ้วมือค่อนข้างชัดเจนตั้งแต่เริ่มต้นและลดความชัดลงเล็กน้อยเมื่อเวลาผ่านไป แต่ยังสามารถสังเกตรอยลายนิ้วมือได้อย่างต่อเนื่องจนถึง 30 นาที แสดงให้เห็นว่าไม่มีสารตกค้างที่ส่งผลกระทบต่อการอ่านลายนิ้วมือในระยะยาว น้ำมันบำรุงผิวมือ พบว่ารอยลายนิ้วมือมีการแพร่กระจายของน้ำมันจนทำให้รอยนิ้วมือหนาขึ้นและลายนิ้วมือเบลอมากขึ้น และเมื่อเวลาผ่านไป โดยเฉพาะตั้งแต่ 10 นาทีเป็นต้นไป ลายนิ้วมือเริ่มไม่ชัดเจน ในขณะที่ครีมบำรุงมือ มีลักษณะใกล้เคียงกับน้ำมันบำรุงผิวมือ โดยมีรอยลายนิ้วมือชัดเจนในช่วงต้น แต่ความชัดเจนลดลงชัดเจนตั้งแต่ 10 นาทีขึ้นไป อย่างไรก็ตามในบางช่วงเวลายังพอเห็นรอยลายเส้นหลัก และปิโตรเลียมเจลลี่ พบว่าพบรอยลายนิ้วมือที่มีความเข้มชัดในช่วงต้น (1-5 นาที) และยังมีความคมชัดของรอยลายนิ้วมือสูงอย่างต่อเนื่องตลอดช่วงเวลา แม้จะผ่านไปนานถึง 30 นาที ก็ยังสามารถสังเกตเห็นรายละเอียดของลายเส้นได้ชัดเจน สมบูรณ์เพียงพอสำหรับการยืนยันตัวบุคคลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. การเปรียบเทียบคุณภาพของรอยลายนิ้วมือแฝงที่บันทึกได้จากเครื่องสแกนลายนิ้วมือ จำแนกตามผลิตภัณฑ์บำรุงผิวมือและช่วงเวลาหลังการใช้ผลิตภัณฑ์

เพื่อทดสอบและเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคุณภาพรอยลายนิ้วมือที่ผ่านการใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผิวมือชนิดต่าง ๆ ซึ่งเป็นการทดสอบตัวแปรที่มีมากกว่า 2 กลุ่ม สถิติที่ใช้ในการทดสอบคือ คือ F-test การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way Analysis of Variance) โดยมีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ด้วยโปรแกรม MS excel

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน

เพื่อเปรียบเทียบการปรากฏขึ้นของรอยลายนิ้วมือบนเครื่องสแกนลายนิ้วมือ จำแนกตามประเภทผลิตภัณฑ์ พบว่า ค่า p-value มีค่ามากกว่า 0.05 แสดงว่า รอยลายนิ้วมือที่ได้จากเครื่องสแกนลายนิ้วมือหลังใช้ผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 ชนิด ส่งผลต่อจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงดังตารางที่ 2

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน

เพื่อเปรียบเทียบการปรากฏขึ้นของรอยลายนิ้วมือบนเครื่องสแกนลายนิ้วมือ จำแนกตามตามระยะเวลาหลังใช้ผลิตภัณฑ์ พบว่า ค่า p-value มีค่ามากกว่า 0.05 แสดงว่า ช่วงเวลาหลังการผลิตภัณฑ์หลังใช้ผลิตภัณฑ์แล้วประทับรอยลายนิ้วมือลงบนเครื่องสแกนลายนิ้วมือ คุณภาพของรอยลายนิ้วมือที่ได้จากการนับจุดลักษณะสำคัญพิเศษไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 2 *แสดงผลการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบการปรากฏขึ้นของรอยลายนิ้วมือบนเครื่องสแกนลายนิ้วมือจำแนกตามประเภทผลิตภัณฑ์ วิเคราะห์โดยใช้สถิติ One-way ANOVA*

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P-value	F crit
ระหว่างกลุ่ม	*682.8333*	*3*	*227.6111*	*2.4675*	*0.0827*	*2.816466*
ภายในกลุ่ม	*4277.833*	*44*	*97.22348*			
รวม	**4960.667**	**47**				

ตารางที่ 3 *แสดงผลการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบการปรากฏขึ้นของรอยลายนิ้วมือบนเครื่องสแกนลายนิ้วมือจำแนกตามระยะเวลาหลังใช้ผลิตภัณฑ์ วิเคราะห์โดยใช้สถิติ One-way ANOVA*

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P-value	F crit
ระหว่างกลุ่ม	*56.68182*	*7*	*8.097403*	*0.156844*	*0.992569*	*2.126324*
ภายในกลุ่ม	*4130.182*	*80*	*51.62727*			
รวม	**4960.667**	**7**				

จากการวิเคราะห์พบว่า รอยลายนิ้วมือแฝงที่บันทึกผ่านเครื่องสแกนภายหลังการใช้ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดมือยังคงมีคุณภาพในระดับที่สามารถสังเกตเส้นนูนได้ชัดเจน แม้คุณภาพจะลดลงเล็กน้อยเมื่อเวลาผ่านไป แต่ยังเพียงพอต่อการระบุตัวบุคคล ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Chadwick และคณะ (2017) และ ปุณิกา คงไกรสิน และคณะ (2566) ที่พบว่าผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดมือไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อคุณภาพลายนิ้วมือ ซึ่งสันนิษฐานว่าส่วนผสมอย่าง Polyacrylic acid, Glycerin และ Propylene glycol ช่วยเพิ่มความชุ่มชื้นแก่ผิวและแอลกอฮอล์ที่ระเหยเร็วไม่ทิ้งสารตกค้าง จึงไม่รบกวนการประทับลายนิ้วมือบนพื้นผิวเรียบ

การปรากฏของรอยลายนิ้วมือหลังใช้น้ำมันบำรุงผิวมือมีคุณภาพต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์อื่น โดยมีความผันผวนและแนวโน้มลดลงตลอดเวลา สอดคล้องกับ Kumari และคณะ (2021) ที่ระบุว่าน้ำมันความหนืดสูงมีส่งผลโดยการลดคุณภาพลายนิ้วมือ ในขณะที่ Turvey (2017) และ Arndt (1998) พบว่าน้ำมันบางชนิดช่วยเพิ่มคุณภาพได้ ในการศึกษาในครั้งนี้ผู้วิจัยสันนิษฐานว่าน้ำมันที่ซึมช้าและมีความลื่น อาจสร้างฟิล์มบางบนผิวปลายนิ้ว ทำให้รายละเอียดลายเส้นถูกบดบัง และรบกวนการสะท้อนของนิ้วมือกับผิวกระจกเครื่องสแกนลายนิ้วมือจึงทำให้ส่งผลต่อการจับภาพของเครื่องสแกนลายนิ้วมือและลดประสิทธิภาพในการตรวจจับภาพโดยรวม

การใช้ครีมบำรุงมือก่อนการสแกนลายนิ้วมือให้ผลลายนิ้วมือที่คมชัดในระดับปานกลาง โดยสามารถสังเกตร่องรอยและเส้นนูนได้ชัดเจน คุณภาพลายนิ้วมือมีความเสถียรตลอดช่วงเวลา 30 นาที แม้มีความผันผวนเล็กน้อยในแต่ยังคงสามารถใช้ระบุตัวบุคคลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับงานวิจัยของเสาวภาคย์ เบียซิน (2557) ที่พบว่าโลชั่นบำรุงผิวไม่บดบังลายนิ้วมือบนพื้นผิว จากการทดลองสันนิษฐานได้ว่า ครีมบำรุงมือช่วยเพิ่มความชุ่มชื้นโดยไม่รบกวนเส้นนูน จึงไม่ส่งผลต่อการบันทึกลายนิ้วมือ

การใช้ปิโตรเลียมเจลลี่ก่อนสแกนลายนิ้วมือให้ผลลายนิ้วมือที่มีคุณภาพดีที่สุดเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์อื่น โดยสามารถตรวจพบจุดลักษณะสำคัญพิเศษได้มากที่สุด ภาพลายนิ้วมือมีความคมชัด เห็นรายละเอียดเส้นนูนชัดเจน และมีความเสถียรตลอด 30 นาที อยู่ในระดับที่ใช้ระบุตัวบุคคลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยสันนิษฐานว่าปิโตรเลียมเจลลี่มีลักษณะกึ่งแข็งกึ่งเหลว ไม่ระเหยและไม่ซึมเข้าสู่ผิว ช่วยเคลือบผิวและรักษาความชุ่มชื้น ส่งผลให้เกิดความต่างระหว่างเส้นสันและร่องลายนิ้วมืออย่างชัดเจน ช่วยให้เครื่องสแกนสามารถจับภาพได้แม่นยำมากขึ้น

สรุปผลการวิจัย

การศึกษานี้มุ่งเน้นถึงผลของผลิตภัณฑ์บำรุงผิวมือและระยะเวลาหลังการใช้ผลิตภัณฑ์ต่อคุณภาพของรอยลายนิ้วมือที่ประทับบนเครื่องสแกนลายนิ้วมือ โดยพิจารณาจากจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษที่ตรวจวัดได้ด้วยระบบ AFIS พบว่า ผลิตภัณฑ์ทุกประเภทไม่ส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อคุณภาพของรอยลายนิ้วมือ และพบว่าทุกช่วงเวลาให้คุณภาพของรอย

ลายนิ้วมือแฝงสูง ซึ่งล้วนอยู่ในระดับที่สามารถระบุตัวบุคคลได้ โดยปิโตรเลียมเจลลี่ให้คุณภาพรอยลายนิ้วมือดีที่สุด รองลงมาคือครีมบำรุงมือ และผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดมือ ขณะที่น้ำมันบำรุงผิวมือให้ผลต่ำสุด ทั้งนี้ แม้คุณภาพของรอยลายนิ้วมือบางช่วงเวลาจะผันผวนหรือค่อยๆ ลดลง แต่ยังคงมีจำนวนจุดลักษณะสำคัญพิเศษ (Minutiae) มากกว่า 10 จุดขึ้นไป ซึ่งเพียงพอต่อการตรวจสอบและพิสูจน์เอกลักษณ์บุคคลได้ดังนั้น การใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงหรือทำความสะอาดมือก่อนการสแกนลายนิ้วมือและระยะเวลาหลังการใช้ผลิตภัณฑ์จึงไม่เป็นอุปสรรคต่อกระบวนการระบุยืนตันตัวตน และอาจเป็นทางเลือกที่เหมาะสมโดยเฉพาะในผู้มีปัญหาผิวแห้งหรือผิวหนังแตกร้าว ซึ่งอาจกระทบต่อความชัดเจนของลายนิ้วมือในสภาพแวดล้อมการใช้งานจริง

ข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาผลกระทบของผลิตภัณฑ์ในชีวิตประจำวันอื่น ๆ รวมถึงผลจากการใช้ผลิตภัณฑ์บำรุงผิวต่อเนื่องในระยะยาว ว่ามีผลต่อคุณภาพของลายนิ้วมือหรือไม่

2. ควรขยายกลุ่มตัวอย่างให้ครอบคลุมประชากรหลากหลายช่วงวัยและสภาพผิว พร้อมทั้งศึกษาปัจจัยแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ ความชื้น และชนิดของเครื่องสแกน เพื่อให้ผลการวิจัยใช้งานได้จริงในสถานการณ์หลากหลาย

เอกสารอ้างอิง

ปุณิกา คงไกรสิน และกมลชนก วรนาม (2566). การศึกษาลายนิ้วมือแฝงที่ผ่านการใช้น้ำยาทำความสะอาดมือทั่วไปจากการปัดผงฝุ่นแม่เหล็ก. Eau Heritage Journal Science and Technology. 17(2), 162-175

เสาวภาคย์ เบียซิน. (2557). องค์ประกอบทางเคมีของลายนิ้วมือที่มีผลกระทบต่อการติดของลายนิ้ว มือแฝงในประชากรไทย. Veridian E-journal Science and Technology Silpakorn University, 1(4), 50-62.

อภินันท์ จันตะนี. (2549). การใช้สถิติวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการวิจัยทางธุรกิจ. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.

Arndt, D. C. (1998). Method and apparatus for enhancing live-scan fingerprint reader images (U.S. Patent No. 5,737,071). U.S. Patent and Trademark Office. from https://patents.google.com/patent/US5737071A.

Chadwick, S., Neskoski, M., Spindler, X., Lennard, C., & Roux, C. (2017). Effect of hand sanitizer on the performance of fingermark detection techniques. Forensic science international, 273, 153-160.

Jain, A. K., Ross, A., & Nandakumar, K. (2011). Introduction to biometrics. Springer Science & Business Media.

Kumari, V., Thakar, M. K., Mondal, B., & Pal, S. K. (2021). Effects of oils, lotions, hand sanitizers, and mehendi on fingerprints captured through digital fingerprint scanner. Egyptian Journal of Forensic Sciences, 11(1), 8.

Turvey, J. (2017). Preparation for enhanced fingerprint image formation on a transparent surface of a live-scan device. U.S. Patent Application, 365.

World Health Organization. (2020). Recommendations to Member States to improve hand hygiene practices to help prevent the transmission of the COVID-19 virus. https://www.who.int/publications/i/item/WHO-2019-nCoV-IPC_HH-2020.1