# การศึกษาอิทธิพลของกระสุนปืนและวิถียิงของกระสุนปืนที่มีผลต่อมุมที่วัดจากร่องรอยลูกกระสุนปืนบนแผ่นโลหะตัวถังรถยนต์ที่ถูกยิงด้วยปืนพกออโตเมติก ขนาด 9 มิลลิเมตร LUGER

# Influence of Bullet and Trajectories of Bullet Impact on Metal Plate Car Body from A Semi Automatic Pistol 9mm Luger

ร้อยตำรวจเอกหญิง ฐิติชญา เหลืองไพโรจน์[1], ผู้ช่วยศาสตราจารย์ (พิเศษ) พลตำรวจโท ดร.ณรงค์ กุลนิเทศ[2]
Email: lpr.thitichaya@outlook.com
[1]หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
[2]สำนักงานพิสูจน์หลักฐานตำรวจ สำนักงานตำรวจแห่งชาติ

**บทคัดย่อ**

การก่อเหตุยิงรถยนต์ด้วยอาวุธปืน การตรวจวิถีกระสุนปืนที่สถานที่เกิดเหตุ เพื่อให้ทราบว่าทิศทางการยิงมาจากทางไหน ยิงเป็นมุมเท่าใดกับแนวตั้งฉากหรือแนวตัวรถ จะพบร่องรอยกระสุนปืนมีความแตกต่างกัน และมีความสำคัญมาก เนื่องจากสามารถบอกถึงตำแหน่งในการกระทำความผิดของคนร้ายในขณะนั้นได้ ว่าจะมาจากทิศทางใด และมีแนววิถีกระสุนปืนเป็นอย่างไร การตรวจวิถีกระสุนจำเป็นต้องวิเคราะห์โดยหน่วยงานปฏิบัติการที่เชื่อถือได้ กล่าวคือ ห้องปฏิบัติการต้องให้ผลการวิเคราะห์ที่มีความถูกต้องแม่นยำ และน่าเชื่อถือ ดังนั้น ผู้จัดทำจึงได้ทำการวิจัยนี้โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของกระสุนปืนและวิถียิงที่มีผลต่อการวัดมุมยิงที่ใช้ในการจำลองวิถีกระสุนปืนที่เกิดขึ้นบนแผ่นโลหะตัวถังรถยนต์ และตรวจสอบค่าความคลาดเคลื่อนของกระบวนการวัดมุมยิงที่ใช้ในการจำลองวิถีกระสุนปืนจากร่องรอยที่เกิดขึ้นที่แผ่นโลหะตัวถังรถยนต์โดยใช้วิธีการวัดแบบการผ่านจุดต่อเนื่อง (Probing Method) ผลการวิจัยพบว่า ชนิดของกระสุนปืนที่แตกต่างกันมีผลต่อการวัดมุมยิง เมื่อเป็นการยิงที่มุมยิง 45 องศา ส่วนมุมยิงอื่น เช่น 90 75 60 และ 30 องศา พบว่าชนิดของกระสุนปืนที่แตกต่างกัน ไม่มีความแตกต่างกัน ส่วนวิถียิงที่แตกต่างกันส่งผลต่อการวัดมุมยิงที่ใช้ในการจำลองวิถีกระสุนปืนที่เกิดขึ้นบนแผ่นโลหะตัวถังรถยนต์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และจากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าในมุมยิงที่ 90 องศา การวัดมุมจะมีประสิทธิภาพที่ดีที่สุด (ความถูกต้องและความแม่นยำ) แต่สำหรับมุมยิงที่ลดลง คือ 75 ถึง 30 องศา ประสิทธิภาพลดลงไปตามลำดับ

**คำสำคัญ:** อาวุธปืนพก, กระสุนปืน, วิถีกระสุน

**Abstract**

In case that the car was shot by the gun, the forensic scientist will reconstruct the trajectory of the projectiles to answer two important questions which are 1) What is the direction of the projectiles? and 2) What is the angle of the shooting? (vertical and horizontal angle from the car). At the bullets traces on the car which have different kind of traces that are very important because it can be used to analysis the trajectory of the projectile performed by a reliable laboratory. In another word, the laboratory must provide accurate and reliable analysis to analyze the trajectory of the projectile. Therefore, the researcher studied the influence of ammunition and shooting trajectory to observe effects of the

shooting angle. The measurement was performed to simulate the trajectory of the projectile that occurred on the body part (metal plate) of the car and the deviation of the angle measuring was calculated. The whole process was used to simulate the trajectory of the bullet from the traces that occurred on the body part of the car using the Probing Method. The results showed that the different types of ammunition affected the angle measurement when shooting at a 45 degree but that do not affected at 90, 75, 60, and 30 degree while the different shooting angle affected the angle measurement used to simulate the trajectory of the projectile that occurred on the body part of the car with significant at the level of 0.05. In addition, the angle measurement will have the best performance (accuracy and precision) when shoots at 90 degree. On the other hand, the performance of angle measurement is decreasing when shooting angle is decreased.

**Keywords:** Pistol, Cartridges, Trajectories of Bullet

**บทนำ**

ตามหลักนิติวิทยาศาสตร์การพิสูจน์วิถีกระสุนเป็นหนึ่งในขั้นตอนการหาหลักฐาน เมื่อเกิดคดีอาชญากรรมขึ้นเพื่อช่วยคลี่คลายคดีที่เป็นปริศนา และนำผู้กระทำผิดมาลงโทษตามกฎหมายซึ่งในการพิสูจน์วิถีกระสุนสามารถบอกอะไรบ้าง จึงทำให้เจ้าพนักงานสืบสวนสามารถสืบสวนจนหาตัวผู้กระทำผิดมาลงโทษตามกฎหมายได้ วิถีกระสุนจะเป็นสิ่งบอกว่าเหตุการณ์ขณะนั้นวัตถุที่ถูกยิงกับคนยิงอยู่ในตำแหน่งหรือลักษณะใด ซึ่งในการพิสูจน์วิถีกระสุนนั้นต้องดูจากบาดแผลบนวัตถุพยานที่ถูกยิงว่า รูกระสุนเข้าไปทางไหน และมีรูกระสุนออกไปทางไหน และมีทิศทางของกระสุนอย่างไร จากนั้นก็นำข้อมูลที่ได้มาจำลองเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นว่าวัตถุพยานที่ถูกยิงน่าจะอยู่ในลักษณะใด จากนั้นก็จะนำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาประมวลผลกับเหตุการณ์ที่จำลองขึ้น โดยการโยงเส้น เมื่อโยงเส้นได้แล้วก็จะได้คำตอบว่าเป็นไปตามคำให้การหรือไม่ ซึ่งในการพิสูจน์วิถีกระสุนนั้นจะสามารถบอกเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในขณะนั้นได้เป็นอย่างดี

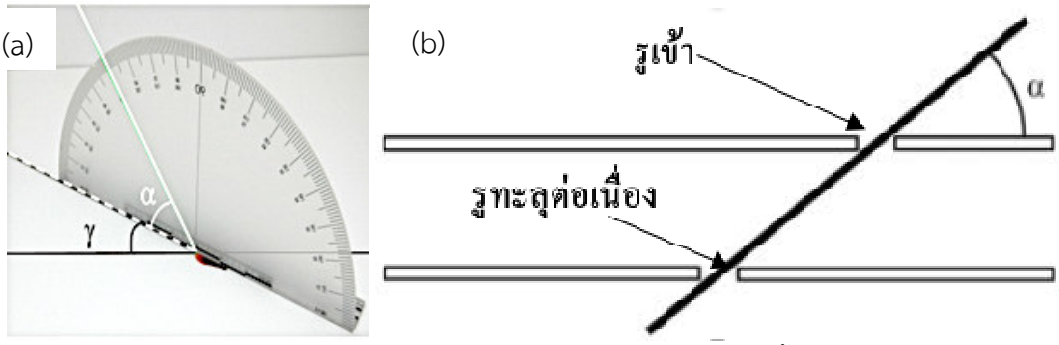
ในการประมาณวิถีกระสุนนั้น จะขึ้นกับหลายปัจจัย เช่น (1) มุมตกกระทบจริง (มุมระหว่างวิถีกระสุนและพื้นผิวเป้าหมายก่อนที่จะกระแทก) (2) คุณสมบัติของวัสดุเป้าหมาย (3) คุณสมบัติของกระสุนปืนเมื่อเข้ากระทบ เช่น มวล, ความเร็ว, รูปทรง, การมุมและความเสถียรของการเคลื่อนที่ [1-6] เป็นต้น ซึ่งจะส่งผลต่อขนาดและรูปร่างของร่องรอย การเบี่ยงเบนของกระสุนปืนจากวิถีเดิม เนื่องจากในขณะที่กระสุนปืนกระทบวัสดุเป้าหมายจะเกิดการเปลี่ยนรูป(เสียพลังงาน)ในขณะที่เจาะทะลุวัสดุเป้าหมาย โดยทั่วไปการเสียพลังงานของกระสุนปืนในขณะที่เจาะทะลุวัสดุเป้าหมายจะเพิ่มขึ้นเมื่อ (1) มุมตกกระทบลดลง [7,8] (2) ความหนาแน่นหรือความหนาของวัสดุเป้าหมายเพิ่มขึ้น [7] (3) มวลของลูกกระสุนปืนลดลง [7,8]

ในการระบุวิถีกระสุนปืนจะระบุได้เป็นสองมุม คือมุมแนวตั้ง ($\gamma$) (มุมกด มุมเงย) และมุมแนวนอน ($\alpha$) (มุมแนวราบ) [1-4] ดังภาพที่ 1 (a) โดยวิถีกระสุนจะถือเป็นเส้นตรงเมื่อระยะยิงสั้น (ระยะประมาณ 9-18 เมตร [2] สำหรับการยิงด้วยปืนพก หรือระยะประมาณ 30 เมตร [5] สำหรับปืนไรเฟิล) การรายงานการพิสูจน์วิถีกระสุนจะมาค่าความคลาดเคลื่อนรายงานประกอบเสมอ เนื่องจากมุมเป็นค่าที่เกิดจากการวัด โดยการวัดทุกครั้งมักมีค่าความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นเสมอ

กระบวนการวัดวิถีกระสุนปืนแบบการผ่านจุดต่อเนื่อง (Probing Method) เป็นการตรวจวัดเพื่อจำลองวิถีกระสุนปืนโดยใช้เส้นทางกระสุนระหว่างวัตถุสองชิ้นขึ้นไปที่ลูกกระสุนปืนเดินทางผ่านหรือใช้ช่องทาง

ขาเข้าและขาออกในวัสดุเป้าหมายที่มีความหนา วิถีนี้สามารถใช้ในการประมาณวิถีของกระสุนก่อนที่จะมีการกระแทก และหลังจากการะกระแทกในวัตถุแรกนั้นไม่มีการเปลี่ยนแนววิถีไป วิถีการนี้จะมีความแม่นยำของวิถีที่วัดได้จะสูงที่สุดเมื่อการเสียพลังงานของวิถีกระสุนปืนหลังจากการกระแทกที่เป้าหมายหลักนั้นใช้เวลาสั้นซึ่งจะส่งผลให้ค่าเบี่ยงเบนของกระสุนมีค่าน้อย

ในการวัดวิถีระหว่างรองรอยของกระสุนปืนใช้เครื่องมือในการโยงวิถี เช่น เหล็กโยงวิถี เชือกโยงวิถี หรือเลเซอร์ ฯลฯ [2-5,9-12] ในการโยงวิถีระหว่าง รอยหรือรูลูกกระสุนปืนที่ 1 กับรอยลูกกระสุนปืนที่ 2, 3, 4.....n ที่เกิดจากลูกกระสุนปืนลูกเดียวกัน ดังภาพที่ 1 (b)




ภาพที่ 1 (a) การแสดงการระบุวิถีกระสุนปืนจะระบุได้เป็นสองมุม คือมุมแนวตั้ง ($\gamma$) และมุมแนวนอน ($\alpha$)

(b) การแสดงวิธีการวัดมุมตกกระทบ ($\alpha$) ด้วยกระบวนการวัดวิถีกระสุนปืนแบบการผ่านจุดต่อเนื่อง

**วัตถุประสงค์ของการวิจัย**

1. ศึกษาอิทธิพลของกระสุนปืนและวิถียิงที่มีผลต่อการวัดมุมยิงที่ใช้ในการจำลองวิถีกระสุนปืนที่เกิดขึ้นบนแผ่นโลหะตัวถังรถยนต์

2. ตรวจสอบค่าความคลาดเคลื่อนของกระบวนการวัดมุมยิง ที่ใช้ในการจำลองวิถีกระสุนปืนจากร่องรอยที่เกิดขึ้นที่แผ่นโลหะตัวถังรถยนต์โดยใช้วิธีการวัดแบบการผ่านจุดต่อเนื่อง (Probing Method)

**ขอบเขตการวิจัย**

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตในการศึกษาเกี่ยวกับตัวแปรแต่ละตัวตาม ดังต่อไปนี้

ตัวแปรอิสระ ได้แก่

1) ลูกกระสุนปืน คือชนิดของกระสุนปืน ได้แก่กระสุนปืนแบบทองแดงหุ้มตะกั่ว ชนิดปลายหัวมน (FMJ) และกระสุนปืนแบบตะกั่ว ชนิดปลายหัวมน (LRN)

2) วิถียิงหรือขนาดมุมที่ลูกกระสุนปืนกระทบแผ่นโลหะ ทำศึกษาเฉพาะมุมยิงแนวระนาบ คือ การยิงลูกกระสุนปืนแนวเส้นระดับสายตาออกไป หรือแนวเส้นตรงที่ขนานกับพื้น โดยวิถีกระสุนที่มุมยิงตั้งฉากกับแผ่นโลหะคือ 90° และมุมยิงในแนวเฉียงกับแผ่นโลหะคือ 75°, 60°, 45° และ 30°

ตัวแปรตาม ได้แก่ มุมที่ได้จากกระบวนการวัดจากร่องรอยที่แผ่นโลหะ จากกระบวนการผ่านจุดต่อเนื่อง (Probing Method: PM)

ตัวแปรควบคุม ได้แก่ อาวุธปืน (GUN), แผ่นโลหะตัวถังรถยนต์, ระยะยิง และสภาพแวดล้อม

**วิธีดำเนินการวิจัย**

1. ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) เพื่อศึกษาถึงผลของตัวแปร และเปรียบเทียบผลต่อการวัดมุมยิงที่ใช้ในการจำลองวิถีกระสุนปืนที่เกิดขึ้นบนแผ่นโลหะตัวถังรถยนต์ โดยใช้กระบวนการวัดที่ต่างกัน

2. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

2.1 อาวุธปืนพกออโตเมติก 9 มิลลิเมตร ยี่ห้อ Sig Sauer รุ่น P320

2.2 กระสุนปืนแบบทองแดงหุ้มตะกั่วชนิดปลายหัวมน (Full Metal Jacket : FMJ)

2.3 กระสุนปืนแบบตะกั่วชนิดปลายหัวมน (Lead Round Nose : LRN)

2.4 แผ่นโลหะตัวถังรถยนต์

2.5 แท่นสำหรับยึดแผ่นโลหะ

2.6 ชุดแท่งยิงสำหรับยึดอาวุธปืนขณะทำการยิง

2.7 ชุดแท่งจำลองแนววิถีกระสุน

2.8 ที่วัดมุมแบบครึ่งวงกลม

2.9 ที่วัดระยะทางและวัดมุมแบบดิจิทัล

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ติดตั้งอาวุธปืนกับแท่นจับยิง และวางแท่นฐานยิงที่ใช้ยึดแผ่นโลหะให้ห่างจากปากกระบอกปืนเป็นระยะ 2 เมตร

3.2 ทำการยิงปืนโดยใช้อาวุธปืนพกออโตเมติก 9 มิลลิเมตร ยิงกระสุนปืนไปยังแผ่นโลหะจะกำหนดจุดยิงบริเวณกึ่งกลางของแผ่นโลหะ และทำมุมกับระนาบแผ่นโลหะ คือที่มุม 90 75 60 45 และ 30 องศา

3.3 ทำการยิงด้วยกระสุนปืนแบบทองแดงหุ้มตะกั่วชนิดปลายหัวมน (FMJ) และกระสุนปืนแบบตะกั่วชนิดปลายหัวมน (LRN) ชนิดละ 10 นัด จากนั้นทำการวัดมุมยิงด้วย วิธีการวัดแบบการผ่านจุดต่อเนื่อง (Probing Method)

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิจัยนี้คือ

3.1 การวิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistic) ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

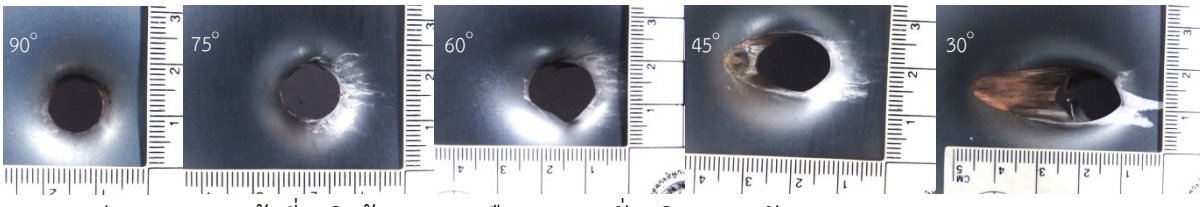
3.2 การวิเคราะห์สถิติเชิงอนุมาน (Inferential Statistic) อิทธิพลของกระสุนปืนและวิถียิงที่มีผลต่อการวัดมุมยิงที่ใช้ในการจำลองวิถีกระสุนปืนที่เกิดขึ้นบนแผ่นโลหะตัวถังรถยนต์ โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) การทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยสองกลุ่ม (t-test) และการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยหลายกลุ่ม (F-test)

**ผลการวิจัย**

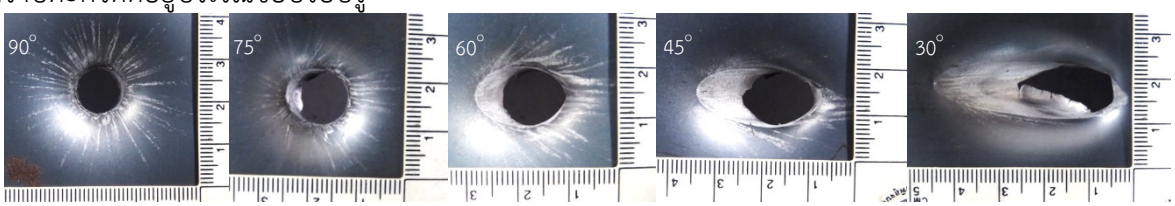
การศึกษาวิจัยเรื่อง การศึกษาอิทธิพลของกระสุนปืนและวิถียิงของกระสุนปืนที่มีผลต่อมุมที่วัดจากร่องรอยลูกกระสุนปืนบนแผ่นโลหะตัวถังรถยนต์ที่ถูกยิงด้วยปืนพกออโตเมติก ขนาด 9 มิลลิเมตร LUGER ได้ผลการทดลองดังนี้

1. ผลการศึกษาลักษณะรูปแบบร่องรอยรูทางเข้าที่ปรากฏบนแผ่นโลหะตัวถังรถยนต์ ที่ตัดจากบริเวณประตูด้านข้างรถกระบะ

ลักษณะของร่องรอยรูทางเข้า ที่ถูงยิงด้วยกระสุนปืนแบบทองแดงหุ้มตะกั่วชนิดหัวมน Full Metal Jacket (FMJ) พบคราบทองแดงติดอยู่บริเวณขอบร่องรอยรูทางเข้า ด้านที่กระสุนปืนเข้าไปกระทบกับแผ่นโลหะ และขอบมีลักษณะคม




ร่องรอยรูทางเข้าที่ถูงยิงด้วยกระสุนปืนแบบตะกั่วชนิดปลายหัวมน (Lead Round Nose : LRN) พบคราบตะกั่วติดอยู่บริเวณขอบรอบรู




2. ผลการทดสอบสมมติฐานเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างอิทธิพลของกระสุนปืนที่มีผลต่อการวัดมุมยิงที่ใช้ในการจำลองวิถีกระสุนปืนที่เกิดขึ้นบนแผ่นโลหะตัวถังรถยนต์

**ตารางที่ 1** การเปรียบเทียบความแปรปรวนระหว่างอิทธิพลของกระสุนปืนที่มีผลต่อการวัดมุมยิงที่ใช้ในการจำลองวิถีกระสุนปืนที่เกิดขึ้นบนแผ่นโลหะตัวถังรถยนต์ โดยใช้วิธีการวัดแบบการผ่านจุดต่อเนื่อง (Probing Method)

| มุม | กระสุนปืนแบบทองแดงหุ้มตะกั่วชนิดปลายหัวมน | | กระสุนปืนแบบตะกั่วชนิดปลายหัวมน | | ค่า t | ค่า Sig. (2-tailed) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ค่าเฉลี่ย (Mean) | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) | ค่าเฉลี่ย (Mean) | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) | | |
| 90° | 90.3000 | 0.97753 | 89.8250 | 0.62417 | -1.295 | *0.212* |
| 75° | 74.9000 | 0.80966 | 75.2000 | 0.94868 | -0.761 | *0.457* |
| 60° | 58.2000 | 1.15950 | 58.4500 | 1.01242 | -0.514 | *0.614* |
| 45° | 43.1500 | 2.01453 | 44.9500 | 0.83166 | -2.612 | 0.023 |
| 30° | 22.9000 | 2.41293 | 24.8000 | 1.61933 | -2.068 | *0.053* |

* นัยสำคัญทางสถิติ 0.05

จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณร้อยละของการวัดมุมยิงจำแนกตามชนิดของกระสุนปืน ดังตารางที่ 1 พบว่ากระสุนปืนแบบทองแดงหุ้มตะกั่วชนิดปลายหัวมน (FMJ) กับ กระสุนปืนแบบตะกั่วชนิดปลายหัวมน (LRN) ที่มุม 90 75 60 และ 30 องศา มีปริมาณร้อยละของการวัดมุมยิง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่ที่มุม 45 องศา มีปริมาณร้อยละของการวัดมุมยิง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งมุมยิงที่วัดได้จากกระสุนปืนแบบทองแดงหุ้มตะกั่วชนิดปลายหัวมน (FMJ) มีค่าใกล้กับมุมยิงตกกระทบมากกว่ากระสุนปืนแบบตะกั่วชนิดปลายหัวมน (LRN)

3. ผลการทดสอบสมมติฐานเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างอิทธิพลของวิถียิงที่มีผลต่อการวัดมุมยิงที่ใช้ในการจำลองวิถีกระสุนปืนที่เกิดขึ้นบนแผ่นโลหะตัวถังรถยนต์

**ตารางที่ 2** ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลต่างของวัดมุมยิงที่วัดได้กับมุมตกกระทบจริง

| **มุม** | **กระสุนปืนแบบทองแดงหุ้มตะกั่วชนิดปลายหัวมน (FMJ)** | | **กระสุนปืนแบบตะกั่วชนิดปลายหัวมน (LRN)** | |
|---|---|---|---|---|
| | **ค่าเฉลี่ย (Mean)** | **ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)** | **ค่าเฉลี่ย (Mean)** | **ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)** |
| 90° | 0.8000 | 0.5869 | 0.4750 | 0.4158 |
| 75° | 0.8000 | 0.4831 | 0.7000 | 0.3496 |
| 60° | 1.5500 | 1.0124 | 1.8000 | 1.1595 |
| 45° | 0.6500 | 0.4743 | 2.1500 | 1.6508 |
| 30° | 5.2000 | 1.6193 | 7.1000 | 2.4129 |

**ตารางที่ 3** การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลต่างของวัดมุมยิงที่วัดได้กับมุมตกกระทบจริงด้วยกระสุนปืนแบบทองแดงหุ้มตะกั่วชนิดปลายหัวมน (FMJ) โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว

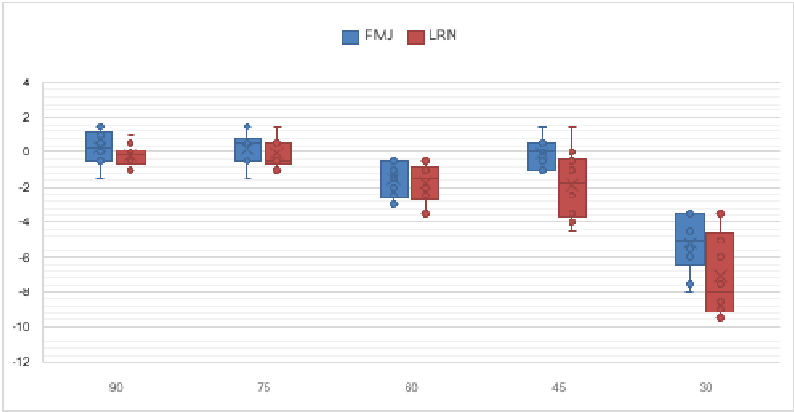
| แหล่งของความแปรปรวน | SS | df | MS | F | Sig* |
|---|---|---|---|---|---|
| ระหว่างกลุ่ม | 149.450 | 4 | 37.363 | 41.980 | 0.000 |
| ภายในกลุ่ม | 40.050 | 45 | 0.890 | | |
| รวม | 189.500 | 49 | | | |

**ตารางที่ 4** การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลต่างของวัดมุมยิงที่วัดได้กับมุมตกกระทบจริงด้วยกระสุนปืนแบบตะกั่วชนิดปลายหัวมน (LRN) โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว

| แหล่งของความแปรปรวน | SS | df | MS | F | Sig* |
|---|---|---|---|---|---|
| ระหว่างกลุ่ม | 290.980 | 4 | 72.745 | 35.706 | 0.000 |
| ภายในกลุ่ม | 91.681 | 45 | 2.037 | | |
| รวม | 382.661 | 49 | | | |

* นัยสำคัญทางสถิติ 0.05

จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลต่างของวัดมุมยิงที่วัดได้กับมุมตกกระทบจริงด้วยกระสุนปืนแบบทองแดงหุ้มตะกั่วชนิดปลายหัวมน (FMJ) และกระสุนปืนแบบตะกั่วชนิดปลายหัวมน (LRN) จำแนกตามมุมตกกระทบจริง โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA) ดังตารางที่ 3 และ 4 พบว่ามีค่า F เท่ากับ 41.980 และ 35.706 ตามลำดับ และมีค่า Sig. เท่ากับ 0.000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่าขนาดของมุมตกกระทบจริงที่แตกต่างกันจะส่งผลให้มุมยิงที่วัดได้ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05




**ภาพที่ 2** กราฟแสดงการกระจายตัวของค่าของผลต่างของวัดมุมยิงที่วัดได้กับมุมตกกระทบจริง

4. ตรวจสอบค่าความคลาดเคลื่อนของกระบวนการวัดมุมยิง ที่ใช้ในการจำลองวิถีกระสุนปืนจากร่องรอยที่เกิดขึ้นที่แผ่นโลหะตัวถังรถยนต์โดยวิธีการวัดแบบการผ่านจุดต่อเนื่อง (Probing Method)

**ตารางที่ 5** ค่าทางสถิติของการวัดมุมยิงที่วัดได้โดยวิธีการวัดแบบการผ่านจุดต่อเนื่อง (Probing Method)

| มุม | กระสุนปืนแบบทองแดงหุ้มตะกั่วชนิดปลายหัวมน (FMJ) | | | | กระสุนปืนแบบตะกั่วชนิดปลายหัวมน (LRN) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ค่าเฉลี่ย (Mean) | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) | ร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ | ขอบเขตความมั่นใจที่ 99.9 % | ค่าเฉลี่ย (Mean) | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) | ร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ | ขอบเขตความมั่นใจที่ 99.9 % |
| 90° | 90.300 | 0.97753 | 0.33 | 1.017 | 89.825 | 0.62417 | 0.19 | 0.649 |
| 75° | 74.900 | 0.80966 | 0.13 | 0.842 | 75.200 | 0.94868 | 0.27 | 0.987 |
| 60° | 58.200 | 1.15950 | 3.00 | 1.206 | 58.450 | 1.01242 | 2.58 | 1.053 |
| 45° | 43.150 | 2.01453 | 4.11 | 2.096 | 44.950 | 0.83166 | 0.11 | 0.865 |
| 30° | 22.900 | 2.41293 | 23.67 | 2.510 | 24.800 | 1.61933 | 17.33 | 1.685 |

จากตารางที่ 5 พบว่าที่มุมมากกว่า 60 องศามีความถูกต้องหรือความแม่น (accuracy) ในการวัดสูง คือค่าที่วัดได้ใกล้เคียงกับค่ามุกตกกระทบจริง (ร้อยละความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ (relative error, %RE) น้อยกว่า 1) และมีความแม่นยำ และมีความเที่ยง (precision) ในการวัดสูง (ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation, s) น้อยกว่า 1) ส่วนที่มุมยิงน้อยกว่า 60 องศามีความถูกต้องและความเที่ยงลดลงตามลำดับ ในการรายงานผลการวัดแสดงเป็นช่วงขอบเขตความมั่นใจเช่นการวัดร่องรอยของกระสุนปืนแบบตะกั่วชนิดปลายหัวมน (LRN) ที่มุม 90 องศา ที่ค่าเท่ากับ $89.825 \pm 0.649$ ที่ระดับความมั่นใจ 99.9% หรือกล่าวคือมีโอกาสอยู่ 99.9 ใน 100 ครั้งที่ค่ามุมที่วัดได้จะอยู่ระหว่าง 89.176 ถึง 90.474 องศา เป็นต้น

**อภิปรายผลการวิจัย**

1. ชนิดของกระสุนปืนที่แตกต่างกันมีผลต่อการวัดมุมยิงทั้ง 4 มุม ได้แก่ มุม 90 75 60 และ 30 องศา แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนที่มุมยิง 45 องศาชนิดของกระสุนปืนไม่มีผลต่อการวัดมุมยิงที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. ขนาดของมุมยิงตกกระทบจริงที่แตกต่างกันมีผลต่อการวัดมุมยิงทั้ง 5 มุม ได้แก่ 90 75 60 45 และ 30 องศา แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เนื่องจากในขณะที่กระสุนปืนกระทบวัสดุเป้าหมายจะเกิดการเปลี่ยนรูป(เสียพลังงาน)ในขณะที่เจาะทะลุวัสดุเป้าหมาย โดยคุณสมบัติของวัสดุ(ชนิดของกระสุนปืนคือทองแดงและตะกั่ว)และขนาดของมุมตกกระทบจริง(รูปทรงและเวลาที่กระสุนปืนกระทบวัสดุ) ส่งผลต่อการเสียพลังงานของกระสุนปืนในขณะที่เจาะทะลุวัสดุเป้าหมาย

3. จากผลการวิจัยความถูกต้องและความแม่นยำในการวัดมุมนั้นมีค่าแตกต่างกันไปตามชนิดของกระสุนปืนและมุมตกกระทบ โดยพบว่าการวัดจะมีความถูกต้องและแม่นยำสูงเมื่อมุมตกกระทบมีค่าเข้าใกล้ 90 องศา หรือกระสุนปืนทำมุมตั้งฉากกับวัสดุเป้าหมาย เนื่องจากในขณะที่กระสุนปืนกระทบเป้าหมายมีสัมผัสที่ถ่ายโอนพลังงานแบบสมมาตร กระสุนปืนที่ทะลุออกยังมีความเสถียร ซึ่งทำให้เกิดการเบี่ยงเบนของกระสุนปืนไปยังรอยต่อเนื่องน้อยหรือไม่เปลี่ยนแปลง (เส้นทางการเคลื่อนที่ของกระสุนปืนเป็นเส้นตรงไม่หักเห) ส่วนที่มุมตกกระทบต่ำกระสุนปืนจะใช้ด้านข้างเข้าสัมผัสกับผิววัสดุเกิดการเสียพลังงานแบบไม่สมมาตร กระสุนปืนที่ทะลุออกเกิดการมุมแบบไม่เสถียร ส่งผลให้เกิดการเบี่ยงเบนเส้นทางการเคลื่อนที่หลังจากที่กระสุนปืนทะลุเป้าหมายแรกไป ดังนั้นการวัดกระสุนปืนจากรูที่สองย้อนกลับมาที่รูแรกจะไม่ตรงกับเส้นทางที่กระสุนปืนเคลื่อนที่เข้าก่อนกระทบเป้าหมาย

**ข้อเสนอแนะ**

**1. ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้งาน**

1.1 สามารถนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการตรวจพิสูจน์ทางนิติวิทยาศาสตร์ ในการลดระยะเวลาการตรวจพิสูจน์พยานหลักฐานในการเชื่อมโยงหาผู้กระทำความผิด ซึ่งลักษณะรูปแบบข้อมูลที่ได้สามารถบอกได้ว่าร่องรอยที่ปรากฏเกิดจากกระสุนปืนชนิดใด มุมยิงอะไร โดยการสังเกตจากลักษณะของร่องรอยของรูทางเข้าลูกกระสุนปืน ทำให้ได้ข้อมูลเบื้องต้นว่าเกิดจากการยิงด้วยกระสุนปืนชนิดใด ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในหน่วยงานด้านการพิสูจน์หลักฐานได้

1.2 สามารถนำข้อมูลรูปแบบของร่องรอยที่เกิดจากการยิงอาวุธปืนและกระสุนปืนเฉพาะชนิดในการก่อเหตุกับตัวถังรถบริเวณประตูด้านข้างรถกระบะ ที่ได้จากการศึกษานี้นำไปเป็นต้นแบบในการศึกษาร่องรอยลูกกระสุนปืนในกรณีอื่น ๆ ต่อไปได้

**2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป**

2.1 เนื่องจากการศึกษารูปแบบของร่องรอยบนแผ่นโลหะประตูด้านข้างของรถยนต์ ที่ยิงจากอาวุธปืนพกออโตเมติก ขนาด 9 มิลลิเมตร LUGER ดังนั้นถ้ามีการศึกษาทดลองในครั้งต่อไปควรที่จะศึกษาในวัตถุชนิดอื่น หรือเพิ่มความโค้งบริเวณแผ่นโลหะให้ใกล้เคลียงกับสภาพรถจริง เพื่อให้ได้ข้อมูลหลักฐานที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น ในการสนับสนุนงานทางด้านนิติวิทยาศาสตร์ ในการลดระยะเวลาการตรวจพิสูจน์พยานหลักฐานและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2.2 ในการวิจัยนี้ใช้กระสุนปืนพกออโตเมติก ขนาด 9 มม. ดังนั้นควรศึกษาเพิ่มเติมในชนิด ขนาดของอาวุธปืนให้มีความหลากหลายมากขึ้น เช่นปืนสั้น ปืนยาว ปืนกล เป็นต้น เนื่องจากปัจจุบันมีการผลิตและ

พัฒนาอาวุธปืนออกมาหลากชนิดมากขึ้นและคดีที่คนร้ายใช้อาวุธปืนในการก่ออาชญากรรมก็มีมากขึ้น เพื่อให้งานวิจัยมีความครอบคลุมและเป็นประโยชน์ต่องานด้านนิติวิทยาศาสตร์ต่อไป

**เอกสารอ้างอิง**

[1] M.G. Haag (2008). The accuracy and precision of trajectory measurements. AFTE J. 40,145–182.

[2] M.G. Haag, L.C. Haag (2011). Shooting Incident Reconstruction (2nd ed.). Academic Press: San Diego.

[3] R.M. Gardner, T. Bevel (2009). Practical Crime Scene Analysis and Reconstruction. CRC Press, Boca Raton: Florida

[4] E.E. Hueske (2006). Practical Analysis and Reconstruction of Shooting Incidents. CRC Press, Boca Raton: Florida.

[5] R.M. Gardner (2005). Practical Crime Scene Processing and Investigation. CRC Press, Boca Raton: Florida.

[6] J.L. Trahin (1987). Bullet trajectory analysis. AFTE J. 19,124–150.

[7] D. Theiling (2001). Bullet deflection due to angled intervening materials. AFTE J. 33,304–312.

[8] L.C. Haag (1997). Bullet penetration and perforation of sheet metal. AFTE J. 29,431–441.

[9] M.Courtney (1994). The use of hand held laser pointers in there construction of events at crime scene. AFTE J. 26,170–172.

[10] D.H. Garrison (1996). The effective use of bullet hole probes in crime scene reconstruction. AFTE J. 28,57–63.

[11] L.C. Haag (1991). A portable laser-theodolite system for use in shooting scene reconstruction. AFTE J. 23,538–542.

[12] E.E. Hueske (1993). Calculation of trajectory angles using an inexpensive angle gauge. AFTE J. 25 231–233.