



การศึกษาหาปัจจัยที่มีผลต่อเวลาของนักกีฬาข้ามสิ่งกีดขวางประเภทบุคคลด้วยวิธีการวิเคราะห์
ถดถอยพหุและถดถอยโลจิสติกส์ กีฬาภายในศูนย์การฝึกหน่วยบัญชาการนาวิกโยธิน หน่วยบัญชาการ
นาวิกโยธิน กองทัพเรือ



โดย
นายกฤษดา สีแพง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม แผน ก แบบ ก 2 ปริญญามหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2562

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

การศึกษาหาปัจจัยที่มีผลต่อเวลาของนักกีฬาข้ามสิ่งกีดขวางประเภทบุคคลด้วยวิธีการ
วิเคราะห์ถดถอยพหุและถดถอยโลจิสติกส์ กีฬาภายในศูนย์การฝึกหน่วยบัญชาการนาวิก
โยธิน หน่วยบัญชาการนาวิกโยธิน กองทัพเรือ



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม แผน ก แบบ ก 2 ปริญญามหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2562
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

THE STUDY OF FACTORS AFFECTING THE TIME OF ATHLETES CROSSING
INDIVIDUAL OBSTACLES BY MEANS OF MULTIPLE REGRESSION ANALYSIS AND
LOGISTIC REGRESSION ANALYSIS. SPORTS WITHIN THE MARINE CORPS
TRAINING CENTER NAVY MARINE COMMAND UNIT



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for Master of Engineering (ENGINEERING MANAGEMENT)
Department of INDUSTRIAL ENGINEERING AND MANAGEMENT
Graduate School, Silpakorn University
Academic Year 2019
Copyright of Graduate School, Silpakorn University

หัวข้อ	การศึกษาหาปัจจัยที่มีผลต่อเวลาของนักกีฬาข้ามสิ่งกีดขวาง ประเภทบุคคลด้วยวิธีการวิเคราะห์ถดถอยพหุและถดถอยโลจิสติกส์ กีฬาภายในศูนย์การฝึกหน่วยบัญชาการนาวิกโยธิน หน่วย บัญชาการนาวิกโยธิน กองทัพเรือ
โดย	กฤษฎา สีแพง
สาขาวิชา	การจัดการงานวิศวกรรม แผนก ก แบบ ก 2 ปริญญาโทบริหาร ศาสตรบัณฑิต
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. คณศ พันธุ์สวัสดิ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.จุไรรัตน์ นันทานิช)

พิจารณาเห็นชอบโดย

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ประจวบ กล่อมจิตร)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คณศ พันธุ์สวัสดิ์)

.....ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กนกพร ศรีปฐมสวัสดิ์)

59405201 : การจัดการงานวิศวกรรม แผน ก แบบ ก 2 ปริญญามหาบัณฑิต

คำสำคัญ : กีฬาช้ำมสิ่งกีดขวาง;การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ;การวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกส์

นาย กฤษดา สีแพง: การศึกษาหาปัจจัยที่มีผลต่อเวลาของนักกีฬาช้ำมสิ่งกีดขวางประเภทบุคคลด้วยวิธีการวิเคราะห์ถดถอยพหุและถดถอยโลจิสติกส์ กีฬาภายในศูนย์การฝึกหน่วยบัญชาการนาวิกโยธิน หน่วยบัญชาการนาวิกโยธิน กองทัพเรือ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. คณิศ พันธุ์สวัสดิ์

กีฬาช้ำมสิ่งกีดขวางประเภทบุคคลช่วยเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในทุกส่วน ระบบหัวใจ และหลอดเลือด มี 15 สถานีสำหรับกีฬานี้ วัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้าเพื่อหาปัจจัยที่มีผลต่อเวลา การหมุนได้ การปีนเชือก และการเข้าเส้นชัย การศึกษาค้นคว้านี้ใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ การถดถอยเชิงเส้นโลจิสติก และสหสัมพันธ์ของเพียร์สัน รวมถึงตัวแปรอิสระ 14 ตัวแปรและตัวแปรตาม 4 ตัว ในที่สุดการศึกษาพบว่าน้ำหนักมีผลกระทบต่อเวลา เวลาวิ่ง 1 ไมล์ มีผลต่อการหมุนได้ การปีนเชือก และอายุมีผลต่อการปีนเชือก ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

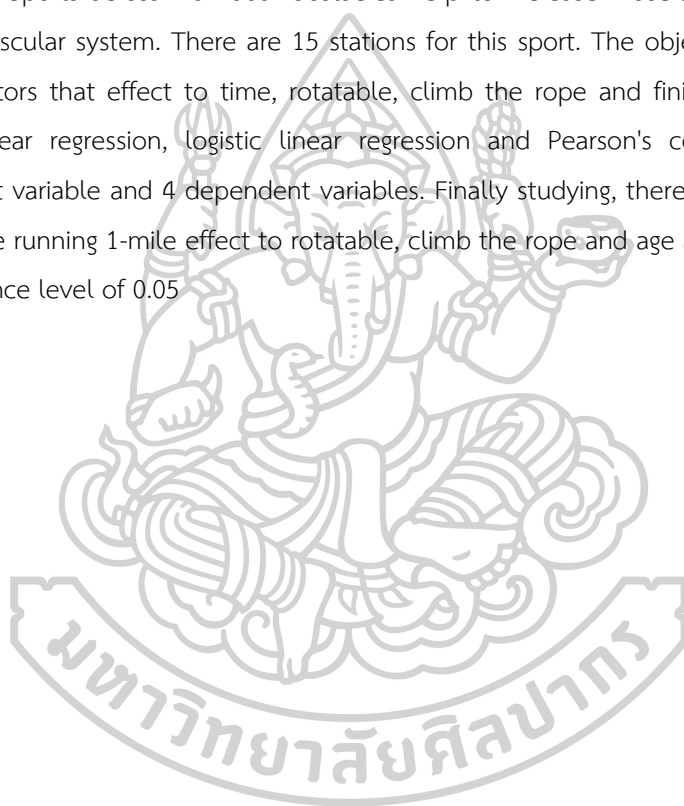


59405201 : Major (ENGINEERING MANAGEMENT)

Keyword : Sports across obstacles; Multiple regression analysis; Logistic regression analysis

MR. KRITSADA SRIPAENG : THE STUDY OF FACTORS AFFECTING THE TIME OF ATHLETES CROSSING INDIVIDUAL OBSTACLES BY MEANS OF MULTIPLE REGRESSION ANALYSIS AND LOGISTIC REGRESSION ANALYSIS. SPORTS WITHIN THE MARINE CORPS TRAINING CENTER NAVY MARINE COMMAND UNIT THESIS ADVISOR : ASSISTANT PROFESSOR DOCTOR KANATE PANSAWAT

Sports across individual obstacles help to increase muscle strength in all parts of the cardiovascular system. There are 15 stations for this sport. The objective of this study is to find the factors that effect to time, rotatable, climb the rope and finish line. This study uses multiple linear regression, logistic linear regression and Pearson's correlations including 14 independent variable and 4 dependent variables. Finally studying, there are found weight effect to time, time running 1-mile effect to rotatable, climb the rope and age affects climb the rope at the significance level of 0.05



กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่อง การศึกษาหาปัจจัยที่มีผลต่อเวลาของนักกีฬาข้ามสิ่งกีดขวางประเภทบุคคลด้วยวิธีการวิเคราะห์ถดถอยพหุและถดถอยโลจิสติกส์ กีฬาภายในศูนย์การฝึกหน่วยบัญชาการนาวิกโยธิน หน่วยบัญชาการนาวิกโยธิน กองทัพเรือ นั้นสำเร็จขึ้นได้โดยได้รับความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คณศ พันธ์สุวาสดี อาจารย์ที่ปรึกษาวิจัยที่ได้ให้คำแนะนำ แนวคิดและให้ความรู้ในการจัดทำวิจัย ตลอดจนการแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ มาโดยตลอด จนวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ จันทรทิพย์ อนุรัตน์นันท อาจารย์ที่ช่วยแนะนำการวิเคราะห์ข้อมูล เสนอแนะ แก้ไขข้อบกพร่อง และให้ความรู้เกี่ยวกับข้อมูลด้านสถิติมาโดยตลอด จนวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณรองศาสตราจารย์ ดร.ประจวบ กล่อมจิตร ประธานสอบ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กนกพร ศรีปฐมสวัสดิ์ กรรมการสอบ ที่ช่วยแนะนำ เสนอแนะ แก้ไขข้อบกพร่อง และให้ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยได้เป็นอย่างดีมาโดยตลอด จนวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณหน่วยบัญชาการนาวิกโยธินที่ให้ความช่วยในการเก็บรวบรวมข้อมูลและสนับสนุนกำลังพล ของกองพันฝึกที่ 2 กองร้อยฝึกที่ 4 โดยมี ร.อ.ประสงค์ พลายระหาร ผู้บังคับกองร้อยที่ให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนตั้งแต่เริ่มวิจัยจนสิ้นสุดการดำเนินงานวิจัย ผู้ศึกษาจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงและขอขอบคุณพ่อ แม่ ญาติพี่น้อง ที่เป็นกำลังใจในการดำเนินงานเป็นอย่างมาก

ท้ายสุดนี้ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัย เรื่อง การศึกษาหาปัจจัยที่มีผลต่อเวลาของนักกีฬาข้ามสิ่งกีดขวางประเภทบุคคลด้วยวิธีการวิเคราะห์ถดถอยพหุและถดถอยโลจิสติกส์ กีฬาภายในศูนย์การฝึกหน่วยบัญชาการนาวิกโยธิน หน่วยบัญชาการนาวิกโยธิน กองทัพเรือ จะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้าและเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจในเรื่องของกีฬาข้ามสิ่งกีดขวางประเภทบุคคล

กฤษฎา สีแพง

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฌ
สารบัญรูปภาพ.....	ญ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย.....	2
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 วิทยาศาสตร์การกีฬา.....	3
2.2 ศูนย์การฝึกหน่วยบัญชาการนาวิกโยธิน (ศฝ.นย.).....	5
2.3 หลักสูตรอุปสรรคทางทหาร (Military Obstacle Course).....	6
2.4 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	20
2.5 ทฤษฎีการวิเคราะห์ความถดถอย.....	29
2.6 ทฤษฎีการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกส์.....	35
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	39
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน.....	49
3.1 กำหนดปัจจัยที่ใช้ในการวิจัย.....	49

3.2 กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	50
3.3 กำหนดเครื่องมือและวิธีการเก็บข้อมูล	51
3.4 การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	53
3.5 การวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ.....	59
3.6 การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกส์.....	59
3.7 การสรุปผล.....	60
บทที่ 4 ผลการดำเนินการ	62
4.1 ผลการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ.....	62
4.2 ผลการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกส์.....	66
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	73
5.1 ผลการดำเนินการวิจัย.....	73
5.2 ข้อเสนอแนะ	74
5.3 ปัญหาและอุปสรรค.....	74
ภาคผนวก.....	76
ภาคผนวก ก ภาพการเก็บข้อมูล.....	77
ภาคผนวก ข ขั้นตอนการวิเคราะห์สหสัมพันธ์	84
ภาคผนวก ค Probability Plot ของ $N = 96$ และ 34	87
ภาคผนวก ง ตารางค่า t	92
รายการอ้างอิง.....	94
รายการอ้างอิง	99
ประวัติผู้เขียน.....	101

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 วิธีการสุ่มตัวอย่างในงานวิจัยเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ	21
ตารางที่ 2 ตัวอย่างงานวิจัยฯ และการกำหนดประชากร	21
ตารางที่ 3 เกณฑ์ในการประมาณขนาดกลุ่มตัวอย่างจากจำนวนประชากร	23
ตารางที่ 4 ตารางแสดงจำนวนประชากรและจำนวนกลุ่มตัวอย่าง ของ Krejcie and Morgan	25
ตารางที่ 5 ตารางสำเร็จรูปสำหรับกำหนดขนาดตัวอย่างจากระดับความเชื่อมั่น	25
ตารางที่ 6 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	42
ตารางที่ 7 ตัวแปรอิสระและตัวแปรตามที่ใช้ในงานวิจัย	50
ตารางที่ 8 เครื่องมือและวิธีการเก็บข้อมูล	51
ตารางที่ 9 ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรอิสระ	52
ตารางที่ 10 สรุปผลการเก็บข้อมูล ตัวแปรตาม.....	53
ตารางที่ 11 ตารางค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม ของรหัสตัวแปร	55
ตารางที่ 12 การวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม โดยใช้ สมการของเพียร์สัน (Pearson's Correlation Coefficient).....	56
ตารางที่ 13 แสดงผลของการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์โดยใช้เกณฑ์	58
ตารางที่ 14 การคาดการณ์ตัวแปรอิสระที่มีผลในแต่ละสถานี.....	61

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 1 หลักสูตรข้ามสิ่งกีดขวางประเภทบุคคลของศูนย์การฝึกหน่วยบัญชาการนาวิกโยธิน	1
รูปที่ 2 สถานีหลักสูตรข้ามอุปสรรค 14 สถานี ของโรงเรียนทหารเรือนาวิกโยธินสหรัฐฯ.....	7
รูปที่ 3 สถานีที่ 1, 3, 5, 7, 9, 11 และ 13 กระโดดต่ำ (Low Jumps).....	7
รูปที่ 4 สถานีที่ 2 บาร์เดี่ยว (Up and Over Bar).....	8
รูปที่ 5 สถานีที่ 4 รวมกัน (Combination).....	8
รูปที่ 6 สถานีที่ 6 กำแพงสูง (Log Wall).....	9
รูปที่ 7 สถานีที่ 8 ซุงม้วนตัวต่ำ (Medium Roll Over Log).....	9
รูปที่ 8 สถานีที่ 10 ซุงสี่ต้น (Four Vault Logs).....	10
รูปที่ 9 สถานีที่ 12 รวาคู่ (Double Pull Over Bar)	10
รูปที่ 10 สถานีที่ 12 ไต่เชือก (Rope Climb).....	11
รูปที่ 11 หลักสูตรอุปสรรคทางทหารของศูนย์การฝึกหน่วยบัญชาการนาวิกโยธิน	12
รูปที่ 12 สถานีที่ 1 สถานีเริ่มต้น (Start).....	12
รูปที่ 13 สถานีที่ 2 ซุงกระโดดต่ำ.....	13
รูปที่ 14 สถานีที่ 3 รวาคู่.....	13
รูปที่ 15 สถานีที่ 4 ซุงกระโดดต่ำ.....	13
รูปที่ 16 สถานีที่ 5 ไต่เหล็กผสมซุงทางลาด.....	14
รูปที่ 17 สถานีที่ 4 ซุงกระโดดต่ำ.....	15
รูปที่ 18 สถานีที่ 7 กำแพงสูง.....	15
รูปที่ 19 สถานีที่ 8 ซุงกระโดดต่ำ.....	16
รูปที่ 20 สถานีที่ 9 ซุงม้วนตัวต่ำ	16
รูปที่ 21 สถานีที่ 10 ซุงกระโดดต่ำ.....	17

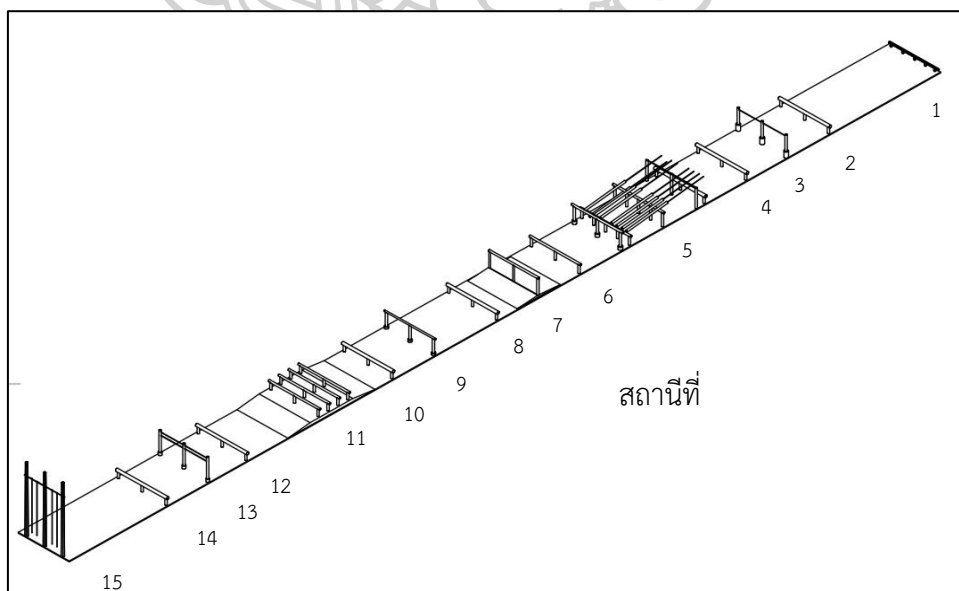
รูปที่ 22 สถานีที่ 11 ชุงกระโดดข้าม 4 ต้น.....	17
รูปที่ 23 สถานีที่ 10 ชุงกระโดดต่ำ.....	17
รูปที่ 24 สถานีที่ 13 รวอนอนคู่.....	18
รูปที่ 25 สถานีที่ 14 ชุงกระโดดต่ำ.....	18
รูปที่ 26 สถานีที่ 15 ไต่เชือก.....	19
รูปที่ 27 การแต่งกายของนักกีฬาข้ามสิ่งกีดขวางประเภทบุคคล.....	19
รูปที่ 28 ฟังก์ชันโลจิสติกส์ (Logistic Function).....	36
รูปที่ 29 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย.....	49
รูปที่ 30 กราฟแสดงผลการเก็บข้อมูล ตัวแปรตาม (Y_1).....	53
รูปที่ 31 Residual Plots for Density ที่ $N = 96$	63
รูปที่ 32 กราฟ Residual Plots for Density ที่ $N = 34$	63
รูปที่ 33 วัดความสูงของกลุ่มตัวอย่าง.....	78
รูปที่ 34 การเก็บข้อมูลน้ำหนัก (Weight) และอื่น ๆ.....	78
รูปที่ 35 การเก็บข้อมูล Run 1 mile (Second).....	79
รูปที่ 36 การเก็บข้อมูล Pull-ups (time).....	80
รูปที่ 37 การเก็บข้อมูล Pushups (time).....	81
รูปที่ 38 การเก็บข้อมูล Sit-ups (time).....	81
รูปที่ 39 วิธีการหมุนตัวราวเดียว.....	82
รูปที่ 40 วิธีการวางเท้ากับการไขว้เชือก.....	83
รูปที่ 41 เลือก Basic Statistics > Correlation > Click.....	85
รูปที่ 42 เลือก Variables > Select และเลือก Pearson correlation > OK.....	85
รูปที่ 43 ผลการวิเคราะห์.....	86

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ความพร้อมทางด้านร่างกายและจิตใจของบุคคล ซึ่งสามารถที่จะประกอบกิจกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ เรียกว่า สมรรถภาพทางกาย [1] ซึ่งหลักสูตรข้ามสิ่งกีดขวางเป็นหลักสูตรหนึ่งในการฝึกทางทหารของศูนย์การฝึกหน่วยบัญชาการนาวิกโยธิน เป็นหนึ่งในกีฬาที่มีวัตถุประสงค์เพื่อฝึกความพร้อมของร่างกายในการข้ามสิ่งกีดขวางและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสนามรบ ช่วยเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อทุกส่วน ระบบหัวใจ และหลอดเลือด ตลอดจนเป็นการฝึกให้มีการเคลื่อนไหวร่างกายอย่างคล่องแคล่ว มีความคล่องตัวมากยิ่งขึ้น โดยกีฬาข้ามสิ่งกีดขวางประเภทบุคคลหรือที่ศูนย์การฝึกหน่วยบัญชาการนาวิกโยธินเรียกว่า โอคอร์ส (O-Course) ประกอบด้วย 15 สถานี คือ 1) สถานีเริ่มต้น 2) ซุงกระโดดต่ำ 3) ราวเดี่ยว 4) ซุงกระโดดต่ำ 5) ใต้เหล็กสมสูงทางลาด 6) ซุงกระโดดต่ำ 7) กำแพงสูง 8) ซุงกระโดดต่ำ 9) ซุงม้วนตัวต่ำ 10) ซุงกระโดดต่ำ 11) ซุงกระโดดข้าม 4 ต้น 12) ซุงกระโดดต่ำ 13) ราวนอนคู่ 14) ซุงกระโดดต่ำ และ 15) ใต้เชือก สนามแข่งขันมีความกว้าง 620.00 เซนติเมตร ยาว 10,580.00 เซนติเมตร ดังรูปที่ 1 นักกีฬาจะต้องทำการวิ่งข้ามสิ่งกีดขวางทั้ง 15 สถานี โดยใช้เวลาน้อยที่สุด



รูปที่ 1 หลักสูตรข้ามสิ่งกีดขวางประเภทบุคคลของศูนย์การฝึกหน่วยบัญชาการนาวิกโยธิน

ในการแข่งขันข้ามสิ่งกีดขวางประเภทบุคคล ผู้วิจัยมีความสงสัยเกี่ยวกับเวลาที่ได้หลังการแข่งขัน เนื่องจากเวลาของนักกีฬามีความแตกต่างกันหรือนักกีฬาบางคนทำได้ใกล้เคียงกันหรือนักกีฬาบางคนไม่สามารถเข้าถึงเส้นชัย อะไรคือปัจจัยที่ทำให้เวลาเหล่านั้นต่างกันหรือนักกีฬาไม่สามารถวิ่งเข้าเส้นชัยได้ และรวมไปถึงปัญหาการคัดเลือกนักกีฬาในปัจจุบันไม่มีเกณฑ์ที่แน่นอน ดังนั้น ในการศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อเวลาของนักกีฬาข้ามสิ่งกีดขวางประเภทบุคคลและเพื่อเป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกนักกีฬาข้ามสิ่งกีดขวางประเภทบุคคล ให้กับผู้ที่ทำหน้าที่รับผิดชอบเกี่ยวกับนักกีฬาด้วยวิธีการวิเคราะห์ถดถอยพหุ (Multiple Regression Analysis) และวิธีการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกส์ (Logistic Regression Analysis)

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อเวลาของนักกีฬาข้ามสิ่งกีดขวางประเภทบุคคล
- 1.2.2 เพื่อเป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกนักกีฬาข้ามสิ่งกีดขวางประเภทบุคคล ให้กับผู้ที่ทำหน้าที่รับผิดชอบเกี่ยวกับนักกีฬา

1.3 ขอบเขตการวิจัย

- 1.3.1 ทหารใหม่กองประจำการ ศูนย์การฝึกหน่วยบัญชาการนาวิกโยธิน (ศฝ.นย.) ผลัดที่ 1 ประจำปี 2562 กองพันฝึกที่ 2 กองร้อยฝึกที่ 4
- 1.3.2 กีฬาภายในขอศูนย์การฝึกหน่วยบัญชาการนาวิกโยธิน (ศฝ.นย.) กีฬาข้ามสิ่งกีดขวางประเภทบุคคล (O-Course)

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.4.1 ทราบปัจจัยที่มีผลต่อเวลาของนักกีฬาข้ามสิ่งกีดขวางประเภทบุคคล
- 1.4.2 ทราบเกณฑ์ในการคัดเลือกนักกีฬาข้ามสิ่งกีดขวางประเภทบุคคล ให้กับผู้ที่ทำหน้าที่รับผิดชอบเกี่ยวกับนักกีฬา

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเรื่องการศึกษาหาปัจจัยที่มีผลต่อเวลาของนักกีฬาข้ามสิ่งกีดขวางประเภทบุคคลด้วยวิธีการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณและโลจิสติกส์ กีฬาภายในศูนย์การฝึกหน่วยบัญชาการนาวิกโยธิน หน่วยบัญชาการนาวิกโยธิน กองทัพเรือ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและสืบค้นข้อมูล ได้ดังต่อไปนี้

- 2.1 วิทยาศาสตร์การกีฬา
- 2.2 ศูนย์การฝึกหน่วยบัญชาการนาวิกโยธิน (ศฝ.นย.)
- 2.3 หลักสูตรอุปสรรคทางทหาร (Military Obstacle Course)
- 2.4 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง (Population and Sample)
- 2.5 ทฤษฎีการวิเคราะห์ความถดถอย (Regression Analysis)
- 2.6 ทฤษฎีการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก (Logistic Regression Analysis)
- 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 วิทยาศาสตร์การกีฬา

วิทยาศาสตร์การกีฬาเป็นการศึกษา ค้นคว้า วิจัยจากสาขาต่าง ๆ มาใช้พัฒนาส่งเสริมสนับสนุนให้นักกีฬา ผู้ฝึกสอน และบุคคลที่เกี่ยวข้องในวงการกีฬา สามารถแสดงสมรรถภาพทางกาย หรือการปรับปรุงการทำงานของระบบต่าง ๆ ของร่างกายให้มีประสิทธิภาพสูงสุด (High Performance) ดังนั้น องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องและควรพิจารณาประกอบ คือ ความบ่อยครั้งของการฝึก ปริมาณของการออกกำลังกาย ชนิดของการออกกำลังกาย สภาวะทางโภชนาการ การพักผ่อน ลักษณะตามธรรมชาติของแต่ละบุคคล อุปนิสัยรวมทั้งการประกอบอาชีพของบุคคลนั้น ๆ ซึ่งองค์ความรู้ที่ได้จากการค้นคว้า วิจัยจากสาขาต่าง ๆ ได้แก่ กายวิภาคศาสตร์ สรีรวิทยา ชีวกลศาสตร์ ทักษะและการฝึกซ้อมกีฬา โภชนาการทางการกีฬา จิตวิทยาการกีฬา เวชศาสตร์การกีฬา และเทคโนโลยีทางการกีฬา [2]

ส่วนปัญหาของการฝึก สมรรถภาพทางกายและสมรรถภาพทางกลไก ได้แก่ การฝึกหนักเกินไปในช่วงระยะเวลาไม่กี่เดือนแล้วไปแข่งขัน ซึ่งผิดหลักการจัดแผนการฝึกประจำปี (Periodization) ทำให้นักกีฬาไม่สามารถปรับสภาพร่างกายทัน สมรรถภาพไม่ได้พัฒนาให้มีประสิทธิภาพสูงสุดในช่วงการแข่งขัน (Peak Performance) รวมถึงสภาพอากาศของประเทศไทย ร้อนชื้น ร่างกายอดทนต่อการฝึกที่ยาวนานไม่ได้ร่างกายขาดน้ำและเกลือแร่ ขาดสารอาหารที่จำเป็น และไม่เพียงพอ ทำให้นักกีฬาได้ไม่เต็มที่ เกิดการบาดเจ็บตามมา

2.1.1 ความมุ่งหมายของวิทยาศาสตร์การกีฬา

วิทยาศาสตร์การกีฬามีความมุ่งหมายที่จะพัฒนาและส่งเสริมเพื่อสมรรถภาพ โดยใช้กิจกรรมทางด้านพลศึกษาเป็นสื่อและมุ่งหวังที่จะให้เกิดในสิ่งต่อไปนี้ [3]

2.1.1.1 เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ และมีทักษะในกิจกรรมหรือการกีฬาในประเภทนั้น ๆ ได้ถูกต้อง (Knowledge, Understanding, and Skill of Sports)

2.1.1.2 เพื่อให้เกิดเจตคติ (Attitudes) ที่ดีต่อการเล่นกีฬาหรือการออกกำลังกาย

2.1.1.3 เพื่อให้เกิดการฝึกหัด (Practices) อย่างถูกต้องตามหลักและวิธีการจนเป็นนิสัย

2.1.1.4 เพื่อให้เห็นความสำคัญของสุขภาพ (Health) และสมรรถภาพทางกาย (Physical Fitness) ที่มีผลต่อการดำรงชีวิตอย่างมีประสิทธิภาพ

2.1.1.5 เพื่อฝึกและพัฒนาในด้านการเคารพในกฎกติกาและปลูกฝังการมีวินัย การมีน้ำใจนักกีฬา

2.1.1.6 เพื่อให้เกิดความรู้และเข้าใจในเรื่องกายภาคศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญและมีบทบาทต่อการเคลื่อนไหวมาก

2.1.1.7 เพื่อให้รู้จัก เลือกกิจกรรมกีฬาสำหรับตนเอง และสามารถแนะนำผู้อื่นได้

2.1.1.8 สามารถกำหนดโปรแกรมการสร้างสมรรถภาพที่เหมาะสมสำหรับตนเอง และผู้อื่นตามวัยและเพศได้

2.1.1.9 ให้รู้จักป้องกัน หลีกเลี่ยงอันตราย อันอาจเกิดขึ้นได้จากการเล่นกีฬาหรือการออกกำลังกาย

2.1.1.10 ให้รู้จักใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์กับการเล่นกีฬาหรือออกกำลังกาย

2.1.2 สมรรถภาพทางกาย

2.1.2.1 ความหมายของสมรรถภาพทางกาย

วรศักดิ์ เพียรชอบ (2527) [1] ได้กล่าวว่า สมรรถภาพทางกาย หรือความสมบูรณ์ทางกาย หมายถึง ความพร้อมทางด้านร่างกายและจิตใจของบุคคล ซึ่งสามารถที่จะประกอบกิจกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สุชาติ โสมประยูร (2535) [4] กล่าวว่า สมรรถภาพทางกาย หมายถึง ความสามารถของร่างกายในการประกอบกิจกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพติดต่อกันเป็นเวลานานโดยไม่เกิดความเมื่อยล้า อ่อนเพลีย

ดังนั้น สมรรถภาพทางร่างกาย หมายถึง ความสามารถของร่างกายที่สามารถปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยความคล่องแคล่ว ว่องไว และสามารถฟื้นตัวกลับสู่สภาพเดิมได้อย่างรวดเร็วในเวลาอันสั้น

2.1.2.2 องค์ประกอบของสมรรถภาพทางกาย

องค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายสามารถจำแนกสมรรถภาพในแง่ เป้าหมายได้เป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

2.1.2.2.1) เป้าหมายที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพหรือสมรรถภาพทางกายทั่วไป หรือองค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายที่มีความสัมพันธ์กับสุขภาพ ได้แก่

- 1) สมรรถภาพในการทำงานของระบบไหลเวียนโลหิตและหัวใจ
- 2) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular Strength)
- 3) ความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular Endurance)
- 4) ส่วนประกอบของร่างกาย (Body Composition)
- 5) ความอ่อนตัวของร่างกาย (Flexibility)

2.1.2.2.2) เป้าหมายที่เกี่ยวข้องกับการกระทำหรือสมรรถภาพทางกายเฉพาะ หรือองค์ประกอบสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะ นอกจากสมรรถภาพทางกายทั่วไป หรือสมรรถภาพทางกายที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพจะรวมไปถึงองค์ประกอบอื่น ๆ อีก ได้แก่

- 1) ความคล่องแคล่วว่องไว (Agility)
- 2) พลังกล้ามเนื้อ (Muscular Power)
- 3) ความเร็ว (Speed)
- 4) การทรงตัว (Balance)
- 5) เวลาปฏิกิริยา (Reaction time)
- 6) การประสานสัมพันธ์ระหว่างระบบประสาทและกล้ามเนื้อ

2.2 ศูนย์การฝึกหน่วยบัญชาการนาวิกโยธิน (ศฝ.นย.)

ศูนย์การฝึกหน่วยบัญชาการนาวิกโยธิน (ศฝ.นย.) มีหน้าที่ฝึกพื้นฐานในหลักสูตรของนาวิกโยธิน ให้กับทหารใหม่ที่ถูกส่งตัวมาจากศูนย์ฝึกทหารใหม่ กรมยุทธศึกษาทหารเรือ เพื่อเตรียมตัวเป็นทหารนาวิกโยธินที่พร้อมต่อการปฏิบัติหน้าที่ตามหน่วยงานต่าง ๆ ศูนย์การฝึกหน่วยบัญชาการนาวิกโยธิน จะรับทหารมาฝึกด้วยกันทั้งหมด 4 ผลัดต่อปี แบ่งเป็น 2 กองพัน กองพันละ 6 กองร้อย รวมเป็น 12 กองร้อย ระยะเวลาในการฝึกที่ศูนย์การฝึกหน่วยบัญชาการนาวิกโยธินประมาณ 2 เดือน กิจกรรมที่สำคัญในการฝึก เช่น ยิงปืน ยกพลขึ้นบก ภาดสนาม เดินทางไกล สวนสนาม และอื่น ๆ ที่สำคัญต่อการฝึก หลังจากผ่านพ้นจากการฝึก ก็จะมีการจัดกีฬาภายในศูนย์ฝึกขึ้น โดยแบ่งออกเป็น 3 ประเภทคือ กีฬาข้ามสิ่งกีดขวางประเภทบุคคล กีฬาข้ามสิ่งกีดขวางประเภททีม และกีฬาอดประคอบปืนเร็ว หลังจากมีการแข่งขันกีฬาเสร็จจะมีการย้ายหน่วยไปลงหน่วยต่าง ๆ ภายในสังกัดหน่วยบัญชาการนาวิก

โยธิน เช่น กรมทหารราบที่ 1 (กรม ร.1) กรมทหารราบที่ 2 (กรม ร.2) กรมทหารปืนใหญ่ (กรม ป.) กรมสนับสนุน (กรม สน.) กองพันรถสะเทินน้ำสะเทินบก (พัน.รบ.บ.) กองพันลาดตระเวน (พัน.ลว.) เป็นต้น

2.2.1 กีฬาข้ามสิ่งกีดขวางประเภทบุคคล หรือที่ศูนย์การฝึกหน่วยบัญชาการนาวิกโยธิน เรียกว่า โอคอร์ส (O-Course)

โอคอร์ส ประกอบด้วยสิ่งกีดขวาง 15 สถานี เป็นกีฬาที่มีผู้ชนะเพียง 1 คน เพื่อข้ามสิ่งกีดขวางไปจนถึงเส้นชัยด้วยเวลาที่เร็วที่สุด โดยการแข่งขันแต่ละกองร้อยจะส่งตัวแทนมากองร้อยละ 2 คน แล้วทำการแข่งที่ละกองร้อย แข่งพร้อมกันทั้ง 2 คน เนื่องจากเครื่องเล่นมี 2 ลู่วิ่ง นักกีฬาคนใดที่เข้าเส้นชัยก่อนหรือทำเวลาได้น้อยที่สุด กรรมการก็จะเลือกเวลาของนักกีฬาคคนนั้นเป็นเกณฑ์เพื่อเอาเวลาไปแข่งกับกองร้อยอื่น หากทีมไหน หรือคนไหนหรือกองร้อยไหนใช้เวลาในการข้ามสิ่งกีดขวางน้อยที่สุดก็จะเป็นผู้ชนะ ซึ่งวัตถุประสงค์ของกีฬาประเภทนี้คือการทดสอบความคล่องแคล่ว ความแข็งแรง และความอดทนของร่างกาย เนื่องจากสิ่งกีดขวางมีความหลากหลาย เช่น การข้ามราวเดี่ยว การข้ามราวคู่ การปีนเชือก ซึ่งแต่ละสถานีจำเป็นต้องใช้พลังกำลังอย่างมาก และยังมีเวลาเป็นตัวควบคุม ยิ่งต้องเพิ่มความเร็วและความคล่องตัวเข้าไปด้วย จึงทำให้นักกีฬาหลายราย หหมดแรงก่อนถึงเส้นชัย

2.2.2 กีฬาข้ามสิ่งกีดขวางประเภททีมหรือที่ศูนย์การฝึกหน่วยบัญชาการนาวิกโยธิน เรียกว่า ซีคอร์ส (C-Course)

ซีคอร์ส เป็นกีฬาประเภททีม ที่ใช้จำนวนผู้เล่นทีมละ 5 คน โดยจะทำการจับเวลาคนแรกที่วิ่งและหยุดเวลาที่ต่อเมื่อคนสุดท้ายเข้าเส้นชัย หากทีมไหนใช้เวลาน้อยที่สุด ก็จะถือว่าเป็นฝ่ายชนะ โดยกีฬาประเภทนี้มีวัตถุประสงค์ในด้านความสามัคคี พลังกำลัง ความคล่องตัว และความรวดเร็ว เนื่องจากมีหลายสถานีที่ต้องใช้พลังกำลังรวมถึงความอดทนด้วย แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นหากมีทีมใด ภายในลูกทีมไม่สามารถเข้าเส้นชัย เวลา ก็จะยังไม่หยุดเดินจนกว่าผู้เล่นคนสุดท้ายในทีมเข้าเส้นชัย

2.3 หลักสูตรอุปสรรคทางทหาร (Military Obstacle Course)

Maj Harold Compton จากเว็บโรงเรียนทหารเรือ (Marine Military Academy Blog) กล่าวว่า มีคำถามและมีการค้นหาทางอินเทอร์เน็ต (Internet) อย่างมากมาย เรื่องหลักสูตรอุปสรรคทางทหาร (Military Obstacle Course) โดยต้องการแบบ (Layout) ของหลักสูตรว่าการวิ่งในครั้งเดียวเป็นอย่างไร

หลักสูตรอุปสรรคทางทหารถูกสร้างขึ้นตามแผนการฝึกนาวิกโยธินสหรัฐฯ โดยกองพันสนับสนุน ด้วยวิศวกร 8 ค่าย เป็นหลักสูตรที่พบได้เฉพาะค่ายนาวิกโยธิน หลักสูตรนี้ใช้งานมาแล้ว 13 ปี และมีการใช้อย่างกว้างขวาง โดยหน่วยงานภายนอกนำไปเป็นหนึ่งกิจกรรมหลักสำหรับโครงการค่ายฤดูร้อนประจำปี ประกอบด้วย 14 สถานี [5] ดังรูปที่ 2 มีระยะทางจากสถานีที่ 1 ถึง 14 300 ฟุต

(9,144.00 เซนติเมตร) กว้าง 24 ฟุต (731.52 เซนติเมตร) และมี 2 เลนสำหรับผู้เข้าร่วมในการวิ่ง
รายละเอียด 14 สถานี มีดังนี้



รูปที่ 2 สถานีหลักสูตรข้ามอุปสรรค 14 สถานี ของโรงเรียนทหารเรือนาวิกโยธินสพฐฯ

สถานีที่ 1, 3, 5, 7, 9, 11 และ 13 กระโดดต่ำ (Low Jumps) สร้างจากเสาโทรศัพท์ มีความ
สูง 2.50 ฟุต (76.20 เซนติเมตร) ผู้เข้าร่วมอาจกระโดดหรือปีนข้ามอุปสรรคด้วยวิธีการใดวิธีการหนึ่ง
สถานีนี้เว้นระยะห่างระหว่างสถานีอื่น ๆ ตลอดเส้นทางของสิ่งกีดขวาง ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 สถานีที่ 1, 3, 5, 7, 9, 11 และ 13 กระโดดต่ำ (Low Jumps)

สถานีที่ 2 ราวเดี่ยว (Up and Over Bar) สถานีนี้เป็นบาร์สูงที่อยู่ห่างจากพื้น 8 ฟุต (243.84
เซนติเมตร) นักกีฬาจะต้องไปที่ด้านบนสุดของบาร์ไม่ว่าจะด้วยการอะไรหรือด้วยเทคนิคการม้วนตัว
การใช้เทคนิคนี้จะต้องให้ผู้เข้าร่วมทำการดึงและยึดรั้งรั้งข้างหนึ่งไว้บนบาร์ จากนั้นจะต้องให้ขาข้าง
ตรงข้ามอยู่เหนือบาร์และการเคลื่อนไหวหนึ่งเตะลงด้วยขาฟรีในขณะที่กิ้งตัวลงบนแถบ ดังรูปที่ 4

ในสถานที่ที่ 4 รวมกัน (Combination) สถานที่นี้สร้างขึ้นจาก 3 อุปสรรคที่แตกต่างกัน อันแรกคือท่อส่งน้ำ (Hand Over Pipes) ตามด้วยท่อเดิน (Log Walk) และเสร็จสิ้นด้วยซุงม้วนตัว (High Roll Over Log) นักกีฬาจะก้าวขึ้นไปข้างบน กระโดดขึ้นไปยังท่อ จากนั้นเอาเท้าวางบนท่อและเลื่อนลงจนกว่าจะถึงท่อเดิน จากนั้นยืนขึ้นเดินลง และกระโดดขึ้นไปบนซุงม้วนตัว แล้วกระโดดลงพื้น ดังรูปที่ 5



รูปที่ 4 สถานที่ที่ 2 บาร์เดี่ยว (Up and Over Bar)



รูปที่ 5 สถานที่ที่ 4 รวมกัน (Combination)

สถานีที่ 6 กำแพงสูง (Log Wall) สถานีนี้เป็นกำแพงที่สร้างขึ้นจากเสาโทรศัพท์และปกคลุมด้วยบอร์ดขนาด 2 x 6 ฟุต (60.96 x 182.88 เซนติเมตร) นักกีฬาเข้ามาใกล้กำแพงและกระโดดขึ้นไปบนสุด จากนั้นก็ดึงตัวเองขึ้นจนกว่าข้อศอกจะอยู่ด้านบนของกำแพง แล้วจึงเหวี่ยงขาข้างหนึ่งขึ้นไปบนกำแพงแล้วลื่นออกไปทางด้านหลัง ดังรูปที่ 6 สถานีที่ 8 ชุงม้วนตัวต่ำ (Medium Roll Over Log) สถานีนี้สร้างขึ้นจากเสาโทรศัพท์เดี่ยวสูง 5.5 ฟุต (167.64 เซนติเมตร) นักกีฬาจะต้องกระโดดขึ้นไปข้ามเสาไฟจากด้านบนและพลิกตัวไปยังฝั่งตรงข้าม ดังรูปที่ 7



รูปที่ 6 สถานีที่ 6 กำแพงสูง (Log Wall)



รูปที่ 7 สถานีที่ 8 ชุงม้วนตัวต่ำ (Medium Roll Over Log)

สถานที่ 10 ซุงสี่ต้น (Four Vault Logs) สถานที่นี้เป็นการกระโดดต่ำที่เว้นระยะห่างกัน 4 ฟุต (121.92 เซนติเมตร) แต่ละรายการมีความสูง 4.5 ฟุต (137.16 เซนติเมตร) นักกีฬาจะต้องกระโดดข้ามหรือกลิ้งข้าม ดังรูปที่ 8 สถานที่ 12 ราวคู่ (Double Pull Over Bar) สถานที่นี้คล้ายกับสถานที่ 2 ราวเดี่ยว แต่มีสองราวต่อจากราวแรก โดยราวแรกตั้งอยู่เหนือพื้นดิน 8 ฟุต (243.84 เซนติเมตร) และราวที่สองสูงกว่า 1 ฟุต (30.48 เซนติเมตร) นักกีฬาจะต้องดึงตัวขึ้นมาบนราวแรกจนสามารถคว้าราวสองได้ และทำการข้ามราวสอง พลิกตัวและค่อย ๆ เคลื่อนตัวกระโดดลง ดังรูปที่ 9



รูปที่ 8 สถานที่ 10 ซุงสี่ต้น (Four Vault Logs)



รูปที่ 9 สถานที่ 12 ราวคู่ (Double Pull Over Bar)

สถานีที่ 12 ไต่เชือก (Rope Climb) เชือกมีความสูง 20 ฟุต (609.60 เซนติเมตร) ซึ่งนักกีฬาแต่ละคนต้องปีนขึ้นและแตะที่ส่วนบนของเชือกก่อนที่จะลดระดับลงมาที่พื้น นักกีฬาจะต้องระมัดระวังเมื่อลดระดับลงมาที่พื้น ดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 สถานีที่ 12 ไต่เชือก (Rope Climb)

2.3.1 การปรับเปลี่ยนหลักสูตรอุปสรรคทางทหาร

การสร้างหลักสูตรอุปสรรคตามข้อกำหนดของหน่วยนาวิกโยธิน อย่างไรก็ตามการปรับเปลี่ยนบางอย่างของหลักสูตรได้ถูกจัดตั้งขึ้น เพื่อรองรับนักเรียนนายร้อยและค่ายฤดูร้อนที่วิทยาลัยการทหารนาวิกโยธิน ตามปกติแล้วจะมีผู้เข้าร่วมอายุ 12 ถึง 18 ปี และหลายคนส่วนสูงต่ำกว่านาวิกโยธินทั่วไปมาก ดังนั้น การปรับเปลี่ยนหลักสูตรเพื่อช่วยพวกเขา ขั้นตอนเหล่านี้รวมถึงการเพิ่มกิจกรรมบางอย่างและการสร้างพื้นดินขึ้นเล็กน้อยเพื่อให้บุคคลขนาดเล็กสามารถเข้าถึงกิจกรรมได้ การปรับเปลี่ยนหลักสูตรอุปสรรคไม่ได้ทำให้ง่ายขึ้น แต่ทำให้ผู้เข้าร่วมรายย่อยสามารถศึกษาตามหลักสูตรได้เท่านั้น

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาหลักสูตรอุปสรรคภายในศูนย์การฝึกการนาวิกโยธิน ซึ่งมีการประยุกต์และปรับเปลี่ยนบางอย่างจากหลักสูตรนาวิกโยธินสหรัฐอเมริกาเพื่อให้เหมาะสมกับลักษณะร่างกายของทหารนาวิกโยธินที่จะทำการฝึก โดยมีจำนวนสถานีทั้งหมด 15 สถานี จัดสร้างขึ้นเมื่อ พ.ศ. 2553 [2] โดยประกอบด้วย 15 สถานี 1) สถานีเริ่มต้น 2) ซุงกระโดดต่ำ 3) ราวเดี่ยว 4) ซุงกระโดดต่ำ 5) ไต่เหล็กผสมซุงทางลาด 6) ซุงกระโดดต่ำ 7) กำแพงสูง 8) ซุงกระโดดต่ำ 9) ซุงม้วนตัวต่ำ 10) ซุงกระโดดต่ำ 11) ซุงกระโดดข้าม 4 ต้น 12) ซุงกระโดดต่ำ 13) ราวนอนคู่ 14) ซุงกระโดดต่ำ และ 15) ไต่เชือก ดังรูปที่ 11

ในสถานที่ 1 สถานที่เริ่มต้น (Start) โดยการเริ่มต้นกรรมการจะให้นักกีฬาอนราบกับพื้น เมื่อธงสีเขียวขึ้น (กรรมการที่เส้นชัยและกรรมการจับเวลาพร้อม) กรรมการให้สัญญาณเมื่อเห็นว่าทุกอย่างพร้อมจึงเป่านกหวีดให้สัญญาณ เตรียมตัวด้วยการเป่านกหวีดรัว ๆ และให้สัญญาณเริ่ม ด้วยการเป่านกหวีดสั้น ๆ พร้อมกับยกธงสีเขียวลง เมื่อนักกีฬาได้ยินเสียงนกหวีดให้สัญญาณเริ่มก็จะเริ่มลุกและวิ่งไปยังสถานีต่อไป ๆ ดังรูปที่ 12 สถานีที่ 2 ซุงกระโดดต่ำ สถานีนี้ทำด้วยท่อนซุง มีความสูงจากพื้น 95.00 เซนติเมตร นักกีฬาต้องโดดข้ามหรือปีนข้าม ดังรูปที่ 13,15,19,21,23 และ 25 สถานีที่ 3 ราวเดี่ยว ความสูงจากพื้นถึงราว 225.00 เซนติเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของราว 4.50 เซนติเมตร นักกีฬาต้องปีนข้ามราวหรือด้วยวิธีการม้วนตัว เพื่อข้ามราวเหล็ก ดังรูปที่ 14



รูปที่ 11 หลักสูตรอุปสรรคทางทหารของศูนย์การฝึกหน่วยบัญชาการนาวิกโยธิน



รูปที่ 12 สถานีที่ 1 สถานที่เริ่มต้น (Start)



รูปที่ 13 สถานีที่ 2 ซุงกระโดดต่ำ

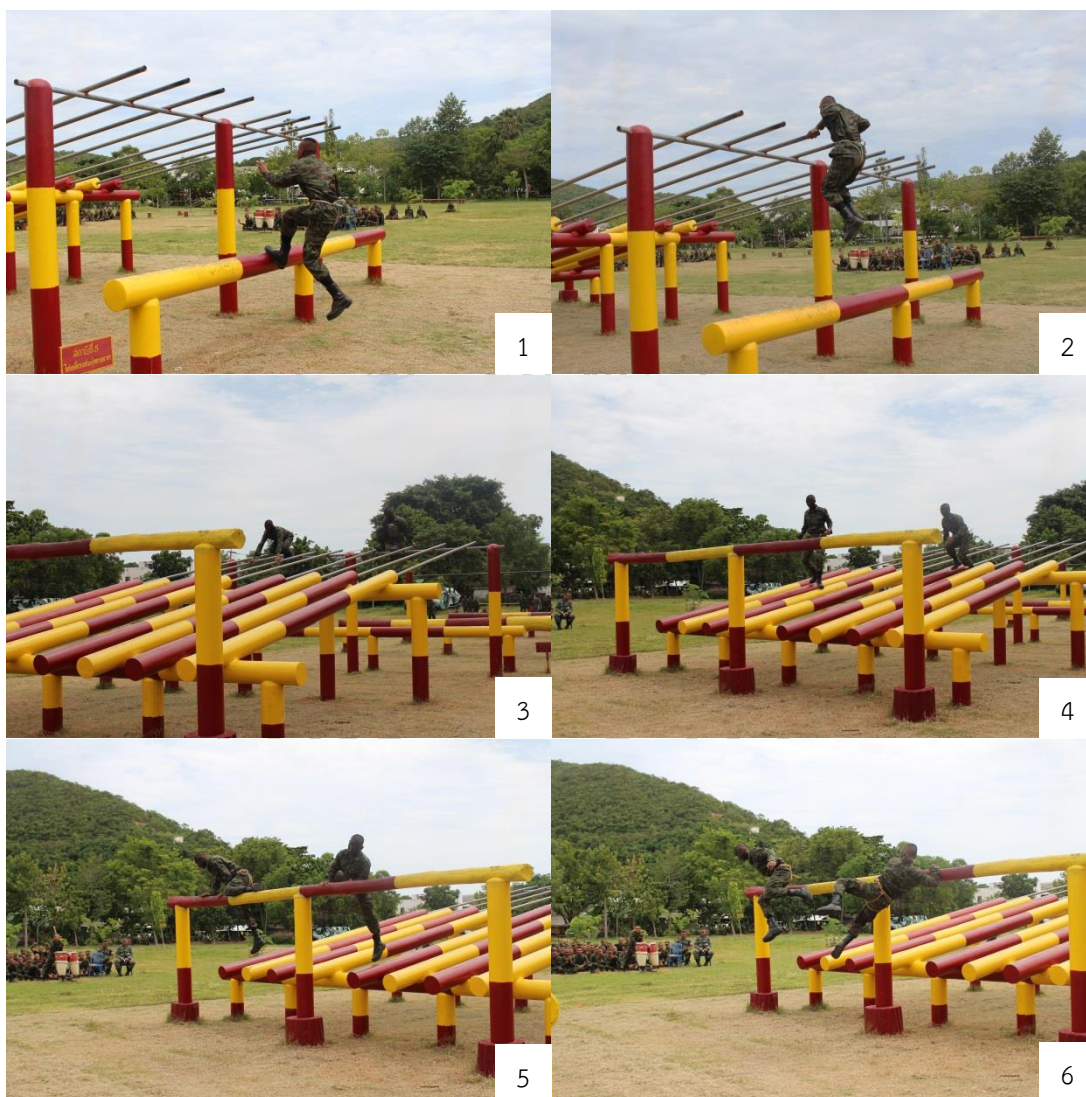


รูปที่ 14 สถานีที่ 3 ราวเดี่ยว



รูปที่ 15 สถานีที่ 4 ซุงกระโดดต่ำ

สถานีที่ 5 ไต่เหล็กผสมซุงทางลาด เป็นสถานีที่ผสมกันระหว่างราวเหล็ก ท่อปูน และท่อนซุง สูง ซึ่งราวเหล็กจะเป็นทางลาดที่ต่อด้วยท่อปูนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 21.00 เซนติเมตร นักกีฬา ต้องกระโดดขึ้นบนท่อนซุงต่ำและจับราวเหล็ก เพื่อดึงตัวขึ้นไปยังราวเหล็ก ทำการไถลตัวหรือเคลื่อน ตัวตามราวเหล็กจนถึงท่อปูน หลังจากนั้นลุกขึ้นยืนเพื่อเดินตามท่อปูนไปยังท่อนซุงสูงแล้วกระโดดข้าม ดังรูปที่ 16 สถานีที่ 6 ซุงกระโดดต่ำ สถานีนี้ทำด้วยท่อปูน มีความสูงจากพื้น 110.00 เซนติเมตร นักกีฬาต้องโดดข้ามหรือปีนข้าม ดังรูปที่ 17



รูปที่ 16 สถานีที่ 5 ไต่เหล็กผสมซุงทางลาด



รูปที่ 17 สถานีที่ 4 ซุงกระโดดต่ำ



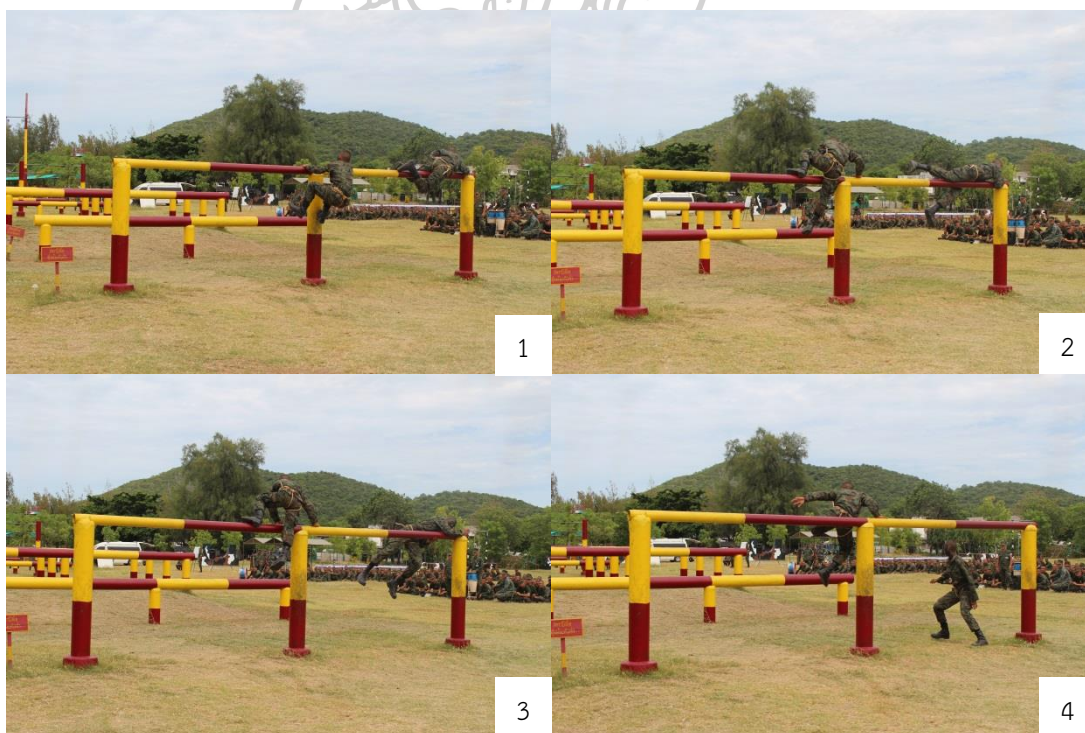
รูปที่ 18 สถานีที่ 7 กำแพงสูง

สถานีที่ 7 กำแพงสูง ความสูงของกำแพงจากพื้น 190.50 เซนติเมตร โดยพื้นล่างจะทำการยกพื้นขึ้นจากระดับเดิม 20.00 เซนติเมตร ในระยะ 250.00 เซนติเมตร นักกีฬาต้องทำการปีนข้ามกำแพงด้วยวิธีการใดวิธีหนึ่ง เพื่อให้ตัวนักกีฬาสามารถข้ามไปยังอีกฝั่งหนึ่งของกำแพง ดังรูปที่ 18 สถานีที่ 9 ซุงม้วนตัวต่ำ มีลักษณะคล้ายกับสถานีซุงกระโดดต่ำ แต่จะมีความสูงมากกว่า โดยมีความสูงจากพื้น 180.00 เซนติเมตร วัสดุด้านบนทำจากท่อนไม้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15.00 เซนติเมตร นักกีฬาต้องโดดข้ามหรือปีนข้าม ดังรูปที่ 20 สถานีที่ 11 ซุงกระโดดข้าม 4 ต้น มีลักษณะเหมือนกับสถานีซุงกระโดดต่ำแต่มีจำนวนสี่ต้น โดยระยะห่างระหว่างต้น 120.00 เซนติเมตร และมีการยกพื้น

ขึ้นจากระนาบเดิม 35.00 เซนติเมตร ในระยะ 270.00 เซนติเมตร นักกีฬาต้องกระโดดหรือปีนข้ามที่
ละต้น ดังรูปที่ 22



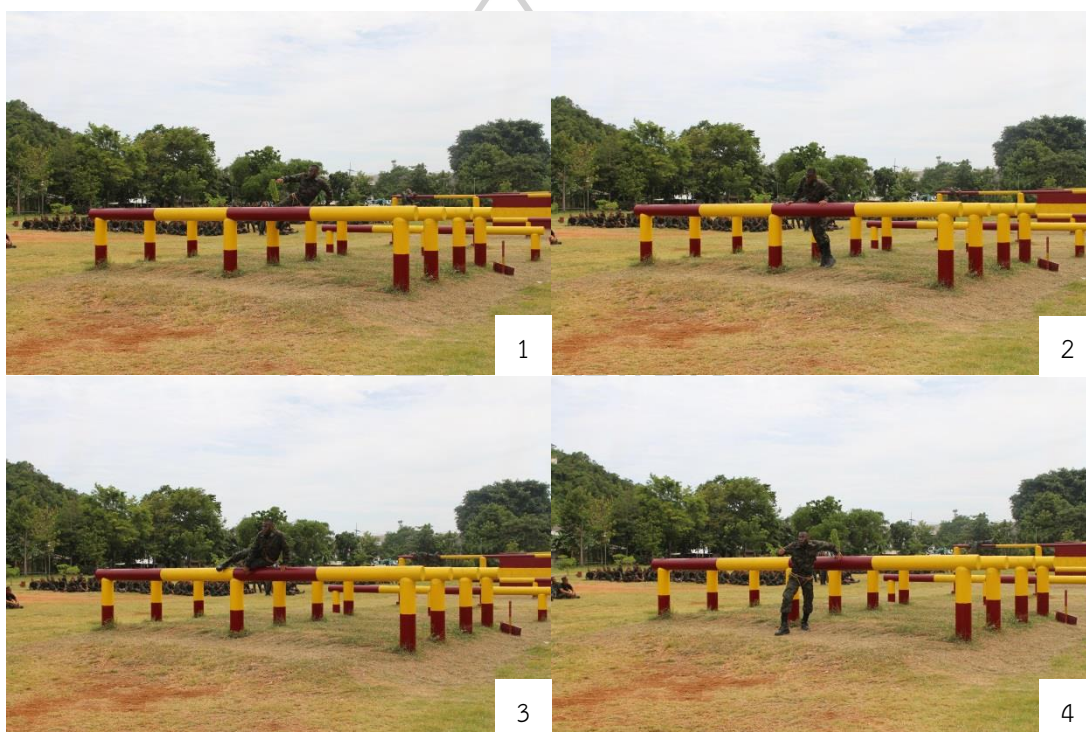
รูปที่ 19 สถานีที่ 8 ซุงกระโดดต่ำ



รูปที่ 20 สถานีที่ 9 ซุงม้วนตัวต่ำ



รูปที่ 21 สถานีที่ 10 ซุงกระโดดต่ำ



รูปที่ 22 สถานีที่ 11 ซุงกระโดดข้าม 4 ต้น



รูปที่ 23 สถานีที่ 10 ซุงกระโดดต่ำ

สถานีที่ 13 ราวนอนคู่ ราวแรกสูงจากพื้น 210.00 เซนติเมตร โดยราวที่ 2 ห่างจากราวแรก 35.00 เซนติเมตร นักกีฬาจะต้องกระโดดจับราวที่ 1 แล้วนำขาพาดราว จากนั้นดึงตัวขึ้นไป เมื่อสามารถคว้าราวที่ 2 ได้แล้ว ก็ทำการจับราวที่ 2 และดึงตัวข้ามไปยังอีกฝั่ง ดังรูปที่ 24



รูปที่ 24 สถานีที่ 13 ราวนอนคู่



รูปที่ 25 สถานีที่ 14 ซุงกระโดดต่ำ

สถานีที่ 15 ไต่เชือก นักกีฬาต้องปีนเชือกขึ้นไปตีกระป๋องที่อยู่อันบนสุด เพื่อเป็นสัญญาณว่าเข้าเส้นชัย โดยเส้นผ่านศูนย์กลางของเชือก 3.00 เซนติเมตร ความสูงจากพื้นถึงกระป๋อง 650.00 เซนติเมตร ดังรูปที่ 26



รูปที่ 26 สถานีที่ 15 ไต่เชือก

จากสถานีทั้ง 15 สถานี นักกีฬาต้องทำการข้ามสิ่งกีดขวางทั้งหมด 15 สถานี จะเห็นได้ว่าจะมี สถานีขุ่กระโดดต่ำ (สถานีที่ 2,4,6,8,10,12 และ 14) จะอยู่ระหว่างแต่ละสถานีหลัก เพื่อเป็นเหตุการณ์ การชะลอความเร็ว และจะเห็นว่าการข้ามสิ่งกีดขวางจำเป็นต้องใช้ร่างกายและพลังกำลังที่มากพอควร โดยเฉพาะพลังกำลังของแขน เพราะสถานีส่วนมากจะมีการป่ายปีน การแต่งกายของนักกีฬา แต่งกาย ด้วยชุดลายพราง (ไม่พับแขน) และสวมรองเท้าคอมแบท (Kombat Shoes) ดังรูปที่ 27



รูปที่ 27 การแต่งกายของนักกีฬาข้ามสิ่งกีดขวางประเภทบุคคล

ทางศูนย์การฝึกหน่วยบัญชาการนาวิกโยธิน หน่วยบัญชาการนาวิกโยธิน กองทัพเรือ ได้ทำการศึกษาหลักสูตรการฝึกนาวิกโยธินสหรัฐอเมริกา ซานดิเอโก แคริฟอร์เนีย 92140-5112 เพื่อนำมาปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงให้เหมาะสมกับขนาดร่างกายของทหารในการฝึกของศูนย์ฝึกนาวิกโยธิน จากเดิมมี 11 สถานี เพิ่มเป็น 15 สถานี โดยวัตถุประสงค์ เพื่อฝึกความพร้อมของร่างกายในการข้ามสิ่งกีดขวางและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสนามรบ ช่วยเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อทุกส่วนระบบหัวใจ และหลอดเลือด ตลอดจนเป็นการฝึกให้มีการเคลื่อนไหวร่างกายอย่างคล่องแคล่ว มีความคล่องตัวมากยิ่งขึ้น [6]

2.4 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การเลือกกลุ่มตัวอย่างเป็นกิจกรรมที่สำคัญอย่างหนึ่งในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องและเป็นตัวแทนของข้อมูลทั้งหมดหรือที่เรียกว่าประชากรในงานวิจัย ดังนั้น ขั้นตอนการเลือกกลุ่มตัวอย่างจึงเป็นเรื่องสำคัญ เนื่องจากมีวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างอยู่มาก หากใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างไม่เหมาะสมกับงานวิจัยก็จะทำให้การเก็บข้อมูลอาจไม่สมบูรณ์หรือไม่ถูกต้อง ทำให้ผลการวิจัยหรือการทดลองล้มเหลว

2.4.1 ประชากร (Population)

ประชากร หมายถึง หน่วยของข้อมูลทั้งหมดทุกหน่วยที่อยู่ในขอบเขตงานวิจัยที่ต้องการศึกษา ซึ่งเป็นได้ทั้งคน สัตว์ สิ่งของ และพืช [7]

ประโยชน์ของการระบุประชากรที่ชัดเจน

2.4.1.1 ช่วยให้นักวิจัยกำหนดกรอบของสมาชิกในประชากรได้ถูกต้องคือช่วยพิจารณาวิธีการสุ่มตัวอย่างและสูตรคำนวณได้อย่างถูกต้อง

2.4.1.2 ช่วยในการสรุปผลจากการวิเคราะห์ข้อมูล ขยายผลจากตัวอย่างไปยังกลุ่มประชากรได้อย่างถูกต้อง ไม่สับสน [8]

2.4.2 กลุ่มตัวอย่าง (Sample)

กลุ่มตัวอย่าง หมายถึง ส่วนหนึ่งของประชากรที่ผู้วิจัยสนใจ กลุ่มตัวอย่างที่ดีหมายถึง กลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะต่าง ๆ ที่สำคัญครบถ้วนเหมือนกับกลุ่มประชากรเป็นตัวแทนที่ดีของกลุ่มประชากรได้

2.4.2.1 ประโยชน์ของการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยการเลือกกลุ่มตัวอย่างมาเป็นตัวแทนของประชากรทั้งหมดมีประโยชน์ ดังนี้

2.4.2.1.1 ประหยัดเงิน เวลา และแรงงานในการวิจัย เพราะการใช้กลุ่มตัวอย่างทำให้สามารถรวบรวมข้อมูลได้เร็วและเสียค่าใช้จ่ายน้อย

2.4.2.1.2 มีความเชื่อถือและถูกต้องมากกว่า เพราะการควบคุมความถูกต้องในการจัดกระทำกับกลุ่มที่มีจำนวนน้อย จะง่ายและได้ผลดีกว่าประชากรทั้งหมด อีกทั้งมีเวลาพอในการตรวจสอบแก้ไข ข้อผิดพลาดต่าง ๆ ในกระบวนการวิจัย

2.4.2.1.3 ลดปัญหาในการบริหารงานวิจัย เพราะการเก็บข้อมูลจากประชาชนทั้งหมดในงานวิจัยบางเรื่องจะต้องใช้บุคคลจำนวนมากในการเก็บข้อมูล ซึ่งต้องมีการฝึกอบรมและควบคุมการปฏิบัติงานวิจัย ทำให้เกิดปัญหาตามมาได้

2.4.2.1.4 ข้อมูลบางอย่างเราไม่สามารถศึกษาจากประชากรทั้งหมดได้ ต้องศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างแทน

แต่บางครั้งงานวิจัยบางเรื่องไม่จำเป็นต้องใช้กลุ่มตัวอย่าง เช่น ในการวิจัยที่มีวัตถุประสงค์ต้องการแยกแยะ แจกแจงข้อมูลให้ละเอียดมาก ๆ ในกรณีนี้ ผู้วิจัยควรศึกษาประชากรทั้งหมดได้ [7] ดังตารางที่ 1 และตัวอย่างงานวิจัยที่มีการนำวิธีการกำหนดกลุ่มตัวอย่างมาใช้ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1 วิธีการสุ่มตัวอย่างในงานวิจัยเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ

วิธีการสุ่มตัวอย่าง	
งานวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research)	งานวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research)
[8]	แบบสำรวจ (Survey Research)
	แบบทดลอง (Experimental Research)
ไม่คำนึงความน่าจะเป็น (Non-Probability)	คำนึงความน่าจะเป็น (Probability)
1. แบบเจาะจง (Purposive Sampling)	1. แบบอย่างง่าย (Simple Random Sampling)
2. แบบสะดวก (Convenient Sampling)	2. แบบมีระบบ (Systematic Random Sampling)
3. แบบบังเอิญ (Accidental Sampling)	3. แบบแบ่งชั้นภูมิ (Stratified Random Sampling)
4. แบบโควตา (Quota Sampling)	4. แบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling)
5. แบบลูกบอลหิมะ (Snowball Sampling)	5. แบบหลายขั้นตอน (Multistage Random Sampling)

ตารางที่ 2 ตัวอย่างงานวิจัยฯ และการกำหนดประชากร

ผู้วิจัย	ชื่อเรื่องวิจัย	ประชากร	กลุ่มตัวอย่าง
ฐิติชญา ขอบทอง และธีรวัฒน์ จันทร์ ทึก [9]	การมีส่วนร่วมของวัยรุ่นตอนกลาง ในการส่งเสริมพฤติกรรมทาง ท้องเที่ยวของผู้สูงอายุ	วัยรุ่นตอนกลางอายุ 18-22 ปี	วัยรุ่นตอนกลาง ภายในและภายนอกมหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี

ตารางที่ 2 ตัวอย่างงานวิจัยฯ และการกำหนดประชากร (ต่อ)

ผู้วิจัย	ชื่อเรื่องวิจัย	ประชากร	กลุ่มตัวอย่าง
ศรัณย์ จันทร์ศรี และ น้อมจิต กิตติโชติพาณิชย์ [10]	ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อคะแนนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทย์-คณิตในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเขตพระโขนง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556	นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทย์-คณิต ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเขตพระโขนง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556	
ชัยฤกษ์ แก้วพรมมาลัย [11]	ทัศนคติของผู้บริหารระดับสูงต่อบทบาทของทหารในทางการเมืองไทย	ผู้บริหารระดับสูงของภาครัฐทั้ง ทหาร ตำรวจ และพลเรือน และผู้บริหารจากภาคเอกชนที่เข้ารับการศึกษาหลักสูตรการป้องกันราชอาณาจักรและหลักสูตรการป้องกันราชอาณาจักรภาครัฐร่วมเอกชนประจำปี 2554	

ในการใช้กลุ่มตัวอย่างศึกษาแทนประชากรจำเป็นต้องคำนึงถึงความถูกต้อง (Accuracy) ในการเป็นตัวแทนที่ดีของประชากร หมายถึง การไม่มีอคติ (Bias) ในตัวอย่างที่ถูกเลือกหรือโอกาสของการเลือกตัวอย่างมาศึกษาเท่า ๆ กัน นอกจากนี้ต้องคำนึงถึงความแม่นยำในการประมาณค่าพารามิเตอร์ (Precision of Estimate) ความแม่นยำสามารถวัดได้จากค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า โดยค่าความคลาดเคลื่อนต่ำจะให้ความแม่นยำในการประมาณค่าสูง ค่าความคลาดเคลื่อนนี้ขึ้นอยู่กับกระบวนการเลือกกลุ่มตัวอย่าง เป็นความคลาดเคลื่อนจากการเลือกหน่วยตัวอย่าง (Sampling Error) ที่คลาดเคลื่อนไปจากค่าพารามิเตอร์ การเลือกกลุ่มตัวอย่างเพื่อเป็นตัวแทนของประชากรนั้นมีอยู่ 2 หลักการใหญ่ คือ หลักการอาศัยความน่าจะเป็น (Probability Sampling) หรือการเลือกอย่างสุ่ม (Random Selection) ซึ่งเป็นหลักการที่สมาชิกของประชากรแต่ละหน่วยมีความน่าจะเป็นในการถูกเลือกเท่า ๆ กันและทราบความน่าจะเป็นนั้น และไม่ใช่หลักการความน่าจะเป็น (Nonprobability Sampling) เป็นการเลือกกลุ่มตัวอย่างที่ความน่าจะเป็นในการถูกเลือกของแต่ละหน่วยตัวอย่างไม่เท่ากัน หรือบางหน่วยมีโอกาสที่จะไม่ถูกเลือก

2.4.2.2 ขั้นตอนการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

2.4.2.2.1 กำหนด/นิยามประชากรเป้าหมาย

2.4.2.2.2 รวบรวมสมาชิกทั้งหมดของประชากร

2.4.2.2.3 กำหนดหน่วยของการสุ่มตัวอย่าง

2.4.2.2.4 วางแผนการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

2.4.2.2.5 ทำการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

2.4.2.3 วิธีการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

การกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง มีวิธีการ 3 วิธี ดังต่อไปนี้

2.4.2.3.1 การใช้เกณฑ์ หรือการประมาณจากจำนวนประชากร

ในการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยวิธีนี้ ต้องทราบจำนวนที่แน่นอน แล้วจึงนำมาคำนวณหากลุ่มตัวอย่าง [12] ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เกณฑ์ในการประมาณขนาดกลุ่มตัวอย่างจากจำนวนประชากร

จำนวนประชากร	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง
จำนวนประชากรหลักร้อยใช้กลุ่มตัวอย่าง	15 - 30%
จำนวนประชากรหลักพันใช้กลุ่มตัวอย่าง	10 - 15%
จำนวนประชากรหลักหมื่นใช้กลุ่มตัวอย่าง	5 - 10 %

ยกตัวอย่าง เช่น มีจำนวนประชากรจำนวน 150 คน ขนาดกลุ่มอย่าง 15 - 30% จะได้เท่ากับ 23 - 45 คน จากการคำนวณ $150 \times 0.15 = 22.5$ และ $150 \times 0.30 = 45$

2.4.2.3.2 ใช้สูตรคำนวณ

สามารถใช้กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง ได้ทั้งประชากรที่มีจำนวนแน่นอน และจำนวนไม่แน่นอน ดังนี้

1) กรณีที่ประชากรมีจำนวนไม่แน่นอน (Infinite Population) ไม่ทราบจำนวนประชากร ทราบเพียงแต่ว่ามีจำนวนมากใช้สมการ ดังนี้ [13]

$$N = \left(\frac{Z_c \sigma}{e_m} \right)^2 \quad (\text{สมการ 2.1})$$

เมื่อ N = จำนวนตัวอย่างประชากร
 Z_c = คะแนน Z ตามระดับความมีนัยสำคัญที่ผู้วิจัยกำหนดให้ (α)
 Z = 1.96 ที่ระดับความมั่นใจ 95% ($\alpha = 0.05$)
 Z = 2.58 ที่ระดับความมั่นใจ 99% ($\alpha = 0.01$)
 e_m = ค่าความคลาดเคลื่อนมากที่สุดที่ยอมรับได้
 σ = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร
 นอกจากสมการที่ 2.1 แล้ว ยังสามารถใช้สมการอื่นได้ ดังนี้ [12]

$$n = \frac{P(1-P)Z^2}{e^2} \quad (\text{สมการ 2.2})$$

- เมื่อ n = จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
 P = สัดส่วนของประชากรที่ผู้วิจัยกำหนดสุ่ม
 Z = 1.96 ที่ระดับความมั่นใจ 95% ($\alpha = 0.05$)
 Z = 2.58 ที่ระดับความมั่นใจ 99% ($\alpha = 0.01$)
 e = สัดส่วนของความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้เกิดขึ้นได้

2) กรณีที่ประชากรมีจำนวนแน่นอน (Finite Population) ใช้

สมการ ดังนี้ โดยระดับนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 0.05 [14]

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2} \quad (\text{สมการ 2.3})$$

- เมื่อ n = จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
 e = ความคลาดเคลื่อนของการสุ่มตัวอย่าง
 N = ขนาดของประชากร
 หรือใช้สมการดังนี้ [15]

$$n = \frac{400N}{399 + N} \quad (\text{สมการ 2.4})$$

หรือใช้สมการดังนี้ [15]

$$n = \frac{P(1-P)}{\frac{e^2 + P(1-P)}{Z^2 N}} \quad (\text{สมการ 2.5})$$

- เมื่อ n = จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
 e = สัดส่วนของความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้เกิดขึ้นได้
 N = จำนวนประชากร
 P = สัดส่วนของประชากรที่ผู้วิจัยกำหนดสุ่ม

2.4.2.3.3 การใช้ตารางสำเร็จรูป มีผู้เสนอตารางสำเร็จรูปสำหรับขนาดของตัวอย่างประชากรในกรณีทราบจำนวนประชากร มีดังนี้

- 1) ตารางสำเร็จรูปของเครซี และมอร์แกน ดังตารางที่ 4 [16]
- 2) ตารางสำเร็จรูปที่กำหนดระดับความเชื่อมั่น 95% ดังตารางที่ 5

[17]

ตารางที่ 4 ตารางแสดงจำนวนประชากรและจำนวนกลุ่มตัวอย่าง ของ Krejcie and Morgan

N	S	N	S	N	S	N	S	N	S
10	10	100	80	280	162	800	260	2,800	338
15	14	110	86	290	165	850	265	3,000	341
20	19	120	92	300	169	900	269	3,500	346
25	24	130	97	320	175	950	274	4,000	351
30	28	140	103	340	181	1,000	278	4,500	354
35	32	150	108	360	186	1,100	285	5,000	357
40	36	160	113	380	191	1,200	291	6,000	361
45	40	170	118	400	196	1,300	297	7,000	364
50	44	180	123	420	201	1,400	302	8,000	367
55	48	190	127	440	205	1,500	306	9,000	368
60	52	200	132	460	210	1,600	310	10,000	370
65	56	210	136	480	214	1,700	313	15,000	375
70	59	220	140	500	217	1,800	317	20,000	377
75	63	230	144	550	226	1,900	320	30,000	379
80	66	240	148	600	234	2,000	322	40,000	380
85	70	250	152	650	242	2,200	327	50,000	381
90	73	260	155	700	248	2,400	331	75,000	382
95	76	270	159	750	254	2,600	335	100,000	384

หมายเหตุ N คือ จำนวนประชากร, S คือ จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 5 ตารางสำเร็จรูปสำหรับกำหนดขนาดตัวอย่างจากระดับความเชื่อมั่น

จำนวนประชากร	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน			
	0.01	0.02	0.03	0.05
500,000	7,930	2,009	895	322
100,000	7,465	1,977	888	321
50,000	6,946	1,939	881	321
20,000	5,745	1,841	858	318
10,000	4,465	1,678	823	313
5,000	-	1,432	760	303
4,000	-	1,341	730	299
3,000	-	1,206	690	261
2,000	-	-	619	278
1,000	-	-	473	244

2.4.3 เทคนิคการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

2.4.3.1 การสุ่มโดยไม่คำนึงถึงความน่าจะเป็น

ในบางครั้งการเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยอาศัยความน่าจะเป็น วิธีการสุ่มอาจจะไม่สามารถทำได้หรือทำได้ยาก การเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยไม่อาศัยความน่าจะเป็นจึงถูกนำมาใช้ ซึ่งการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบนี้จะมีลักษณะเป็นอัตวิสัย (Subjective) ซึ่งจะทำให้การประมาณค่าพารามิเตอร์ขาดความแม่นยำ ดังนั้น ในการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบนี้จะใช้เมื่อไม่ต้องการอ้างอิงถึงลักษณะประชากร ส่วนใหญ่จะใช้กับงานวิจัยสำรวจข้อเท็จจริง (Exploration Research) กับกลุ่มที่มีลักษณะเฉพาะและไม่ต้องการเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่น ๆ นอกจากนี้ยังมีเหตุผลทางด้านค่าใช้จ่ายและเวลา เพราะการเลือกตัวอย่างโดยไม่อาศัยความน่าจะเป็นจะมีค่าใช้จ่าย และเวลา น้อยกว่าอาศัยความน่าจะเป็น

2.4.3.1.1 การสุ่มโดยบังเอิญ

การสุ่มโดยบังเอิญ เป็นการสุ่มจากสมาชิกของประชากรเป้าหมายที่เป็นใครก็ได้ที่สามารถให้ข้อมูลได้ครบถ้วน การสุ่มโดยวิธีนี้ไม่สามารถรับประกันความแม่นยำได้ ซึ่งการเลือกวิธีนี้เป็นวิธีที่ด้อยที่สุด เพราะเป็นการเลือกตัวอย่างที่มีลักษณะสอดคล้องกับนิยามของประชากรที่สามารถพบได้และใช้เป็นอย่างได้ทันที

2.4.3.1.2 การสุ่มแบบโควตา

การสุ่มแบบโควตา เป็นการสุ่มตัวอย่างโดยจำแนกประชากรออกเป็น ส่วน ๆ ก่อน โดยมีหลักจำแนกว่าตัวแปรที่ใช้ในการจำแนกนั้นควรจะมีความสัมพันธ์กับตัวแปรที่จะรวบรวม หรือตัวแปรที่สนใจ และสมาชิกที่อยู่แต่ละส่วนมีความเป็นเอกพันธ์ มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

- 1) พิจารณาตัวแปรที่สัมพันธ์กับลักษณะของประชากรที่คำถามการวิจัยต้องการที่จะศึกษา เช่น เพศ ระดับการศึกษา
- 2) พิจารณาขนาดของแต่ละส่วน (Segment) ของประชากรตามตัวแปร
- 3) คำนวณค่าอัตราส่วนของแต่ละส่วนของประชากร กำหนดเป็นโควตาของตัวอย่างแต่ละกลุ่มที่จะเลือก
- 4) เลือกตัวอย่างในแต่ละส่วนของประชากรให้ได้จำนวนตามโควตา

2.4.3.1.3 การสุ่มตัวอย่างเฉพาะเจาะจง

การสุ่มตัวอย่างเฉพาะเจาะจง หรือบางครั้งเรียกว่าการสุ่มแบบพิจารณา (Judgment Sampling) เป็นการสุ่มตัวอย่างโดยใช้ดุลพินิจของผู้วิจัยในการกำหนด

สมาชิกของประชากรที่จะมาเป็นสมาชิกในกลุ่มตัวอย่าง ว่ามีลักษณะสอดคล้องหรือเป็นตัวแทนที่จะศึกษาหรือไม่ ข้อจำกัดของการสุ่มตัวอย่างแบบนี้คือไม่สามารถระบุได้ว่าตัวอย่างที่เลือก จะยังคงลักษณะดังกล่าวหรือไม่เมื่อเวลาเปลี่ยนไป

2.4.3.1.4 การสุ่มกลุ่มตัวอย่างตามสะดวก

การสุ่มกลุ่มตัวอย่างตามสะดวก การเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยถือเอาความสะดวกหรือความง่ายต่อการรวบรวมข้อมูล ข้อจำกัดของการสุ่มแบบนี้จะมีลักษณะเหมือนกับการสุ่มโดยบังเอิญ

2.4.3.1.5 การสุ่มตัวอย่างแบบสโนว์บอลล์

การสุ่มตัวอย่างแบบสโนว์บอลล์ เป็นการเลือกตัวอย่างในลักษณะการสร้างเครือข่ายข้อมูล โดยเลือกจากหน่วยตัวอย่างกลุ่มแรก (จะใช้หรือไม่ใช้ความน่าจะเป็นก็ได้) และตัวอย่างกลุ่มนี้เสนอบุคคลอื่นที่มีลักษณะใกล้เคียงต่อ ๆ ไป ข้อจำกัดของการสุ่มโดยไม่อาศัยความน่าจะเป็น

- 1) ผลการวิจัยไม่สามารถอ้างอิงไปสู่ประชากรทั้งหมดได้ จะสรุปอยู่ในขอบเขตของกลุ่มตัวอย่างเท่านั้น ข้อสรุปนั้นจะสรุปไปหาประชากรได้ต่อเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีลักษณะต่าง ๆ ที่สำคัญ ๆ เหมือนกับประชากร
- 2) กลุ่มตัวอย่างที่ได้นั้นขึ้นอยู่กับความตั้งใจของผู้วิจัยและองค์ประกอบบางตัวที่ไม่สามารถควบคุมได้ และไม่มีวิธีการทางสถิติอย่างไรที่จะมาคำนวณความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการสุ่ม

2.4.3.2 การสุ่มโดยการคำนึงถึงความน่าจะเป็น

2.4.3.2.1 การสุ่มอย่างง่าย

สมาชิกทั้งหมดของประชากรเป็นอิสระซึ่งกันและกัน แล้วสุ่มหน่วยของการสุ่มจนกว่าจะได้จำนวนตามที่ต้องการ โดยแต่ละครั้งที่สุ่มสมาชิกแต่ละหน่วยของประชากรมีโอกาสถูกเลือกเท่าเทียมกัน ซึ่งก่อนที่จะทำการสุ่มจะต้องนิยามประชากรให้ชัดเจน ทำรายการสมาชิกทั้งหมดของประชากร สุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีที่ทำให้โอกาสในการของสมาชิกแต่ละหน่วยในการถูกเลือกมีค่าเท่ากัน ซึ่งสามารถทำได้ 2 วิธี คือ

- 1) การจับฉลาก
- 2) การใช้ตารางเลขสุ่ม (Table of Random Number) ซึ่งตัวเลขในตารางได้มาจากการอาศัยคอมพิวเตอร์กำหนดค่า หรือบางครั้งสามารถใช้วิธีการดึงตัวอย่างโดยอาศัยโปรแกรมสำเร็จรูป

ในการสุ่มอย่างง่าย มีข้อจำกัดคือ ประชากรต้องนับได้ครบถ้วน ซึ่งบางครั้ง อาจสร้างปัญหาให้กับนักวิจัย

2.4.3.2.2 การสุ่มแบบเป็นระบบ

การสุ่มแบบเป็นระบบ ใช้ในกรณีที่ประชากรมีการจัดเรียงอย่างไม่ลำเอียง

- 1) ประชากรหารด้วยจำนวนกลุ่มตัวอย่าง ($K = N/n$)
- 2) สุ่มหมายเลข 1 ถึง K (กำหนดสุ่มได้หมายเลข r)
- 3) r จะเป็นหมายเลขเริ่มต้น ลำดับต่อไป $r + K, r + 2K, r + 3K, \dots$

การสุ่มแบบเป็นระบบ โอกาสถูกเลือกของตัวอย่างไม่เป็นอิสระจากกัน เพราะเมื่อตัวอย่างแรกถูกสุ่มแล้ว ตัวอย่างหน่วยอื่นก็จะถูกกำหนดให้เลือกตามมา โดยอัตโนมัติ โดยไม่มีการสุ่ม

2.4.3.2.3 การสุ่มแบบแบ่งชั้น

การสุ่มแบบแบ่งชั้นเป็นการสุ่มกลุ่มตัวอย่างที่แบ่งกลุ่มประชากรออกเป็นกลุ่มย่อยเสียก่อน บนพื้นฐานของตัวแปรที่สำคัญที่ส่งผลกระทบต่อตัวแปรตาม โดยมีหลักในการจัดแบ่งกลุ่มแต่ละกลุ่มมีความเป็นเอกพันธ์ (Homogeneous) หรือกล่าวได้ว่า ในกลุ่มเดียวกันจะมีลักษณะคล้ายคลึงกันตามกลุ่มย่อยของตัวแปร แต่จะมีความแตกต่างระหว่างกลุ่ม จำนวนสมาชิกในกลุ่มย่อยจะถูกกำหนดให้เป็นสัดส่วน (Proportion) ตามสัดส่วนที่ปรากฏในประชากร ซึ่งเรียกว่า การสุ่มแบบแบ่งชั้นโดยใช้สัดส่วน การสุ่มแบบแบ่งชั้นเหมาะสมกับงานวิจัยที่สนใจความแตกต่างของลักษณะประชากรในระหว่างกลุ่มย่อย

2.4.3.2.4 การสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม

ในกรณีที่ประชากรมีขนาดใหญ่ การสุ่มกลุ่มตัวอย่างโดยจัดกระทำกับการสมาชิกทุกหน่วยของประชากรอาจทำได้ยากหรือทำไม่ได้เลย ดังนั้นแทนที่จะใช้วิธีการสุ่มจากทุกหน่วย นักวิจัยสามารถสุ่มจากกลุ่มที่ถูกจัดแบ่งไว้แล้วซึ่งวิธีการแบบนี้เรียกว่าการสุ่มแบบกลุ่ม สิ่งที่ต้องคำนึงถึงการสุ่มแบบกลุ่ม มีดังนี้

- 1) ขนาดของแต่ละกลุ่ม เท่ากันหรือแตกต่างกันไม่มากนัก เพราะเมื่อเลือกกลุ่มมาเป็นตัวอย่างแล้ว การประมาณค่าพารามิเตอร์ จะมีลักษณะไม่อคติ (Unbiased Estimation) มากกว่า กรณีที่กลุ่มตัวอย่างในแต่ละกลุ่มมีขนาดแตกต่างกันมาก

2) ขนาดของกลุ่ม (Cluster) ไม่มีคำตอบแน่นอนว่าจำนวนหน่วยตัวอย่างที่ศึกษาในแต่ละกลุ่ม จะเป็นเท่าใด ขึ้นอยู่กับคำถามการวิจัยและความยากง่ายในการเก็บข้อมูล

3) การใช้วิธีการสุ่มแบบ Multistage Cluster Sampling แทนการใช้ Single-Stage มีเหตุผล ดังนี้

3.1) ขนาดของแต่ละกลุ่ม ที่มีอยู่มีขนาดใหญ่เกินไปเกินกว่าขนาดตามกำลังทางเศรษฐกิจ

3.2) สามารถหลีกเลี่ยงค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการแบ่งกลุ่ม ให้มีขนาดเล็กลงในแต่ละกลุ่ม

3.3) ผลของการแบ่งกลุ่มแม้จะมีขนาดเล็กลงแต่ในระหว่าง กลุ่มที่จะศึกษายังมีความแตกต่างกันไม่มากนัก

3.4) การเลือกตัวอย่างของ Compact Cluster ให้ความยุ่งยากในการเก็บรวบรวมข้อมูล

4) ขนาดของกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนกลุ่ม ที่ต้องการในการเทียบเคียงจากการเลือกแบบการสุ่มอย่างง่าย ในการคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้จำนวนทั้งหมดของกลุ่ม ที่จัดแบ่งเป็นประชากรที่นำมาใช้ในการคำนวณ

2.4.3.2.5 การสุ่มแบบหลายขั้นตอน

การสุ่มแบบหลายขั้นตอน เป็นกระบวนการสุ่มกลุ่มตัวอย่างจากประชากรซึ่งดำเนินการสุ่มตั้งแต่ 3 ขั้น ขึ้นไป เป็นวิธีที่เหมาะสมกับประชากรที่มีขอบข่ายกว้าง ไม่สามารถหากรอบบัญชีรายชื่อที่ประกอบด้วยทุกหน่วยประชากรได้โดยตรง อาจเกิดจากความไม่สะดวกและสิ้นเปลือง

2.5 ทฤษฎีการวิเคราะห์ความถดถอย

การวิเคราะห์ถดถอยเป็นเทคนิคทางสถิติที่ใช้ในการประมาณค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร คือ ตัวแปรที่ทราบค่าเรียกว่าตัวแปรอิสระ (Independent Variable) หรือเรียกว่าตัวพยากรณ์ (Prediction) และตัวแปรที่ต้องการประมาณค่าเรียกว่าตัวแปรตาม (Dependent Variable) การวิเคราะห์ความถดถอยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ การวิเคราะห์ความถดถอยอย่างง่าย (Simple Linear Regression Analysis) และการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ (Multiple Linear Regression Analysis)

2.5.1 การวิเคราะห์ความถดถอยอย่างง่าย

การวิเคราะห์ความถดถอยอย่างง่าย เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัวแปร ซึ่งประกอบด้วยตัวแปรตาม 1 ตัวแปร และตัวแปรอิสระ 1 ตัวแปร โดยที่มีความสัมพันธ์อยู่ในรูปแบบเชิงเส้น โดยมีสมการดังนี้

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon \quad (\text{สมการ 2.6})$$

โดยที่	Y	คือ ตัวแปรตาม
	X	คือ ตัวแปรอิสระ
	β_0	คือ เป็นระยะตัดแกน Y หรือค่าของ Y เมื่อ X มีค่าเป็นศูนย์
	β_1	คือ สัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression Coefficient) เป็นความชันของเส้นสมการถดถอย
	e	คือ ความคลาดเคลื่อนอย่างสุ่ม

2.5.2 การวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ

การวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม จำนวน 1 ตัวแปรและตัวแปรอิสระ จำนวน 2 ตัวแปรขึ้นไป โดยที่มีความสัมพันธ์อยู่ในรูปแบบเชิงเส้น โดยมีสมการ ดังนี้

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon \quad (\text{สมการ 2.7})$$

โดยที่	Y	คือ ตัวแปรตาม
	X	คือ ตัวแปรอิสระ
	β_0	คือ เป็นระยะตัดแกน Y หรือค่าเริ่มต้นของเส้นสมการถดถอย
	$\beta_1 - \beta_n$	คือ สัมประสิทธิ์การถดถอยตัวที่ 1 ถึงตัวที่ n
	e	คือ ความคลาดเคลื่อนอย่างสุ่ม

จุดประสงค์หลักของการวิเคราะห์การถดถอย คือ เพื่อพยากรณ์ตัวแปรหนึ่ง โดยใช้ค่าที่ทราบของตัวแปรอีกตัวหนึ่ง การพยากรณ์นี้อาศัยหลักการ เช่น $Y = a + bX$ ซึ่งมีไว้เพื่อประมาณค่าของตัวแปรที่ไม่ทราบค่า Y เมื่อทราบค่าของตัวแปร X เรียกสมการนี้ว่า สมการการถดถอย เมื่อทราบสมการการถดถอย ก็สามารถพยากรณ์ Y จากค่า X ที่กำหนดให้ สมการการถดถอยไม่เหมือนสมการทางคณิตศาสตร์ทั่ว ๆ ไป เพราะไม่สามารถจะมั่นใจกับ

ค่าของ Y ที่ได้จากการถดถอย เนื่องจากค่ามีการคลาดเคลื่อนและเป็นเพียงค่าประมาณของค่าที่แท้จริง (Y) เท่านั้น [18]

2.5.2.1 วิธีการคัดเลือกตัวแปร

วิธีการคัดเลือกตัวแปรเข้าสมการเพื่อให้สมการสามารถพยากรณ์ตัวแปร ได้เกณฑ์สูงสุด มีวิธีการคัดเลือกตัวแปรหลายวิธี ในที่นี้จะเสนอ 4 วิธี [19] ดังนี้

2.5.2.1.1 วิธีการเลือกแบบคัดเลือกเข้า (Enter Selection) เป็นวิธีการเลือกตัวแปรพยากรณ์เข้าสมการด้วยการวิเคราะห์เพียงขั้นตอนเดียว หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์สถิติพื้นฐานและสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแต่ละคู่ก่อน แล้วจึงใช้สถิติพื้นฐานกับค่าทดสอบนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเกณฑ์กับตัวแปรพยากรณ์

2.5.2.1.2 วิธีการเลือกแบบก้าวหน้า (Forward Selection) เป็นการเลือกตัวแปรพยากรณ์ที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรตามสูงสุดเข้าสมการก่อน และคำนวณหาความสัมพันธ์แบบแยกส่วนของตัวแปรที่เหลือ หากตัวใดที่มีความสัมพันธ์สูงก็จะนำเข้าสมการต่อไป

2.5.2.1.3 วิธีการเลือกแบบถอยหลัง (Backward Selection) เป็นการนำตัวแปรพยากรณ์ทั้งหมดเข้าสมการ แล้วทำการกำจัดตัวแปรพยากรณ์ออกทีละตัว หากทดสอบค่าความสัมพันธ์แล้วพบว่าไม่มีนัยสำคัญทางสถิติก็จะขจัดออกจากสมการ

2.5.2.1.4 วิธีการคัดเลือกแบบขั้นตอน (Stepwise Selection) เป็นการรวมระหว่างวิธีการคัดเลือกแบบก้าวหน้าและแบบถอยหลังเข้าด้วยกัน

2.5.2.2 ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเรียกแบบสั้น ๆ ว่า “Standard Error : SE” หรือชื่อเต็มคือ Standard Deviation of Sample Means หมายถึง ค่าที่แสดงว่าโดยเฉลี่ยแล้ว ค่าเฉลี่ยของตัวอย่างแต่ละตัวแตกต่างจากค่าเฉลี่ยของประชากรมากน้อยเพียงใด โดยคำนวณจากค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานหารด้วยรากที่สองของขนาดตัวอย่าง

ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน มีหลักการมาจากการสุ่มตัวอย่างจากประชากรหนึ่งประชากรที่มีขนาดกลุ่มประชากรเท่ากับ N แล้วสุ่มตัวอย่างมาจำนวน k ตัวอย่าง เรียกว่า “Repeated Sampling” นำแต่ละตัวอย่างมาหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เรียกว่า “ค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง” (Mean of The Sampling Means) แล้วนำค่าเฉลี่ยของทุกกลุ่มตัวอย่างมาสร้างกราฟ Sampling Distribution เพื่อศึกษาความกว้างแคบของฐานกราฟหรือคุณสมบัติการกระจาย ซึ่งการกระจายนี้เรียกว่า Distribution of Sample Means ค่าการกระจาย

เรียกว่า Standard Error (SE) คุณสมบัติของการกระจายนำไปใช้ประโยชน์ในวิธีการของสถิติอ้างอิงทั้งกรณีการประมาณค่าและการทดสอบสมมติฐาน (ถ้ากลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก ค่าคลาดเคลื่อนก็มีค่าสูง ทางตรงกันข้ามถ้ากลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ค่าคลาดเคลื่อนก็มีค่าต่ำ)

2.5.2.2.1 การหาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์

1) ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์ (Standard Error of Estimate) เขียนแทนด้วยตัวย่อ $S.E._{est}$ เป็นส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของส่วนที่เหลือ (ของ d) การที่คะแนนสอบจริง (Y) กับคะแนนพยากรณ์ (Y') ไม่เท่ากัน แสดงว่ามีความคลาดเคลื่อน ถ้าแตกต่างกันมาก ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์ ($S.E._{est}$) ก็จะมีค่ามาก ถ้าใกล้เคียงกันก็มีค่าน้อย สมการในการหา $S.E._{est}$ [20] คือ

$$S.E._{est} = \sqrt{\frac{SS_{res}}{N-k-1}} \quad (\text{สมการ 2.8})$$

เมื่อ	$S.E._{est}$	แทน	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน
	SS_{res}	แทน	ผลรวมของกำลังสอง (Sum of Squares) เท่ากับ $\sum d^2$
	N	แทน	จำนวนสมาชิกในกลุ่มตัวอย่าง
	K	แทน	จำนวนตัวแปรอิสระ

2) การคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์การถดถอย (Standard Error of Coefficients) ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์การถดถอย เขียนแทนด้วยตัวย่อ $S.E._{bj}$ เป็นค่าที่สามารถคำนวณได้หลายวิธี สมการที่นิยมใช้ [21] ได้แก่

$$S.E. = \sqrt{\frac{S.E._{est}^2}{S.E._{bj}(1-R_j^2)}} \quad (\text{สมการ 2.9})$$

เมื่อ	$S.E._{bj}$	แทน	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์การถดถอยของ b_j
	$S.E._{est}^2$	แทน	กำลังสองของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์
	$S.E._{bj}$	แทน	ผลรวมของกำลังสองของความเบี่ยงเบนของตัวแปรพยากรณ์ตัวที่ j
	R_j^2	แทน	กำลังสองของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างตัวพยากรณ์ตัวที่ j ซึ่งจะใช้เป็นตัวแปรตามกับตัวแปรพยากรณ์อื่น ๆ ที่เหลือความแตกต่างระหว่างส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานกับความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : S.D.) เป็นการวัดการกระจายของข้อมูลในกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา คำนวณจากรากที่สองของค่าเฉลี่ยของความแตกต่างกำลังสองของข้อมูลแต่ละตัวกับค่าเฉลี่ย ความหมายคือโดยเฉลี่ยแล้วข้อมูลแต่ละตัวแตกต่าง (อยู่ห่าง) จากค่าเฉลี่ยมากน้อยเพียงใด เช่น ถ้าเก็บค่าสิ่งตัวอย่างมาจำนวนหนึ่งจากประชากรที่มีการกระจายแบบปกติ เมื่อหาค่าเฉลี่ยจะเป็น $\bar{X}$ แต่ค่าของสิ่งที่เป็นตัวอย่างแต่ละตัวอาจจะมากกว่าเท่ากับหรือน้อยกว่า $\bar{X}$ มากบ้างน้อยบ้าง โดยเฉลี่ยแล้วห่างจาก $\bar{X}$ เท่า ซึ่งเราเรียกว่า Standard Deviation

ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard Error of Mean: SEM) หรือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการแจกแจงของค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง หมายถึง โดยเฉลี่ยแล้วค่าเฉลี่ยของตัวอย่างแต่ละตัวแตกต่าง (อยู่ห่าง) จากค่าเฉลี่ยของประชากรอยู่มากน้อยเพียงใดคำนวณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานหารด้วยรากที่สองของขนาดตัวอย่าง (n)

2.5.2.4 การทดสอบนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ

เมื่อได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ การทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของการถดถอย การทดสอบนี้เป็นการทดสอบว่า ตัวเกณฑ์กับกลุ่มตัวพยากรณ์นั้นมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงอย่างเชื่อถือได้หรือไม่ โดยมีสมมติฐานหลักในการทดสอบ ไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างตัวเกณฑ์กับกลุ่มตัวพยากรณ์

การทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (ใช้สถิติ F)

$$F = \frac{R^2/k}{(1-R^2)/(N-k-1)} \quad (\text{สมการ 2.10})$$

เมื่อ F แทน สถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤตจากการแจกแจงแบบ F

R แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ

N แทน จำนวนสมาชิกกลุ่มตัวอย่าง

k แทน จำนวนตัวพยากรณ์ (ตัวแปรอิสระ)

หรือทดสอบโดยใช้สมการ

$$F = \frac{SS_{\text{reg}}/df_{\text{reg}}}{SS_{\text{res}}/df_{\text{res}}} \quad (\text{สมการ 2.11})$$

เมื่อ SS_{reg} แทน ผลรวมของกำลังสองของ Y

SS_{res} แทน ผลรวมของกำลังสองของส่วนที่เหลือ

df_{reg} แทน Degree of freedom ของการถดถอย

df_{res} แทน Degree of freedom ของส่วนที่เหลือ (ความคลาดเคลื่อน = N-k-1)

$$\text{จาก } SS_t = SS_{reg} + SS_{res}$$

$$SS_{res} = SS_t + SS_{reg}$$

เมื่อ SS_t แทน ผลรวมของกำลังสองของทั้งหมดของ Y ($\sum Y^2$)

สำหรับ SS_{reg} หาจากสมการ $SS_{reg} = b_1 \sum X_1 Y + b_2 \sum X_2 Y + \dots + \sum X_k Y$

2.5.2.5 ขั้นตอนในการทดสอบนัยสำคัญ

การทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ ตามขั้นตอน ดังนี้
ขั้นตอนที่ 1 คำนวณค่า F

$$\text{จากสมการ } F = \frac{R^2/K}{(1-R^2)/(N-K-1)} \text{ หรือ}$$

$$F = \frac{SS_{reg}/df_{reg}}{SS_{res}/df_{res}}$$

ขั้นตอนที่ 2 หาค่าวิกฤตของค่า F จากการเปิดตาราง F โดยใช้ $df_1 = k$ และ $df_2 = N-k-1$ และที่ระดับนัยสำคัญ (α) ตามที่กำหนดไว้

ขั้นตอนที่ 3 เปรียบเทียบค่า F ที่ได้จากการคำนวณ กับค่าวิกฤตที่ได้จากการเปิดตาราง F ในขั้นตอนที่ 2 พิจารณา ดังนี้

ถ้าค่า $F_{\text{คำนวณ}}$ มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่าวิกฤต $F_{\text{ตาราง}}$ แสดงว่า R มีนัยสำคัญ นั่นคือ จะไม่ยอมรับสมมติฐานหลัก (H_0) ที่ว่า “ไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างตัวเกณฑ์กับกลุ่มตัวพยากรณ์” แต่จะยอมรับสมมติฐานรอง (H_1) ที่ว่ามีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างตัวเกณฑ์กับกลุ่มตัวพยากรณ์ เป็นการยอมรับว่าการถดถอยของ Y บน X มีนัยสำคัญทางสถิติ ถ้าค่า $F_{\text{คำนวณ}}$ มีค่าน้อยกว่าค่าวิกฤต $F_{\text{ตาราง}}$ แสดงว่า R ไม่มีนัยสำคัญ ก็จะยอมรับ (H_0) ที่ว่าไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างตัวเกณฑ์กับกลุ่มตัวพยากรณ์

ตัวแปรที่วัดในมาตรานามบัญญัติหรือตัวแปรจัดประเภทเป็นตัวแปรเชิงคุณภาพที่แสดงการจำแนกรายการหรือบรรยายลักษณะของสิ่งนั้น เช่น เพศ ภูมิลำเนา อาชีพ เป็นต้น ตัวแปรที่จำแนกได้ 2 ประเภท เรียกว่า ตัวแปรทวิภาค (Dichotomous Variable) เช่น ผลการสอบ (ผ่าน,ไม่ผ่าน) เป็นต้น ส่วนตัวแปรที่สามารถจำแนกได้มากกว่า 2 ลักษณะ เรียกว่า ตัวแปรพหุวิภาค (Polytomous Variable) เช่น อาชีพ ศาสนา เป็นต้น [20]

2.6 ทฤษฎีการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกส์

การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกส์เป็นเทคนิคการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ ใช้สำหรับหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (มากกว่าหรือเท่ากับ 1 ตัว) กับตัวแปรตาม และพยากรณ์โอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ที่สนใจแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ การวิเคราะห์ความถดถอยโลจิสติกส์ทวิ (Binary Logistic Regression) และแบบพหุกลุ่ม (Multinomial Logistic Regression) ข้อแตกต่างระหว่าง 2 ประเภทคือตัวแปรตาม โดยที่การวิเคราะห์ความถดถอยโลจิสติกส์ทวิใช้กับตัวแปรตามที่มีค่าได้เพียง 2 ค่า คือ 0 กับ 1 ส่วนการวิเคราะห์โลจิสติกส์แบบพหุกลุ่มใช้กับตัวแปรตามที่มีค่ามากกว่า 2 ตัวขึ้นไป [20]

2.6.1 โมเดลการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกส์

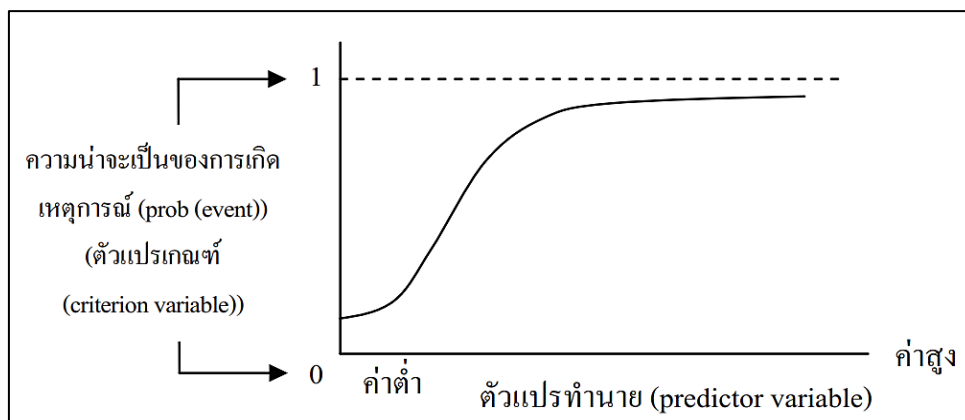
2.6.1.1 กรณีตัวแปรอิสระ 1 ตัว

กรณีตัวแปรทำนาย 1 ตัว ในการวิเคราะห์การถดถอยอย่างง่าย สมการที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง x กับ y จะอยู่ในรูปเชิงเส้น ดังนี้

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + e \quad (\text{สมการ 2.6})$$

โดยที่	Y	คือ ตัวแปรตาม
	X	คือ ตัวแปรอิสระ
	β_0	คือ เป็นระยะตัดแกน Y หรือค่าของ Y เมื่อ X มีค่าเป็นศูนย์
	β_1	คือ สัมประสิทธิ์การถดถอยเป็นความชันของเส้นสมการถดถอย
	e	คือ ความคลาดเคลื่อนอย่างสุ่ม

แต่สำหรับการวิเคราะห์โลจิสติกส์ที่เป็นแบบทวิ ตัวแปรตามหรือตัวแปรเกณฑ์ (Y) มี 2 ค่า คือ ไม่เกิดเหตุการณ์ ($Y = 0$) หรือเกิดเหตุการณ์ ($Y = 1$) มีความสัมพันธ์กับตัวแปรทำนาย (X) ไม่อยู่ในรูปเชิงเส้นเพราะตัวแปรตามมี 2 ค่าคือ 0 กับ 1 จึงเป็นไปได้ที่ความสัมพันธ์จะอยู่ในรูปเส้นตรง ซึ่งความสัมพันธ์ของตัวแปรของการวิเคราะห์โลจิสติกส์จะอยู่ในรูปคล้ายตัว S [20] ดังรูปที่ 28



รูปที่ 28 ฟังก์ชันโลจิสติกส์ (Logistic Function)

โดยความสัมพันธ์จะอยู่ในรูป ดังนี้

$$P(Y) = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 x}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 x}} \quad (\text{สมการ 2.12})$$

เรียกสมการที่ 2.12 ว่า Logistic Response Function โดยที่ $0 \leq P(Y) \leq 1$

เมื่อ Y คือ ความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์ Y และ

E คือ Exponential Function

และความน่าจะเป็นของการไม่เกิดเหตุการณ์ที่สนใจ ($Y=0$) มีค่าเท่ากับ $1 - P(Y)$

2.6.1.2 กรณีตัวแปรอิสระมากกว่า 1 ตัว

เมื่อตัวแปรอิสระมากกว่า 1 ตัว หรือมีตัวแปรอิสระ n ตัว จะได้สมการความสัมพันธ์ระหว่าง X และ Y ดังนี้

$$P(Y) = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_n x_n}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_n x_n}} \quad (\text{สมการ 2.13})$$

$$P(\text{ไม่เกิดเหตุการณ์}) = 1 - P(Y)$$

จากสมการความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตามของการวิเคราะห์ความถดถอยโลจิสติกส์ไม่ได้อยู่ในรูปเชิงเส้น โดยปรับให้อยู่ในรูปของ Odds หรือ Odd Ratio ซึ่ง Odds หรือ Odd ratio หมายถึง อัตราส่วนระหว่างโอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ที่สนใจ ($Y=1$) กับโอกาสที่จะไม่เกิดเหตุการณ์ดังนั้น Odds ของการเกิดเหตุการณ์แสดงดังสมการที่ 2.14 และแปลงให้เป็นเส้นตรงได้ดังสมการที่ 2.15 และ 2.16

$$\frac{P}{1-P} = e^{\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_n x_n} \quad (\text{สมการ 2.14})$$

$$\log\left(\frac{P}{1-P}\right) = \beta_0 + \beta_1 x \quad (\text{สมการ 2.15})$$

$$\text{Log(odds of } P) = \text{logit}(P) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_n x_n + \varepsilon \quad (\text{สมการ 2.16})$$

โดยที่	P	คือ ความน่าจะเป็นที่จะเกิดเหตุการณ์
	β_0	คือ ค่าของ Y เมื่อ X เท่ากับ 0
	β_n	คือ อัตราการเปลี่ยนแปลงของ Y เมื่อ x_n เปลี่ยนไป 1 หน่วย โดยที่ตัวแปรอิสระอื่น ๆ คงที่
	ε	คือ ความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์

การเขียนโมเดลโลจิสติกส์จะอยู่ในรูป log ของ odds เรียกว่า logit หรือ logistic response function ซึ่ง logit เขียนในรูปสมการ ดังนี้

$$\text{เมื่อ odds} = \frac{P_y}{Q_y}$$

จะได้ log ของ odds หรือจะเรียก log ของ odds ว่า logit ดังนี้

$$\text{เมื่อ } Q_y = 1 - P_y \text{ จะได้ } \log \frac{P_y}{Q_y} = b_0 + b_1 x_1 + \dots + b_p x_p \text{ หรือ } \log(\text{odds}) \text{ หรือ } \text{logit} = b_0 + b_1 x_1 + \dots + b_p x_p$$

2.6.2 การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกส์

สุขจิตร ตั้งเจริญ และคณะ [21] อ้างอิงถึง Kaiwan (2012) ว่าในขั้นตอนการวิเคราะห์จะทำการวิเคราะห์ด้วยการพิจารณาค่าความเป็นไปได้ (Likelihood Value) และพิจารณาความเหมาะสมของ Model ใช้การทดสอบของ Hosmer and Lemeshow ทดสอบนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์การถดถอยโลจิสติกส์ของตัวแปรทำนายแต่ละตัวแปรด้วยสถิติทดสอบ 2 ตัว ได้แก่ สถิติทดสอบของ Wald Statistic เป็นการทดสอบตัวแปรทำนายไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง Odds Ratio และสถิติทดสอบความเหมาะสมสัมประสิทธิ์ของ Model ด้วยค่าสถิติ ทดสอบระดับความสัมพันธ์ โดยใช้สถิติทดสอบ Cox and Snell และการเลือกตัวแปรทำนายเข้าวิเคราะห์ ด้วยวิธี Enter Method เป็นวิธีที่เลือกตัวแปรทำนายทั้งหมดเข้าสมการโลจิสติกส์พร้อมกันในขั้นตอนเดียว

การตรวจสอบความเหมาะสมของสมการโลจิสติกส์มี 2 วิธีคือ การพิจารณาความเป็นไปได้ แสดงรายละเอียด ดังนี้

2.6.2.1 พิจารณาความเป็นไปได้

ในการพิจารณาค่าความเป็นไปได้เพื่อวัดค่าความเหมาะสมของสมการโลจิสติกส์จะศึกษาจากค่า -2LL (-2 log Likelihood) ซึ่งเป็นค่ามาจาก log likelihood ที่คูณด้วย -2 เพื่อต้องการให้ค่าที่ได้มีการแจกแจงลักษณะเป็นการแจกแจง X^2 สำหรับการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ การพิจารณาค่า -2LL ถ้ามีค่าต่ำ สมการโลจิสติกส์มีความเหมาะสมที่สุดในการทดสอบนัยสำคัญ โดยความเหมาะสมของสมการโลจิสติกส์ใช้สถิติ X^2 - test

2.6.2.2 พิจารณาสถิติทดสอบ ความเหมาะสมของ Hosmer and Lemeshow จะใช้ทดสอบความเหมาะสม Model ดังนี้

$$P(Y) = \frac{1}{1 + e^{-(b_0 + b_1x_1 + \dots + b_px_p)}} \quad (\text{สมการ 2.17})$$

สมมติฐานที่ทดสอบ คือ

H_0 : Model เหมาะสม

H_1 : Model ไม่เหมาะสม

ในการทดสอบ X^2 ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติหรือยอมรับ H_0 แสดงว่า Model มีความเหมาะสม

2.6.2.3 สถิติทดสอบระดับความสัมพันธ์

ค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ (R^2) ในสมการถดถอยโลจิสติกส์ คือค่าความแปรปรวนของตัวแปรตามที่สามารถอธิบายได้โดยตัวแปรอิสระ ซึ่งมีสถิติที่ทดสอบระดับความสัมพันธ์หลายค่า ได้แก่ Cox & Snell R Square และ Nagelkerke R Square แสดงรายละเอียด ดังนี้

1) สถิติทดสอบ Cox & Snell R Square เป็นการตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดล หรือเปอร์เซ็นต์ที่สามารถอธิบายความแปรปรวนในการวิเคราะห์ความถดถอยโลจิสติกส์ ซึ่ง Cox & Snell R Square มีค่าน้อยกว่า 1 เสมอ

2) สถิติทดสอบ Nagelkerke R square ค่าสถิติของ Nagelkerke R Square จะมีลักษณะเหมือนกับ Cox & Snell R Square แต่จะมีค่ามากกว่าเสมอ ค่า R^2 จาก Cox & Snell R Square และ Nagelkerke R square สามารถคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ได้จากการนำไปคูณด้วย 100 เป็นค่า R^2 เทียมหรือเรียกว่า Pseudo R^2 ซึ่งเป็นค่าเปอร์เซ็นต์ที่อธิบายความผันแปรในการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชวลิต ทับสีรัก [22] ศึกษาเรื่องตัวแปรเชิงคุณภาพกับการวิเคราะห์การถดถอย ตัวแปรที่ใช้ในการเขียนสมการทางสังคมศาสตร์ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ตัวแปรเชิงปริมาณ (สามารถวัดค่าได้) และตัวแปรเชิงคุณภาพ (ไม่สามารถวัดค่าได้) ในการวิเคราะห์การถดถอยโดยทั่วไปจะเน้นศึกษาเฉพาะตัวแปรเชิงปริมาณ เนื่องจากสามารถวัดออกมาเป็นค่าได้ ง่ายต่อการวิเคราะห์ ผลการศึกษาพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อทัศนคติคุมกำเนิดมากที่สุด คือ อายุ รองลงมา คือ ความฉลาดทางอารมณ์

วรรัตน์ เกตุเต็ง และดรณวรรณ สุขสม [23] ศึกษาเรื่องการเปรียบเทียบการฝึกวิ่งสลับช่วงบนลู่วิ่งและวิ่งสลับช่วงในลู่วิ่งที่มีผลต่อตัวแปรทางสรีรวิทยา วัดคุณสมบัติเพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกวิ่งสลับช่วงบนลู่วิ่งและวิ่งสลับช่วงในลู่วิ่งที่มีต่อตัวแปรทางสรีรวิทยาในเยาวชนชาย กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพศชาย อายุระหว่าง 19-23 ปี จำนวน 30 คน โดยทำการศึกษาตัวแปร ดังนี้ น้ำหนักตัว ปริมาณไขมันในร่างกาย อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก อัตราการเต้นหัวใจสูงสุด สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ปริมาณเลือดที่ออกจากหัวใจ และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาในท่าเหยียดเข้าและท่างอเข้า วิเคราะห์ผลด้วยสถิติ (One Way Analysis of Variance With Repeated Measures) ผลการวิจัยการฝึกวิ่งสลับช่วงในลู่วิ่งสามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาได้มากกว่ากลุ่มที่ฝึกวิ่งบนลู่วิ่ง

สุพัชรินทร์ ปานอุทัย และอภิลักษณ์ เทียนทอง [24] ศึกษาเรื่องแหล่งความเชื่อมั่นทางการกีฬาของนักกีฬาเยาวชนไทย: เพศและชนิดกีฬา วัดคุณสมบัติเพื่อศึกษาและหาความแตกต่างของแหล่งความเชื่อมั่นทางการกีฬาของนักกีฬาเยาวชนไทยจำแนกตามเพศและชนิดกีฬา กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักกีฬาเยาวชนไทยที่เข้าร่วมการแข่งขันกีฬาระดับนานาชาติ จำนวน 144 คน เครื่องมือที่ใช้ คือ แบบสอบถามและวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ เช่น ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาช ค่าที่ ร้อยละ ผลการศึกษาพบว่า เพศชายและเพศหญิงให้ความสำคัญกับแหล่งความเชื่อมั่นทางการกีฬาในองค์กรประกอบการนำเสนอตัวเองทางร่างกาย ความเป็นผู้นำ และความพึงพอใจในความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ญาณวุฒิ ทวีนนท์ และคณะฯ [25] ศึกษาเรื่องแรงจูงใจในการเล่นกีฬายิมนาสติกของสมาชิกศูนย์ฝึกกีฬาไทย-ญี่ปุ่นดินแดง พ.ศ. 2553 วัดคุณสมบัติเพื่อทราบและเปรียบเทียบแรงจูงใจในการเล่นกีฬายิมนาสติกของสมาชิกศูนย์ฝึกกีฬาไทย-ญี่ปุ่นดินแดง พ.ศ. 2553 กลุ่มตัวอย่างเป็นสมาชิกที่เล่นกีฬายิมนาสติกอยู่ในศูนย์ฝึกกีฬาไทย-ญี่ปุ่นดินแดง พ.ศ. 2553 จำนวน 260 คน ด้วยการสุ่มแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้คือแบบสอบถาม และวิเคราะห์ด้วยสถิติ เช่น ความเชื่อมั่น 0.91 ความถี่ ทดสอบค่า t ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าเฉลี่ย เป็นต้น ผลการวิจัย แรงจูงใจของสมาชิกชอบความสนุกสนานและความท้าทายในการเล่นอุปกรณ์ยิมนาสติก

ศิวพร ภูทอง และ แสงหล้า ชัยมงคล [26] ทำการศึกษาเรื่องอัตราส่วนที่เหมาะสมของการเกิดเหตุการณ์ที่สนใจต่อตัวแปรสำหรับการวิเคราะห์การถดถอยลอจิสติกทวิภาคในกรณีที่มีความ

คลาดเคลื่อนในตัวแปรอธิบาย โดยการใช้วิธีสุ่มตัวอย่างข้อมูลการคุมกำเนิดของหญิงไทยที่สมรสอายุ 15-59 ปี จำนวน 25,812 คน ด้วยวิธีวิเคราะห์การถดถอยลอจิสติก มีการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุดของฟิชเชอร์สกอริง และทดสอบความมีนัยสำคัญของพารามิเตอร์โดยใช้สถิติอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็น ผลปรากฏว่า ประเภทและลักษณะของตัวแปรอธิบายมีความผิดพลาด และขนาดของความผิดพลาดมีอิทธิพลต่อค่า EPV โดยพิจารณาจากแนวโน้ม เมื่อความผิดพลาดเพิ่มขึ้น ค่า EPV ก็จะเพิ่มขึ้นด้วย

Sang Ku Park and et al. [27] ได้ทำการศึกษาเรื่องการประยุกต์การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณและแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำความร้อนและการทำนายรายชั่วโมงของระบบปั๊มความร้อนจากแหล่งพื้นดินขนาดใหญ่ มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการทราบรูปแบบของการทำนายประสิทธิภาพของระบบปั๊มความร้อนรายชั่วโมง ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Linear Regression: MLR) และโครงข่ายประสาทเทียม (An Artificial Neural Network: ANN) ผลการดำเนินการพบว่า ผลกระทบเชิงปริมาณของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการทำงานของระบบรวมถึงแหล่งป้อนและอุณหภูมิของน้ำไหลถูกวิเคราะห์โดยแบบจำลอง MLR ที่มีความซับซ้อนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ความแม่นยำในการทำนายคือ 3.56% ของ MLR และ 1.75% ของ ANN โดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์การแปรผันของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (CVRMSE) โดยไม่มีอคติ และ แบบจำลองการทำนายสามารถใช้เป็นพื้นฐานสำหรับการวัดและตรวจสอบของมาตรการอนุรักษ์พลังงานในอนาคตที่เป็นไปได้และการตรวจสอบประสิทธิภาพแบบเรียลไทม์เพื่อตรวจสอบความผิดปกติของระบบ

Dušan Cogoljević and et al. [28] ได้ทำการศึกษาเรื่อง การวิเคราะห์ดัชนีราคาผู้บริโภคมีอิทธิพลต่อเงินเฟ้อโดยการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ จากผลการวิจัยสามารถสังเกตความสัมพันธ์ที่ยอมรับได้ ตั้งแต่ค่าสัมประสิทธิ์ของการกำหนดคือ 0.98 ซึ่งหมายความว่ามีความสัมพันธ์ที่แข็งแกร่งระหว่างค่าจริงและค่าประมาณ

Richard Kicsiny [29] ได้ทำการศึกษาเรื่องการปรับปรุงโมเดลที่ใช้การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณสำหรับพลังงานแสงอาทิตย์สะสม การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือที่จัดตั้งขึ้นตามทฤษฎีในการตรวจสอบและพัฒนาความร้อนจากแสงอาทิตย์สะสมเป็นผู้ผลิตความร้อนเทคโนโลยีเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ในปัจจุบันการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณได้รับการปรับปรุงเชิงประจักษ์เพื่อลดข้อผิดพลาดในการสร้างแบบจำลองให้น้อยที่สุด เพื่อให้มีความแม่นยำในการใช้งานมากขึ้น ได้มีการปรับปรุงในแง่ของตัวแปรเข้า ทั้งเป็นแบบเชิงเส้นและไม่เป็นเชิงเส้น

James A. Hanley [30] ได้ทำการศึกษาการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายและการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ: การพิจารณาขนาดตัวอย่าง ได้ทำการศึกษาขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมและง่ายต่อการวิเคราะห์เชิงเส้นทั้งแบบอย่างง่ายและแบบถดถอยพหุ

อาภาภรณ์ จันทรแก้ว และคณะ [31] ได้ทำการศึกษาเรื่อง ผลเนียบพลันของการออกกำลังกายแบบพิลาทีสต่อการตอบสนองทางสรีรวิทยาของระบบหัวใจและปอด ในคนปกติที่ไม่มีโรคประจำตัวจำนวน 30 คน เพศชาย 14 คน เพศหญิง 16 คนอายุเฉลี่ย 23.3 ± 1.74 ปี โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$ การศึกษาพบว่าการตอบสนองอัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกายของกลุ่มควบคุมค่อนข้างคงที่ ในขณะที่กลุ่มออกกำลังกายมีอัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ



ตารางที่ 6 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลำดับ	ชื่อผลงานวิจัย	ผู้วิจัย	วิธีการวิจัย	ปัจจัยที่ใช้ในการศึกษา
1	การเปรียบเทียบระหว่างการศึกษาฝึกวิ่งสลับช่วง บนลู่วิ่งและวิ่งสลับช่วงบนพื้นราบที่มีผล ต่อตัวแปรทางสรีรวิทยา	วรรัตน์ เกตุเต็ง [23]	- วิเคราะห์ผลด้วยสถิติ (One Way Analysis of Variance With Repeated Measures)	- น้ำหนักตัว - ปริมาณไขมันในร่างกาย - อัตราการเต้นหัวใจขณะพัก - อัตราการเต้นหัวใจสูงสุด - สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด - ปริมาตรเลือดที่ออกจากร่างกาย - ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาในท่าเหยียดเข้าและท่างอเข้า
2	แหล่งความเชื่อมั่นทางการฝึกของนักกีฬา เยาวชนไทย: เพศและชนิดกีฬา	สุพรรณิการ์ ปาน อุทัย และอภิสิทธิ์ เทียนทอง [24]	- วิจัยเชิงสำรวจ (แบบสอบถาม) - ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน - สถิติ Independent-Samples t-Test - ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาช	- ความเชี่ยวชาญทางทักษะกีฬา - การแสดงความสามารถ - การเตรียมพร้อมด้านร่างกายและจิตใจ - การนำเสนอตนเองทางร่างกาย - การสนับสนุนจากสังคม - ความเป็นผู้นำของผู้ฝึกสอน - การมีประสบการณ์ผ่านผู้อื่น - ความสะดวกสบายจากสภาพแวดล้อม - ความพึงพอใจต่อสถานการณ์

ตารางที่ 6 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อผลงานวิจัย	ผู้วิจัย	วิธีการวิจัย	ปัจจัยที่ใช้ในการศึกษา
3	แรงจูงใจในการเล่นกีฬายิมนาสติกของสมาชิกศูนย์ฝึกกีฬาไทย-ญี่ปุ่นดินแดง พ.ศ. 2553	ญาณวุฒิ ทรัพย์สิน และคณะ [25]	- ค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน - สถิติ Independent-Samples t-Test	ตัวแปรต้น - เพศ ตัวแปรตาม - ประสบการณ์การเล่นกีฬา
4	อัตราส่วนที่เหมาะสมของการเกิดเหตุการณ์ที่สนใจต่อตัวแปรสำหรับการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก	ศิวพร ภูทอง และแสงกล้า ชัยมงคล [26]	- การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก ทวิภาค	ตัวแปรต้น - อายุของหญิงไทยที่สมรส - จำนวนบุตรเกิดรอดที่มีชีวิต - ศาสนา - ความต้องการในการมีบุตรเพิ่ม ตัวแปรตาม - การคุมกำเนิดของหญิงไทย
5	การประยุกต์การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ และแบบจำลองโลจิสติกสำหรับการทำนายประสิทธิภาพการทำความร้อนและการทำนายรายชั่วโมงของระบบปั๊มความร้อนจากแหล่งพลังงานดินขนาดใหญ่	Sang Ku Park and et al. [27]	- การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Linear Regression: MLR) - การวิเคราะห์โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network: ANN)	

ตารางที่ 6 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อผลงานวิจัย	ผู้วิจัย	วิธีการวิจัย	ปัจจัยที่ใช้ในการศึกษา
6	การปรับปรุงโมเดลที่ใช้การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณสำหรับพลังงานแสงอาทิตย์สะสม	Richard Kicsiny [29]	-	-
7	ผลเสียของการเล่นการออกกำลังกายแบบพิลาทิสต่อการตอบสนองทางสรีรวิทยาของระบบหัวใจ และปอด	อาภากรณ จันทร์แก้ว และคณะ [31]	- การวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานใช้โปรแกรม SPSS - วิเคราะห์ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน - สถิติ Repeated Measurement ANOVA / Independent-Samples t-Test	- อัตราการเต้นของหัวใจ (HR) - ความดันโลหิต (BP) - อัตราการไหลเวียนโลหิต (BF) - แรงดันสูงสุดของการหายใจเข้า (PImax) และแรงดันสูงสุดของการหายใจออก (PEmax)
8	ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการทำวิทยานิพนธ์ของนิสิตระดับบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	ทัศนศิรินทร์ สว่างบุญ และวัชรนิวรรณ ตั้งภักดี [32]	- วิจัยเชิงสำรวจ (แบบสอบถาม) - ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ - วิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ โดยใช้วิธี Enter	ตัวแปรตาม - ระยะเวลาในการศึกษา - ระดับคุณภาพของวิทยานิพนธ์ - การตีพิมพ์ ตัวแปรต้น - ปัจจัยด้านนิสิต ได้แก่ คุณลักษณะของนิสิต ความรู้และทักษะการทำวิจัยของนิสิตและสิ่งสนับสนุนในกระบวนการทำวิจัยของนิสิต - ปัจจัยด้านอาจารย์ที่ปรึกษา - ปัจจัยด้านสถาบัน

ตารางที่ 6 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อผลงานวิจัย	ผู้วิจัย	วิธีการวิจัย	ปัจจัยที่ใช้ในการศึกษา
9	การตรวจสอบตัวแปรทำนายสภาวะการหมดไฟในการเล่นกีฬาของนักกีฬาโครงการช้างเผือก มหาวิทยาลัยบูรพา	กมลมาลย์ พลโยธา และคณะ [33]	- วิจัยเชิงสำรวจ (แบบสอบถาม) - การวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานที่ใช้โปรแกรม SPSS - วิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ โดยใช้วิธี Enter	- การห่อหุ้มใหม่เป็นเป้าหมายแบบมุ่งตัวเอง - การห่อหุ้มใหม่เป็นเป้าหมายมุ่งทีมงาน - ความขัดแย้งของบทบาทหน้าที่ - การฝึกหนักเกินไป - ความวิตกกังวลอันเป็นลักษณะนิสัย
10	ผลของการจัดโปรแกรมการเคลื่อนไหวที่มีผลต่อสมรรถภาพทางกลไกของนักเรียนชาย ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนอนุบาลเมืองเสลภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด	กนกวรรณ อินบุรี และคณะ [34]	- แบบทดสอบสมรรถภาพทางกลไก (Motor Fitness) ของตัววัด - สถิติ Dependent t-test	- ความคล่องแคล่วว่องไว (Agility) - การทรงตัว (Balance) - การประสานสัมพันธ์ (Coordination) - พลังกล้ามเนื้อ (Power) - เวลาปฏิริยาตอบสนอง (Reaction Time) - ความเร็ว (Speed)
11	ความน่าเชื่อถือของการทดสอบอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ด้วยการกระโดดตบในการประเมินความแข็งแรงของระบบหัวใจและหลอดเลือด	กฤษฎณา บุญทา และคณะ [35]	- วิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของการทดสอบด้วยสถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในกลุ่ม (ICC) - ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (SEMs) - ค่าความแปรปรวน (CV)	- อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (HRrest) - อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (HRpeak) - อัตราการเต้นของหัวใจภายหลังการทดสอบในนาทิตี่ 1 และ 2 การกลับคืนสู่ภาวะปกติของอัตราการเต้นของหัวใจในนาทิตี่ 1 และ 2 (HRR1 และ HRR2) - ความดันโลหิตสูงสุดขณะหัวใจบีบตัว (SBP) - การรับรู้ความเหนื่อย (RPE)

ตารางที่ 6 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อผลงานวิจัย	ผู้วิจัย	วิธีการวิจัย	ปัจจัยที่ใช้ในการศึกษา
12	ปัจจัยที่ส่งผลต่อขวัญกำลังใจในการปฏิบัติงานของพนักงานครูสังกัดเทศบาลนครภูเก็ต	อรกาญจน์ ฉิดเสน และอดุล นาคะโร [36]	- วิเคราะห์ค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน - ค่าสัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple Correlation Coefficient) - การวิเคราะห์หสัมภารถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis)	ตัวแปรต้น - ปัจจัยด้านนโยบายและการบริหารงาน - ปัจจัยด้านลักษณะของงานที่ปฏิบัติ - ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมในการปฏิบัติงาน - ปัจจัยด้านความสัมพันธ์ระหว่างผู้ร่วมงาน - ปัจจัยด้านผลตอบแทนและสวัสดิการ ตัวแปรตาม - ขวัญกำลังใจในการปฏิบัติงานของพนักงาน
13	อิทธิพลของภาพลักษณ์ของฟรีเซ็นเตอร์ที่มีชื่อเสียงในวงการพัฒนาต่อบอลดัดสินใจซื้ออุปกรณ์กีฬาฟุตบอลของผู้บริโภค ในจังหวัดกรุงเทพมหานคร	อภิสรารัตน์ จิรเดช พงศ์ และบุญญรัตน์ สัมพันธ์วัฒน์ชัย [37]	- วิจัยเชิงสำรวจ (แบบสอบถาม) - สถิติ Independent-Samples t-test - สถิติ One Way ANOVA - การวิเคราะห์หสัมภารถดถอยพหุคูณ	- การสร้างแรงจูงใจให้เกิดความต้องการซื้อ - การสร้างความผูกพันกับสินค้าในระยะยาว - การตัดสินใจให้ซื้อสินค้า - การเรียนรู้เกี่ยวกับลักษณะเด่น ของสินค้า
14	ภาพลักษณ์โดยรวมและการสื่อสารการตลาดแบบบูรณาการที่มีอิทธิพลต่อความจงรักภักดีของแฟนสโมสรฟุตบอลไทยพรีเมียร์ลีก	ณัฐดี สุขพันธ์ และพรภาว ทวีสุข [38]	- งานวิจัยเชิงปริมาณ (แบบสอบถาม) - วิเคราะห์ค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน - การวิเคราะห์หสัมภารถดถอยพหุคูณ	- ภาพลักษณ์สินค้าและบริการ - ภาพลักษณ์แบรนด์ - ภาพลักษณ์องค์กร - การส่งเสริมการขาย - การประชาสัมพันธ์ - การตลาดเชิงกิจกรรมและประสบการณ์ - การตลาดออนไลน์ การแสดงตัว

ตารางที่ 6 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อผลงานวิจัย	ผู้วิจัย	วิธีการวิจัย	ปัจจัยที่ใช้ในการศึกษา
15	ปัจจัยการกำกับดูแลกิจการของบริษัทที่ส่งผลต่อผลการดำเนินงาน : กรณีศึกษา กลุ่มอุตสาหกรรมธุรกิจการเงินที่จดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย	ผมนการ ปุประ และคณะ [39]	- วิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ โดยใช้วิธี Stepwise - สหสัมพันธ์เชิงซ้อน (Correlation)	ตัวแปรต้น - ขนาดของคณะกรรมการ (BS) - สัดส่วนของกรรมการที่ไม่เป็นผู้บริหาร (BI) - สัดส่วนของจำนวนผู้ถือหุ้น (OC) - สัดส่วนการถือหุ้นของกรรมการบริหารของบริษัท (MO) - การควบคุมตำแหน่งผู้จัดการใหญ่กับประธานกรรมการในคนเดียวกัน (CD) ตัวแปรตาม - อัตราผลตอบแทนต่อสินทรัพย์ (ROA) - อัตราผลตอบแทนต่อส่วนเจ้าของ (ROE) - อัตราส่วนราคาตลาดต่อราคาบัญชี (MB)
16	ปัจจัยที่ส่งผลต่อขีดความสามารถการแข่งขันขององค์กร รุ่งเรือง แสงโกษา [40]	รุ่งเรือง แสงโกษา [40]	- วิเคราะห์ค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน - การวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis)	ตัวแปรต้น - ปัจจัยส่วนบุคคล - ปัจจัยด้านความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการดำเนินงานกองทุน - ปัจจัยด้านการรับรู้บทบาทหน้าที่ของคณะกรรมการบริหารกองทุน

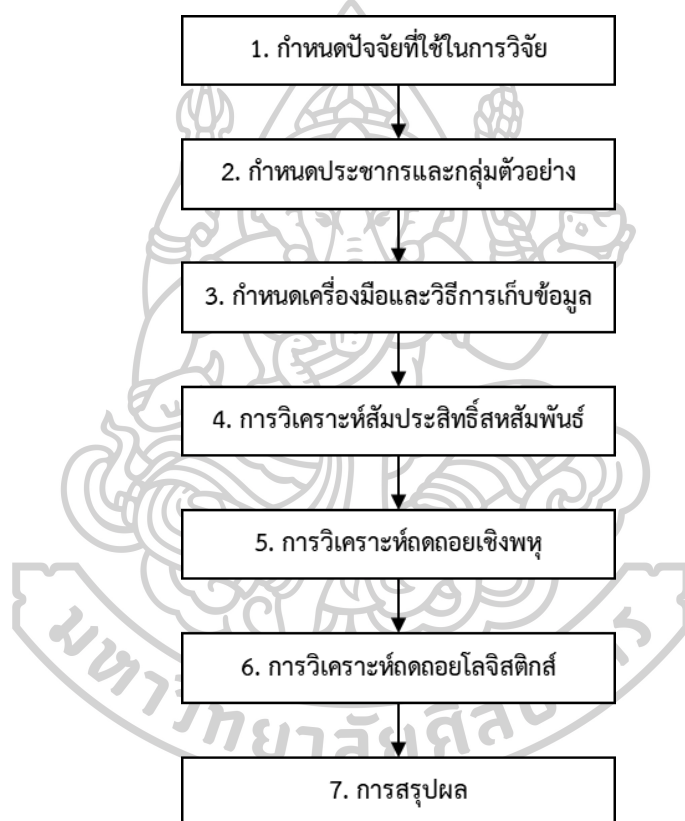
ตารางที่ 6 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อผลงานวิจัย	ผู้วิจัย	วิธีการวิจัย	ปัจจัยที่ใช้ในการศึกษา
16	ปัจจัยที่ส่งผลต่อขีดความสามารถการ จัดการเชิงกลยุทธ์ ของคณะกรรมการ บริหารกองทุนหลักประกันสุขภาพระดับ ท้องถิ่น จังหวัดมหาสารคาม (ต่อ)	รุ่งเรือง แสนโกเสชา [40]		- ปัจจัยด้านภาวะผู้นำ - ปัจจัยด้านความคาดหวังในประโยชน์ที่ได้รับเกี่ยวกับกองทุน - ปัจจัยด้านการมีส่วนร่วม ตัวแปรตาม - ขีดความสามารถการจัดการเชิงกลยุทธ์ของคณะกรรมการบริหารกองทุนหลักประกันสุขภาพระดับท้องถิ่นจังหวัดมหาสารคาม
17	ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการออมของ ผู้บริโภครายใหญ่ในธนาคาร ประชาชนในเขตกรุงเทพมหานคร	ไกรวิทย์ ประทุม พันธ์ และคณะฯ [41]	- วิจัยเชิงสำรวจ (แบบสอบถาม) - วิเคราะห์ค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน - การวิเคราะห์ด้วยการทดสอบสมมติฐาน T-test, F-test - การวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis)	- ลักษณะด้านประชากรศาสตร์ - ปัจจัยที่มีผลต่อการออมของผู้บริโภคเพื่อใช้จ่ายในอนาคต

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

ในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนการดำเนินงานของงานวิจัยเรื่อง การศึกษาหาปัจจัยที่มีผลต่อเวลาของนักกีฬาข้ามสิ่งกีดขวางประเภทบุคคลด้วยวิธีการวิเคราะห์ถดถอยพหุและโลจิสติกส์ กีฬาภายในศูนย์การฝึกหน่วยบัญชาการนาวิกโยธิน หน่วยบัญชาการนาวิกโยธิน กองทัพเรือ เพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัย ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังรูปที่ 29



รูปที่ 29 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.1 กำหนดปัจจัยที่ใช้ในการวิจัย

จากการศึกษาทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และการแข่งขันกีฬาข้ามสิ่งกีดขวางของศูนย์การฝึกหน่วยบัญชาการนาวิกโยธิน รวมถึงการสอบถามผู้บังคับกองร้อย ครูฝึก และตัวนักกีฬา ทำให้สามารถระบุตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม โดยจะแยกเป็นตัวแปรอิสระ จำนวน 14 ตัวแปรและตัวแปรตามจำนวน 4 ตัวแปร ตัวแปรที่เป็นตัวเชิงปริมาณ จำนวน 15 ตัวแปร (ตัวแปรที่สามารถวัดค่าได้) และตัวแปรเชิงคุณภาพประกอบด้วย 3 ตัวแปร (ตัวแปรที่ไม่สามารถวัดค่าได้) ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ตัวแปรอิสระและตัวแปรตามที่ใช้ในงานวิจัย

ลำดับ	ตัวแปร	รหัส	ข้อมูลตัวแปร
1	Age (Year)	X_1	เชิงปริมาณ
2	Height (cm)	X_2	เชิงปริมาณ
3	Weight (kg)	X_3	เชิงปริมาณ
4	BMI (kg/m ²)	X_4	เชิงปริมาณ
5	Fat (%)	X_5	เชิงปริมาณ
6	Muscle (kg)	X_6	เชิงปริมาณ
7	Water (%)	X_7	เชิงปริมาณ
8	Visceral Fat	X_8	เชิงปริมาณ
9	Bone Mass (kg)	X_9	เชิงปริมาณ
10	Metabolism	X_{10}	เชิงปริมาณ
11	Run 1 mile (Second)	X_{11}	เชิงปริมาณ
12	Pull-ups (time)	X_{12}	เชิงปริมาณ
13	Pushups (time)	X_{13}	เชิงปริมาณ
14	Sit-ups (time)	X_{14}	เชิงปริมาณ
15	เวลาที่นักกีฬาสามารถทำได้ (วินาที)	Y_1	เชิงปริมาณ
16	การหมุนตัวสถานีราวเดียว (ได้/ไม่ได้)	Y_2	เชิงคุณภาพ
17	การไต่เชือกสถานีไต่เชือก (ได้/ไม่ได้)	Y_3	เชิงคุณภาพ
18	การเข้าเส้นชัย (เข้า/ไม่เข้า)	Y_4	เชิงคุณภาพ

3.2 กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ในการกำหนดประชากร ผู้วิจัยได้เสนอเรื่องไปยังหน่วยบัญชาการนาวิกโยธินเพื่อขออนุญาต ดำเนินงานวิจัย ขอใช้สถานที่ และขอสนับสนุนกำลังพล เพื่อดำเนินการวิจัยดังกล่าว ทำให้ได้รับการ สนับสนุนกำลังพลเป็นกองพันฝึกที่ 2 กองร้อยฝึกที่ 4 ของศูนย์การฝึกหน่วยบัญชาการนาวิกโยธิน ผลัดที่ 1 ปี พ.ศ.2562 จำนวน 135 นาย

ขั้นตอนการเลือกกลุ่มตัวอย่างทำการยกเว้นกลุ่มประชากรที่มีอาการปวดขา เจ็บกล้ามเนื้อ และอื่น ๆ ที่ทำให้ไม่สามารถเข้าร่วมการทดสอบได้ โดยวันที่ดำเนินการเลือกกลุ่มตัวอย่างคือ วันที่ 12 กรกฎาคม 2562 จากนั้นทำฉลากจำนวนเท่ากับจำนวนประชากรและทำการสุ่มออกมาทีละใบแบบไม่ ใส่กลับคืนจนครบจำนวน แล้วตั้งรหัสตามรายชื่อเพื่อสะดวกในการจดบันทึก เช่น พลฯ เอ ให้เป็นรหัส 001 พลฯ บี ให้เป็น รหัส 002 จนถึงรหัส 096 เป็นต้น จากจำนวนประชากรทั้งหมด 135 นาย พบผู้

ที่ไม่สามารถเข้าร่วมการเลือกกลุ่มตัวอย่างจำนวน 10 นาย คือ ปวดขา จำนวน 2 นาย เป็นตัวแทน นักกีฬา จำนวน 1 นาย ช่วยราชการ จำนวน 7 นาย คิดเป็น 7.41 % จากยอดประชากรทั้งหมด

ดังนั้น เหลือจำนวนที่ทำการสุ่มทั้งหมด 125 นาย ผู้วิจัยจึงทำการสุ่มตัวอย่าง ด้วยการ คำนวณกลุ่มตัวอย่างจากกลุ่มประชากร ด้วยสมการของทาร์ ยามาเน่ ได้จำนวนตัวอย่าง 95.23 หรือ ประมาณ 96 นาย ($e = 0.05$)

3.3 กำหนดเครื่องมือและวิธีการเก็บข้อมูล

ในขั้นตอนการกำหนดเครื่องมือที่ใช้และวิธีการเก็บข้อมูลมีรายละเอียด ดังนี้

3.3.1 เครื่องมือในการวิจัย

3.3.1.1 สายวัดความสูง ดังรูปที่ 33 ภาคผนวก ก

3.3.1.2 เครื่องวัดองค์ประกอบของร่างกาย เป็นเครื่องมือวิเคราะห์องค์ประกอบของร่างกายด้วยการวัดความต้านทานต่อการไหลของกระแสไฟฟ้าผ่านเนื้อเยื่อต่าง ๆ ของร่างกาย ที่มีแรงต้านต่อการไหลของกระแสไฟฟ้าไม่เท่ากัน [44] ดังรูปที่ 34 ภาคผนวก ก

3.3.1.3 นาฬิกาจับเวลา ใช้จับเวลา Run 1 mile, Pull-ups, Pushups และ Sit-ups ดังรูปที่ 35 ภาคผนวก ก

3.3.2 วิธีการเก็บข้อมูล ในตัวแปรต่าง ๆ มีวิธีการเก็บข้อมูลที่ต่างกัน ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 เครื่องมือและวิธีการเก็บข้อมูล

ตัวแปร	วิธีการเก็บข้อมูล	หน่วย
Age	สอบถามผู้ทดสอบโดยตรง	เดือน/ปี
Height	ให้ผู้ทดสอบยืนชิดกำแพงตรงสายวัดความสูง หน้ามองตรงและทำการวัด	เซนติเมตร
BMI	น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)/ส่วนสูง (เมตร) ²	กิโลกรัมต่อตารางเมตร
Fat	%ไขมัน = (Body Fat Weight x 100) / น้ำหนักตัวหน่วยปอนด์	เปอร์เซ็นต์
Weight		กิโลกรัม
Muscle (kg)		กิโลกรัม
Water	ให้ผู้ทดสอบถอดถุงเท้าและเอาอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ไม่ใช่เสื้อผ้าออก แล้วทำ	เปอร์เซ็นต์
Visceral Fat	การกรอกความสูง อายุ จากนั้นให้ยืนบนเครื่องชั่ง	กิโลกรัม
Bone Mass		กิโลกรัม
Metabolism		BMR
Run 1 mile		วินาที
Pull-ups		ครั้ง
Pushups		ครั้ง/2 นาที
Sit-ups		ครั้ง/2 นาที

การเก็บข้อมูลตัวแปรตาม ใช้นาฬิกาเพื่อจับเวลาขณะที่นักกีฬาเริ่มวิ่งจากสถานีที่ 1 จนถึงสถานีที่ 15 หมายถึงเวลาที่นักกีฬาสามารถทำได้ (Y_1) และในกรณีสถานีที่ 3 ราวเดียว สถานีที่ 15 ไต่เชือก และนักกีฬาไม่สามารถเข้าถึงเส้นชัย เป็นการเก็บข้อมูลแบบตัวแปรทวิภาค หมายถึง ตัวแปรที่เป็นไปได้เพียง 2 ลักษณะ คือ สถานีที่ 3 หมุนตัวได้/หมุนตัวไม่ได้ สถานีที่ 15 ไต่เชือกได้/ไต่เชือกไม่ได้ และเข้าเส้นชัย/ไม่เข้าเส้นชัย โดยแทนค่าให้หมุนตัวได้ ไต่เชือกได้ และเข้าเส้นชัย มีค่าเท่ากับ 1 ส่วนหมุนตัวไม่ได้ ไต่เชือกไม่ได้ และไม่เข้าเส้นชัย ให้มีค่าเท่ากับ 0

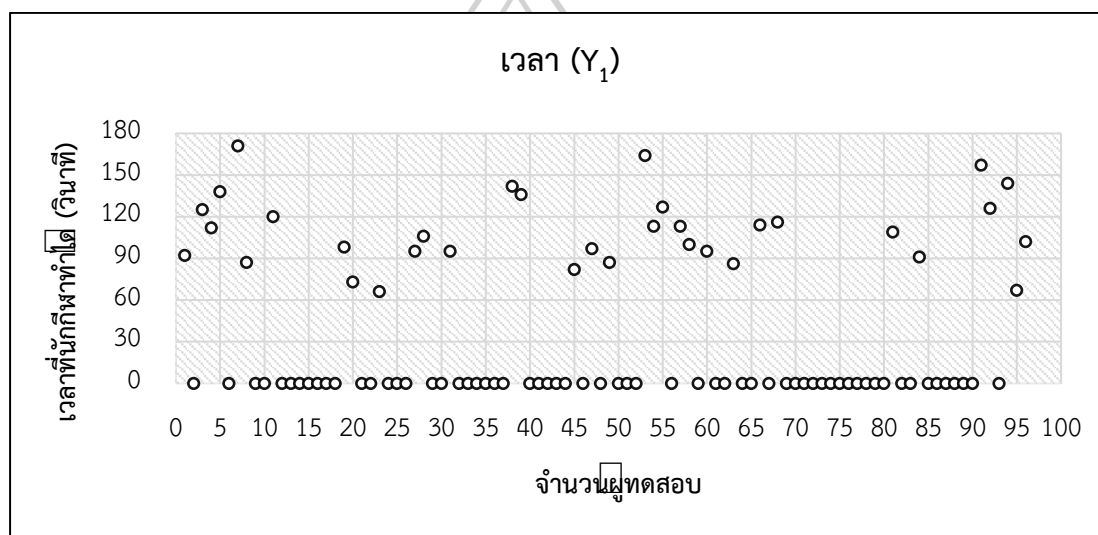
จากการเก็บข้อมูล ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยทั้ง 18 ตัวแปร ได้ดังตารางที่ 9 และตารางที่ 10 ส่วนเวลาที่นักกีฬาทำได้ (Y_1) จากตัวอย่างทั้งหมด 96 นาย มีจำนวน 34 นายที่สามารถเข้าเส้นชัย มีค่าเฉลี่ย 110.18 วินาที ค่ามากที่สุด 171 วินาที ค่าน้อยที่สุด 66 วินาที และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 26.32 ดังรูปที่ 30 และจากรูปที่ 31 มีการกระจายตัวของข้อมูลอย่างมากเนื่องจากข้อมูลมีค่าเท่ากับ 0 และไม่เท่ากับ 0 ปะปนอยู่ ซึ่งในกรณีนักกีฬาสามารถเข้าเส้นชัยได้ ก็จะมีข้อมูลด้านเวลา แต่ถ้าไม่เข้าเส้นชัยก็จะมีค่าเท่ากับ 0

ตารางที่ 9 ค่าสถิติพื้นฐานของตัวแปรอิสระ

Factors	N	Average	S.D.	Max	Min	Range
Age (Year)	96	21.64	1.32	26	21	5
Height (cm)	96	170.23	4.49	180	160	20
Weight (kg)	96	62.84	9.52	91.7	47.4	44.3
BMI (kg/m ²)	96	21.75	3.10	31.4	17.7	13.7
Fat (%)	96	15.09	5.94	30	5.3	24.7
Muscle (kg)	96	50.24	4.35	63	42.4	20.6
Water (%)	96	57.90	2.50	62.6	51.4	11.2
Visceral Fat	96	4.56	3.98	15.5	1	14.5
Bone Mass (kg)	96	2.61	0.36	4	2.11	1.89
Metabolism	96	1509.08	153.55	1938.7	1121.2	817.5
Run 1 mile (Second)	96	507.76	65.60	694	403	291
Pull-ups (time)	96	5.68	3.44	16	0	16
Pushups (time)	96	39.99	12.68	70	10	60
Sit-ups (time)	96	46.11	10.67	80	28	52

ตารางที่ 10 สรุปผลการเก็บข้อมูล ตัวแปรตาม

ปัจจัย	ผลลัพธ์	จำนวน	ร้อยละ
หมุนตัว	หมุนตัวได้	26	27.08
	หมุนตัวไม่ได้	70	72.92
ไต่เชือก	ไต่เชือกได้	58	60.42
	ไต่เชือกไม่ได้	38	39.58
การเข้าเส้นชัย	เข้าเส้นชัย	34	35.42
	ไม่เข้าเส้นชัย	62	64.58

รูปที่ 30 กราฟแสดงผลการเก็บข้อมูล ตัวแปรตาม (Y_1)

3.4 การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันใช้สัญลักษณ์ r_{xy} แทนสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของกลุ่มตัวอย่าง การบอกระดับหรือขนาดความสัมพันธ์ จะใช้ตัวเลขของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ หากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เข้าใกล้ -1 หรือ 1 แสดงถึงการมีความสัมพันธ์กันในระดับสูง แต่หากค่าเข้าใกล้ 0 หรือเท่ากับ 0 แสดงถึง การมีความสัมพันธ์กันในระดับน้อยหรือไม่มีเลย

การพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงเส้น โดยทั่วไปใช้เกณฑ์ ดังนี้

0.00-0.19	มีความสัมพันธ์กันในระดับน้อยมากหรือไม่มีความสัมพันธ์
0.20-0.39	มีความสัมพันธ์กันในระดับน้อย
0.40-0.59	มีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง
0.60-0.79	มีความสัมพันธ์กันในระดับสูง
0.80-1.00	มีความสัมพันธ์กันในระดับสูงมาก

การทดสอบนัยสำคัญ

สมมติฐานของการทดสอบ

$H_0: \rho = 0$ (ตัวแปร X และ Y ไม่มีความสัมพันธ์กัน)

$H_1: \rho \neq 0$ (ตัวแปร X และ Y มีความสัมพันธ์กัน)

สถิติทดสอบ ทดสอบแบบ 2 ทาง ด้วยการทดสอบ t-test เนื่องจากการตั้งสมมติฐานเป็นไปได้ทั้ง 2 ทาง คือ ความสัมพันธ์ทางบวกและทางลบ ดังนี้

$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}, df = n-2$$

บริเวณยอมรับและการสรุปผล

จะปฏิเสธ H_0 เมื่อค่า t ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่า $t_{\alpha, n-2}$ ที่เปิดจากตาราง หรือ t ที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับค่า $-t_{\alpha, n-2}$ หรือ นำค่า r_{xy} ที่ได้เทียบกับค่าวิกฤต r_{xy} จากตารางสำเร็จรูปโดยใช้ $df=n-2$ ถ้าค่า r_{xy} มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ ค่าวิกฤต r_{xy} จะปฏิเสธ H_0

รหัสตัวแปร โดยตัวแปร X ทั้งหมด 14 ตัวแปร ตัวแปร Y จำนวน 4 ตัวแปร คือ เวลาที่นักกีฬาทำได้ (วินาที) (Y_1) หมุนตัว (สถานีที่ 3 ราวเดียว) (Y_2) ไต่เชือก (สถานีที่ 15 ไต่เชือก) (Y_3) และการเข้าเส้นชัย (Y_4) เพื่อดังตาราง (Matrix) แสดงความสัมพันธ์สหสัมพันธ์ของรหัสตัวแปรค่าการคำนวณจากโปรแกรมสำเร็จรูป Minitab เพื่อวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

ผลการวิเคราะห์เมื่อค่า P-Value = 0.361 > 0.05 แสดงว่า X_1 กับ Y_1 ไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ (อายุไม่สัมพันธ์กับเวลาที่นักกีฬาทำได้) คือ X_1 เพิ่ม Y_1 ไม่เพิ่มขึ้นตาม โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ $r = -0.094$ มีค่าค่อนข้างต่ำและมีทิศทางเดียวกัน ดังนั้น แสดงว่า X_1 กับ Y_1 มีความสัมพันธ์กับเวลาที่นักกีฬาทำได้ในระดับน้อยมากหรือไม่มีความสัมพันธ์ ค่า P-Value มากกว่า 0.05 แสดงว่า X_i กับ Y ไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ ดังตารางที่ 11 และ 12

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในระหว่างตัวแปรพยากรณ์ มีค่าอยู่ระหว่าง -0.973 ถึง 0.984 ซึ่งมีนัยสำคัญสถิติระดับที่ 0.05 โดยมีความสัมพันธ์ทางบวก จำนวน 73 ค่า และมีความสัมพันธ์ทางลบ จำนวน 80 ค่า ตัวแปรพยากรณ์คู่ที่มีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงที่สุด คือ ค่า BMI (X_4) และ %Fat (X_5) มีค่า 0.984

จากเกณฑ์การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ค่า r ในช่วง 0.60-0.79 มีความสัมพันธ์กันในระดับสูง และ 0.80-1.00 มีความสัมพันธ์กันในระดับสูงมาก ดังนั้น จึงทำการตัดตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันในระดับสูงและสูงมากออกจากสมการ ดังนี้ X_4, X_5, X_6, X_7, X_8 และ X_{10} ดังตารางที่ 13

การกำหนดตัวแปรความสัมพันธ์เพื่อวิเคราะห์สมรรถนะสัมพัทธ์ระหว่างตัวแปร ดังนี้
 ตารางที่ 11 ตารางความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม ของรหัสตัวแปร

Variables	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	Y ₁	Y ₂	Y ₃
X ₂	X ₁ -X ₂	X ₂ -X ₂	X ₃ -X ₂	X ₄ -X ₂	X ₅ -X ₂	X ₆ -X ₂	X ₇ -X ₂	X ₈ -X ₂	X ₉ -X ₂	X ₁₀ -X ₂	X ₁₁ -X ₂	X ₁₂ -X ₂	X ₁₃ -X ₂	X ₁₄ -X ₂	Y ₁ -X ₂	Y ₂ -X ₂	Y ₃ -X ₂
X ₃	X ₁ -X ₃	X ₂ -X ₃	X ₃ -X ₃	X ₄ -X ₃	X ₅ -X ₃	X ₆ -X ₃	X ₇ -X ₃	X ₈ -X ₃	X ₉ -X ₃	X ₁₀ -X ₃	X ₁₁ -X ₃	X ₁₂ -X ₃	X ₁₃ -X ₃	X ₁₄ -X ₃	Y ₁ -X ₃	Y ₂ -X ₃	Y ₃ -X ₃
X ₄	X ₁ -X ₄	X ₂ -X ₄	X ₃ -X ₄	X ₄ -X ₄	X ₅ -X ₄	X ₆ -X ₄	X ₇ -X ₄	X ₈ -X ₄	X ₉ -X ₄	X ₁₀ -X ₄	X ₁₁ -X ₄	X ₁₂ -X ₄	X ₁₃ -X ₄	X ₁₄ -X ₄	Y ₁ -X ₄	Y ₂ -X ₄	Y ₃ -X ₄
X ₅	X ₁ -X ₅	X ₂ -X ₅	X ₃ -X ₅	X ₄ -X ₅	X ₅ -X ₅	X ₆ -X ₅	X ₇ -X ₅	X ₈ -X ₅	X ₉ -X ₅	X ₁₀ -X ₅	X ₁₁ -X ₅	X ₁₂ -X ₅	X ₁₃ -X ₅	X ₁₄ -X ₅	Y ₁ -X ₅	Y ₂ -X ₅	Y ₃ -X ₅
X ₆	X ₁ -X ₆	X ₂ -X ₆	X ₃ -X ₆	X ₄ -X ₆	X ₅ -X ₆	X ₆ -X ₆	X ₇ -X ₆	X ₈ -X ₆	X ₉ -X ₆	X ₁₀ -X ₆	X ₁₁ -X ₆	X ₁₂ -X ₆	X ₁₃ -X ₆	X ₁₄ -X ₆	Y ₁ -X ₆	Y ₂ -X ₆	Y ₃ -X ₆
X ₇	X ₁ -X ₇	X ₂ -X ₇	X ₃ -X ₇	X ₄ -X ₇	X ₅ -X ₇	X ₆ -X ₇	X ₇ -X ₇	X ₈ -X ₇	X ₉ -X ₇	X ₁₀ -X ₇	X ₁₁ -X ₇	X ₁₂ -X ₇	X ₁₃ -X ₇	X ₁₄ -X ₇	Y ₁ -X ₇	Y ₂ -X ₇	Y ₃ -X ₇
X ₈	X ₁ -X ₈	X ₂ -X ₈	X ₃ -X ₈	X ₄ -X ₈	X ₅ -X ₈	X ₆ -X ₈	X ₇ -X ₈	X ₈ -X ₈	X ₉ -X ₈	X ₁₀ -X ₈	X ₁₁ -X ₈	X ₁₂ -X ₈	X ₁₃ -X ₈	X ₁₄ -X ₈	Y ₁ -X ₈	Y ₂ -X ₈	Y ₃ -X ₈
X ₉	X ₁ -X ₉	X ₂ -X ₉	X ₃ -X ₉	X ₄ -X ₉	X ₅ -X ₉	X ₆ -X ₉	X ₇ -X ₉	X ₈ -X ₉	X ₉ -X ₉	X ₁₀ -X ₉	X ₁₁ -X ₉	X ₁₂ -X ₉	X ₁₃ -X ₉	X ₁₄ -X ₉	Y ₁ -X ₉	Y ₂ -X ₉	Y ₃ -X ₉
X ₁₀	X ₁ -X ₁₀	X ₂ -X ₁₀	X ₃ -X ₁₀	X ₄ -X ₁₀	X ₅ -X ₁₀	X ₆ -X ₁₀	X ₇ -X ₁₀	X ₈ -X ₁₀	X ₉ -X ₁₀	X ₁₀ -X ₁₀	X ₁₁ -X ₁₀	X ₁₂ -X ₁₀	X ₁₃ -X ₁₀	X ₁₄ -X ₁₀	Y ₁ -X ₁₀	Y ₂ -X ₁₀	Y ₃ -X ₁₀
X ₁₁	X ₁ -X ₁₁	X ₂ -X ₁₁	X ₃ -X ₁₁	X ₄ -X ₁₁	X ₅ -X ₁₁	X ₆ -X ₁₁	X ₇ -X ₁₁	X ₈ -X ₁₁	X ₉ -X ₁₁	X ₁₀ -X ₁₁	X ₁₁ -X ₁₁	X ₁₂ -X ₁₁	X ₁₃ -X ₁₁	X ₁₄ -X ₁₁	Y ₁ -X ₁₁	Y ₂ -X ₁₁	Y ₃ -X ₁₁
X ₁₂	X ₁ -X ₁₂	X ₂ -X ₁₂	X ₃ -X ₁₂	X ₄ -X ₁₂	X ₅ -X ₁₂	X ₆ -X ₁₂	X ₇ -X ₁₂	X ₈ -X ₁₂	X ₉ -X ₁₂	X ₁₀ -X ₁₂	X ₁₁ -X ₁₂	X ₁₂ -X ₁₂	X ₁₃ -X ₁₂	X ₁₄ -X ₁₂	Y ₁ -X ₁₂	Y ₂ -X ₁₂	Y ₃ -X ₁₂
X ₁₃	X ₁ -X ₁₃	X ₂ -X ₁₃	X ₃ -X ₁₃	X ₄ -X ₁₃	X ₅ -X ₁₃	X ₆ -X ₁₃	X ₇ -X ₁₃	X ₈ -X ₁₃	X ₉ -X ₁₃	X ₁₀ -X ₁₃	X ₁₁ -X ₁₃	X ₁₂ -X ₁₃	X ₁₃ -X ₁₃	X ₁₄ -X ₁₃	Y ₁ -X ₁₃	Y ₂ -X ₁₃	Y ₃ -X ₁₃
X ₁₄	X ₁ -X ₁₄	X ₂ -X ₁₄	X ₃ -X ₁₄	X ₄ -X ₁₄	X ₅ -X ₁₄	X ₆ -X ₁₄	X ₇ -X ₁₄	X ₈ -X ₁₄	X ₉ -X ₁₄	X ₁₀ -X ₁₄	X ₁₁ -X ₁₄	X ₁₂ -X ₁₄	X ₁₃ -X ₁₄	X ₁₄ -X ₁₄	Y ₁ -X ₁₄	Y ₂ -X ₁₄	Y ₃ -X ₁₄
Y ₁	X ₁ -Y ₁	X ₂ -Y ₁	X ₃ -Y ₁	X ₄ -Y ₁	X ₅ -Y ₁	X ₆ -Y ₁	X ₇ -Y ₁	X ₈ -Y ₁	X ₉ -Y ₁	X ₁₀ -Y ₁	X ₁₁ -Y ₁	X ₁₂ -Y ₁	X ₁₃ -Y ₁	X ₁₄ -Y ₁	Y ₁ -Y ₁	Y ₂ -Y ₁	Y ₃ -Y ₁
Y ₂	X ₁ -Y ₂	X ₂ -Y ₂	X ₃ -Y ₂	X ₄ -Y ₂	X ₅ -Y ₂	X ₆ -Y ₂	X ₇ -Y ₂	X ₈ -Y ₂	X ₉ -Y ₂	X ₁₀ -Y ₂	X ₁₁ -Y ₂	X ₁₂ -Y ₂	X ₁₃ -Y ₂	X ₁₄ -Y ₂	Y ₁ -Y ₂	Y ₂ -Y ₂	Y ₃ -Y ₂
Y ₃	X ₁ -Y ₃	X ₂ -Y ₃	X ₃ -Y ₃	X ₄ -Y ₃	X ₅ -Y ₃	X ₆ -Y ₃	X ₇ -Y ₃	X ₈ -Y ₃	X ₉ -Y ₃	X ₁₀ -Y ₃	X ₁₁ -Y ₃	X ₁₂ -Y ₃	X ₁₃ -Y ₃	X ₁₄ -Y ₃	Y ₁ -Y ₃	Y ₂ -Y ₃	Y ₃ -Y ₃
Y ₄	X ₁ -Y ₄	X ₂ -Y ₄	X ₃ -Y ₄	X ₄ -Y ₄	X ₅ -Y ₄	X ₆ -Y ₄	X ₇ -Y ₄	X ₈ -Y ₄	X ₉ -Y ₄	X ₁₀ -Y ₄	X ₁₁ -Y ₄	X ₁₂ -Y ₄	X ₁₃ -Y ₄	X ₁₄ -Y ₄	Y ₁ -Y ₄	Y ₂ -Y ₄	Y ₃ -Y ₄

การหาสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร X กับ Y แสดงผลได้ ดังนี้

ตารางที่ 12 การวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม โดยใช้สมการของเพียร์สัน (Pearson's Correlation Coefficient)

Pearson correlation	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	Y ₁	Y ₂	Y ₃
X ₂	0.030																
P-Value	0.771																
X ₃	0.068	0.375															
P-Value	0.512	0.000															
X ₄	0.091	0.055	0.937														
P-Value	0.376	0.596	0.000														
X ₅	0.103	0.029	0.915	0.984													
P-Value	0.316	0.780	0.000	0.000													
X ₆	0.014	0.604	0.950	0.793	0.757												
P-Value	0.891	0.000	0.000	0.000	0.000												
X ₇	-0.034	-0.154	-0.951	-0.961	-0.973	-0.843											
P-Value	0.742	0.135	0.000	0.000	0.000	0.000											
X ₈	0.202	0.089	0.837	0.873	0.889	0.663	-0.855										
P-Value	0.048	0.388	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000										
X ₉	0.184	0.406	-0.153	-0.330	-0.264	-0.099	0.223	0.126									
P-Value	0.073	0.000	0.137	0.001	0.009	0.337	0.029	0.222									
X ₁₀	-0.051	0.517	0.905	0.779	0.725	0.965	-0.808	0.531	-0.337								
P-Value	0.625	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001								

ตารางที่ 12 การวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม โดยใช้สมการของเพียร์สัน (Pearson's Correlation Coefficient) (ต่อ)

Pearson correlation	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	Y ₁	Y ₂	Y ₃
X ₁₁	0.062	0.003	0.244	0.241	0.209	0.226	-0.231	0.203	-0.104	0.236							
P-Value	0.550	0.976	0.017	0.018	0.041	0.027	0.024	0.047	0.314	0.021							
X ₁₂	-0.045	-0.220	-0.262	-0.202	-0.183	-0.292	0.212	-0.172	-0.004	-0.282	-0.387						
P-Value	0.666	0.031	0.010	0.048	0.075	0.004	0.038	0.094	0.967	0.005	0.000						
X ₁₃	-0.039	-0.344	-0.306	-0.189	-0.156	-0.375	0.225	-0.188	-0.102	-0.337	-0.508	0.583					
P-Value	0.710	0.001	0.002	0.065	0.128	0.000	0.028	0.067	0.322	0.001	0.000	0.000					
X ₁₄	0.079	-0.008	-0.120	-0.122	-0.096	-0.101	0.103	-0.137	-0.002	-0.090	-0.431	0.409	0.443				
P-Value	0.444	0.938	0.243	0.235	0.350	0.328	0.317	0.184	0.981	0.386	0.000	0.000	0.000				
Y ₁	-0.094	-0.021	-0.197	-0.204	-0.173	-0.187	0.168	-0.135	0.168	-0.210	-0.281	0.256	0.217	0.154			
P-Value	0.361	0.836	0.055	0.046	0.092	0.068	0.102	0.191	0.101	0.040	0.006	0.012	0.034	0.135			
Y ₂	-0.116	-0.016	-0.201	-0.213	-0.185	-0.195	0.188	-0.136	0.184	-0.220	-0.399	0.311	0.339	0.245	0.469		
P-Value	0.260	0.881	0.049	0.037	0.071	0.057	0.067	0.186	0.072	0.031	0.000	0.002	0.001	0.016	0.000		
Y ₃	-0.224	-0.154	-0.363	-0.336	-0.312	-0.356	0.316	-0.290	0.092	-0.345	-0.409	0.334	0.318	0.137	0.575	0.397	
P-Value	0.028	0.135	0.000	0.001	0.002	0.000	0.002	0.004	0.371	0.001	0.000	0.001	0.002	0.183	0.000	0.000	
Y ₄	-0.093	0.006	-0.234	-0.250	-0.224	-0.209	0.215	-0.192	0.166	-0.225	-0.326	0.305	0.249	0.183	0.960	0.578	0.599
P-Value	0.369	0.955	0.022	0.014	0.029	0.041	0.035	0.060	0.105	0.028	0.001	0.002	0.014	0.075	0.000	0.000	0.000

ตารางที่ 13 แสดงผลของการพิจารณาความสัมพันธ์สหสัมพันธ์โดยใช้เกณฑ์

Pearson correlation	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	Y ₁	Y ₂	Y ₃
X ₂	◻																
X ₃	◻	△															
X ₄	◻	◻	●														
X ₅	◻	◻	●	●													
X ₆	◻	◻	●	●	◻												
X ₇	◻	◻	●	●	●	●											
X ₈	△	△	●	●	●	◻	◻										
X ₉	◻	◇	◻	△	△	◻	△	△									
X ₁₀	◻	◇	●	◻	◻	●	●	◇	△								
X ₁₁	◻	◻	△	△	△	△	△	△	△	△							
X ₁₂	◻	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△						
X ₁₃	◻	△	△	△	△	△	△	△	△	△	◇	◇					
X ₁₄	◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻	◻	◇	◇	◇				
Y ₁	◻	◻	△	△	◻	◻	◻	◻	◻	△	△	△	△	△			
Y ₂	◻	◻	△	△	◻	△	◻	◻	◻	△	◇	△	△	△	◇		
Y ₃	△	◻	△	△	△	△	△	△	△	△	◇	△	△	△	◇	◇	
Y ₄	◻	◻	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	●	◇	◇

หมายเหตุ : น้อยมาก = ◻, น้อย = △, ปานกลาง = ◇, สูง = ◻, สูงมาก = ●

3.5 การวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ

ตัวแปรต้นประกอบด้วย Age, Height, Weight, Bone Mass, Run 1 mile, Pull-ups, Pushups และ Sit-ups

ตัวแปรตามประกอบด้วย เวลาที่นักกีฬาสามารถทำได้

การวิเคราะห์ผลปัจจัยเข้าด้วยวิธีการเลือกแบบคัดเลือกเข้า วิธีการนี้จะเป็นการเลือกตัวแปรพยากรณ์เข้าสมการด้วยการวิเคราะห์เพียงขั้นตอนเดียว เพราะผู้วิจัยต้องการศึกษาในภาพรวม จึงใช้วิธีแบบคัดเลือกเข้าของการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงพหุ โดยมีขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

3.5.1 ตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้น

3.5.2 คำนวณค่า

3.5.3 คัดเลือกตัวแปรต้นที่มีความสัมพันธ์สูงที่สุดกับตัวแปรตามเข้าสมการ

3.5.4 ทดสอบนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์หาค่าว่า ตัวแปรต้นที่เข้าในสมการยังคงอยู่ในสมการต่อไปได้หรือไม่

3.5.5 หาค่าน้ำหนักความสำคัญของตัวแปรพยากรณ์ หรือทั้งสองอย่างเพื่อนำมาใช้ในการเขียนสมการพยากรณ์

3.5.6 ทดสอบนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์การถดถอย เพื่อตรวจสอบว่าตัวแปรต้นสามารถพยากรณ์ตัวแปรตามได้หรือไม่

3.5.7 คำนวณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของตัวแปรต้นที่เข้าสมการ (SE_b) และ คำนวณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์ (SE_{est})

3.5.8 คัดเลือกตัวแปรต้นที่มีความสัมพันธ์สูงกับตัวแปรตามรองลงมาเข้าสมการและทำการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่เปลี่ยนแปลง (R^2 Change)

3.6 การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกส์

ตัวแปรต้นประกอบด้วย Age, Height, Weight, Bone Mass, Run 1 mile, Pull-ups, Pushups และ Sit-ups

ตัวแปรตามประกอบด้วย หมุนตัวได้/ไม่ได้, ไต่เชือกได้/ไม่ได้ และเข้าเส้นชัยได้/ไม่ได้

ขั้นตอนการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกส์ มีดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 สร้างกรอบแนวคิดการวิจัย และกำหนดระดับการวัดของตัวแปรทำนาย และตัวแปรเกณฑ์

ขั้นตอนที่ 2 เลือกตัวแปรทำนายที่คาดว่าจะส่งผลต่อตัวแปรเกณฑ์ทั้งนี้การเลือกตัวแปร ทำนายสามารถเลือกได้ทีละ 1 ตัว หรือมากกว่า

ขั้นตอนที่ 3 ตรวจสอบค่าผิดปกติของตัวแปรทำนายแต่ละตัวทุกตัว ($X_1, X_2, \dots, X_n$)

ขั้นตอนที่ 4 สร้างสมการ

ขั้นตอนที่ 5 ตรวจสอบเงื่อนไขการวิเคราะห์ ความถดถอยโลจิสติกส์

ขั้นตอนที่ 6 วิเคราะห์ข้อมูล

3.7 การสรุปผล

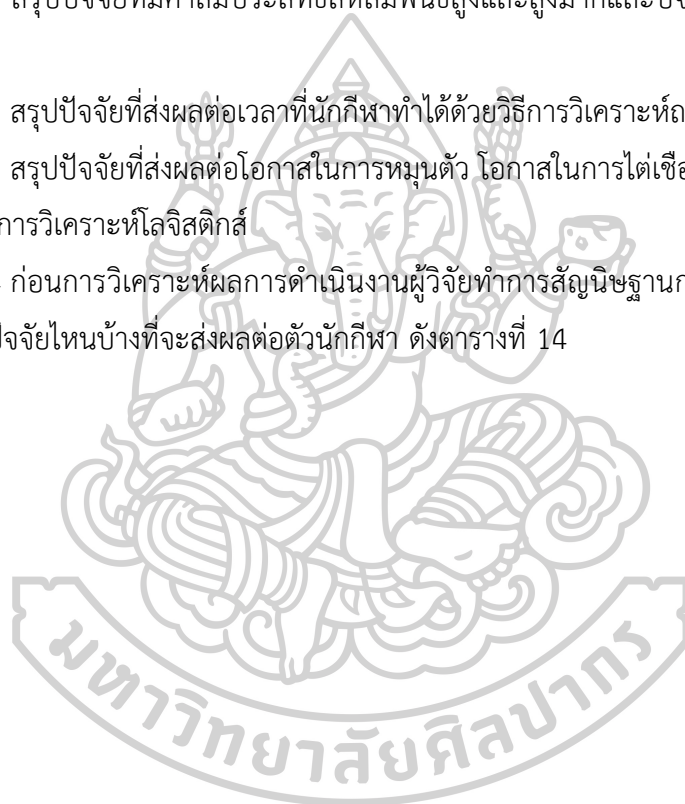
ขั้นตอนการสรุปผล สามารถแยกออกเป็น 3 ข้อดังนี้

3.7.1 สรุปปัจจัยที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูงและสูงมากและปัจจัยที่ถูกคัดออกจากการนำเข้าสมการ

3.7.2 สรุปปัจจัยที่ส่งผลต่อเวลาที่นักกีฬาทำได้ด้วยวิธีการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ

3.7.3 สรุปปัจจัยที่ส่งผลต่อโอกาสในการหมุนตัว โอกาสในการไต่เชือก และโอกาสในการเข้าเส้นชัยด้วยวิธีการวิเคราะห์โลจิสติกส์

3.7.4 ก่อนการวิเคราะห์ผลการดำเนินงานผู้วิจัยทำการสันนิษฐานการข้ามสิ่งกีดขวางในแต่ละสถานีว่ามีปัจจัยไหนบ้างที่จะส่งผลต่อตัวนักกีฬา ดังตารางที่ 14



บทที่ 4

ผลการดำเนินการ

การวิจัยในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อเวลาของนักกีฬาข้ามสิ่งกีดขวางประเภทบุคคลและเพื่อเป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกนักกีฬาข้ามสิ่งกีดขวางประเภทบุคคล ให้กับผู้ทำหน้าที่รับผิดชอบเกี่ยวกับนักกีฬา ผู้วิจัยได้แบ่งผลการดำเนินการออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

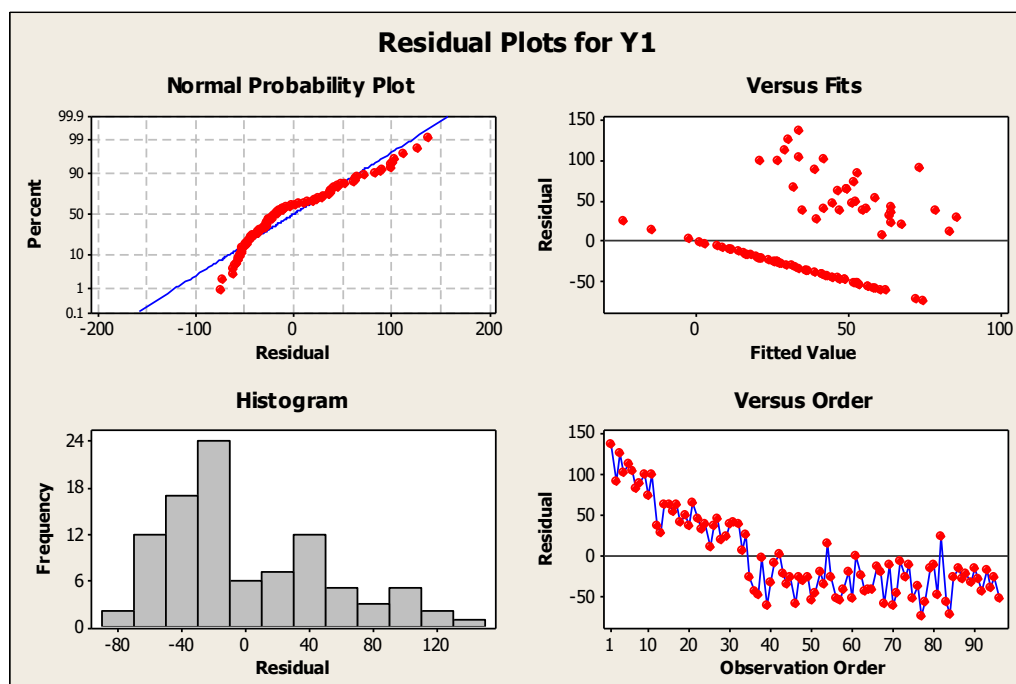
ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกส์

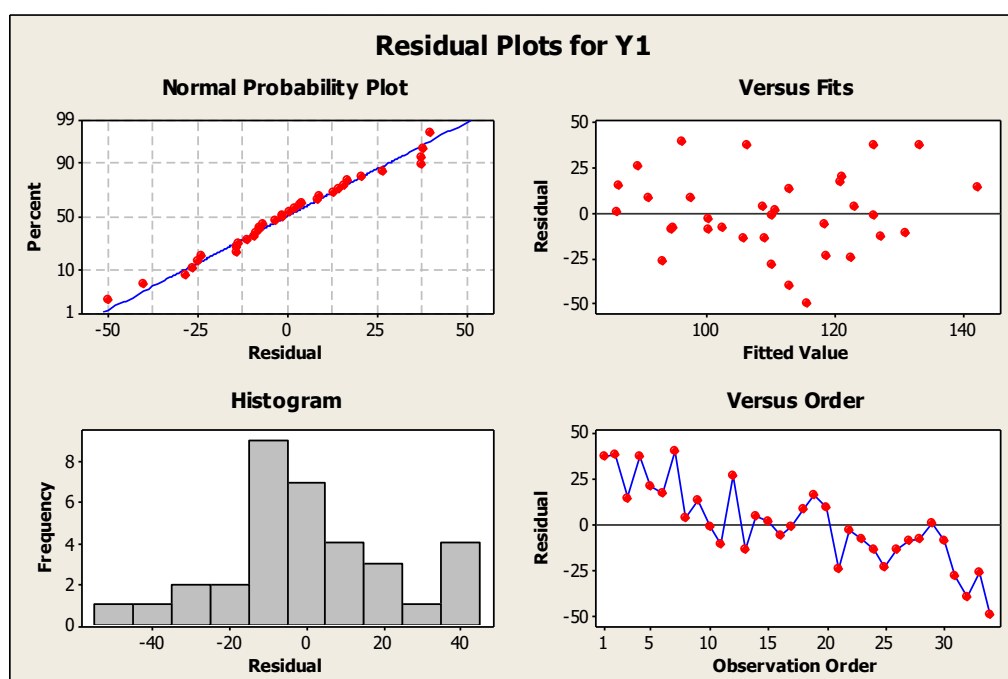
4.1 ผลการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ

การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบปกติ (Enter Multiple Regression Analysis) เพื่อค้นหาปัจจัยที่มีผลต่อเวลาที่นักกีฬาทำได้ โดยมีจำนวนตัวแปรอิสระคงเหลือ 8 ตัวแปรและตัวแปรตาม 1 ตัวแปร คือ ตัวแปรอิสระ ประกอบด้วย อายุ (ปี) ความสูง (เซนติเมตร) น้ำหนัก (กิโลกรัม) มวลกระดูก (กิโลกรัม) วิ่ง 1 ไมล์ (วินาที) ดึงข้อ (ครั้ง) วิดพื้น (ครั้ง/2นาทีก) และซิดอัพ (ครั้ง/2นาทีก) ส่วนตัวแปรตาม คือ เวลาที่นักกีฬาทำได้ (Y_1)

เมื่อพิจารณากราฟที่แสดงการกระจายของข้อมูล ดังรูปที่ 31 พบว่า กราฟ Normal Probability Plot มีการเรียงกันไม่เป็นแนวเส้นตรงและลักษณะจุดเป็นกลุ่ม ๆ กราฟ Residual (Versus Fits) ข้อมูลมีความแปรปรวนที่ไม่มีความเสถียรเนื่องจากข้อมูลมีการแบ่งชั้นกันอย่างชัดเจน กราฟ Histogram ข้อมูลมีการเอียงไปทางด้านซ้ายหมายถึงข้อมูลไม่มีความเสถียรเป็นกลาง และ กราฟ Residual (Versus Order) ข้อมูลไม่มีความเป็นอิสระเนื่องจากการกระจายตัวที่ไม่สม่ำเสมอ ดังนั้น จึงทำการวิเคราะห์ข้อมูลใหม่ ทำให้ทราบว่าข้อมูลกลุ่มที่มีค่า เท่ากับ 0 จำนวน 62 ค่า และอีกกลุ่มมีค่าไม่เท่ากับ 0 จำนวน 34 ค่า ดังนั้นจึงทำการตัดข้อมูลที่มีค่าเท่ากับ 0 ออก และทำการวิเคราะห์ใหม่ ดังรูปที่ 32 พบว่า กราฟ Normal Probability Plot มีการเรียงกันเป็นแนวเส้นตรงและไม่มีลักษณะจุดเป็นกลุ่ม ๆ กราฟ Residual (Versus Fits) ข้อมูลมีความแปรปรวนที่มีความเสถียรเนื่องจากข้อมูลมีการกระจายตัว กราฟ Histogram ข้อมูลโดยส่วนมากอยู่ตรงกลาง ไม่มีการเอนเอียงไปทางด้านใดด้านหนึ่ง และกราฟ Residual (Versus Order) ข้อมูลมีความเป็นอิสระเนื่องจากการกระจายตัวที่สม่ำเสมอ



รูปที่ 31 Residual Plots for Density ที่ N = 96



รูปที่ 32 กราฟ Residual Plots for Density ที่ N = 34

จากนั้นทำการใส่ข้อมูลลงในโปรแกรม Minitab และทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีถดถอยพหุคูณ โดยเข้ามาที่ Minitab เลือก Stat > Regression > General regression ได้ผล ดังนี้

Regression Analysis: Y_1 versus $X_1, X_2, X_3, \dots, X_{12}, X_{13}, X_{14}$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	368.2	224.4	1.64	0.113
X_1	-3.108	5.791	-0.54	0.596
X_2	-2.352	1.218	-1.93	0.065
X_3	2.3287	0.9586	2.43	0.023
X_9	13.77	14.98	0.92	0.367
X_{11}	0.10195	0.08320	1.23	0.232
X_{12}	-0.610	1.723	-0.35	0.726
X_{13}	-0.0860	0.5730	-0.15	0.882
X_{14}	-0.1641	0.4344	-0.38	0.709

The regression equation is

$$Y_1 = 368 - 3.11X_1 - 2.35X_2 + 2.33X_3 + 13.8X_9 + 0.102X_{11} - 0.61X_{12} - 0.086X_{13} - 0.164X_{14}$$

$$S = 25.2270 \quad R\text{-Sq} = 30.4\% \quad R\text{-Sq(adj)} = 8.1\%$$

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	8	6944.9	868.1	1.36	0.260
Residual Error	25	15910.0	636.4		
Total	33	22854.9			

Obs	X_1	Y_1	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
34	21.0	66.00	115.82	13.85	-49.82	-2.36R

R denotes an observation with a large standardized residual.

จากการวิเคราะห์ พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อเวลาที่นักกีฬาทำได้ คือ ปัจจัยด้านน้ำหนัก (X_3) มีค่า P-Value = 0.023 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 และจากสมการถดถอยพบ สามารถสรุปได้ว่า น้ำหนักของนักกีฬามีผลต่อเวลาที่นักกีฬาทำได้อย่างมีนัยสำคัญ กล่าวคือ เมื่อน้ำหนักมากก็จะทำให้เวลาที่ทำได้นั้นมากขึ้น ซึ่งในกีฬาข้ามสิ่งกีดขวางมีวัตถุประสงค์คือการข้ามสิ่งกีดขวางโดยใช้เวลาน้อยที่สุด ดังนั้น น้ำหนักเป็นปัจจัยที่ต้องคำนึงเป็นอันดับแรกต่อเวลาที่นักกีฬาสามารถทำได้ และปัจจัยอื่น ๆ ไม่สามารถพยากรณ์เวลาที่นักกีฬาทำได้

ค่า Coefficient of Determination ของสมการถดถอยพหุ เป็นการชี้วัดว่า Model นี้สมควรจะได้รับการยอมรับมากน้อยเพียงใด ถึงจะรับรองด้วยค่า F-Statistic แล้วก็ตาม หลักการคือ หาค่า Error จากการเปลี่ยนค่า X ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ทำการระบุค่า ถ้าผลออกมาค่าที่ได้ใกล้เคียงกัน ถือว่ายอมรับได้ ถ้ามากก็อาจจะเกิดจาก Error อื่น ๆ ที่ไม่ทราบที่มา ที่ไปปะปนอยู่ หากมีในระดับหนึ่งอาจจะไม่สามารถยอมรับ Model นี้ ที่เรียกตัวชี้วัดนี้ว่า R^2

$$\text{สมการ } R^2 = \frac{(SS_{\text{regression}}) \times 100}{SS_{\text{total}}}\%$$

ข้อมูลจากตาราง ค่า $SS_{\text{Regression}} = 6944.9$

$$SS_{\text{Total}} = 22854.9$$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า จะได้ } R^2 &= \frac{6944.9 \times 100}{22854.9}\% \\ &= 30.38\% \end{aligned}$$

ดังนั้น สามารถยอมรับค่าพยากรณ์ได้ 30.38%

ดังนั้น น้ำหนักของนักกีฬาส่งผลโดยตรงต่อเวลาที่นักกีฬาทำได้ ยิ่งน้ำหนักมีมากก็จะทำให้ต้องใช้เวลาในการวิ่งมากขึ้น แต่หากมีน้ำหนักที่น้อยก็จะทำให้เวลาดีขึ้น

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลใหม่เนื่องจากค่า $R\text{-Sq} = 30.4\%$ ซึ่งน้อยเกินไป จากข้อมูลทั้งหมดที่เอามาวิเคราะห์จำนวน 34 ในจำนวน 34 ข้อมูล มีข้อมูลที่มีผู้ทดสอบไม่สามารถหมุนตัวได้ อยู่แต่ไม่ได้ตัดค่าดังกล่าวออก จึงทำการตัดค่าดังกล่าวและทำการวิเคราะห์ใหม่ เหลือตัวอย่างเพียง 21 ข้อมูล พบว่า มีค่า $R\text{-Sq} = 47.55\%$ และเมื่อทำการตัวแปรทีละตัวพบว่า ค่า $R\text{-Sq}$ มีการเปลี่ยนแปลง คือ ตัดตัวแปร X_1 ออกจากสมการจะได้ค่า $R\text{-Sq} = 34.27\%$, $X_2 = 30.15\%$, $X_3 = 22.60\%$, $X_9 = 47.26\%$, $X_{11} = 46.37\%$, $X_{12} = 33.45\%$, $X_{13} = 46.81\%$ และ $X_{14} = 43.98\%$

จากการทดสอบทำให้ทราบว่า สมการโดยรวมมีค่า $R\text{-Sq}$ สูงที่สุดที่เกิดจากการตัดค่าที่เป็น 0 จากการหมุนตัวไม่ได้ของจำนวนกลุ่มตัวอย่าง และได้สมการถดถอยใหม่ ดังนี้

The regression equation is

$$Y_1 = 505.382 - 10.0696 X_1 - 2.11404 X_2 + 2.27796 X_3 + 2.93097 X_9 + 0.0651448 X_{11} + 2.88365 X_{12} - 0.242395 X_{13} - 0.330005 X_{14}$$

Summary of Model

$$S = 17.5056 \quad R\text{-Sq} = 47.55\% \quad R\text{-Sq(adj)} = 12.58\%$$

4.2 ผลการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกส์

การวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกส์ประกอบด้วย 3 ตัวแปร ประกอบด้วย การหมุนตัวได้/ไม่ได้ของนักกีฬา (Y_2) การไต่เชือกได้/ไม่ได้ของนักกีฬา (Y_3) และการเข้าเส้นชัย/ไม่เข้าเส้นชัยของนักกีฬา (Y_4) มีรายละเอียดการวิเคราะห์ ดังนี้

4.2.1 การหมุนตัวได้/ไม่ได้ของนักกีฬา

ผลการวิเคราะห์ ดังนี้

Binary Logistic Regression: Y_2 versus $X_1, X_2, \dots$

Link Function: Logit

Response Information

Variable	Value	Count
Y_2	1	34 (Event)
	0	62
	Total	96

จากข้อมูลด้านบนทำให้ทราบว่า ผู้ที่สามารถหมุนตัวได้ในการข้ามราวเดี่ยว สถานีที่ 3 ราวเดี่ยว มีจำนวน 34 นาย จากทั้งหมด 96 นาย และที่ไม่สามารถหมุนตัวได้ มีจำนวน 62 นาย

Logistic Regression Table

Predictor	Coef	SE Coef	Z	P	Odds Ratio	95% CI	
						Lower	Upper
Constant	8.2213	15.2155	0.54	0.589			
X_1	-0.5365	0.3408	-1.57	0.115	0.58	0.30	1.14
X_2	0.0175	0.0809	0.22	0.828	1.02	0.87	1.19
X_3	-0.0247	0.0475	-0.52	0.603	0.98	0.89	1.07
X_9	1.7348	0.9514	1.82	0.068	5.67	0.88	36.59
X_{11}	-0.0138	0.0065	-2.12	0.034	0.99	0.97	1.00
X_{12}	0.0689	0.0980	0.70	0.482	1.07	0.88	1.30
X_{13}	0.0471	0.0322	1.46	0.144	1.05	0.98	1.12
X_{14}	0.0116	0.0268	0.43	0.664	1.01	0.96	1.07

Odd ratio = exp เช่น Odd ratio = 0.58 = $\exp(-0.5365)$ คือ ค่าของ $y = 1$ เทียบกับ $y = 0$

$\frac{P \text{ Event}}{P \text{ Nonevent}}$ สำหรับ X_1 ที่เพิ่มขึ้นหนึ่งหน่วย

$\exp(\beta_1)-1$ คือ ตัวประมาณค่าของเปอร์เซ็นต์ที่เพิ่มขึ้นใน Odd ratio $(P(y = 1))/(P(y = 0))$ ทุก ๆ ค่า X ที่เพิ่มขึ้นหนึ่งหน่วย เช่น

$$\exp^{(-0.5365)} = 0.584$$

$$\exp^{(-0.5365) - 1} = 0.215$$

จากผลการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Minitab ด้วยวิธีการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกส์ของตัวแปรอิสระกับการหมุนตัว พบว่า เวลาในการวิ่ง 1 ไมล์ มีผลต่อโอกาสในการหมุนตัวได้ของนักกีฬาอย่างมีนัยสำคัญ คือ X_{11} มีค่า $\beta = 0.034 < 0.05$ แต่ตัวแปรอิสระตัวอื่น ๆ ไม่มีผลต่อโอกาสการหมุนตัว

Slope $\beta_1 = -0.5365$ คือ การเพิ่มขึ้นของ X_1 หนึ่งหน่วย ค่า Log Odds จะเพิ่มขึ้น - 0.5365

Log-Likelihood = -41.006

Test that all slopes are zero: $G = 30.132$, $DF = 8$, $P\text{-Value} = 0.000$

ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ได้ค่า $P\text{-Value} = 0.000$ แสดงว่ารูปแบบสมการโดยรวมมีนัยสำคัญ หรือความชันของตัวแบบ β_i อย่างน้อย 1 ตัวไม่เท่ากับ 0

จากผลการวิเคราะห์จะได้ว่า $P(Y=1/X=X) =$

$$[\text{Exp}^{(8.2213-0.5365X_1+0.0175X_2-0.0247X_3+1.7348X_9-0.0138X_{11}+0.0689X_{12}+0.0471X_{13}+0.0116X_{14})}]/[1+\text{Exp}^{(8.2213-0.5365X_1+0.0175X_2-0.0247X_3+1.7348X_9-0.0138X_{11}+0.0689X_{12}+0.0471X_{13}+0.0116X_{14})}]$$

Goodness-of-Fit Tests

Method	Chi-Square	DF	P
Pearson	114.736	87	0.025
Deviance	82.012	87	0.631
Hosmer-Lemeshow	7.127	8	0.523

จากสมมติฐานของ Goodness-of-Fit Tests ดังนี้

ผลวิเคราะห์ได้ค่า $P\text{-value} = 0.523$ (Hosmer-Lemeshow) $>$ ค่า $\chi^2_{\alpha} = 0.05$ ดังนั้น สมการมีความเหมาะสมดีแล้วหรือข้อมูลมีการแจกแจงความน่าจะเป็นตามที่คาดไว้และจากผลการวิเคราะห์ค่าความถี่ของค่าสังเกต (Observation) กับค่าประมาณ (Expectation) มีค่าไม่แตกต่างกันมาก แสดงว่าข้อมูลมีความเหมาะสม

Measures of Association:

(Between the Response Variable and Predicted Probabilities)

Pairs	Number	Percent	Summary	Measures
Concordant	1516	83.3	Somers' D	0.67
Discordant	297	16.3	Goodman-Kruskal Gamma	0.67
Ties	7	0.4	Kendall's Tau-a	0.27
Total	1820	100.0		

ดังนั้น จากผลการวิเคราะห์สรุปได้ว่าปัจจัยด้านเวลาในการวิ่ง 1 ไมล์ หรือ ตัวแปร X_{11} มีผลต่อโอกาส ในการหมุนตัวได้/ไม่ได้ของนักกีฬา อย่างมีนัยสำคัญ

4.2.2 การไต่เชือกได้/ไม่ได้ของนักกีฬา

ผลการวิเคราะห์ ดังนี้

Binary Logistic Regression: Y_3 versus $X_1, X_2, \dots$

Link Function: Logit

Response Information

Variable	Value	Count
Y_3	1	58 (Event)
	0	38
	Total	96

จากข้อมูลด้านบนทำให้ทราบว่า ผู้ที่สามารถไต่เชือกได้ในสถานที่ 15 ไต่เชือก มีจำนวน 58 นาย จากทั้งหมด 96 นาย และผู้ที่ไม่สามารถไต่เชือกได้ มีจำนวน 38 นาย

Logistic Regression Table

Predictor	Coef	SE Coef	Z	P	Odds Ratio	95% CI	
						Lower	Upper
Constant	23.3966	13.4465	1.74	0.082			
X_1	-0.4274	0.2183	-1.96	0.050	0.65	0.43	1.00
X_2	-0.0392	0.0782	-0.50	0.616	0.96	0.82	1.12
X_3	-0.0553	0.0334	-1.66	0.097	0.95	0.89	1.01
X_9	0.7994	0.9383	0.85	0.394	2.22	0.35	13.99
X_{11}	-0.0113	0.0047	-2.39	0.017	0.99	0.98	1.00

Logistic Regression Table (ต่อ)

Predictor	Coef	SE Coef	Z	P	Odds Ratio	95% CI	
						Lower	Upper
X ₁₂	0.1519	0.1016	1.50	0.135	1.16	0.95	1.42
X ₁₃	0.0070	0.0287	0.24	0.807	1.01	0.95	1.07
X ₁₄	-0.0198	0.0278	-0.71	0.477	0.98	0.93	1.04

Log-Likelihood = -47.675

Test that all slopes are zero: G = 33.536, DF = 8, P-Value = 0.000

จากผลการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Minitab ด้วยวิธีการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกส์ของตัวแปรอิสระกับการไต่เชือก พบว่า เวลาในการวิ่ง 1 ไมล์ มีผลต่อโอกาสในไต่เชือกได้ของนักกีฬาอย่างมีนัยสำคัญ คือ X₁₁ มีค่า $\beta = 0.017 < 0.05$ และอายุ X₁ มีค่า $0.05 = 0.05$ แปลว่า อายุของนักกีฬาก็มีผลต่อการไต่เชือก อย่างมีนัยสำคัญเช่นกัน แต่ตัวแปรอิสระตัวอื่น ๆ ไม่มีผลต่อโอกาสการไต่เชือก รวมถึงผลการวิเคราะห์ค่า P-Value = 0.000 โดยรวม มีนัยสำคัญมีผลต่อการไต่เชือก

จากผลการวิเคราะห์จะได้ว่า $P(Y=1/X=X) = [\text{Exp}^{(23.396-0.4274X_1-0.0392X_2-0.0553X_3+0.7994X_9-0.0113X_{11}+0.1519X_{12}+0.070X_{13}-0.0198X_{14})}]/[1+[\text{Exp}^{(23.396-0.4274X_1-0.0392X_2-0.0553X_3+0.7994X_9-0.0113X_{11}+0.1519X_{12}+0.070X_{13}-0.0198X_{14})}]]$

Goodness-of-Fit Tests

Method	Chi-Square	DF	P
Pearson	91.9440	87	0.338
Deviance	95.3508	87	0.253
Hosmer-Lemeshow	12.4759	8	0.131

จากสมมติฐานของ Goodness-of-Fit Tests ดังนี้

ผลวิเคราะห์ได้ค่า P-value = 0.523 (Hosmer-Lemeshow) > ค่า $\chi_{\alpha}^2 = 0.05$ ดังนั้นสมการมีความเหมาะสมดีแล้วหรือข้อมูลมีการแจกแจงความน่าจะเป็นตามที่คาดไว้และจากผลการวิเคราะห์ค่าความถี่ของค่าสังเกต (Observation) กับค่าประมาณ (Expectation) มีค่าไม่แตกต่างกันมาก แสดงว่าข้อมูลมีความเหมาะสม

Measures of Association:

(Between the Response Variable and Predicted Probabilities)

Pairs	Number	Percent	Summary	Measures
Concordant	1802	81.8	Somers' D	0.64
Discordant	392	17.8	Goodman-Kruskal Gamma	0.64
Ties	10	0.5	Kendall's Tau-a	0.31
Total	2204	100.0		

ดังนั้น จากผลการวิเคราะห์สรุปได้ว่าปัจจัยด้านเวลาในการวิ่ง 1 ไมล์ หรือ ตัวแปร X_{11} และ อายุ หรือ ตัวแปร X_1 มีผลต่อโอกาสที่นักกีฬาได้เชือกได้/ไม่ได้ อย่างมีนัยสำคัญ

4.2.3 การเข้าเส้นชัย/ไม่เข้าเส้นชัยของนักกีฬา

ผลการวิเคราะห์ ดังนี้

Binary Logistic Regression: Y_4 versus $X_1, X_2, \dots$

Link Function: Logit

Response Information

Variable	Value	Count
Y_4	1	34 (Event)
	0	62
	Total	96

จากข้อมูลผู้ที่มีสามารถวิ่งเข้าเส้นชัย มีจำนวน 34 นาย จากจำนวน 96 นาย และผู้ที่ไม่สามารถวิ่งเข้าเส้นชัย มีจำนวน 62 นาย

Logistic Regression Table

Predictor	Coef	SE Coef	Z	P	Odds Ratio	95% CI	
						Lower	Upper
Constant	-0.4972	12.5089	-0.04	0.968			
X_1	-0.2385	0.2267	-1.05	0.293	0.79	0.51	1.23
X_2	0.0471	0.0707	0.67	0.505	1.05	0.91	1.20
X_3	-0.0479	0.0372	-1.29	0.198	0.95	0.89	1.03
X_9	0.8940	0.7676	1.16	0.244	2.44	0.54	11.01
X_{11}	-0.0074	0.0047	-1.56	0.118	0.99	0.98	1.00

Logistic Regression Table (ต่อ)

Predictor	Coef	SE Coef	Z	P	Odds Ratio	95% CI	
						Lower	Upper
X ₁₂	0.1239	0.0875	1.42	0.157	1.13	0.95	1.34
X ₁₃	0.0125	0.0267	0.47	0.638	1.01	0.96	1.07
X ₁₄	0.0018	0.0251	0.07	0.942	1.00	0.95	1.05

Log-Likelihood = -52.017

Test that all slopes are zero: G = 20.764, DF = 8, P-Value = 0.008

จากผลการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Minitab ด้วยวิธีการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกส์ของตัวแปรอิสระกับการเข้าเส้นชัย พบว่า ตัวแปรอิสระทั้งหมด ไม่มีผลต่อโอกาสการเข้าถึงเส้นชัย แต่ผลการวิเคราะห์ค่า P-Value = 0.000 โดยรวมมีนัยสำคัญมีผลต่อการเข้าเส้นชัย

ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ได้ค่า P-Value = 0.008 แสดงว่ารูปแบบสมการโดยรวมมีนัยสำคัญหรือความชันของตัวแบบ β_i อย่างน้อย 1 ตัวไม่เท่ากับ 0

จากผลการวิเคราะห์จะได้ว่า $P(Y=1/X=X) = \frac{\text{Exp}^{(-0.4972-0.2385X_1+0.0471X_2-0.0479X_3+0.8940X_9+0.0074X_{11}+0.1239X_{12}+0.0125X_{13}+0.0018X_{14})}}{1+\text{Exp}^{(-0.4972-0.2385X_1+0.0471X_2-0.0479X_3+0.8940X_9+0.0074X_{11}+0.1239X_{12}+0.0125X_{13}+0.0018X_{14})}}$

Goodness-of-Fit Tests

Method	Chi-Square	DF	P
Pearson	87.741	87	0.458
Deviance	104.034	87	0.103
Hosmer-Lemeshow	6.898	8	0.548

จากสมมติฐานของ Goodness-of-Fit Tests ดังนี้

ผลวิเคราะห์ได้ค่า P-value = 0.548 (Hosmer-Lemeshow) > ค่า $\chi^2_{\alpha} = 0.05$ ดังนั้นสมการมีความเหมาะสมดีแล้วหรือข้อมูลมีการแจกแจงความน่าจะเป็นตามที่คาดไว้และจากผลการวิเคราะห์ค่าความถี่ของค่าสังเกต (Observation) กับค่าประมาณ (Expectation) มีค่าไม่แตกต่างกันมาก แสดงว่าข้อมูลมีความเหมาะสม

Measures of Association:

(Between the Response Variable and Predicted Probabilities)

Pairs	Number	Percent	Summary	Measures
Concordant	1615	76.6	Somers' D	0.53
Discordant	490	23.2	Goodman-Kruskal Gamma	0.53
Ties	3	0.1	Kendall's Tau-a	0.25
Total	2108	100.0		

ดังนั้น จากผลการวิเคราะห์สรุปได้ว่าปัจจัยทั้ง 8 ไม่มีผลต่อโอกาสที่นักกีฬาเข้าเส้นชัยด้วยระดับนัยสำคัญที่ 0.05



บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาและวิเคราะห์ค่าสถิติเพื่อพยากรณ์หาค่าปัจจัยที่มีผลต่อเวลาของนักกีฬาข้ามสิ่งกีดขวางประเภทบุคคล ของกลุ่มประชากรตัวอย่าง จำนวน 125 นาย ในศูนย์การฝึกหน่วยบัญชาการนาวิกโยธิน หน่วยบัญชาการนาวิกโยธิน กองทัพเรือ โดยวิธีการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณและการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกส์ จากการศึกษาและการวิเคราะห์ ได้ผลตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

5.1 ผลการดำเนินการวิจัย

สามารถแบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

5.1.1 ผลการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

คัดตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันในระดับสูงและสูงมากออก ดังนี้ ดัชนีมวลกาย เพอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย มวลกล้ามเนื้อ เพอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย ภาวะไขมันในช่องท้อง และเมแทบอลิซึม

5.1.2 การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ

น้ำหนักของนักกีฬาส่งผลต่อเวลาที่นักกีฬาทำได้อย่างมีนัยสำคัญ 0.05 ยิ่งน้ำหนักมากก็จะทำให้ต้องใช้เวลาในการวิ่งข้ามสิ่งกีดขวางมากขึ้น ส่วนตัวแปรอื่น ๆ ไม่มีผลต่อเวลาที่นักกีฬาทำได้

5.1.3 การวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกส์

5.1.3.1 การหมุนตัวสถานีราวเดี่ยวของนักกีฬา

เวลาในการวิ่ง 1 ไมล์ ส่งผลต่อโอกาสในการหมุนตัวได้/ไม่ได้ของนักกีฬา สรุปได้ว่าหากนักกีฬาทำเวลาได้น้อยหรือวิ่งเร็ว ในการวิ่งในระยะเวลา 1 ไมล์ก็จะทำให้โอกาสในการหมุนตัวได้สูงขึ้น ส่วนตัวแปรอื่น ๆ ไม่มีผลต่อการหมุนตัว แต่ในกรณีภาพรวมทุกตัวแปรมีผลต่อการหมุนตัวอย่างมีนัยสำคัญ 0.05

5.1.3.2 การไต่เชือกสถานีไต่เชือกของนักกีฬา

การวิ่ง 1 ไมล์และอายุ ส่งผลต่อโอกาสในการไต่เชือกได้/ไม่ได้ของนักกีฬา สรุปได้ว่าหากนักกีฬาทำเวลาได้น้อยหรือวิ่งเร็ว ในการวิ่งในระยะเวลา 1 ไมล์ก็จะทำให้โอกาสในการไต่เชือกได้สูงขึ้น และนักกีฬาที่มีอายุน้อยมีโอกาสไต่เชือกได้มากกว่า ส่วนตัวแปรอื่น ๆ ไม่มีผลต่อการไต่เชือก แต่ในกรณีภาพรวม ตัวแปรทุกตัวมีผลต่อการหมุนตัวอย่างมีนัยสำคัญ 0.05

5.1.3.3 การเข้าถึงเส้นชัยของนักกีฬา

ในการวิเคราะห์ผลในภาพรวม ค่า P-Value = 0.012 มีค่าน้อยกว่า 0.05 ทำให้ทราบว่า ตัวแปรอิสระทั้ง 14 ตัวแปร แต่ปัจจัยย่อย ๆ ของแต่ละตัวไม่มีผลต่อการเข้าเส้นชัย

5.1.3.4 จากการสรุปค่า Coefficient จากสมการโลจิสติกส์ พบว่า ทั้ง 3 ตัวแปรตาม ปัจจัยมวลกระดูก ดันพื้น และดิ่งข้อ มีผลในด้านบวก กล่าวคือ เมื่อค่าดังกล่าวมีค่ามากขึ้น โอกาสก็จะเพิ่มขึ้นในความสัมพันธ์เชิงเส้นทางบวก และในส่วนปัจจัย อายุ น้ำหนัก และเวลาในการวิ่ง 1 ไมล์ ก็จะมีผลเชิงเส้นในด้านลบ ดูจากค่า Coef ที่มีค่าเป็นลบ ในสมการโลจิสติกส์

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ผลการวิเคราะห์เพื่อการนำไปประยุกต์ใช้ ต้องมีการศึกษาเรื่องกล้ามเนื้อในส่วนของการวิ่งเพื่อเป็นแนวทางให้กับหลักสมการการฝึกต่อไป

5.2.2 การทดลองมีระยะเวลาและทุนที่จำกัด จึงไม่สามารถเก็บข้อมูลจากประชากรทั้งหมดได้ เพื่อเพิ่มความเชื่อมั่นควรที่จะมีกลุ่มตัวอย่างที่มากกว่านี้

5.3 ปัญหาและอุปสรรค

5.3.1 ในขั้นตอนการเก็บข้อมูล ก็พบบ้างสิ่งกีดขวางประเภทบุคคล จำเป็นต้องใช้ทักษะและความชำนาญในการข้าม ดังนั้น ตัวผู้ทดลองหากไม่มีความตั้งใจที่จะไปถึงเส้นชัย ผู้วิจัยอาจจะได้ข้อมูลที่ผิดพลาดได้และความน่าเชื่อถือข้อมูลก็จะลดลง

5.3.2 มีข้อจำกัดในด้านเวลาและสถานที่ เนื่องจากจะต้องมีการขออนุญาตขอใช้สถานที่และขอใช้กำลังพลของกองร้อย ซึ่งอยู่ระหว่างการฝึก ดังนั้นจึงมีความยากในการทวนซ้ำการทดลอง

5.3.3 มีทรัพยากรบุคคลที่มีความสามารถที่จะช่วยในการเก็บข้อมูล เนื่องจากการดำเนินการภายในค่ายทหาร ทำให้การขออนุญาตขอใช้กำลังพลจากหน่วยงานรับผิดชอบอื่น ๆ เป็นไปได้ยากหรืออาจจะเป็นไปไม่ได้เลย

5.3.4 การเก็บข้อมูลด้านเวลา ต้องคำนึงถึงการเหนื่อยล้าของผู้ทำการทดลอง เนื่องจากการเก็บข้อมูลของแต่ละตัวแปรต้องใช้พลังกำลังโดยส่วนใหญ่ ดังนั้น ในขั้นตอนการเก็บข้อมูลเพื่อจัดปัจจัยแฝงต่าง ๆ จึงต้องให้ผู้ทดลองทำในขั้นตอนเดียวกันหรืออาจจะพร้อม ๆ กัน เช่น การดิ่งข้อและวิ่ง 1 ไมล์ จะต้องให้ผู้ทดลอง วิ่ง 1 ไมล์ พร้อมกันให้เสร็จก่อน แล้วพัก 20 นาที เสร็จแล้วจึงไปดิ่งข้อพร้อมกัน เป็นต้น





ภาพการเก็บข้อมูล

เก็บข้อมูลในวันที่ 12-13 ก.ค. 2562

1. การเก็บข้อมูลอายุ (Age) และความสูง (Height)



รูปที่ 33 วัดความสูงของกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูล วัน เดือน ปีเกิด ด้วยการสอบถามกลุ่มตัวอย่างเพื่อนำมาคำนวณหาอายุ หลังจากทำการวัดส่วนสูงเสร็จ

2. การเก็บข้อมูลน้ำหนัก (Weight) ดัชนีมวลกาย (BMI) Fat (%) Muscle Water Visceral Fat Bone Mass และ Metabolism



รูปที่ 34 การเก็บข้อมูลน้ำหนัก (Weight) และอื่น ๆ

3. Run 1 mile (Second)



รูปที่ 35 การเก็บข้อมูล Run 1 mile (Second)

4. Pull-ups (time)



รูปที่ 36 การเก็บข้อมูล Pull-ups (time)

5. Pushups (time)



รูปที่ 37 การเก็บข้อมูล Pushups (time)

6. Sit-ups (time)



รูปที่ 38 การเก็บข้อมูล Sit-ups (time)

7. วิธีการม้วนตัว

นักกีฬาวิ่งไปยังราวเดี่ยว กระโดดจับราวเดี่ยวโดยหันฝ่ามือเข้า ดึงตัวขึ้นยกขาหมุนกลับ หลังจากนั้นหมุนตัวรอบราวเดี่ยว ปล่อยให้อยู่ในตำแหน่งโหน ปล่อยตัวออกจากราวเดี่ยวโดยให้เท้าสัมผัสพื้นก่อน แล้วจึงดำเนินการต่อไปยังสถานีถัดไป หากนักกีฬาสามารถปฏิบัติได้ด้วยวิธีดังกล่าว หมายความว่านักกีฬาสามารถ “หมุนตัวได้” แต่หากนักกีฬาไม่สามารถปฏิบัติด้วยวิธีดังกล่าว หมายความว่านักกีฬา “หมุนตัวไม่ได้” ดังรูปที่ 39



รูปที่ 39 วิธีการหมุนตัวราวเดี่ยว

8. วิธีการไต่เชือก

การไต่เชือก นักกีฬายืนหันหน้าจับเชือกให้สูงที่สุดเท่าที่จะสูงได้ จับเชือกด้วยมือข้างหนึ่ง อีกข้างหนึ่งจับต่ำลงมา ให้เชือกอยู่ระหว่างขาทั้งสองข้าง หรืออยู่ด้านนอกขาขวาหรือขาซ้ายก็ได้ และจะต้องมีการขยับขาทั้งสองข้างสลับกันเพื่อให้เชือกมาอยู่บนหลังเท้าข้างหนึ่ง และจะอยู่ใต้เท้าอีกข้างหนึ่ง เมื่อถึงตัวขึ้นไปก็จะทำการไต่เชือกขึ้นไปจนสามารถตีกระป๋องสีที่อยู่ด้านบนสุดได้ หากนักกีฬาสามารถปฏิบัติด้วยวิธีดังกล่าว หมายความว่านักกีฬาสามารถ “ไต่เชือกได้” แต่หากนักกีฬาไม่สามารถปฏิบัติด้วยวิธีดังกล่าวได้หมายความว่านักกีฬา “ไต่เชือกไม่ได้” เนื่องจากหากนักกีฬาไม่สามารถไต่เชือกได้ เมื่อนักกีฬาหมดแรงระหว่างไต่เชือกจะทำให้เกิดอุบัติเหตุตกจากเชือกได้



รูปที่ 40 วิธีการวางเท้ากับการไขว้เชือก

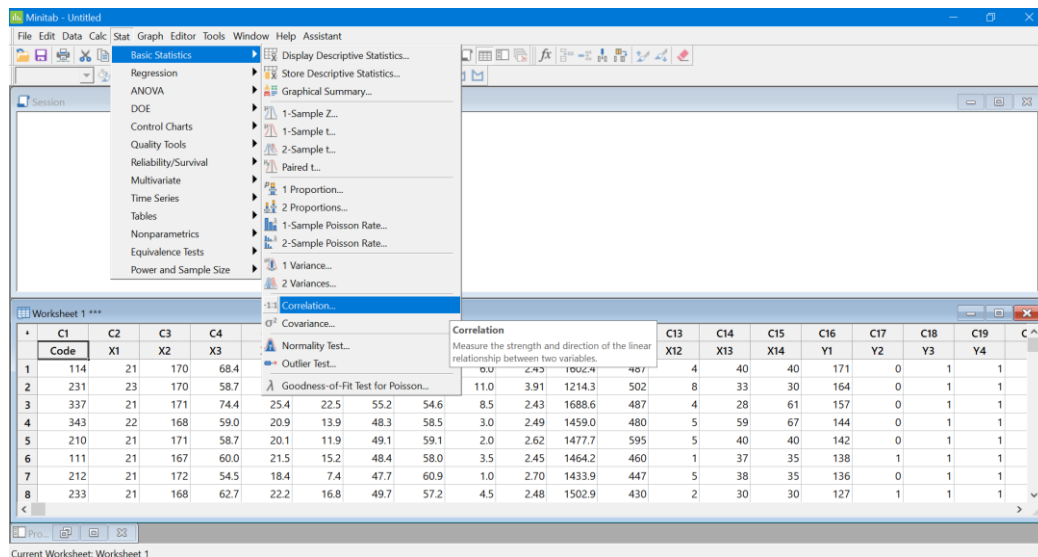


ภาคผนวก ข

วิธีการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ด้วยโปรแกรม Minitab 18

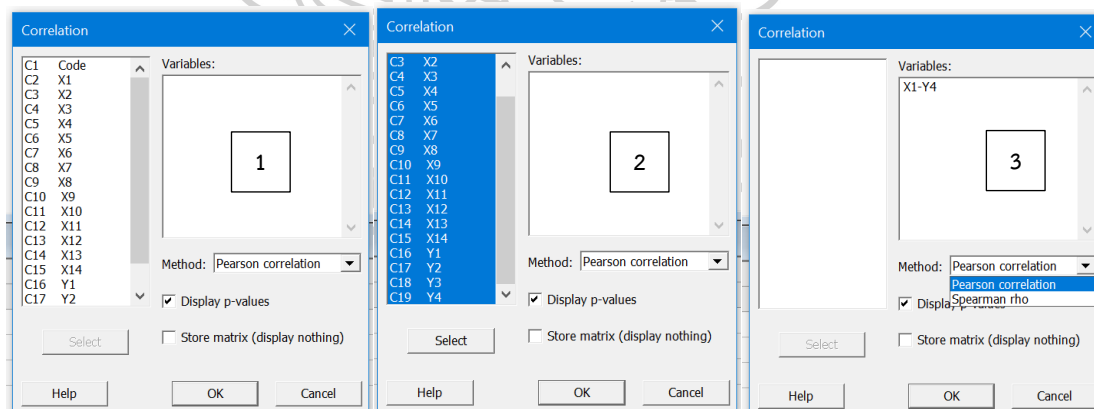
ขั้นตอนที่ 1 นำข้อมูลใส่ลงใน Worksheet รูปที่ 1ข

ขั้นตอนที่ 2 เลือก Basic Statistics > Correlation > Click รูปที่ 1ข



รูปที่ 41 เลือก Basic Statistics > Correlation > Click

ขั้นตอนที่ 3 เลือก Variables > Select และเลือก Pearson correlation > OK รูปที่ 2ข



รูปที่ 42 เลือก Variables > Select และเลือก Pearson correlation > OK

ขั้นตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์

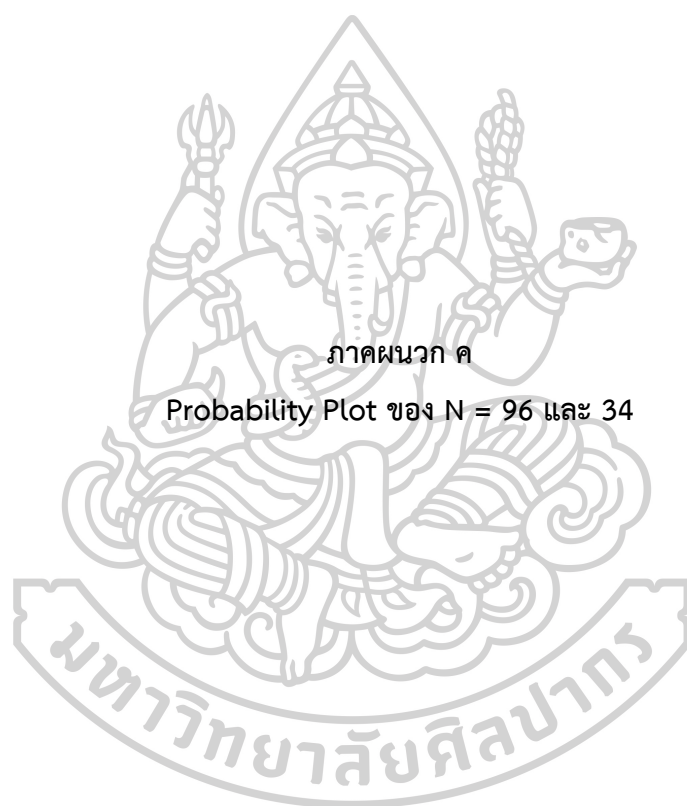
Correlation: X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7, X8, X9, X10, X11, ... Y1, Y2, Y3, Y4

Correlations

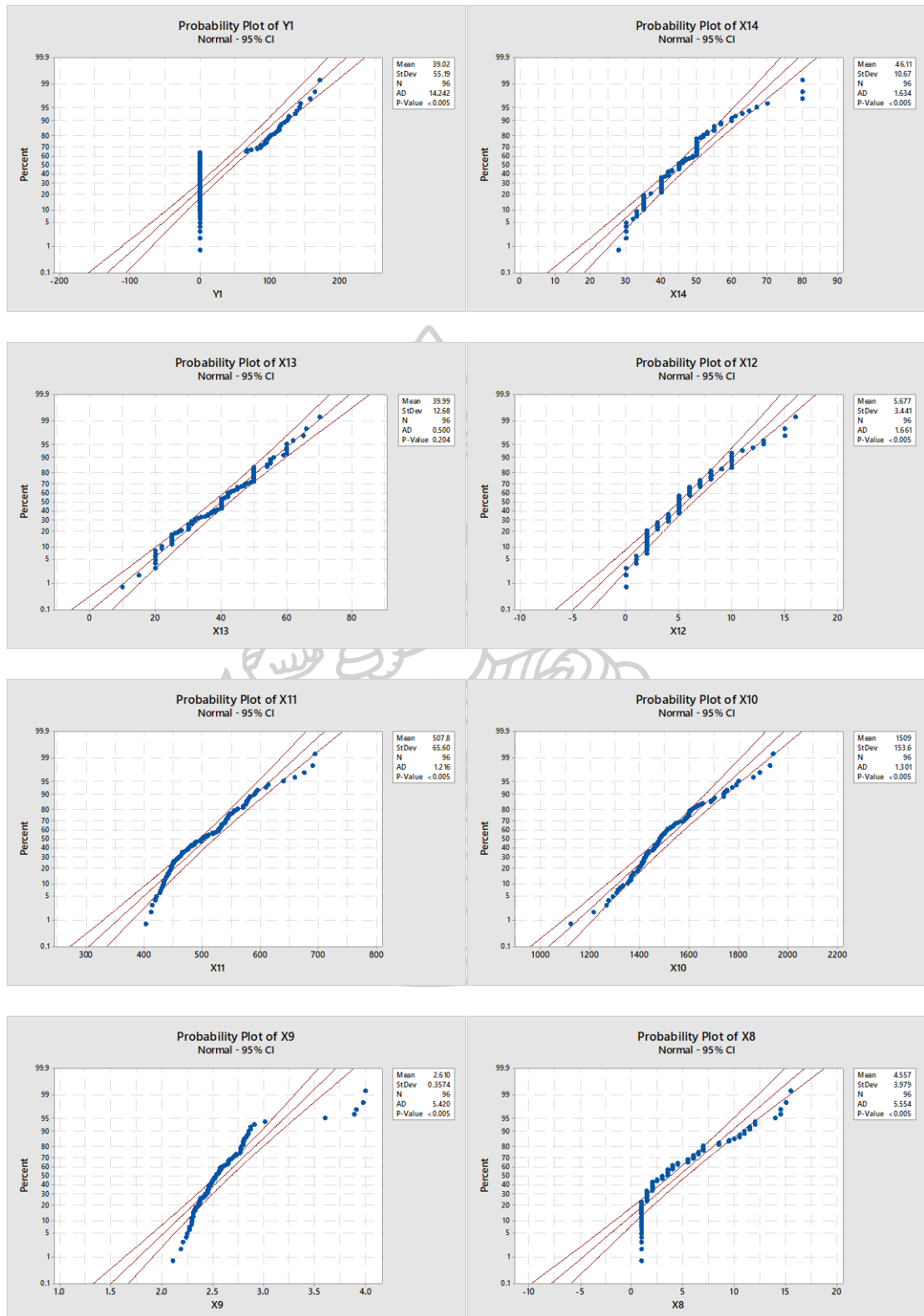
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11
X2	0.030										
	0.771										
X3	0.068	0.375									
	0.512	0.000									
X4	0.091	0.055	0.937								
	0.376	0.596	0.000								
X5	0.103	0.029	0.915	0.984							
	0.316	0.780	0.000	0.000							
X6	0.014	0.604	0.950	0.793	0.757						
	0.891	0.000	0.000	0.000	0.000						
X7	-0.034	-0.154	-0.951	-0.961	-0.973	-0.843					
	0.742	0.135	0.000	0.000	0.000	0.000					
X8	0.202	0.089	0.837	0.873	0.889	0.663	-0.855				
	0.048	0.388	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000				
X9	0.184	0.406	-0.153	-0.330	-0.264	-0.099	0.223	0.126			
	0.073	0.000	0.137	0.001	0.009	0.337	0.029	0.222			
X10	-0.051	0.517	0.905	0.779	0.725	0.965	-0.808	0.531	-0.337		
	0.625	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001			
X11	0.062	0.003	0.244	0.241	0.209	0.226	-0.231	0.203	-0.104	0.236	
	0.550	0.976	0.017	0.018	0.041	0.027	0.024	0.047	0.314	0.021	
X12	-0.045	-0.220	-0.262	-0.202	-0.183	-0.292	0.212	-0.172	-0.004	-0.282	-0.387
	0.666	0.031	0.010	0.048	0.075	0.004	0.038	0.094	0.967	0.005	0.000
Y12	0.030	0.344	0.306	0.180	0.156	0.275	0.225	0.188	0.102	0.227	0.508

รูปที่ 43 ผลการวิเคราะห์

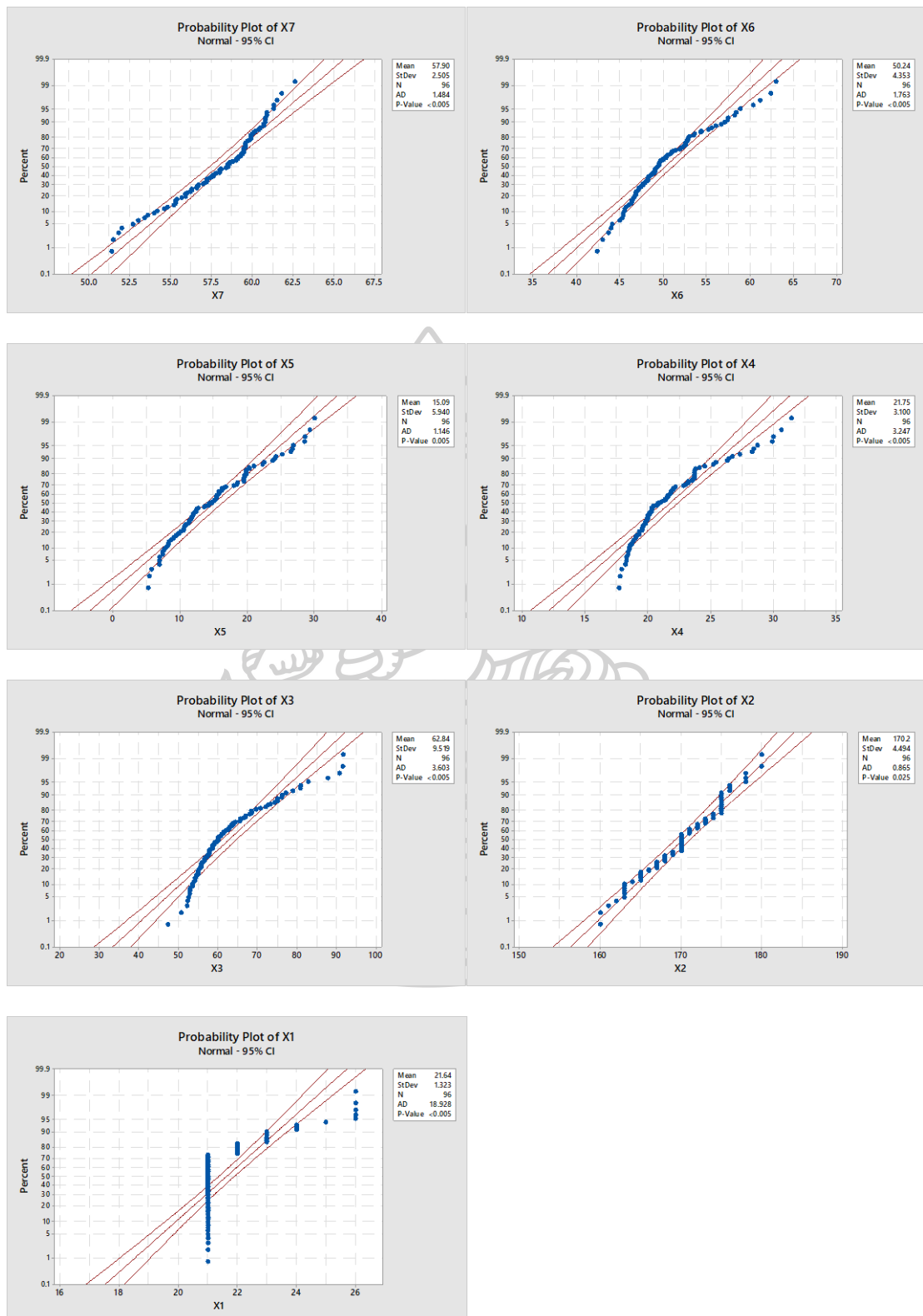




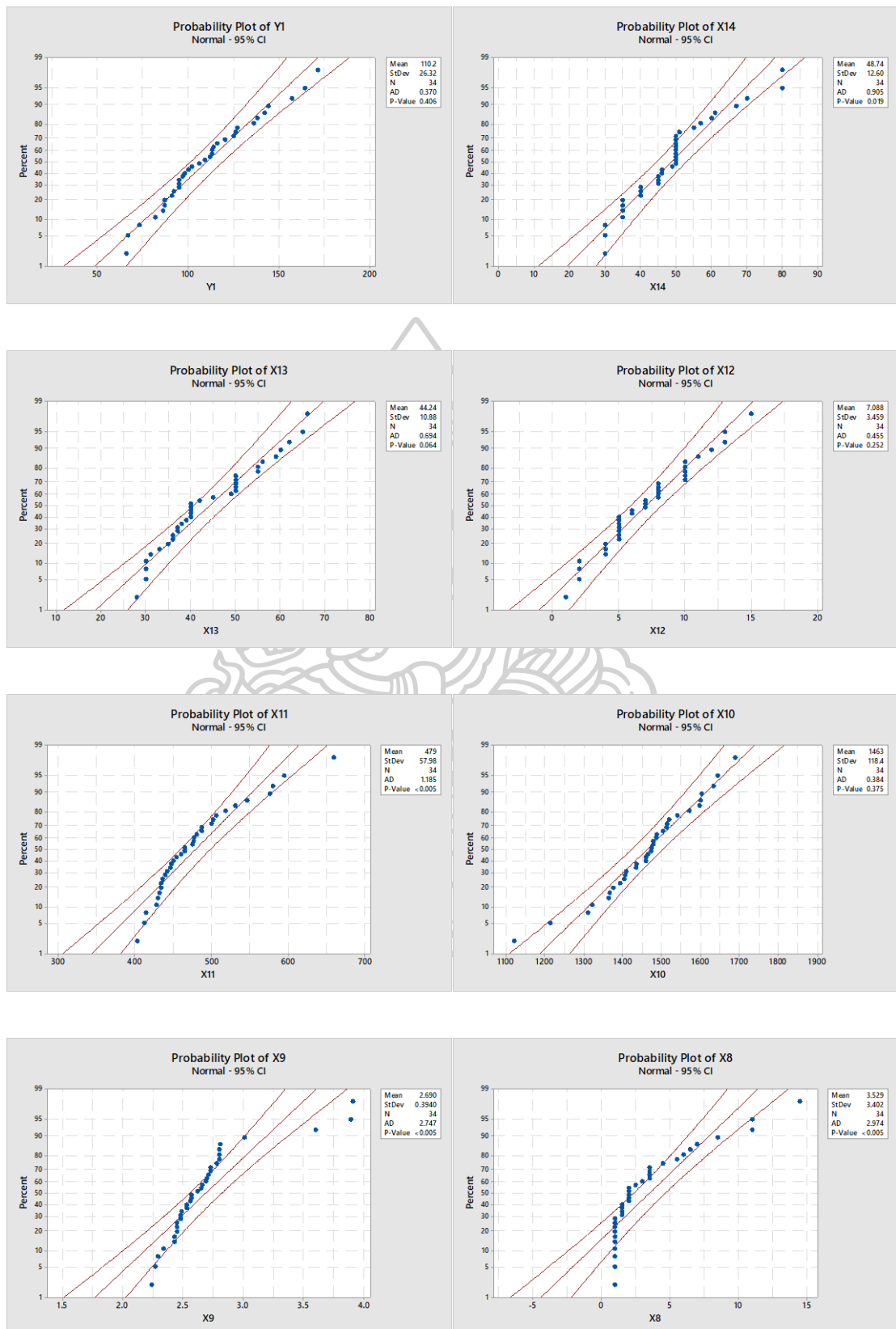
Probability Plot (N = 96)



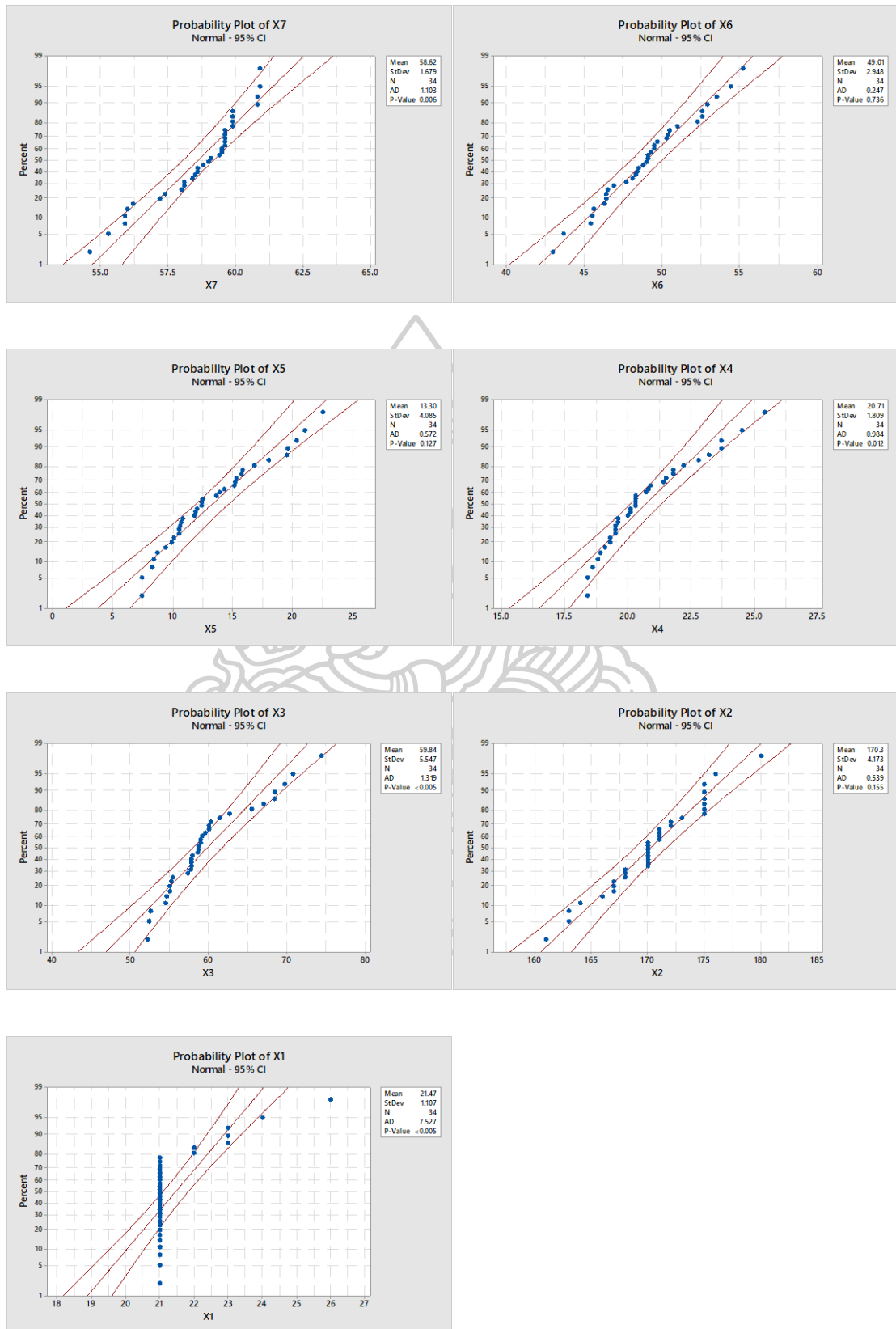
Probability Plot (N = 96) (ต่อ)



Probability Plot (N = 34)



Probability Plot (N = 34) (ต่อ)





ตาราง t

t Table

cum. prob	$t_{.50}$	$t_{.75}$	$t_{.80}$	$t_{.85}$	$t_{.90}$	$t_{.95}$	$t_{.975}$	$t_{.99}$	$t_{.995}$	$t_{.999}$	$t_{.9995}$
one-tail	0.50	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005	0.001	0.0005
two-tails	1.00	0.50	0.40	0.30	0.20	0.10	0.05	0.02	0.01	0.002	0.001
df											
1	0.000	1.000	1.376	1.963	3.078	6.314	12.71	31.82	63.66	318.31	636.62
2	0.000	0.816	1.061	1.386	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	22.327	31.599
3	0.000	0.765	0.978	1.250	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	10.215	12.924
4	0.000	0.741	0.941	1.190	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	7.173	8.610
5	0.000	0.727	0.920	1.156	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	5.893	6.869
6	0.000	0.718	0.906	1.134	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.208	5.959
7	0.000	0.711	0.896	1.119	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.785	5.408
8	0.000	0.706	0.889	1.108	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	4.501	5.041
9	0.000	0.703	0.883	1.100	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.297	4.781
10	0.000	0.700	0.879	1.093	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.144	4.587
11	0.000	0.697	0.876	1.088	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.025	4.437
12	0.000	0.695	0.873	1.083	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.930	4.318
13	0.000	0.694	0.870	1.079	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.852	4.221
14	0.000	0.692	0.868	1.076	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.787	4.140
15	0.000	0.691	0.866	1.074	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.733	4.073
16	0.000	0.690	0.865	1.071	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.686	4.015
17	0.000	0.689	0.863	1.069	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.646	3.965
18	0.000	0.688	0.862	1.067	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.610	3.922
19	0.000	0.688	0.861	1.066	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.579	3.883
20	0.000	0.687	0.860	1.064	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.552	3.850
21	0.000	0.686	0.859	1.063	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.527	3.819
22	0.000	0.686	0.858	1.061	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.505	3.792
23	0.000	0.685	0.858	1.060	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.485	3.768
24	0.000	0.685	0.857	1.059	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.467	3.745
25	0.000	0.684	0.856	1.058	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.450	3.725
26	0.000	0.684	0.856	1.058	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.435	3.707
27	0.000	0.684	0.855	1.057	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.421	3.690
28	0.000	0.683	0.855	1.056	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.408	3.674
29	0.000	0.683	0.854	1.055	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.396	3.659
30	0.000	0.683	0.854	1.055	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.385	3.646
40	0.000	0.681	0.851	1.050	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	3.307	3.551
60	0.000	0.679	0.848	1.045	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	3.232	3.460
80	0.000	0.678	0.846	1.043	1.292	1.664	1.990	2.374	2.639	3.195	3.416
100	0.000	0.677	0.845	1.042	1.290	1.660	1.984	2.364	2.626	3.174	3.390
1000	0.000	0.675	0.842	1.037	1.282	1.646	1.962	2.330	2.581	3.098	3.300
Z	0.000	0.674	0.842	1.036	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	3.090	3.291
	0%	50%	60%	70%	80%	90%	95%	98%	99%	99.8%	99.9%
	Confidence Level										



รายการอ้างอิง

- [1] วรศักดิ์ เพียรชอบ (2527). **หลักและวิธีสอนวิชาพลศึกษา กรุงเทพมหานคร, สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช**
- [2] ไพบจน์ จันทรเสม (2558). **วิทยาศาสตร์การกีฬากับการพัฒนาการกีฬา, วารสารวิชาการสถาบันการพลศึกษา ปีที่ 7 ฉบับที่ 1: 235-239**
- [3] อภิชาติ วงศ์ชดช้อย (2554). **ผลการฝึกแบกน้ำหนักกระโดดโดยใช้ทิศทางการฝึกกระโดดต่างกัน ที่มีต่อสมรรถภาพกล้ามเนื้อในนิสิตคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ปีที่ 7 ฉบับที่ 1: 30-41**
- [4] สุชาติ โสมประยูร (2535). **วิ่งสมาชิกสู่เส้นทางสุขภาพและสมรรถภาพที่สมบูรณ์. กรุงเทพมหานคร: เทพนิมิตการพิมพ์**
- [5] **2019 Military Strength Ranking (BETA) (2562).** เข้าถึงจาก <https://www.globalfirepower.com/countries-listing.asp>: เข้าถึงเมื่อ 19 มี.ค. 62
- [6] สามารถ ศรีมาวงศ์ และคณะ (2553). **คู่มือการฝึกข้ามเครื่องกีดขวาง (Obstacle Course), แผนกยุทธการและการฝึก ศูนย์การฝึกนาวิกโยธิน กองทัพเรือ ; 24)**
- [7] กัญญ์สิริ จันทรเจริญ (2541). **การวิจัยสำหรับนักศึกษาพยาบาล, สงขลา: วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี สงขลา พิมพ์ครั้งที่ 1; 167**
- [8] ธวัชชัย วรพงศธร (2561). **ประชากร ตัวอย่าง และขนาดตัวอย่างสำหรับงานวิจัย, บทความปริทัศน์ กรมอนามัย ส่งเสริมให้คนไทย สุขภาพดี; 11-22**
- [9] ฐิติชญา ขอบทอง และธีรวัฒน์ จันทรทิพย์ (2560). **การมีส่วนร่วมของวัยรุ่นตอนกลางในการส่งเสริมพฤติกรรมทางกายของผู้สูงอายุ. งานประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 9; 1626**
- [10] ศรัณย์ จันทรศรี และ น้อมจิต กิตติโชติพานิชย์ (2557). **ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อคะแนนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์, วารสารวิทยาศาสตร์ลาดกระบัง ปี ที่ 23 ฉบับที่ 1; 62-79**
- [11] ชัยฤกษ์ แก้วพรหมมัลย์ (2558). **ทัศนคติของผู้บริหารระดับสูงต่อบทบาทของทหารในทางการเมืองไทย, วารสารสถาบันวิชาการป้องกันประเทศ ปีที่ 6 ฉบับที่ 4; 98-108**
- [12] บุญชม ศรีสะอาด (2535). **การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น; 168**

รายการอ้างอิง (ต่อ)

- [13] Roscoe, Johh T. (1975). **Fundamental Research Statistics for the Behavioral Sciences**. New York: Holt Rinehart and Winston,Inc, KSM HA 29 .R784
- [14] Yamane, Taro. (1970). **Statistics-An Introductory Analysis**. 2nd ed. Tokyo: John Weather Hill, Inc
- [15] บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ (2535). **ระเบียบวิธีการวิจัยทางสังคมศาสตร์**, กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- [16] Krejcie, R.V. and Mogan, D.W. (1970). **Determining Sample Size for Research Activities**, Journal of Educational and Psychological Measurement. 30(3): 607-610
- [17] เพชรน้อย สิงห์ช่างชัย ศิริพร ชัมภลิจิต และทัศนีย์ นะแส (2535). **วิจัยทางการแพทย์: หลักการและกระบวนการ**, (พิมพ์ครั้งที่ 2).สงขลา: เหมการพิมพ์
- [18] บุญชม ศรีสะอาด (2541). **วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย**, กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น, พิมพ์ครั้งที่ 2; 419
- [19] วาโร เฟ็งสัวส์ดี (2542). **การวิจัยทางการศึกษาปฐมวัยวิทยานิพนธ์ ค.ม. (การบริหารการศึกษา)**, สกลนคร : สถาบันราชภัฏสกลนคร
- [20] ยุทธ ไกยวรรณ (2555). **หลักการและการใช้การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติกสำหรับการวิจัย**, วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย 4(1); 1-12.
- [21] สุขจิตร ตั้งเจริญ และคณะ (2562). **การศึกษาปัจจัยเชิงจำแนกการคงอยู่และการออกกลางคันของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ภาคปกติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ในเขตกรุงเทพมหานคร**, วารสารพฤติกรรมศาสตร์ ปีที่ 25 ฉบับที่ 1 ,ISSN 1686-1442 ; 62-81
- [22] ขวลิต ทับสีรัก (2555). **ตัวแปรเชิงคุณภาพกับการวิเคราะห์การถดถอย**, วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ปีที่ 17 ฉบับที่ 1; 31-42
- [23] วรวิรัตน์ เกตุเต็ง และดรอุณวรรณ สุขสม (2556). **การเปรียบเทียบการฝึกวิ่งสลับช่วงบนลู่วิ่งและวิ่งสลับช่วงในลู่วิ่งที่มีผลต่อตัวแปรทางสรีระวิทยา**, วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ ปีที่ 14 ฉบับที่ 3; 21-33
- [24] สุพัชรินทร์ ปานอุทัย และอภิลักษณ์ เทียนทอง (2556). **แหล่งความเชื่อมั่นทางกีฬาของนักกีฬาเยาวชนไทย: เพศและชนิดกีฬา**, วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา ปีที่ 13 ฉบับที่ 2; 115-125

รายการอ้างอิง (ต่อ)

- [25] ญาณวุฒิ ทวีนันท์ ไพบูลย์ ศรีชัยสวัสดิ์ และนำชัย เลวัลย์ (2555). **แรงจูงใจในการเล่นกีฬายิมนาสติกของสมาชิกศูนย์ฝึกกีฬาไทย-ญี่ปุ่นดินแดง พ.ศ. 2553 (2555)**, วารสารงานวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ ปีที่ 8 ฉบับที่ 1; 13-23
- [26] ศิวพร ภูทอง และแสงหล้า ชัยมงคล (2558). **อัตราส่วนที่เหมาะสมของการเกิดเหตุการณ์ที่สนใจต่อตัวแปรสำหรับการวิเคราะห์การถดถอยลอจิสติกทวิภาคในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนในตัวแปรอธิบาย**, วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปีที่ 23 ฉบับที่ 4; 548-557
- [27] Sang Ku Park and et al. (2018). **Application of a multiple linear regression and an artificial neural network model for the heating performance analysis and hourly prediction of a large-scale ground source heat pump system**, Energy & Building 165; 206-215
- [28] Dušan Cogoljević and et al. (2018). **Analyzing of consumer price index influence on inflation by multiple linear regression**, Physica A 505 (2018); 941-944
- [29] Richard Kicsiny (2016). **Improved multiple linear regression based models for solar collectors**, Renewable Energy 91 (2016); 224-232
- [30] James A. Hanley (2016). **Simple and multiple linear regression: sample size considerations**, Journal of Clinical Epidemiology 79 (2016); 112-119
- [31] อาภาภรณ์ จันทร์แก้ว และคณะฯ (2555). **ผลเทียบพจน์ของการออกกำลังกายแบบ ฟิตเนสต่อการตอบสนองทางสรีรวิทยาของระบบหัวใจ และปอด**, วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา ปีที่ 12 ฉบับที่ 2, 39-48
- [32] ทศน์ศิริรินทร์ สว่างบุญ และ รัชนิวรรณ ตั้งภักดี (2561). **ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการทำวิทยานิพนธ์ของนิสิตระดับบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม**. วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ปีที่ 12 ฉบับที่ 1, 50-60
- [33] กมลมาลย์ พลโยธา และคณะฯ (2557). **การตรวจสอบตัวแปรทำนายสภาวะการหมดไฟในการเล่นกีฬานักกีฬาโครงการช้างเผือกมหาวิทยาลัยบูรพา**. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา ปีที่ 14 ฉบับที่ 2, 187-197

รายการอ้างอิง (ต่อ)

- [34] กนกวรรณ อันบุรี ญัฐยา แก้วมุกดา และ บุญส่ง โกสะ (2557). ผลของการจัดโปรแกรมการเคลื่อนไหวที่มีผลต่อสมรรถภาพทางกลไกของนักเรียนชาย ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนอนุบาลเมืองเสลภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด.วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา ปีที่ 14 ฉบับที่ 2, 143-150
- [35] กฤษณา บุญทา และคณะฯ (2559). ความน่าเชื่อถือของการทดสอบอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ด้วยการกระโดดตบในการประเมินความแข็งแรงของระบบหัวใจและไหลเวียนโลหิต.วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่ ปีที่ 49 ฉบับที่ 3, 344-354
- [36] อรภาณูจน์ ฉิดเสน และ อุดล นาคะโร (2557).ปัจจัยที่ส่งผลต่อขวัญกำลังใจในการปฏิบัติงานของพนักงานครูสังกัดเทศบาลนครภูเก็ต.วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ปีที่ 10 ฉบับที่ 1, 96-115
- [37] อภิสรารัตน์ จิระเดชพงศ์ และ บุญญรัตน์ สัมพันธ์วัฒนชัย (2559). อิทธิพลของภาพลักษณ์ของฟรีเซ็นเตอร์ที่มีชื่อเสียงในวงการฟุตบอลต่อการตัดสินใจซื้ออุปกรณ์กีฬาฟุตบอลของผู้บริโภคในจังหวัดกรุงเทพมหานคร.สุทธิปริทัศน์ ปีที่ 30 ฉบับพิเศษ, 281-291
- [38] ญัฐวดี สุขพันธ์ และ ไพธาว ทวีสุข (2559). ภาพลักษณ์โดยรวมและการสื่อสารการตลาดแบบบูรณาการที่มีอิทธิพลต่อความจงรักภักดีของแฟนสโมสรฟุตบอลไทยพรีเมียร์ลีก.สุทธิปริทัศน์ ปีที่ 30 ฉบับพิเศษ, 227-243
- [39] ฌณาการ ปุประระ ฤกษ์ชัย พุประทีปศิริ และณธกร กัญญาพงษ์ (2559). ปัจจัยการกำกับดูแลกิจการของบริษัทที่ส่งผลต่อผลการดำเนินงาน : กรณีศึกษากลุ่มอุตสาหกรรมธุรกิจการเงินที่จดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย.วารสารวิชาการบริหารธุรกิจ สมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทยในพระราชูปถัมภ์ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ปีที่ 5 ฉบับที่ 1, 34-42
- [40] รุ่งเรือง แสนโกษา (2560). ปัจจัยที่ส่งผลต่อขีดความสามารถการจัดการเชิงกลยุทธ์ของคณะกรรมการบริหารกองทุนหลักประกันสุขภาพระดับท้องถิ่นจังหวัดมหาสารคาม.วารสารวิชาการแพรวกาฬสินธุ์ มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์ ปีที่ 4 ฉบับที่ 1, 87-102
- [41] ไกรวิชญ์ ประชุมพันธ์ ธนสุวิทย์ ทับหิรัญรักษ์ และ สุคนธ์ เครือน้ำคำ (2561). ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมกรรมการอมของผู้บริโภคเพื่อใช้จ่ายในอนาคตของประชาชนในเขตกรุงเทพมหานคร.บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ปีที่ 14 ฉบับที่ 2, 313-329

รายการอ้างอิง (ต่อ)

- [42] สุเมธ พรหมอินทร์ และมณฑรา ยันตศิริ (2556). พฤติกรรมการสร้างเสริมสุขภาพองค์ประกอบของร่างกายและสมรรถภาพทางกายของคนในเครือข่ายสุขภาพชุมชน ตำบลควนรู อำเภอรัตนภูมิ จังหวัดสงขลา,วารสารศิลปศาสตร์ ปีที่ 5 ฉบับที่ 1, หน้า 22



รายการอ้างอิง





ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	กฤษดา สีแพง
วัน เดือน ปี เกิด	15 กุมภาพันธ์ 2536
สถานที่เกิด	โรงพยาบาลนาแห้ว จ.เลย
ที่อยู่ปัจจุบัน	151/2 บ้านวังสะพุง ต.วังหิน อ.วังโป่ง จ.เพชรบูรณ์ 67240

