

ปัจจัยในการเลือกรูปแบบการเดินทางจากกรุงเทพมหานครไปจังหวัดบึงกาฬ

นายนคเรศ พรพฤฒิพันธุ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ปีการศึกษา 2569
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ปัจจัยในการเลือกรูปแบบการเดินทางจากกรุงเทพมหานครไปจังหวัดบึงกาฬ

นายนคเรศ พรพฤฒิพันธุ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ปีการศึกษา 2569
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เรื่อง ปัจจัยในการเลือกรูปแบบการเดินทางจากกรุงเทพมหานครไปจังหวัดบึงกาฬ

โดย นายนคเรศ พรพฤฒิพันธุ์

ได้รับอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติชัย ธนทรัพย์สิน)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทศพร อารีราษฎร์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติชัย ธนทรัพย์สิน)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.เทอดศักดิ์ รองวิริยะพานิช)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุพรชัย อุทัยนฤมล)

ชื่อ : นายนคเรศ พรพฤฒิพันธุ์
ชื่อวิทยานิพนธ์ : ปัจจัยในการเลือกรูปแบบการเดินทางจาก
กรุงเทพมหานครไปจังหวัดบึงกาฬ
สาขาวิชา : วิศวกรรมโยธา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติชัย ธนทรัพย์สิน
ปีการศึกษา : 2569

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทางจากกรุงเทพมหานครไปจังหวัดบึงกาฬ และวิเคราะห์ส่วนแบ่งตลาดภายใต้สถานการณ์สมมติซึ่งจังหวัดปลายทางไม่มีท่าอากาศยานพาณิชย์และเส้นทางรถไฟเข้าถึงโดยตรง เก็บข้อมูลจากผู้เดินทาง 411 ราย ด้วยเทคนิค Revealed Preference ร่วมกับ Stated Preference จำนวน 10 สถานการณ์ รวม 4,110 ชุดทางเลือก (ประมาณค่าแบบจำลองจากข้อมูล SP โดยใช้ข้อมูล RP เป็นตัวแปรอธิบาย) ครอบคลุมรถยนต์ส่วนบุคคล รถโดยสารประจำทาง รถไฟร่วมกับรถต่อ และเครื่องบินร่วมกับรถต่อ วิเคราะห์ด้วยแบบจำลองโลจิตพหุนามโดยใช้ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานแบบจัดกลุ่มที่ระดับผู้ตอบ ผลการวิจัยพบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ได้แก่ เวลาเดินทาง รายได้ ค่าใช้จ่ายการเดินทางครั้งล่าสุด และประสบการณ์การเดินทางด้วยเครื่องบิน โดยเวลาเดินทางส่งผลลบต่อทุกรูปแบบ ผู้มีรายได้สูงมีแนวโน้มเลือกเครื่องบินมากขึ้น และผู้ที่เคยใช้เครื่องบินมีแนวโน้มเลือกซ้ำสะท้อนความเฉื่อยในพฤติกรรมการเดินทาง แบบจำลองมีค่า McFadden's ρ^2 เท่ากับ 0.1618 และความแม่นยำในการทำนายร้อยละ 47.3 ส่วนแบ่งตลาดของรถยนต์ส่วนบุคคลในสถานการณ์สมมติอยู่ที่ร้อยละ 39 - 44 ต่ำกว่าร้อยละ 77.62 ในข้อมูลจริง และเมื่อมีท่าอากาศยานและรถไฟเข้าถึงจังหวัดโดยตรง ส่วนแบ่งของเครื่องบินเพิ่มเป็นร้อยละ 29 - 31 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายจึงควรมุ่งลดเวลาเดินทางแบบประตูถึงประตูและลดจำนวนครั้งในการเปลี่ยนพาหนะ

(มีจำนวนทั้งสิ้น 77 หน้า)

คำสำคัญ : การเลือกวิธีการเดินทาง, แบบจำลองโลจิตพหุนาม, ความชอบเชิงสมมติ, การเดินทางระยะไกล, จังหวัดบึงกาฬ

_____ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Name : Mr. Nakared Phonprutthipan
Thesis Title : Factors Influencing Mode Choice for Travel from Bangkok to Bueng Kan Province
Major Field : Civil Engineering
King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Thesis Advisor : Associate Professor Dr. Kittichai Thanasupsin
Academic Year : 2026

ABSTRACT

This research examines the factors influencing travel mode choice from Bangkok to Bueng Kan Province, a destination with neither a commercial airport nor a direct railway connection, and estimates modal market shares under hypothetical scenarios. Data were collected from 411 travellers using Revealed Preference and Stated Preference (SP) techniques across ten scenarios, yielding 4,110 choice sets covering private car, intercity bus, rail with connecting transfer, and air with connecting transfer. A Multinomial Logit Model (MNL) was estimated with standard errors clustered at the respondent level. The results show that travel time, income, cost of the most recent trip, and previous air travel experience significantly influence mode choice at the 0.05 level. Travel time reduces the utility of all modes, higher-income travellers favour air travel, and previous air travellers tend to choose air again, reflecting travel habit inertia. The model achieves a McFadden pseudo R-squared of 0.1618 and a prediction accuracy of 47.3 percent. The predicted private car share in the hypothetical scenarios is 39 – 44 percent, compared with 77.62 percent in observed behaviour, while the air share rises to 29 – 31 percent when a local airport and direct railway are assumed. Policy should therefore prioritise reducing door-to-door travel time and the number of transfers.

(Total 77 Pages)

Keywords: Travel Mode Choice, Multinomial Logit Model, Stated Preference, Long-Distance Travel, Bueng Kan Province

_____ Advisor

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่อง "ปัจจัยในการเลือกรูปแบบการเดินทางจากกรุงเทพมหานครไปจังหวัดบึงกาฬ" ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร. กิตติชัย ธนทรัพย์สิน อาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้สละเวลาให้คำปรึกษา แนะนำแนวทางการวิเคราะห์ และตรวจสอบความถูกต้องของการพัฒนาแบบจำลองโลจิตพหุนาม (MNL) รวมถึงการกำหนดฟังก์ชันอรรถประโยชน์ให้มีความสมบูรณ์และถูกต้องตามหลักวิชาการ

ขอขอบพระคุณ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ได้สนับสนุนองค์ความรู้และสถานที่ในการดำเนินงานวิจัย

ขอขอบพระคุณ กลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 411 ท่าน ที่เสียสละเวลาให้ข้อมูลพฤติกรรมการเดินทางผ่านเทคนิคความพึงพอใจที่แสดงออกจริง (RP) และความพึงพอใจเชิงสมมติ (SP) ข้อมูลที่ได้รับถือเป็นหัวใจสำคัญที่ทำให้งานวิจัยนี้สามารถวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกโหมดการเดินทางจากกรุงเทพมหานครไปยังจังหวัดบึงกาฬได้อย่างมีนัยสำคัญ

ท้ายที่สุดนี้ ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าผลการศึกษาและข้อเสนอแนะเชิงนโยบายที่ได้รับจากงานวิจัยฉบับนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการนำไปวางแผนพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและยกระดับคุณภาพการขนส่งสาธารณะ เพื่ออำนวยความสะดวกในการเดินทางให้แก่ผู้เยี่ยมเยือนจังหวัดบึงกาฬสืบไป

นคเรศ พรพฤฒิพันธุ์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญรูปภาพ ..... ฎ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย 2
1.3 ขอบเขตการวิจัย 2
1.4 ความเป็นมาและความสำคัญ 2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3
2.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 3
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 16
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 21
3.1 รูปแบบและขอบเขตการวิจัย 21
3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 21
3.3 ชุดทางเลือกและโซ่การเดินทาง 22
3.4 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา 26

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.5 การออกแบบแบบสอบถาม 30
3.6 การออกแบบสถานการณ์เชิงเลือก 30
3.7 การเก็บรวบรวมข้อมูล 36
3.8 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล 36
บทที่ 4 ผลการศึกษา 40
4.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม 40
4.2 การตรวจสอบคุณภาพข้อมูลและการออกแบบสถานการณ์ 52
4.3 ชุดทางเลือกและโซ่การเดินทาง 57
4.4 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา 64
4.5 การวิเคราะห์ส่วนแบ่งตลาด 66
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ 70
5.1 สรุปผลการศึกษา 70
5.2 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย 73
บรรณานุกรม 74
ประวัติผู้เขียน 77

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2-1 กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างของ Yamane 14

2-2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 18

3-1 นิยามชุดทางเลือกและลักษณะการเดินทางของรูปแบบการเดินทาง 22

3-2 เกณฑ์การกำหนดระดับความสะดวกสบาย 27

3-3 ตัวแปรลักษณะของผู้เดินทางและการกำหนดรหัส 27

3-4 ระดับเวลาเดินทางในแต่ละสถานการณ์ 31

3-5 ระดับค่าใช้จ่ายในแต่ละสถานการณ์ 31

3-6 ระดับความถี่ ความสะดวกสบาย และจำนวนครั้งเปลี่ยนพาหนะ 32

3-7 การเปลี่ยนแปลงของเวลาเดินทางและค่าใช้จ่ายเทียบกับสถานการณ์ที่ 1 33

3-8 การกำหนดระดับความสะดวกสบายของแต่ละทางเลือก 35

4-1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม 40

4-2 จำนวนครั้งที่แต่ละรูปแบบการเดินทางถูกเลือกในข้อมูลสถานการณ์สมมติ จำแนกตามสถานการณ์ 51

4-3 ความแปรผันของผลต่างคุณลักษณะเทียบกับรถยนต์ส่วนบุคคล 53

4-4 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมนระหว่างตัวแปรลักษณะของผู้เดินทาง 54

4-5 ค่า Variance Inflation Factor (VIF) ของตัวแปรอิสระ 55

4-6 ส่วนแบ่งการเลือกในสถานการณ์ที่ 9 และ 10 57

4-7 การทดสอบตัวแปรคุณลักษณะของรูปแบบการเดินทางทีละขั้น 58

4-8 ค่าสัมประสิทธิ์จากแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางไปจังหวัดบึงกาฬ 59

4-9 ค่าสถิติความเหมาะสมของแบบจำลอง 64

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4-10 ผลการทดสอบข้อสมมติ IIA ด้วยวิธี Hausman-McFadden 65

4-11 ส่วนแบ่งตลาดที่สังเกตได้เทียบกับที่ทำนายจากแบบจำลอง.....66

สารบัญรูปภาพ

ภาพที่ หน้า

2-1 แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง (Mode Choice).....6

3-1 รูปแบบการเดินทางโดยรถโดยสารประจำทาง 23

3-2 รูปแบบการเดินทางโดยรถโดยสารประจำทาง 23

3-3 รูปแบบการเดินทางโดยรถไฟ.....24

3-4 รูปแบบการเดินทางโดยรถไฟ.....24

3-5 รูปแบบการเดินทางโดยเครื่องบิน.....25

3-6 รูปแบบการเดินทางโดยเครื่องบิน.....25

4-1 การกระจายของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามเพศ.....42

4-2 การกระจายของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามอายุ 43

4-3 การกระจายของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามอาชีพหลัก.....44

4-4 การกระจายของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามรายได้เฉลี่ยต่อเดือน.....45

4-5 การกระจายของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามการครอบครองรถยนต์ส่วนบุคคล 46

4-6 การกระจายของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามตามวัตถุประสงค์การเดินทางครั้งล่าสุด ..47

4-7 การกระจายของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามรูปแบบการเดินทางครั้งล่าสุด 48

4-8 การกระจายของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามเวลาเดินทางครั้งล่าสุด.....48

4-9 การกระจายของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามค่าใช้จ่ายการเดินทางครั้งล่าสุด.....49

4-10 การกระจายของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามจำนวนครั้งที่ต้องเปลี่ยนพาหนะครั้งล่าสุด 50

4-11 เปรียบเทียบสัดส่วนรูปแบบการเดินทางระหว่างข้อมูลการเดินทางจริง (RP) และข้อมูลสถานการณ์สมมติ (SP).....52

4-12 ส่วนแบ่งตลาดที่สังเกตได้จำแนกตามสถานการณ์.....64

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การเดินทางระหว่างกรุงเทพมหานครและจังหวัดบึงกาฬเป็นการเดินทางระยะไกลที่มีรูปแบบการเดินทางหลายรูปแบบ เช่น รถยนต์ส่วนบุคคล รถโดยสารประจำทาง รถไฟร่วมกับรถต่อ และการเดินทางโดยเครื่องบิน ผ่านจังหวัดใกล้เคียง เช่น อุดรธานี สกลนคร นครพนม แล้วต่อรถเข้าบึงกาฬ แม้จะมีรูปแบบการเดินทางหลากหลาย แต่พฤติกรรมการเลือกโหมดของผู้เดินทางในเส้นทางนี้ยังไม่เป็นที่เข้าใจอย่างชัดเจน เนื่องจากขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น เวลาเดินทาง ค่าใช้จ่าย ความสะดวกสบาย ความปลอดภัย รวมถึงวัตถุประสงค์การเดินทาง

จังหวัดบึงกาฬเป็นจังหวัดชายแดนที่มีบทบาททางเศรษฐกิจ การท่องเที่ยว และการค้าชายแดนเพิ่มสูงขึ้นต่อเนื่อง ประกอบกับมีการเดินทางเข้าออกจังหวัดจากหลายกลุ่มผู้ใช้ เช่น นักท่องเที่ยว นักศึกษา แรงงาน และข้าราชการ

การวางแผนระบบการเดินทางที่สอดคล้องกับความต้องการของประชาชนจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง การทำความเข้าใจปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกโหมดการเดินทางจะช่วยกำหนดแนวทางพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน การให้บริการระบบขนส่ง และการบริหารจัดการการเดินทางระยะไกลได้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

นอกจากนี้ จังหวัดบึงกาฬยังไม่มีโครงสร้างพื้นฐานด้านการคมนาคมบางประเภท เช่น ไม่มีสนามบินพาณิชย์ภายในจังหวัด ส่งผลให้ผู้โดยสารต้องใช้รูปแบบการเดินทางผสมผสาน เช่น เครื่องบินรวมกับรถโดยสาร ซึ่งยิ่งทำให้พฤติกรรมการเลือกโหมดมีความซับซ้อนมากขึ้น เมื่อการเดินทางมีความยุ่งยาก ผู้เดินทางจะปรับตัวเลือกอย่างไร ปัจจัยใดที่มีอิทธิพลสูงที่สุด และมีความเต็มใจที่จะเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางหรือไม่ เป็นคำถามเชิงนโยบายที่ยังไม่มีคำตอบจากงานวิจัยที่ผ่านมา

จากการทบทวนงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกโหมดการเดินทางทั้งการเดินทางในเมืองและการเดินทางระยะไกล ส่วนใหญ่ดำเนินการในพื้นที่ที่ผู้เดินทางเข้าถึงโครงสร้างพื้นฐานด้านการขนส่งได้โดยตรงหรือในระยะใกล้ เช่น กรุงเทพมหานคร (Witchayaphong et al., 2020) ปทุมธานี (Iamtrakul et al., 2024) และเวียงจันทน์-อุดรธานี (Sounthavong et al., 2021) แต่ยังไม่มีการศึกษาพฤติกรรมการเลือกโหมดในเส้นทางที่จุดหมายปลายทางไม่มีสนามบินพาณิชย์และเส้นทางรถไฟตรง อย่างกรณีจังหวัดบึงกาฬ ซึ่งผู้เดินทางต้องพึ่งพารูปแบบการเดินทางต่อเนื่องหลายทอด (Combined/Intermodal Trip) งานวิจัยนี้จึงมุ่งเติมเต็มช่องว่างดังกล่าวโดยศึกษา

พฤติกรรมการเลือกโหมดในบริบทที่มีข้อจำกัดด้านโครงสร้างพื้นฐาน ซึ่งเท่าที่ผู้วิจัยทบทวนยังไม่พบการศึกษาเชิงแบบจำลองในประเทศไทยมาก่อน

ดังนั้นการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกวิธีการเดินทางไปยังจังหวัดบึงกาฬจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งทั้งในเชิงวิชาการและเชิงปฏิบัติ ผลลัพธ์ที่ได้จะช่วยให้หน่วยงานด้านการคมนาคมสามารถ

(1) ประเมินความต้องการเดินทางของผู้ใช้ในปัจจุบัน

(2) พัฒนาแบบจำลองคาดการณ์การเลือกโหมดในอนาคต

(3) เสนอแนวทางปรับปรุงระบบขนส่ง เช่น เพิ่มเที่ยวบริการ ปรับราคาค่าโดยสาร หรือพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานใหม่รวมถึงสนับสนุนการวางแผนเชิงนโยบายเพื่อยกระดับคุณภาพการเดินทางของประชาชนในเส้นทางกรุงเทพฯ – บึงกาฬและพื้นที่ใกล้เคียงอย่างยั่งยืน

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษารูปแบบการเดินทางไปยังจังหวัดบึงกาฬ

1.2.2 เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเลือกวิธีการเดินทาง (เช่น รถยนต์ส่วนตัวรถโดยสาร รถไฟต่อด้วยรถโดยสาร และเครื่องบินต่อด้วยรถโดยสาร)

1.2.3 เพื่อวิเคราะห์ส่วนแบ่งตลาดของโหมดการเดินทางภายใต้สถานการณ์สมมติที่เปลี่ยนแปลงเงื่อนไขด้านเวลาและค่าใช้จ่ายสำหรับสนับสนุนการวางแผนเชิงนโยบายด้านการขนส่ง

1.3 ขอบเขตการวิจัย

พื้นที่ศึกษา : กรุงเทพมหานครและจังหวัดบึงกาฬ

กลุ่มเป้าหมาย : นักท่องเที่ยวและผู้เดินทางระหว่างกรุงเทพมหานครและจังหวัดบึงกาฬ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 พยากรณ์ความเป็นไปได้ของการเดินทางโดยรูปแบบต่าง ๆ

1.4.2 ช่วยในการวางแผนการพัฒนาโครงข่ายการเดินทาง (เช่น เพิ่มเที่ยวรถโดยสาร, ปรับปรุงการขนส่ง)

1.4.3 รองรับการวิเคราะห์เชิงนโยบาย เช่น การลดเวลาเดินทางแบบประตูถึงประตู การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน และการลดจำนวนครั้งในการเปลี่ยนพาหนะ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยนี้ได้ทบทวนแนวคิดและทฤษฎีเพื่อนำมาใช้ในการกำหนดกรอบแนวคิดและสมมติฐานในการวิจัย โดยผู้วิจัยได้กำหนดประเด็นการศึกษาไว้ ดังนี้

1. พฤติกรรมการเดินทาง
2. แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง
3. ทฤษฎีอรรถประโยชน์ (Utility Theory)
4. การทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง
5. การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง
6. เทคนิคสำรวจและเก็บข้อมูล
7. การออกแบบการทดลองเชิงเลือกแบบ Stated Preference

2.1.1 ทฤษฎีพฤติกรรมการเดินทาง (Travel Behavior Theory)

พฤติกรรมการเดินทาง (Travel Behavior) หมายถึง กระบวนการตัดสินใจของบุคคลในการเดินทาง ซึ่งครอบคลุมการตัดสินใจหลายระดับ เช่น การตัดสินใจว่าจะเดินทางหรือไม่ การเลือกวัตถุประสงค์การเดินทาง การเลือกช่วงเวลา การเลือกเส้นทาง และโดยเฉพาะอย่างยิ่ง การเลือกโหมดการเดินทาง (Mode Choice) ซึ่งถือเป็นองค์ประกอบสำคัญในการวิเคราะห์และวางแผนระบบขนส่ง

การศึกษาพฤติกรรมการเดินทางมีพื้นฐานมาจากแนวคิดทางเศรษฐศาสตร์จุลภาค (Microeconomic Theory) โดยสมมติว่าผู้เดินทางเป็นผู้ตัดสินใจอย่างมีเหตุผล (Rational Decision Maker) และจะเลือกทางเลือกที่สามารถตอบสนองความต้องการของตนเองได้ดีที่สุดภายใต้ข้อจำกัดด้านทรัพยากร เช่น เวลา ค่าใช้จ่าย และรายได้ (Ortúzar & Willumsen, 2011)

พฤติกรรมการเดินทางของบุคคลได้รับอิทธิพลจากปัจจัยหลายด้าน ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มหลักได้ดังนี้

1. ปัจจัยด้านบุคคล (Socio-economic Characteristics) เช่น อายุ เพศ อาชีพ รายได้ การครอบครองยานพาหนะ และสถานะครอบครัว ปัจจัยเหล่านี้ส่งผลต่อความสามารถและความเต็มใจในการเลือกใช้โหมดการเดินทางแต่ละประเภท

2. ปัจจัยด้านการเดินทาง (Trip Characteristics) ได้แก่ วัตถุประสงค์การเดินทาง ระยะทาง ความเร่งด่วน และความถี่ในการเดินทาง ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อการเลือกโหมด เช่น การเดินทางเพื่อทำงานมักให้ความสำคัญกับความตรงต่อเวลา ในขณะที่การเดินทางเพื่อท่องเที่ยวอาจให้ความสำคัญกับความสะดวกสบายมากกว่า

3. ปัจจัยด้านระบบขนส่ง (Transport System Attributes) เช่น เวลาเดินทาง ค่าใช้จ่าย ความถี่ในการให้บริการ ความสะดวกสบาย ความปลอดภัย และความน่าเชื่อถือของระบบขนส่ง ปัจจัยเหล่านี้มักถูกนำมาใช้เป็นตัวแปรอธิบายในแบบจำลองการเลือกโหมดการเดินทาง (Ben-Akiva & Lerman, 1985)

พฤติกรรมการเดินทางและแบบจำลองอุปสงค์การเดินทาง ในการวางแผนระบบขนส่ง พฤติกรรมการเดินทางถูกนำมาอธิบายผ่าน แบบจำลองอุปสงค์การเดินทาง (Travel Demand Models) ซึ่งโดยทั่วไปประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่

1. การสร้างการเดินทาง (Trip Generation) การสร้างการเดินทางเป็นขั้นตอนแรกของแบบจำลองอุปสงค์การเดินทาง มีวัตถุประสงค์เพื่อประมาณจำนวนการเดินทางที่เกิดขึ้นในแต่ละพื้นที่ย่อย (Traffic Analysis Zone: TAZ) โดยพิจารณาทั้งจำนวนการเดินทางที่ออกจากพื้นที่ (Trip Production) และจำนวนการเดินทางที่เข้าสู่พื้นที่ (Trip Attraction)

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการสร้างการเดินทาง ได้แก่ ลักษณะด้านสังคมและเศรษฐกิจ เช่น จำนวนประชากร รายได้ การจ้างงาน การใช้ที่ดิน และการครอบครองยานพาหนะ วิธีการที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์การสร้างการเดินทาง ได้แก่ การวิเคราะห์อัตราการเดินทาง (Trip Rate Analysis) และแบบจำลองการถดถอย (Regression Models) (Meyer & Miller, 2001)

2. การกระจายการเดินทาง (Trip Distribution) การกระจายการเดินทางเป็นขั้นตอนที่สอง ซึ่งมีเป้าหมายในการกำหนดว่าการเดินทางที่ถูกสร้างขึ้นในแต่ละพื้นที่ต้นทางจะกระจายไปยังพื้นที่ปลายทางใดบ้าง โดยอาศัยแนวคิดว่าความถี่ในการเดินทางระหว่างสองพื้นที่จะลดลงเมื่อระยะทางหรือความต้านทานในการเดินทางเพิ่มขึ้น

แบบจำลองที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการกระจายการเดินทาง ได้แก่ แบบจำลองแรงโน้มถ่วง (Gravity Model) ซึ่งเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ต้นทางและปลายทางกับกฎแรงโน้มถ่วงทางฟิสิกส์ โดยคำนึงถึงขนาดของกิจกรรมและความต้านทานในการเดินทาง เช่น เวลาเดินทางหรือค่าใช้จ่าย (Ortúzar & Willumsen, 2011)

3. การเลือกโหมดการเดินทาง (Mode Choice) การเลือกโหมดการเดินทางเป็นขั้นตอนที่สามและถือเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในงานวิศวกรรมขนส่ง เนื่องจากส่งผลโดยตรงต่อการใช้โครงสร้างพื้นฐานและนโยบายด้านการคมนาคมขนส่ง ขั้นตอนนี้มุ่งเน้นการวิเคราะห์ว่าผู้เดินทางจะเลือกใช้โหมดการเดินทางใด เช่น รถยนต์ส่วนบุคคล รถโดยสารสาธารณะ รถไฟ หรือเครื่องบิน

การวิเคราะห์การเลือกโหมดการเดินทางมักอาศัยทฤษฎีการเลือกแบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete Choice Theory) และทฤษฎีอรรถประโยชน์ โดยตัวแปรสำคัญที่ใช้ในการอธิบายการตัดสินใจได้แก่ เวลาเดินทาง ค่าใช้จ่าย ความสะดวกสบาย และคุณภาพการให้บริการ (Ben-Akiva & Lerman, 1985)

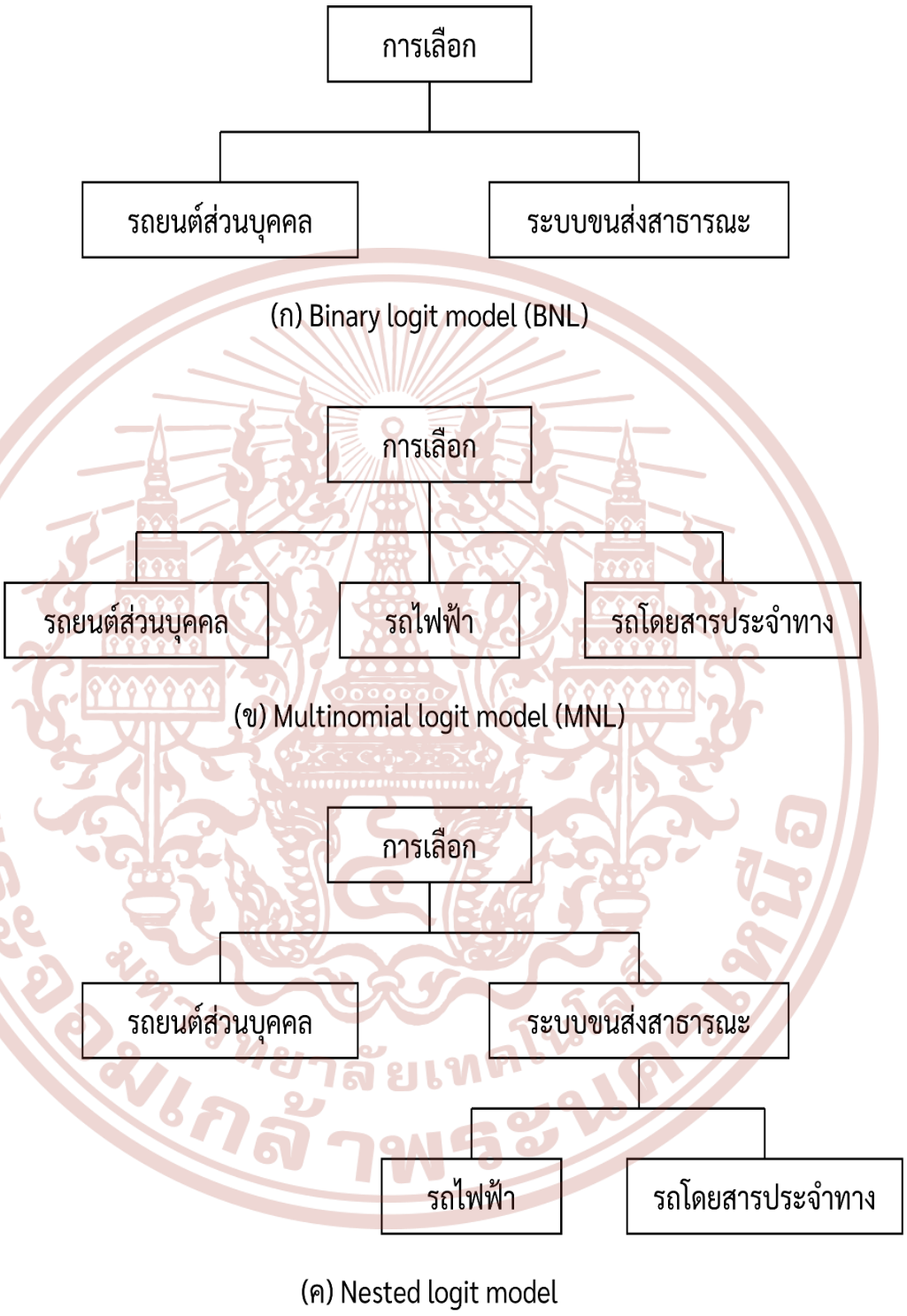
4. การกำหนดเส้นทาง (Trip Assignment) การกำหนดเส้นทางเป็นขั้นตอนสุดท้ายของแบบจำลองอุปสงค์การเดินทาง มีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดเส้นทางที่ผู้เดินทางเลือกใช้บนโครงข่ายคมนาคม โดยพิจารณาการกระจายตัวของปริมาณจราจรบนแต่ละเส้นทาง

แนวคิดพื้นฐานของการกำหนดเส้นทางคือ หลักการสมดุลของผู้ใช้ (User Equilibrium) ซึ่งเสนอว่าผู้เดินทางจะเลือกเส้นทางที่มีค่าใช้จ่ายต่ำที่สุดสำหรับตนเอง และจะไม่มีใครสามารถเปลี่ยนเส้นทางแล้วทำให้ตนเองได้ประโยชน์มากขึ้นได้ (Wardrop, 1952)

ในบรรดาขั้นตอนเหล่านี้ การเลือกโหมดการเดินทางมีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากส่งผลโดยตรงต่อปริมาณการใช้โครงสร้างพื้นฐาน ประสิทธิภาพของระบบขนส่ง และผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม (Meyer & Miller, 2001)

2.1.2 แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง (Mode Choice)

แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง (Mode Choice or Modal Split Model) มักนิยมวิเคราะห์เป็นแบบจำลองแยกย่อย (Disaggregate Model) แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางจะอยู่ในรูปของแบบจำลองโลจิต (Logit Model) ที่ประกอบด้วยฟังก์ชั่นอรรถประโยชน์ของรูปแบบการเดินทางแต่ละประเภท โดยแบบจำลองแบ่งได้ตามจำนวนตัวเลือกรูปแบบการเดินทาง ที่มาวิเคราะห์พฤติกรรมการเลือกของผู้เดินทาง ซึ่งประกอบด้วย แบบจำลองโลจิตทวิ (Binary Logit Model : BNL) มีตัวเลือก 2 รูปแบบการเดินทาง เช่น การเลือกระหว่างการเดินทางด้วยรถยนต์ส่วนบุคคลและระบบขนส่งสาธารณะ, แบบจำลองโลจิตพหุนาม (Multinomial Logit Model : MNL) มีตัวเลือกมากกว่า 2 รูปแบบ เช่น การเลือกระหว่างการเดินทางด้วยรถยนต์ส่วนบุคคล รถไฟฟ้า และรถโดยสารประจำทาง, แบบจำลองโลจิตเนสเต็ด (Nested Logit Model) เป็นการวิเคราะห์การเลือกรูปแบบการเดินทางมากกว่า 2 รูปแบบ แต่การเลือกแต่ละครั้งมีลักษณะเป็นลำดับขั้น (Hierarchical Choice Model) ความแตกต่างระหว่างแบบจำลองทั้ง 3 รูปแบบแสดงดังภาพที่ 2-1 (Ben-Akiva & Lerman, 1985)



ภาพที่ 2-1 แบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทาง (Mode Choice)

2.1.3 ทฤษฎีอรรถประโยชน์ (Utility Theory)

การเลือกโหมดการเดินทางเป็นกระบวนการตัดสินใจที่ผู้เดินทางเลือกหนึ่งทางเลือกจากชุดทางเลือก (Choice Set) ที่มีอยู่ เช่น รถยนต์ส่วนบุคคล รถโดยสารประจำทาง รถไฟ หรือเครื่องบิน การตัดสินใจดังกล่าวตั้งอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีอรรถประโยชน์ (Utility Theory) ซึ่งสมมติว่าผู้เดินทางจะเลือกทางเลือกที่ให้อรรถประโยชน์สูงสุดภายใต้ข้อจำกัดของตน (Ben-Akiva & Lerman, 1985)อรรถประโยชน์ของผู้เดินทางบุคคลที่ n จากการเลือกทางเลือกที่ i สามารถเขียนในรูปสมการดังนี้

$$U_{in} = V_{in} + \varepsilon_{in}$$

โดยที่ U_{in}= อรรถประโยชน์รวมของทางเลือกที่ i สำหรับผู้เดินทางคนที่ n

V_{in}= อรรถประโยชน์เชิงกำหนด (Deterministic Utility)

ε_{in}= อรรถประโยชน์เชิงสุ่ม (Random Utility) ซึ่งสะท้อนปัจจัยที่ไม่สามารถสังเกตหรือวัดค่าได้

อรรถประโยชน์เชิงกำหนดV_{in} มักกำหนดให้อยู่ในรูปเชิงเส้นของตัวแปรอิสระ ดังนี้

$$V_{in} = \beta_0 + \beta_1 X_{1in} + \beta_2 X_{2in} + \ldots + \beta_k X_{kin}$$

โดยX_{kin} แทนคุณลักษณะของโหมดการเดินทางและลักษณะผู้เดินทาง เช่น เวลาเดินทาง ค่าใช้จ่าย ความสะดวกสบาย และรายได้ ขณะที่ β_k เป็นค่าสัมประสิทธิ์ที่สะท้อนระดับอิทธิพลของตัวแปรดังกล่าว

ทฤษฎีอรรถประโยชน์สุ่มสมมติว่าผู้เดินทางเป็นผู้ตัดสินใจอย่างมีเหตุผลและเลือกทางเลือกที่ให้อรรถประโยชน์สูงสุด โดยนักวิจัยสามารถสังเกตได้เพียงส่วนหนึ่งของอรรถประโยชน์ (V_{in}) ส่วนที่เหลือจะถูกรวมอยู่ในองค์ประกอบสุ่ม (ε_{in}) (McFadden, 1974)

2.1.3.1 แบบจำลอง Multinomial Logit (MNL)

แบบจำลอง Multinomial Logit เป็นแบบจำลองที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยตั้งอยู่บนสมมติฐานว่า ε_{in} มีการแจกแจงแบบ Gumbel (Type I Extreme Value Distribution) ภายใต้สมมติฐานนี้ ความน่าจะเป็นที่ผู้เดินทาง n จะเลือกโหมด i สามารถเขียนได้ดังนี้

$$\mathrm{P}_{in} = \frac{e^{V_{in}}}{\sum_{j \epsilon C_n} e^{V_{in}}}$$

อรรถประโยชน์เชิงกำหนดสามารถเขียนได้เป็น

$$V_{in} = \mathrm{ASC}_i + \beta_0 + \beta_1 X_{1in} + \beta_2 X_{2in} + \ldots + \beta_k X_{kin}$$

โดย ASC_i คือค่าคงที่เฉพาะของทางเลือก (Alternative Specific Constant) ซึ่งสะท้อนความชอบพื้นฐานต่อโหมดนั้นเมื่อเทียบกับโหมดอ้างอิง

2.1.3.2 การแปลความหมายค่าสัมประสิทธิ์ (Coefficient Interpretation)

เครื่องหมายของค่าสัมประสิทธิ์ β_k แสดงทิศทางของอิทธิพลของตัวแปรต่ออรรถประโยชน์ หาก $\beta_k < 0$ แสดงว่าการเพิ่มค่าตัวแปรนั้นจะลดความน่าจะเป็นในการเลือกโหมด ในทางกลับกัน หาก $\beta_k > 0$ แสดงว่าการเพิ่มค่าตัวแปรจะเพิ่มโอกาสในการถูกเลือก โดยทั่วไปตัวแปรเวลาเดินทางและค่าใช้จ่ายมักมีค่าสัมประสิทธิ์เป็นลบขณะที่ความสะดวกสบายและความถี่บริการมักมีค่าเป็นบวก

2.1.4 การทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

เมื่อได้แบบจำลองจากการประมาณค่าพารามิเตอร์แล้ว จะต้องทดสอบค่าทางสถิติเพื่อตรวจสอบความน่าเชื่อถือและความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง ซึ่งมีข้อกำหนดที่ต้องตรวจสอบได้แก่

2.1.4.1 การทดสอบนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์

การทดสอบตัวแปรที่นำเข้ามาพิจารณาในการสร้างแบบจำลองมีความสำคัญหรือมีอิทธิพลต่อแบบจำลองหรือไม่ โดยใช้ค่าสถิติจากการทดสอบ t-test แสดงได้ดัง

$$t_{N-K\frac{a}{2}} = \frac{\hat{\beta}_{ik}}{\sqrt{V(\hat{\beta}_{ik})}} = \frac{\hat{\beta}_{ik}}{SE(\hat{\beta}_{ik})}$$

โดยที่ $t_{N-K\frac{a}{2}}$ คือ ค่าสถิติ t ที่มีองศาอิสระเป็น $N-K$ ที่ระดับความเชื่อมั่น (1-α)

N คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมดที่ใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์

K คือ จำนวนสัมประสิทธิ์ทั้งหมดที่มีในแบบจำลอง

$\hat{\beta}_{ik}$ คือ ค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรตัวที่ k ของฟังก์ชันอรรถประโยชน์ i

$SE(\hat{\beta}_{ik})$ คือ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของ $\hat{\beta}_{ik}$

$V(\hat{\beta}_{ik})$ คือ ค่าความแปรปรวนของ $\hat{\beta}_{ik}$ จะได้ดังสมการ

$$V(\hat{\beta}_{ik}) = -\left[\frac{\partial^2 \ln L(\beta)}{\partial \beta_{ik}^2}\right]^{-1}$$

ในการทดสอบทำ โดยตั้งสมมติฐานหลัก (Null Hypothesis) ว่า H0 : β_{ik} = 0 โดยจะปฏิเสธสมมติฐาน H0 : β_{ik} = 0 หรือตัวแปรนั้นมีอิทธิพลต่อแบบจำลอง ที่ระดับความเชื่อมั่น (1-α) ที่ 95% เมื่อค่าสถิติ t มากกว่าหรือเท่ากับ 1.96 ซึ่งใช้ได้เมื่อจำนวนข้อมูลที่ใช้ในการประมาณค่ามีขนาดใหญ่จนการแจกแจง t ใกล้เคียงการแจกแจงปกติมาตรฐาน (Rodríguez, 2007)

2.1.4.2 การตรวจสอบนัยสำคัญของค่า Log Likelihood Statistics

โดยการตรวจสอบนัยสำคัญค่า Log Likelihood Statistics เป็นการตรวจสอบนัยสำคัญของรูปแบบแบบจำลอง 2 รูปแบบที่มีโครงสร้างเกือบเหมือนกันทุกประการแต่อีกแบบหนึ่งมีข้อจำกัดในสัมประสิทธิ์บางอย่างมากกว่าอีกแบบหนึ่งจำเป็นต้องตรวจสอบแบบจำลองทั้งสองว่ามีรูปแบบแตกต่างกันหรือไม่ของทั้งสองรูปแบบ โดยอาศัยฟังก์ชั่นลอการิทึมความเป็นไปได้ (Log Likelihood Function) ของแบบจำลองทั้งสองมาเปรียบเทียบดังสมการ

$$-2[LL(\beta_R^*) - LL(\beta_u^*)] > \mathrm{X}^2_{k_u - k_R, 2/2}$$

โดยที่ k_u, k_R คือ จำนวนสัมประสิทธิ์ที่อยู่ในแบบจำลอง u และ R

$\mathrm{X}^2_{k_u - k_R, 2/2}$ คือ ค่าไคสแควร์วิกฤติ (Critical Chi-Square) ที่องศาอิสระเท่ากับ k_u, k_R อยู่ที่ระดับความเชื่อมั่น 1- α

$LL(\beta_R^*)$ คือ ค่าลอการิทึมของฟังก์ชั่นความเป็นไปได้ผลมาจากการประมาณค่ากลุ่มสัมประสิทธิ์แบบจำลองที่มีข้อจำกัดมากกว่า (Restricted Model) หรือ ค่า Maximum Log Likelihood Function

$LL(\beta_u^*)$ คือ ค่าลอการิทึมของฟังก์ชั่นความเป็นไปได้ผลมาจากการประมาณค่ากลุ่มสัมประสิทธิ์แบบจำลองที่ไม่มีข้อจำกัด (Unrestricted Model) หรือ ค่า Log Likelihood Statistics

ค่าสถิติที่ได้จากสมการข้างบน มีการแจกแจงแบบไคสแควร์ (Chi Square) โดยมี Degree of Freedom = k_u, k_Rถึงค่าความแตกต่างของ Log Likelihood Function ที่ได้จากสมการ ตามเงื่อนไขสามารถปฏิเสธรูปแบบจำลองที่ตั้งขึ้นมาแบบมีข้อจำกัด ด้วยระดับความเชื่อมั่น (1 – α) หรือ 95 % หรืออาจจะสรุปอย่างง่าย ๆ ต่อการพิจารณาค่า Log Likelihood Statistics (Rodríguez, 2007) ดังสมการ

$$LR = -2\,ln\,\lambda = 2[LL(\hat{\beta}) - LL(\beta_0)] \sim X_j^2$$

หรือ $$-2\left[LL(\beta_0) - LL\left(\hat{\beta}\right)\right] = X_j^2$$

จากนั้นทำการเปรียบเทียบค่า $-2\left[LL(\beta_0) - LL\left(\hat{\beta}\right)\right]$ ยิ่งมีค่ามากขึ้นแสดงว่าสมการที่ทำการวิเคราะห์มีความเหมาะสมในทุกตัวแปรต้นมากขึ้น หรือ สามารถอธิบายได้อีกว่าตัวแปรอิสระทุกตัวสามารถอธิบายตัวแปรตามได้อย่างมีนัยสำคัญ (Rodríguez, 2007)

2.1.4.3 การทดสอบระดับความสอดคล้องของแบบจำลอง (Goodness of Fit Test)

การทดสอบระดับความสอดคล้องของแบบจำลอง (Goodness of Fit Test) เพื่อตรวจความน่าเชื่อถือของแบบจำลองในการอธิบายถึงพฤติกรรมของผู้เลือกได้มากน้อยเพียงใดโดยอาศัยค่าดัชนีความสอดคล้องเป็นตัวชี้วัด (Log Likelihood Ratio Index : ρ^2) สามารถตรวจสอบได้ดังสมการ

$$\rho^2 = 1 - L\left(\hat{\beta}\right)/L(\beta_0)$$

โดยที่ ρ^2 คือ Log Likelihood Ratio Index

$L\left(\hat{\beta}\right)$ คือ ค่าลอการิทึมฟังก์ชั่นความเป็นไปได้ที่ได้จากการประมาณค่าสัมประสิทธิ์ (Maximum Log Likelihood Function)

$L(\beta_0)$ คือ ค่าลอการิทึมฟังก์ชั่นความเป็นไปได้ที่ให้สัมประสิทธิ์ทุกตัวมีค่าเท่ากับศูนย์ (Log Likelihood Function)

การตรวจสอบระดับความสอดคล้องหรือความสามารถในการอธิบายตัวแบบจำลองที่ทำการวิเคราะห์โดย Logit Model โดยการตรวจสอบระดับความสอดคล้องหมายถึงการตรวจสอบความสามารถในการทำนายของแบบจำลองที่อธิบายความสามารถของตัวแปรต้นที่จะอธิบายตัวแปรตามคล้ายกับการทดสอบค่า Adjusted R^2 ในเทคนิคการวิเคราะห์แบบ OLS และเมื่อตรวจสอบด้วยสมการนี้แล้ว จะได้ให้ค่าดัชนีชี้วัดที่เรียกว่าดัชนีวัดความสอดคล้อง (Likelihood Ratio Index) และดัชนีนี้จะมีค่าเท่ากับหนึ่งลบด้วยอัตราส่วนของค่าลอการิทึมฟังก์ชั่นความเป็นไปได้ระหว่างค่าที่ได้จากการประมาณค่าสัมประสิทธิ์กับค่าที่ได้จากการกำหนดให้สัมประสิทธิ์ทุกตัวในสมการมีค่าเท่ากับศูนย์

McFadden's R^2 เป็นหนึ่งในค่า Pseudo R^2 ที่นิยมใช้มากที่สุด คำนวณจากความแตกต่างระหว่าง Log-Likelihood ของแบบจำลองเต็มและแบบจำลองว่าง ค่า 0.2–0.4 ถือว่าแบบจำลองมีความเหมาะสมดีมาก (McFadden, 1979)

$$\rho^2 = 1 - \frac{LL_{full}}{LL_{null}}$$

โดยที่ ρ^2 คือ McFadden's R^2

LL_{full} คือ Log-Likelihood ของแบบจำลองเต็ม (Full Model)

LL_{null} คือ Log-Likelihood ของแบบจำลองว่าง (Null Model)

Likelihood Ratio Test (Chi-square) ใช้ทดสอบความสำคัญรวมของพารามิเตอร์ทั้งหมดของแบบจำลอง 2 แบบเพื่อทดสอบสมมติฐาน

H_0 : ตัวแปรใหม่ไม่สำคัญ vs. H_1 : ตัวแปรใหม่สำคัญ

สูตรการคำนวณค่า Chi-square ของ LRT คือ

$$x^2 = -2[LL_{restricted} - LL_{unrestricted}]$$

โดยที่ x^2 คือ ค่าสถิติไคสแควร์ของ Likelihood Ratio Test

$LL_{restricted}$ คือ Log-Likelihood ของแบบจำลองจำกัด (แบบจำลองว่างหรือไม่มีตัวแปรใหม่)

$LL_{unrestricted}$ คือ Log-Likelihood ของแบบจำลองเต็ม (มีตัวแปรใหม่)

หาก x^2 มีค่าสูงกว่าค่าจากตาราง Chi-square ที่ระดับนัยสำคัญ α (เช่น 0.05) $\longrightarrow$ ปฏิเสธ H_0 ตัวแปรใหม่ช่วยเพิ่มความเหมาะสมของแบบจำลอง

หาก x^2 มีค่าต่ำ $\longrightarrow$ ไม่สามารถปฏิเสธ $H_0 \longrightarrow$ ตัวแปรใหม่ ไม่ช่วยเพิ่มความเหมาะสม ของแบบจำลอง

2.1.4.4 ข้อสมมติความเป็นอิสระจากทางเลือกที่ไม่เกี่ยวข้อง (Independence of Irrelevant Alternatives: IIA)

แบบจำลองโลจิตพหุนามมีคุณสมบัติที่อัตราส่วนความน่าจะเป็นในการเลือกระหว่างทางเลือกสองรายการไม่ขึ้นกับทางเลือกอื่นในชุดทางเลือก เรียกว่าข้อสมมติความเป็นอิสระจากทางเลือกที่ไม่เกี่ยวข้อง (IIA) ซึ่งเป็นผลโดยตรงจากสมมติฐานที่ว่าองค์ประกอบสุ่มของแต่ละทางเลือกเป็นอิสระต่อกันและมีการแจกแจงเหมือนกัน (Ben-Akiva & Lerman, 1985) หากทางเลือกบางคู่ทดแทนกันได้ใกล้ชิด เช่น รถโดยสารประจำทางและรถไฟ ข้อสมมตินี้อาจไม่เป็นจริง Hausman และ McFadden (1984) เสนอวิธีทดสอบโดยเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์จากแบบจำลองที่ใช้ชุดทางเลือกเต็มกับแบบจำลองที่ตัดทางเลือกบางรายการออก ดังสมการ

$$H = (\beta_r - \beta_f)' [V_r - V_f]^{-1} (\beta_r - \beta_f) \sim \chi^2(k)$$

โดยที่ β_r และ V_r คือค่าสัมประสิทธิ์และเมทริกซ์ความแปรปรวนจากแบบจำลองชุดทางเลือกย่อย β_f และ V_f คือค่าจากแบบจำลองชุดทางเลือกเต็ม และ k คือจำนวนสัมประสิทธิ์ที่ใช้เปรียบเทียบ หากค่าสถิติ H ไม่เกินค่าวิกฤติของการแจกแจงไคสแควร์ จะไม่ปฏิเสธสมมติฐานหลักว่าข้อสมมติ IIA เป็นจริง

2.1.4.5 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานแบบจัดกลุ่ม (Clustered Standard Errors)

ในการสำรวจแบบ Stated Preference ผู้ตอบแต่ละรายตอบคำถามหลายสถานการณ์ ข้อมูลจึงมีโครงสร้างแบบพาเนล (Panel Data) และคำตอบของบุคคลเดียวกันมีแนวโน้มสัมพันธ์กัน หากประมาณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานโดยถือว่าทุกการสังเกตเป็นอิสระต่อกัน จะได้ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ต่ำกว่าความเป็นจริงและค่าสถิติ t ที่สูงเกินจริง วิธีแก้ไขที่นิยมคือการใช้ตัวประมาณค่าความแปรปรวนแบบแซนด์วิช (Sandwich Estimator) ที่จัดกลุ่มตามผู้ตอบ ซึ่งให้ค่าสัมประสิทธิ์เท่าเดิม แต่ปรับค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานให้สะท้อนความสัมพันธ์ภายในกลุ่ม (Zeileis, 2006)

2.1.4.6 ความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปรอิสระ (Multicollinearity)

Multicollinearity คือสภาวะที่ตัวแปรอิสระตั้งแต่สองตัวขึ้นไปมีความสัมพันธ์เชิงเส้นกันสูง ทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าสัมประสิทธิ์สูงขึ้น ค่าสัมประสิทธิ์ไม่เสถียร และแยกผลของตัวแปรแต่ละตัวออกจากกันได้ยาก การตรวจสอบเบื้องต้นใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระทุกคู่ โดยค่าสหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน (Spearman's Rank Correlation) เหมาะกับตัวแปรเรียงลำดับและตัวแปรหุ่น และค่าสัมบูรณ์ที่สูงกว่า 0.7 ถือว่ามีความสัมพันธ์สูง นอกจากนี้ยังใช้ค่า Variance Inflation Factor (VIF) ซึ่งพิจารณาความสัมพันธ์ของตัวแปรหนึ่งกับตัวแปรอิสระอื่นทั้งหมดพร้อมกัน ดังสมการ

$$VIF_j = 1 / (1 - R_j^2)$$

โดยที่ R_j^2 คือสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination) จากการถดถอยตัวแปรอิสระ j บนตัวแปรอิสระอื่นทั้งหมด ค่า VIF ที่มากกว่า 5 ควรเฝ้าระวัง และค่าที่มากกว่า 10 ถือว่ามีปัญหา Multicollinearity ในระดับรุนแรง

2.1.5 การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง

การกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างจะต้องมีขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมและเชื่อถือได้นั้นมี 2 วิธี คือ

1) วิธีการคำนวณจากสูตร

วิธีคำนวณจากสูตรการคำนวณเพื่อกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ความเชื่อมั่น 95% ของทาโร่ ยามาเน่ (Yamane Formula) สูตรคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างคือ (Yamane, 1967)

$$n = \frac{N}{1 + N(e)^2}$$

โดยที่ n = ขนาดกลุ่มตัวอย่าง

N = จำนวนประชากรทั้งหมด

e = ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ (Sampling Error) นิยมใช้ 0.05 (±5%) หรือ 0.03 (±3%)

2) วิธีการเปิดตารางสำเร็จที่จัดสร้างเอาไว้แล้ว

วิธีเปิดตารางสำเร็จเป็นวิธีที่ง่ายและสะดวกเพราะไม่ต้องคำนวณเพียงแต่เมื่อทราบจำนวนประชากรแล้วกำหนดระดับความคลาดเคลื่อน (e) ก็จะเปิดตารางสำเร็จได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างออกมา

พระจอมเกล้าพระนครเหนือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี

ตารางที่ 2-1 กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างของ Yamane

ขนาดประชากร (N)	ขนาดกลุ่มตัวอย่าง ในแต่ละระดับความคลาดเคลื่อน (e)					
	±1%	±2%	±3%	±4%	±5%	±10%
500					222	83
1,000				385	286	91
1,500			638	441	316	94
2,000			714	476	333	95
2,500		1,250	769	500	345	96
3,000		1,364	811	517	353	97
3,500		1,458	843	530	359	97
4,000		1,538	870	541	364	98
4,500		1,607	891	549	367	98
5,000		1,667	909	556	370	98
6,000		1,765	938	566	375	98
7,000		1,842	959	574	378	99
8,000		1,905	976	580	381	99
9,000		1,957	989	584	383	99
10,000	5,000	2,000	1,000	588	385	99
15,000	6,000	2,143	1,034	600	390	99
20,000	6,667	2,222	1,053	606	392	100
25,000	7,143	2,273	1,064	610	394	100
50,000		2,381	1,087	617	397	100
100,000		2,439	1,099	621	398	100
∞		2,500	1,111	625	400	100

2.1.6 เทคนิคสำรวจและเก็บข้อมูล

ลักษณะของข้อมูลในแบบจำลองการวิเคราะห์อุปสงค์ข้อมูลที่นำมาใช้ในการพัฒนาแบบจำลองการวิเคราะห์ความต้องการการตัดสินใจและพฤติกรรมของผู้บริโภค มักจะได้มาจากการสอบถามกลุ่มเป้าหมายที่มีศักยภาพหรือแนวโน้มในการตัดสินใจเลือกตามที่ผู้วิจัยสนใจศึกษา ซึ่งสามารถแยกวิธีการสำรวจและเก็บข้อมูลได้ 2 แบบ (Louviere et al., 2000) คือ

1) การสำรวจและเก็บข้อมูลโดยวิธี Revealed Preference (RP) คือ การสำรวจข้อมูลการตัดสินใจ เลือกในสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน เช่น การตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทางที่ใช้ ในการเดินทางไปทำงาน ซึ่งได้เกิดขึ้นแล้วเมื่อวานนี้ เป็นต้น

2) การสำรวจและเก็บข้อมูลโดยวิธี Stated Preference (SP) คือ การสำรวจข้อมูลการตัดสินใจเลือก ภายใต้สถานการณ์ที่ยังไม่เคยเกิดขึ้นแต่ถูกสมมติขึ้นมา

ในงานวิจัยนี้เลือกกลุ่มตัวอย่างจากผู้เดินทางในพื้นที่ที่ศึกษาด้วยวิธีการเลือกแบบไม่อาศัยความน่าจะเป็น รวมถึงการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างจากสูตรการคำนวณ และใช้เทคนิคสำรวจและเก็บข้อมูลแบบ RP รวมกับ SP

2.1.7 การออกแบบการทดลองเชิงเลือกแบบ Stated Preference (SP Experimental Design)

การออกแบบสถานการณ์สมมติ (SP Scenarios) ที่มีคุณภาพต้องอาศัยหลักการออกแบบเชิงทดลอง (Experimental Design) เพื่อให้ตัวแปรอิสระที่กำหนดในแต่ละสถานการณ์ไม่มีความสัมพันธ์กันเอง (Orthogonality) และสามารถแยกผลกระทบของตัวแปรแต่ละตัวออกจากกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Efficient Design) วิธีที่นิยมใช้ ได้แก่ Orthogonal Fractional Factorial Design และ D-efficient Design ซึ่งกำหนดระดับของตัวแปร (Attribute Levels) เช่น เวลาเดินทางและค่าใช้จ่าย ให้แปรผันในสัดส่วนที่กำหนดไว้ล่วงหน้ารอบค่าฐาน (Reference Value) ที่ได้จากข้อมูลการเดินทางจริง (RP) (Louviere et al., 2000) การออกแบบที่ดีจะช่วยลดความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์และเพิ่มความแม่นยำของแบบจำลองที่ได้

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 Moeckel et al. (2013) ได้ศึกษาและพัฒนาแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางระยะไกลที่เรียกว่า R3Logit โดยประยุกต์ใช้ในรัฐนอร์ทแคโรไลนา สหรัฐอเมริกา งานวิจัยนี้ใช้แบบจำลอง Nested Multinomial Logit (NL) เพื่อแยกแยะกลุ่มทางเลือกในระดับสูงระหว่างรถยนต์ส่วนตัวและการขนส่งสาธารณะ (บัส, รถไฟ, และเครื่องบิน) ผลการศึกษาพบว่าพฤติกรรมการเลือกเดินทางระยะไกลมีความไวต่อปัจจัยด้าน ต้นทุนการเดินทาง, ระยะทาง, การเข้าถึงสถานี, ความถี่ของบริการ และจำนวนการเปลี่ยนถ่าย นอกจากนี้ยังพบว่าวัตถุประสงค์การเดินทาง (ธุรกิจ, ส่วนตัว, เดินทางไปทำงาน) มีผลต่อความไวต่อเวลาและราคาที่แตกต่างกัน โดยกลุ่มนักธุรกิจจะไวต่อเวลามากกว่าราคา

2.2.2 Arbués et al. (2016) ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกการขนส่งภาคพื้นดินในการเดินทางไกลในสเปน เพื่อศึกษาผลกระทบของตัวแปรทางสังคมและเศรษฐกิจลักษณะการใช้ที่ดินและคุณลักษณะการเดินทางต่อการเลือกโหมดการเดินทางทางไกล การใช้ข้อมูลจากการสำรวจการเดินทางระดับประเทศของประเทศสเปนในปี 2550 สร้างแบบจำลอง Multinomial Logit (MNL) ศึกษาการเลือกการเดินทางระหว่างรถยนต์ส่วนตัว รถโดยสาร และรถไฟ ซึ่งคนส่วนใหญ่ในสเปนใช้รถยนต์มากกว่าโหมดการขนส่งสาธารณะ จึงทำการประมาณการที่เกี่ยวข้องกับค่าใช้จ่ายในการใช้โหมดการขนส่งที่แตกต่างกัน เพื่อกำหนดนโยบาย คือ เพิ่มต้นทุนการใช้รถยนต์ 50%, ลดค่าโดยสารรถบัส 25%, ลดค่าโดยสารรถไฟ 25%, สถานการณ์ 1-3 พร้อมกัน เพื่อศึกษาว่าเมื่อมีนโยบายทั้ง 4 สถานการณ์ คนส่วนใหญ่ในสเปนจะเลือกใช้โหมดใด ผลการศึกษาพบว่า เพศ, อายุ, รายได้, ขนาดของเมืองที่อาศัย, ความเป็นเจ้าของรถยนต์, วัตถุประสงค์การเดินทาง, ระยะทาง และระยะเวลาพักอาศัยที่จุดหมาย เป็นปัจจัยที่สำคัญของตัวเลือกโหมดการเดินทาง

2.2.3 Yang et al. (2017) วิจัยเรื่องการตอบสนองของการเดินทางจากการย้ายแหล่งงานของรัฐไปยังเมืองใหม่ในเมืองคุนหมิง ประเทศจีน โดยเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลความชอบเชิงสมมติ (SP) และข้อมูลพฤติกรรมจริง (RP) ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า หลังจากการย้ายสถานที่ทำงาน พนักงานมีแนวโน้มเปลี่ยนจากการใช้รูปแบบการเดินทางที่ยั่งยืน (เช่น เดิน, จักรยาน) ไปใช้รถยนต์ส่วนตัวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ, โดยปัจจัยสำคัญที่กำหนดพฤติกรรมจริงคือ ระยะเวลาเดินทางและทำเลที่ตั้งของที่อยู่อาศัย ขณะที่ข้อมูลความชอบเชิงสมมติมักจะอิงกับลักษณะทางสังคม-ประชากรเป็นหลัก

2.2.4 Sounthavong et al. (2021) พฤติกรรมการเลือกรูปแบบการเดินทางข้ามพรมแดน (กรณีเวียงจันทน์ - อุดรธานี) ศึกษาพฤติกรรมการเลือกโหมดเดินทางของชาวลาวที่เดินทางข้ามพรมแดนมายังจังหวัดอุดรธานี งานวิจัยนี้ใช้ แบบจำลองโลจิตพหุนาม (Multinomial Logit Model - MNL) และข้อมูล SP เพื่อเปรียบเทียบระหว่างรถยนต์ส่วนบุคคล รถไฟ และรถโดยสารระหว่างประเทศ พบว่า เวลาและค่าใช้จ่าย ส่งผลลบต่ออรรถประโยชน์ของทุกโหมดเดินทาง ขณะที่ปัจจัยด้านเศรษฐกิจและสังคม เช่น การมีรายได้มากกว่า 10,000 บาท และอาชีพพนักงานเอกชน ส่งผลบวกต่อการเลือกใช้รถยนต์ส่วนบุคคลอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ยังระบุมูลค่าของเวลา (Value of Time) ในการเดินทางอยู่ที่ 3.2 บาทต่อนาที

2.2.5 Witchayaphong et al. (2020) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการเลือกรูปแบบการเดินทางของคนในกรุงเทพมหานคร โดยใช้ข้อมูลพฤติกรรมจริง (Revealed Preference - RP) จากกลุ่มตัวอย่าง 4,467 ราย, งานวิจัยนี้ใช้ แบบจำลองไบนารีโลจิต (Binary Logit Model) เพื่อเปรียบเทียบระหว่างการใช้รถยนต์ส่วนตัวและระบบขนส่งมวลชน, ผลการศึกษาพบว่าปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการตัดสินใจ ได้แก่ เพศ, อายุ, รายได้เฉลี่ย, การครอบครองรถยนต์, ต้นทุนการเดินทางโดยรถยนต์ส่วนตัว, ระยะเวลาเดินทางโดยขนส่งมวลชน และระยะห่างจากที่พักถึงสถานี โดยระยะทางมีผลในเชิงผกผันกับการเลือกใช้ขนส่งมวลชน กล่าวคือยิ่งที่พักอยู่ไกลจากสถานีความน่าจะเป็นในการใช้บริการจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญ, นอกจากนี้ยังพบว่า ผู้หญิงมีแนวโน้มจะใช้ระบบขนส่งมวลชนมากกว่าผู้ชาย เนื่องจากให้ความสำคัญกับค่าใช้จ่ายที่ประหยัดกว่า

2.2.6 Techaphoositthipong (2021) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทางเพื่อเข้าสู่เกาะช้าง จังหวัดตราด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเสนอแนวทางลดความแออัดของรถยนต์บริเวณท่าเรือ งานวิจัยนี้ใช้ แบบจำลองไบนารีโลจิต (Binary Logit Model) และเก็บข้อมูลด้วยวิธี Stated Preference (SP) จากนักท่องเที่ยวชาวไทย ผลการศึกษาพบว่า ค่าใช้จ่ายในการเดินทางเป็นปัจจัยหลัก สำหรับกลุ่มผู้มีรายได้สูงในการตัดสินใจเปลี่ยนมาใช้ระบบจอดแล้วจร (Park-and-Ride) ขณะที่กลุ่มผู้มีรายได้ต่ำและปานกลางจะตัดสินใจโดยพิจารณาทั้ง ราคาและระยะเวลาเดินทาง นอกจากนี้ยังพบว่า กลุ่มที่เดินทางกับครอบครัว มีแนวโน้มที่จะเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางได้มากที่สุดหากมีการปรับปรุงสิ่งอำนวยความสะดวกให้เหมาะสม

2.2.7 Iamtrakul et al. (2024) ศึกษาพฤติกรรมการเดินทางในพื้นที่ชานเมืองอย่างจังหวัดปทุมธานี ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีการขยายตัวของเมืองอย่างรวดเร็ว (Urban Sprawl), จากการสำรวจกลุ่มตัวอย่าง 1,998 ราย พบว่าผู้อยู่อาศัยในพื้นที่ชานเมืองมี การพึ่งพารถยนต์ส่วนตัวสูงมากถึงร้อยละ 95.80 แม้จะมีตัวเลือกการเดินทางอื่นก็ตาม งานวิจัยชี้ให้เห็นว่าอุปสรรคสำคัญในการเปลี่ยนมาใช้ระบบขนส่งสาธารณะในพื้นที่ปทุมธานีคือ ปัญหาการจราจรติดขัด, ระยะเวลารอคอยที่นาน (เฉลี่ย 11-20 นาที), ตารางเวลาที่ไม่แน่นอน และการขาดสถานีขนส่งที่ใกล้ที่พัก, ผลการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ยังแสดงให้เห็นว่าการเดินทางส่วนใหญ่เป็นแบบภายในจังหวัด แต่เนื่องจากโครงสร้างพื้นฐานที่ไม่เอื้ออำนวยและคุณภาพการบริการที่ต่ำ ทำให้คนชานเมืองยังคงต้องพึ่งพารถยนต์เป็นหลัก ซึ่งส่งผลเสียต่อความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม

2.2.8 Tao และ He (2021) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเข้าถึงงาน (Job Accessibility) กับการเดินทางและการทำกิจกรรมร่วมกันของสมาชิกในครัวเรือนในเขตเมืองใหม่ (New Town) ของฮ่องกง โดยใช้ข้อมูลจากการสำรวจการเดินทางระดับครัวเรือน วิเคราะห์ด้วยแบบจำลอง Logistic Regression และ Structural Equation Model (SEM) ผลการศึกษาพบว่าชั่วโมงการทำงานที่ยาวนานขึ้นและระยะเวลาเดินทางที่นานขึ้นส่งผลให้โอกาสในการเดินทางหรือทำกิจกรรมร่วมกันของครัวเรือนลดลงอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ การเข้าถึงงาน ช่วงเวลาว่างที่ตรงกันของสมาชิกในครัวเรือน สถานภาพสมรส และการมีเด็กหรือผู้สูงอายุในบ้าน ยังเป็นปัจจัยสำคัญที่กำหนดพฤติกรรมการเดินทางร่วมกัน งานวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่านอกเหนือจากคุณลักษณะของระบบขนส่งและลักษณะทางเศรษฐกิจสังคมส่วนบุคคลแล้ว โครงสร้างเวลาและความสัมพันธ์ภายในครัวเรือนก็เป็นปัจจัยสำคัญที่ควรพิจารณาเพิ่มเติมในการศึกษาพฤติกรรมการเดินทางระยะไกลในบริบทของงานวิจัยนี้ด้วย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2-2

ตารางที่ 2-2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชื่อผู้วิจัยและปี	สถานที่	วัตถุประสงค์	รูปแบบแบบจำลอง	ประเภทข้อมูล	ปัจจัยที่ส่งผล
Moeckel et al. (2013)	รัฐนอร์ทแคโรไลนา สหรัฐอเมริกา	พัฒนาแบบจำลองการเลือกโหมดสำหรับการเดินทางระยะไกลเพื่อวิเคราะห์ผลกระทบจากการปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐาน	NL	RP	ต้นทุนการเดินทาง, ระยะทาง, การเข้าถึงสถานีขนส่ง, ความถี่การให้บริการ, จำนวนการเปลี่ยนถ่าย และค่าจอดรถ

ชื่อผู้วิจัยและปี	สถานที่	วัตถุประสงค์	รูปแบบแบบจำลอง	ประเภทข้อมูล	ปัจจัยที่ส่งผล
Arbués et al. (2016)	ประเทศสเปน	ศึกษาผลกระทบของตัวแปรทางสังคมและเศรษฐกิจลักษณะการใช้ที่ดินและคุณลักษณะการเดินทางต่อการเลือกโหมดการเดินทางทางไกล	MNL	RP	เพศ, อายุ, รายได้, ขนาดของเมืองที่อาศัย, ความเป็นเจ้าของรถยนต์, วัตถุประสงค์การเดินทาง, ระยะทางและระยะเวลาพักอาศัยที่จุดหมาย
Yang et al. (2017)	เมืองคุนหมิงประเทศจีน	ตรวจสอบการตอบสนองของพนักงานต่อการย้ายแหล่งงานของรัฐไปยังเมืองใหม่	MNL	SP และ RP	ระยะเวลาเดินทาง, ทำเลที่อยู่อาศัย, การครอบครองรถยนต์, อายุ, เพศ, รายได้ และการได้รับเงินอุดหนุนค่าเดินทาง
Sountha vong et al. (2021)	นครหลวงเวียงจันทน์ (ลาว) – จ.อุดรธานี (ไทย)	เพื่อศึกษาลักษณะการเดินทางข้ามพรมแดนเพื่อเสนอมาตรการส่งเสริมการใช้ระบบขนส่งสาธารณะ	MNL	SP	ค่าใช้จ่าย, เวลาเดินทาง, อายุ, อาชีพ (พนักงานเอกชน), รายได้ และวัตถุประสงค์ (ท่องเที่ยว)
Witchaya phong et al. (2020)	กรุงเทพมหานครประเทศไทย	ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเลือกใช้ระบบขนส่งมวลชนในเขตกรุงเทพฯ	BNL	RP	เพศ, อายุ, รายได้เฉลี่ย, การครอบครองรถ, ต้นทุนการเดินทางด้วยรถส่วนตัว, ระยะเวลาเดินทางด้วยขนส่งมวลชน และระยะห่างจากที่พักถึงสถานี

ชื่อผู้วิจัยและปี	สถานที่	วัตถุประสงค์	รูปแบบแบบจำลอง	ประเภทข้อมูล	ปัจจัยที่ส่งผล
Techa Phoositthipong (2021)	เกาะช้าง ประเทศไทย	เพื่อระบุปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเลือกโหมดเดินทางเข้าสู่เกาะช้าง และเสนอแนะนโยบายเพื่อลดความแออัดของรถยนต์ที่ท่าเรือ	BNL	SP	ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง, ระยะเวลารอคอย, ประเภทผู้ร่วมเดินทาง (กลุ่มครอบครัว) และระดับรายได้
Iamtrakul et al. (2024)	จังหวัดปทุมธานี ประเทศไทย	เปรียบเทียบรูปแบบการเดินทางระหว่างการใช้รถยนต์และการไม่ใช้รถยนต์ในพื้นที่ชานเมือง	การวิเคราะห์เชิงพื้นที่และสถิติ (เปรียบเทียบ 2 กลุ่มหลัก)	RP	ปัญหาจราจรติดขัด, ต้นทุนการเดินทาง, ตารางเวลาที่ไม่แน่นอน, ระยะเวลารอคอย และการขาดสถานีใกล้ที่พัก
Tao และ He (2021)	ฮ่องกง	ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเข้าถึงงานกับการเดินทางและทำกิจกรรมร่วมกันของคนในครัวเรือน	BNL (Logistic Regression) และ SEM	RP	การเข้าถึงงาน, ชั่วโมงการทำงาน, ระยะเวลาเดินทาง, ช่วงเวลาว่างที่ตรงกัน, สถานภาพสมรส และการมีเด็ก/ผู้สูงอายุในบ้าน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

บทนี้นำเสนอขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานวิจัยเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทางจากกรุงเทพมหานครไปยังจังหวัดบึงกาฬ ประกอบด้วยรูปแบบและขอบเขตการวิจัย ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง การนิยามชุดทางเลือกและโซ่การเดินทาง ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา การออกแบบสถานการณ์เชิงเลือก การเก็บรวบรวมข้อมูล และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 รูปแบบและขอบเขตการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) ใช้การสำรวจด้วยแบบสอบถามเพื่อเก็บข้อมูลพฤติกรรมการเดินทางของผู้เดินทางจากกรุงเทพมหานครไปยังจังหวัดบึงกาฬ การวิเคราะห์มุ่งอธิบายพฤติกรรมการเลือกโหมดการเดินทางด้วยแบบจำลองการตัดสินใจแบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete Choice Model) โดยใช้ข้อมูลร่วมสองประเภท ได้แก่ ข้อมูลความพึงพอใจที่แสดงออกจริง (Revealed Preference: RP) และข้อมูลความพึงพอใจเชิงสมมติ (Stated Preference: SP) ทั้งนี้แบบจำลองประมาณค่าจากคำตอบ SP ส่วนข้อมูล RP ใช้เป็นตัวแปรลักษณะของผู้เดินทางและใช้เปรียบเทียบผล มิได้ประมาณค่าแบบจำลองร่วม RP-SP

ขอบเขตด้านพื้นที่ครอบคลุมกรุงเทพมหานครซึ่งเป็นจุดต้นทาง และจังหวัดบึงกาฬซึ่งเป็นจุดหมายปลายทาง ขอบเขตด้านประชากรครอบคลุมผู้เดินทางอายุ 18 ปีขึ้นไปที่เคยเดินทางในเส้นทางดังกล่าวภายในระยะเวลา 12 เดือนที่ผ่านมา

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2.1 ประชากร

ประชากรของการวิจัย คือ ผู้เดินทางจากกรุงเทพมหานครไปยังจังหวัดบึงกาฬ โดยใช้รูปแบบการเดินทางรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งใน 4 รูปแบบที่กำหนดไว้ในชุดทางเลือก

3.2.2 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง

จากรายงานสถิติจังหวัดบึงกาฬ พบว่าผู้เยี่ยมเยือนจังหวัดบึงกาฬประจำปี 2565 แบ่งเป็นนักท่องเที่ยว 400,659 คน และนักทัศนาจร 329,079 คน รวม 729,738 คน เมื่อคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างด้วยสูตรของ Yamane (1967) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และค่าความคลาดเคลื่อน 0.05 ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างขั้นต่ำ 400 ราย งานวิจัยนี้เก็บข้อมูลได้ทั้งสิ้น 411 ราย ทั้งนี้ จำนวนผู้เยี่ยมเยือนดังกล่าวครอบคลุมผู้เดินทางจากทุกพื้นที่ มิได้จำกัดเฉพาะผู้เดินทางจากกรุงเทพมหานคร จึงใช้เป็นกรอบประชากรโดยประมาณสำหรับกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างขั้นต่ำเท่านั้น

การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างใช้การสุ่มแบบไม่อาศัยความน่าจะเป็น (Non-probability Sampling) ด้วยวิธีการสุ่มแบบสะดวก (Convenience Sampling) ผ่านช่องทางออนไลน์ร่วมกับการเก็บข้อมูลภาคสนาม ณ สถานีขนส่งผู้โดยสารและจุดให้บริการที่เกี่ยวข้อง

3.3 ชุดทางเลือกและโซ่การเดินทาง

เนื่องจากจังหวัดบึงกาฬไม่มีท่าอากาศยานพาณิชย์และไม่มีเส้นทางรถไฟเข้าถึงโดยตรง การเดินทางด้วยรถไฟและเครื่องบินจึงมีลักษณะเป็นการเดินทางต่อเนื่องหลายทอด (Intermodal Trip) ซึ่งต่างจากงานวิจัยที่ผ่านมาที่ศึกษาในพื้นที่ที่มีโครงสร้างพื้นฐานครบทุกรูปแบบ งานวิจัยนี้จึงนิยามทางเลือกเป็น "โซ่การเดินทางแบบประตูถึงประตู" (Door-to-door Chain) ที่ครอบคลุมทั้งการเดินทางเข้าถึง (Access) การเดินทางด้วยพาหนะหลัก (Line-haul) และการเดินทางออกจากสถานีปลายทาง (Egress) ดังแสดงในตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 นิยามชุดทางเลือกและลักษณะการเดินทางของรูปแบบการเดินทาง

รูปแบบการเดินทาง	**ลักษณะการเดินทางของรูปแบบการเดินทาง**	**ระยะทางขาต่อ**
ทางเลือก A รถยนต์ส่วนบุคคล (ทางเลือกฐาน)	ที่พัก ⟶ ขับรถตลอดเส้นทาง ⟶ จังหวัดบึงกาฬ	ไม่มี
ทางเลือก B รถโดยสารประจำทาง	ที่พัก ⟶ สถานีขนส่งหมอชิต ⟶ รถโดยสาร ⟶ สถานีขนส่งบึงกาฬ ⟶ จุดหมาย	ไม่มี
ทางเลือก C รถไฟร่วมกับรถต่อ	ที่พัก ⟶ สถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์ ⟶ รถไฟ ⟶ สถานีหนองคาย ⟶ รถโดยสาร/รถตู้ ⟶ จุดหมาย	หนองคาย–บึงกาฬ ประมาณ 136 กม.
ทางเลือก D เครื่องบินร่วมกับรถต่อ	ที่พัก ⟶ ท่าอากาศยานดอนเมือง ⟶ เครื่องบิน ⟶ ท่าอากาศยานอุดรธานี ⟶ รถตู้/รถเช่า ⟶ จุดหมาย	อุดรธานี–บึงกาฬ ประมาณ 190 กม.

หมายเหตุ: ชุดทางเลือกถูกกำหนดให้เหมือนกันสำหรับผู้ตอบแบบสอบถามทุกราย ทางเลือก C และ D ยังไม่มีบริการเข้าถึงจังหวัดบึงกาฬโดยตรง ต้องเปลี่ยนต่อรถที่จังหวัดหนองคายหรืออุดรธานี จึงมีผู้ใช้ในข้อมูล RP น้อย และประเมินการเลือกเพิ่มเติมด้วยวิธี Stated Preference



ภาพที่ 3-1 รูปแบบการเดินทางโดยรถโดยสารประจำทาง (ที่มา: บริษัท ขนส่ง จำกัด, 2569)



ภาพที่ 3-2 รูปแบบการเดินทางโดยรถโดยสารประจำทาง (ที่มา: บริษัท ขนส่ง จำกัด, 2569)



ภาพที่ 3-3 รูปแบบการเดินทางโดยรถไฟ (ที่มา: Barrow, 2024)



ภาพที่ 3-4 รูปแบบการเดินทางโดยรถไฟ (ที่มา: การรถไฟแห่งประเทศไทย, ม.ป.ป.)



ภาพที่ 3-5 รูปแบบการเดินทางโดยเครื่องบิน (ที่มา: Airliners.net, n.d.)



ภาพที่ 3-6 รูปแบบการเดินทางโดยเครื่องบิน (ที่มา: Simple Flying, n.d.)

ผู้วิจัยกำหนดให้รถยนต์ส่วนบุคคล (ทางเลือก A) เป็นทางเลือกอ้างอิง (Reference Alternative) เนื่องจากเป็นรูปแบบการเดินทางที่มีผู้ใช้มากที่สุดในปัจจุบัน ค่าคงที่เฉพาะทางเลือก (Alternative Specific Constant: ASC) ของรถโดยสารประจำทาง รถไฟ และเครื่องบิน จึงสะท้อนความชอบพื้นฐานเมื่อเทียบกับรถยนต์ส่วนบุคคล

3.4 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

3.4.1 ตัวแปรตาม

ตัวแปรตาม คือ การเลือกรูปแบบการเดินทาง (Mode Choice) ซึ่งเป็นตัวแปรเชิงกลุ่มที่มี 4 ทางเลือก ตามตารางที่ 3-1

3.4.2 ตัวแปรคุณลักษณะของรูปแบบการเดินทาง

ตัวแปรกลุ่มนี้เป็นคุณลักษณะที่แปรผันตามทางเลือกและตามสถานการณ์ ประกอบด้วย

- เวลาเดินทาง (Travel Time: TT) ระยะเวลารวมตั้งแต่ออกจากที่พักต้นทางจนถึงจุดหมายปลายทาง ประกอบด้วยเวลาเดินทางของพาหนะหลัก เวลาเดินทางเชื่อมต่อ และเวลารอคอย หน่วยเป็นชั่วโมง
- ค่าใช้จ่าย (Travel Cost: Cost) ค่าใช้จ่ายรวมตลอดการเดินทางหนึ่งเที่ยว ประกอบด้วยค่าโดยสารพาหนะหลัก ค่าเดินทางเชื่อมต่อ และค่าใช้จ่ายอื่นที่เกี่ยวข้อง เช่น ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงและค่าจอดรถ หน่วยเป็นร้อยบาท
- ความถี่ของบริการ (Service Frequency: Freq) จำนวนเที่ยวให้บริการต่อวัน กำหนดจากข้อมูลการให้บริการจริงในปัจจุบัน โดยรถยนต์ส่วนบุคคลกำหนดให้มีค่าเท่ากับ 0 เนื่องจากผู้เดินทางกำหนดเวลาเองได้
- ความสะดวกสบาย (Comfort: Conv) ตัวแปรเชิงลำดับ 4 ระดับ นิยามตามเกณฑ์ที่จับต้องได้ในตารางที่ 3-2
- จำนวนครั้งในการเปลี่ยนพาหนะ (Number of Transfers: Change) จำนวนครั้งรวมของการเปลี่ยนพาหนะตลอดโซ่การเดินทาง นับตั้งแต่ที่พักต้นทางจนถึงจุดหมายปลายทาง

ตารางที่ 3-2 เกณฑ์การกำหนดระดับความสะดวกสบาย

ระดับ	เกณฑ์การพิจารณา	ตัวอย่างรูปแบบการเดินทาง
1	ที่นั่งไม่ปรับเอน ไม่มีห้องสุขา ไม่มีสิ่งอำนวยความสะดวกบนพาหนะ	รถไฟชั้น 3
2	ปรับอากาศ ที่นั่งปรับเอนได้ประมาณ 70 องศา มีห้องสุขา	รถโดยสารมาตรฐาน 1 (ข), รถยนต์ส่วนบุคคล
3	ปรับอากาศ ที่นั่งปรับเอนได้ประมาณ 135 องศา มีห้องสุขา มีบริการอาหารและเครื่องดื่ม	รถโดยสาร VIP มาตรฐาน 1 (ก)
4	ที่นั่งมาตรฐานเครื่องบิน ระยะเวลาเดินทางสั้น มีบริการระหว่างเดินทาง	เครื่องบิน

หมายเหตุ: ปรับปรุงจากเกณฑ์มาตรฐานรถโดยสารของบริษัท ขนส่ง จำกัด และมาตรฐานชั้นโดยสารของการรถไฟแห่งประเทศไทย สำหรับรถยนต์ส่วนบุคคลจัดอยู่ในระดับ 2 โดยพิจารณาจากการปรับอากาศและที่นั่ง แม้ไม่มีห้องสุขาบนพาหนะแต่สามารถแวะจุดพักระหว่างทางได้

3.4.3 ตัวแปรลักษณะของผู้เดินทาง

ตัวแปรกลุ่มนี้เป็นคุณลักษณะของผู้ตอบแบบสอบถามซึ่งมีค่าคงที่ในทุกทางเลือก จึงถูกนำเข้าสู่ฟังก์ชันอรรถประโยชน์ในรูปแบบเฉพาะทางเลือก (Alternative-specific) โดยเทียบกับทางเลือกฐาน ดังแสดงในตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 ตัวแปรลักษณะของผู้เดินทางและการกำหนดรหัส

ตัวแปร	สัญลักษณ์	การกำหนดรหัส	ระดับการวัด
เพศ	Gender	ชาย = 1, หญิง = 2, อื่น ๆ = 3	นามบัญญัติ
อายุ	Age	ต่ำกว่า 20 ปี=1, 20-30 ปี=2, 31-45 ปี=3, 46-60 ปี=4, 60 ปีขึ้นไป=5	เรียงลำดับ

ตัวแปร	สัญลักษณ์	การกำหนดรหัส	ระดับการวัด
อาชีพหลัก	Occ	นักเรียน/นักศึกษา=1, พนักงานเอกชน=2, ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ=3, ธุรกิจส่วนตัว=4	นามบัญญัติ
รายได้เฉลี่ยต่อเดือน	Income	ต่ำกว่า 15,000 บาท=1, 15,001-30,000 บาท=2, 30,001-45,000 บาท=3, มากกว่า 45,000 บาท=4	เรียงลำดับ
การครอบครองรถยนต์	Car	ไม่มี = 0, มี = 1	ตัวแปรหุ่น
เคยใช้ขนส่งสาธารณะครั้งล่าสุด	LMpub	เคยใช้รถโดยสารหรือรถไฟ = 1, อื่น ๆ = 0	ตัวแปรหุ่น
เคยใช้เครื่องบินครั้งล่าสุด	LMair	เคยใช้เครื่องบิน = 1, อื่น ๆ = 0	ตัวแปรหุ่น
วัตถุประสงค์ครั้งล่าสุด	LastPP	ท่องเที่ยว=1, ทำงาน/ธุรกิจ=2, เยี่ยมญาติ/ครอบครัว=3, อื่นๆ=4	นามบัญญัติ
รูปแบบการเดินทางครั้งล่าสุด	LastMode	รถยนต์ส่วนตัว=1, รถโดยสารประจำทาง=2, รถไฟ (รวมรถต่อ)=3, เครื่องบิน (รวมรถต่อ)=4	นามบัญญัติ

ตัวแปร	สัญลักษณ์	การกำหนดรหัส	ระดับการวัด
เวลาเดินทางครั้งล่าสุด	LastTT	น้อยกว่า 6 ชม.=1, 6-9 ชม.=2, 9-12 ชม.=3, มากกว่า 12 ชม.=4	เรียงลำดับ
ค่าใช้จ่ายครั้งล่าสุด	LastCost	ต่ำกว่า 1,000=1, 1,001-2,000=2, 2,001-3,000=3, มากกว่า 3,000=4	เรียงลำดับ
จำนวนครั้งที่ต้องเปลี่ยนพาหนะครั้งล่าสุด	LastChange	ไม่ต้องเปลี่ยน=0, 1 ครั้ง=1, 2 ครั้งขึ้นไป=2	เรียงลำดับ
เวลาเดินทาง	TT	ระยะเวลาเดินทาง (ชม.)	อัตราส่วน
ค่าใช้จ่าย	Cost	ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง (ร้อยบาท)	อัตราส่วน
ความถี่	Freq	ความถี่ของการให้บริการ (เที่ยว/วัน)	อัตราส่วน
ความสะดวกสบาย	Conv	ระดับความสะดวกสบาย	เรียงลำดับ
เปลี่ยนพาหนะ	Change	จำนวนครั้งเปลี่ยนพาหนะ (ครั้ง)	อัตราส่วน

3.5 การออกแบบแบบสอบถาม

แบบสอบถามแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนที่ 2 ข้อมูลการเดินทางครั้งล่าสุด (Revealed Preference) ส่วนที่ 3 การให้คะแนนความพึงพอใจต่อคุณลักษณะของรูปแบบการเดินทาง (ใช้เป็นข้อมูลประกอบ ไม่ได้นำเข้าแบบจำลอง) และส่วนที่ 4 คำถามสถานการณ์สมมติเชิงเลือก (Stated Preference) จำนวน 10 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 4 ทางเลือก

3.6 การออกแบบสถานการณ์เชิงเลือก

การกำหนดระดับตัวแปรในสถานการณ์สมมติใช้ค่าเวลาเดินทางและค่าใช้จ่ายจริงของแต่ละรูปแบบการเดินทางเป็นค่าฐาน (Reference Value) แล้วปรับเพิ่มหรือลดรอบค่าฐานด้วยวิจารณญาณของผู้วิจัย โดยยังมิได้ใช้การออกแบบแบบ Orthogonal หรือ D-efficient ตามที่กล่าวถึงในหัวข้อ 2.1.7 ซึ่งเป็นข้อจำกัดที่อภิปรายไว้ในหัวข้อ 4.2 และ 5.3 สถานการณ์ทั้ง 10 แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ สถานการณ์จริง (สถานการณ์ที่ 1) สถานการณ์สมมติ (สถานการณ์ที่ 2 ถึง 8) และสถานการณ์เชิงนโยบาย (สถานการณ์ที่ 9 และ 10) ระดับตัวแปรที่ใช้จริงแสดงในตารางที่ 3-4 และ 3-5

การออกแบบดังกล่าวเป็นการออกแบบแบบอ้างอิงค่าฐาน (Pivot Design) ซึ่งดำเนินการเป็น 2 ขั้นตอน ขั้นตอนแรก กำหนดค่าฐานจากเวลาเดินทางและค่าใช้จ่ายแบบประตูถึงประตูของแต่ละทางเลือกในปัจจุบัน ได้แก่ รถยนต์ส่วนบุคคล 10 ชั่วโมง 2,300 บาท รถโดยสารประจำทาง 12 ชั่วโมง 1,000 บาท รถไฟร่วมกับรถต่อ 15 ชั่วโมง 750 บาท และเครื่องบินร่วมกับรถต่อ 5 ชั่วโมง 3,000 บาท ซึ่งใช้เป็นระดับตัวแปรของสถานการณ์ที่ 1 ขั้นตอนที่สอง ปรับระดับเวลาเดินทางและค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นหรือลดลงจากค่าฐาน เพื่อสร้างสถานการณ์ที่มีลักษณะแตกต่างกัน โดยให้ระดับตัวแปรอยู่ในช่วงที่ใกล้เคียงกับสภาพการเดินทางจริง เพื่อให้ผู้ตอบแบบสอบถามเข้าใจและพิจารณาสถานการณ์ได้อย่างสมจริง

สถานการณ์ทั้ง 10 สถานการณ์มีบทบาทแตกต่างกัน ดังนี้ (1) สถานการณ์จริง (สถานการณ์ที่ 1) ใช้ระดับตัวแปรเท่ากับค่าฐาน เพื่อให้ผู้ตอบเริ่มจากเงื่อนไขที่คุ้นเคยและใช้เปรียบเทียบกับพฤติกรรมการเดินทางจริง (RP) (2) สถานการณ์สมมติ (สถานการณ์ที่ 2 ถึง 8) ปรับเวลาเดินทางและค่าใช้จ่ายรอบค่าฐานภายใต้โครงสร้างพื้นฐานด้านการขนส่งในปัจจุบัน และ (3) สถานการณ์เชิงนโยบาย (สถานการณ์ที่ 9 และ 10) สมมติให้มีการพัฒนาบริการรถไฟทางตรงและท่าอากาศยานในจังหวัดบึงกาฬ เพื่อประเมินผลของการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานต่อการเลือกรูปแบบการเดินทาง ระดับความถี่ ความสะดวกสบาย และจำนวนครั้งเปลี่ยนพาหนะแสดงในตารางที่ 3-6 และการเปลี่ยนแปลงของระดับตัวแปรเทียบกับค่าฐานแสดงในตารางที่ 3-7

ตารางที่ 3-4 ระดับเวลาเดินทางในแต่ละสถานการณ์ (หน่วย: ชั่วโมง)

สถานการณ์	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถโดยสารประจำทาง	รถไฟร่วมรถต่อ	เครื่องบินร่วมรถต่อ	ลักษณะสถานการณ์
1	10	12	15	5	สถานการณ์จริง
2	10	12	16	6	ลดค่าใช้จ่าย
3	9	11	14	5	เวลาเดินทางสั้น
4	12	14	17	7	เวลาเดินทางยาว
5	10	12	15	6	ค่าใช้จ่ายสูง
6	13	15	18	8	เงื่อนไขไม่เอื้ออำนวย
7	9	11	14	5	ได้เปรียบด้านเวลาและราคา
8	12	14	16	7	ต้นทุนสูงทุกโหมด
9	10	12	9	3	นโยบาย: เครื่องบินต้นทุนสูง
10	10	12	9	3	นโยบาย: เครื่องบินต้นทุนต่ำ

ตารางที่ 3-5 ระดับค่าใช้จ่ายในแต่ละสถานการณ์ (หน่วย: บาทต่อเที่ยว)

สถานการณ์	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถโดยสารประจำทาง	รถไฟร่วมรถต่อ	เครื่องบินร่วมรถต่อ	ลักษณะสถานการณ์
1	2,300	1,000	750	3,000	สถานการณ์จริง
2	2,100	900	700	2,800	ลดค่าใช้จ่าย
3	2,400	1,050	750	2,900	เวลาเดินทางสั้น
4	2,200	950	850	3,200	เวลาเดินทางยาว
5	2,500	1,100	800	2,700	ค่าใช้จ่ายสูง

สถานการณ์	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถโดยสารประจำทาง	รถไฟร่วมรถต่อ	เครื่องบินร่วมรถต่อ	ลักษณะสถานการณ์
6	2,300	1,000	850	3,300	เงื่อนไขไม่เอื้ออำนวย
7	2,600	900	650	2,500	ได้เปรียบด้านเวลาและราคา
8	2,800	1,200	900	3,400	ต้นทุนสูงทุกโหมด
9	2,300	1,000	900	3,400	นโยบาย: เครื่องบินต้นทุนสูง
10	2,300	1,000	900	1,500	นโยบาย: เครื่องบินต้นทุนต่ำ

ตารางที่ 3-6 ระดับความถี่ ความสะดวกสบาย และจำนวนครั้งเปลี่ยนพาหนะ

ตัวแปร	กลุ่มสถานการณ์	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถโดยสารประจำทาง	รถไฟร่วมรถต่อ	เครื่องบินร่วมรถต่อ
ความถี่ (เที่ยว/วัน)	สถานการณ์ที่ 1–8	0	6–10	2–3	8–12
	สถานการณ์ที่ 9–10	0	9	2	3
ความสะดวกสบาย (ระดับ)	สถานการณ์ที่ 1–8	2	2	1	3
	สถานการณ์ที่ 9–10	2	2	3	4
จำนวนครั้งเปลี่ยนพาหนะ	สถานการณ์ที่ 1–8	0	2	3	3
	สถานการณ์ที่ 9–10	0	2	2	2

หมายเหตุ: สถานการณ์ที่ 9 และ 10 สมมติให้มีการพัฒนาบริการรถไฟทางตรงและท่าอากาศยานในจังหวัดบึงกาฬ ทำให้เวลาเดินทางและจำนวนครั้งเปลี่ยนพาหนะลดลง และระดับความสะดวกสบายสูงขึ้น ส่วนในสถานการณ์ที่ 1-8 กำหนดระดับความสะดวกสบายของเครื่องบินร่วมกับรถต่อเป็นระดับ 3 (ต่ำกว่าระดับ 4 ตามตารางที่ 3-2) เนื่องจากต้องเดินทางต่อด้วยรถตู้หรือรถเช่าอีกประมาณ 190 กิโลเมตร

สถานการณ์ที่ 9 และ 10 มีระดับตัวแปรเหมือนกันทุกประการยกเว้นค่าโดยสารของเครื่องบิน (3,400 บาท และ 1,500 บาท ตามลำดับ) การออกแบบเช่นนี้ทำให้สามารถแยกผลของราคาค่าโดยสารเครื่องบินออกจากผลของตัวแปรอื่นได้อย่างชัดเจน และใช้เป็นการทดสอบ

ความสมเหตุสมผลของข้อมูลได้ นอกจากนี้ สถานการณ์ที่ 4 และ 6 มีลักษณะใกล้เคียงกัน จึงสามารถใช้ตรวจสอบความสอดคล้องของคำตอบ (Response Consistency) ของผู้ตอบแบบสอบถามได้

ตารางที่ 3-7 แสดงการเปลี่ยนแปลงของเวลาเดินทางและค่าใช้จ่ายในแต่ละสถานการณ์เมื่อเทียบกับสถานการณ์ที่ 1 ซึ่งช่วยให้เห็นลักษณะของแต่ละสถานการณ์ได้ชัดเจนขึ้น

ตารางที่ 3-7 การเปลี่ยนแปลงของเวลาเดินทางและค่าใช้จ่ายเทียบกับสถานการณ์ที่ 1

สถานการณ์	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถโดยสารประจำทาง	รถไฟร่วมกับรถต่อ	เครื่องบินร่วมกับรถต่อ
2 ลดค่าใช้จ่าย	0 / −200	0 / −100	+1 / −50	+1 / −200
3 เวลาเดินทางสั้น	−1 / +100	−1 / +50	−1 / 0	0 / −100
4 เวลาเดินทางยาว	+2 / −100	+2 / −50	+2 / +100	+2 / +200
5 ค่าใช้จ่ายสูง	0 / +200	0 / +100	0 / +50	+1 / −300
6 เงื่อนไขไม่เอื้ออำนวย	+3 / 0	+3 / 0	+3 / +100	+3 / +300
7 ได้เปรียบด้านเวลาและราคา	−1 / +300	−1 / −100	−1 / −100	0 / −500
8 ต้นทุนสูงทุกโหมด	+2 / +500	+2 / +200	+1 / +150	+2 / +400
9 นโยบาย: เครื่องบินต้นทุนสูง	0 / 0	0 / 0	−6 / +150	−2 / +400
10 นโยบาย: เครื่องบินต้นทุนต่ำ	0 / 0	0 / 0	−6 / +150	−2 / −1,500

หมายเหตุ: ค่าในตารางแสดงเป็น ผลต่างเวลาเดินทาง (ชั่วโมง) / ผลต่างค่าใช้จ่าย (บาท) เทียบกับสถานการณ์ที่ 1 ค่าบวกหมายถึงเพิ่มขึ้น ค่าลบหมายถึงลดลง คำนวณจากตารางที่ 3-4 และ 3-5

จากตารางที่ 3-7 สามารถอธิบายลักษณะของสถานการณ์สมมติได้ดังนี้ สถานการณ์ที่ 2 ลดค่าใช้จ่ายของทุกรูปแบบลง 50–200 บาท โดยเวลาเดินทางของรถไฟและเครื่องบินเพิ่มขึ้น 1 ชั่วโมง สถานการณ์ที่ 3 ลดเวลาเดินทางของรถยนต์ รถโดยสาร และรถไฟลง 1 ชั่วโมง โดยค่าใช้จ่ายของรถยนต์และรถโดยสารเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ส่วนค่าโดยสารเครื่องบินลดลง 100 บาท สถานการณ์ที่ 4 เพิ่มเวลาเดินทางของทุกรูปแบบ 2 ชั่วโมง สถานการณ์ที่ 5 เพิ่มค่าใช้จ่ายของรถยนต์ รถโดยสาร และรถไฟ 50–200 บาท ขณะที่ค่าโดยสารเครื่องบินลดลง 300 บาทแต่ใช้เวลาเพิ่มขึ้น 1 ชั่วโมง สถานการณ์ที่ 6 เพิ่มเวลาเดินทางของทุกรูปแบบ 3 ชั่วโมง และค่าใช้จ่ายของรถไฟและเครื่องบินเพิ่มขึ้น สถานการณ์ที่ 7 ให้ขนส่งสาธารณะได้เปรียบทั้งด้านเวลาและราคา โดยค่าใช้จ่ายของรถยนต์เพิ่มขึ้น 300 บาท ขณะที่ค่าโดยสารรถโดยสาร รถไฟ และเครื่องบินลดลง 100–500 บาท และสถานการณ์ที่ 8 เพิ่มทั้งเวลาเดินทางและค่าใช้จ่ายของทุกรูปแบบ

สำหรับสถานการณ์เชิงนโยบาย เวลาเดินทางของรถไฟร่วมกับรถต่อลดลงจาก 15 ชั่วโมงเหลือ 9 ชั่วโมง และเครื่องบินร่วมกับรถต่อลดลงจาก 5 ชั่วโมงเหลือ 3 ชั่วโมง จำนวนครั้งเปลี่ยนพาหนะของทั้งสองรูปแบบลดลงจาก 3 ครั้งเหลือ 2 ครั้ง ระดับความสะดวกสบายของรถไฟเพิ่มจากระดับ 1 เป็นระดับ 3 และของเครื่องบินเพิ่มจากระดับ 3 เป็นระดับ 4 (ตารางที่ 3-6) ขณะที่เวลาเดินทางและค่าใช้จ่ายของรถยนต์ส่วนบุคคลและรถโดยสารประจำทางเท่ากับค่าฐาน ค่าใช้จ่ายของรถไฟกำหนดไว้ที่ 900 บาท ส่วนค่าโดยสารเครื่องบินกำหนดเป็น 2 ระดับ คือ 3,400 บาท (สถานการณ์ที่ 9) และ 1,500 บาท (สถานการณ์ที่ 10) เพื่อสะท้อนกรณีบริการเครื่องบินต้นทุนสูงและต้นทุนต่ำ

ตัวแปรความถี่ ความสะดวกสบาย และจำนวนครั้งเปลี่ยนพาหนะ (ตารางที่ 3-6) มิได้แปรผันรายสถานการณ์ แต่กำหนดเป็น 2 ชุด คือ ชุดสำหรับสถานการณ์ที่ 1–8 ซึ่งสะท้อนการให้บริการในปัจจุบัน และชุดสำหรับสถานการณ์ที่ 9–10 ซึ่งสะท้อนการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน ความถี่ของรถยนต์ส่วนบุคคลกำหนดเป็น 0 เนื่องจากผู้เดินทางกำหนดเวลาออกเดินทางได้เอง ความสะดวกสบายของรถไฟในสถานการณ์ที่ 1–8 กำหนดเป็นระดับ 1 ตามลักษณะของรถไฟชั้น 3 ในตารางที่ 3-2 ส่วนจำนวนครั้งเปลี่ยนพาหนะนับตลอดโซ่การเดินทางตั้งแต่ที่พักต้นทางจนถึงจุดหมายปลายทางตามนิยามในหัวข้อ 3.3

ความสะดวกสบาย (Conv) เป็นตัวแปรเชิงลำดับ 4 ระดับ กำหนดจากเกณฑ์ที่จับต้องได้ในตารางที่ 3-2 ได้แก่ การปรับอากาศ มุมปรับเอนของที่นั่ง การมีห้องสุขา และการมีบริการระหว่างเดินทาง ระดับที่สูงขึ้นหมายถึงสิ่งอำนวยความสะดวกที่มากขึ้น สำหรับทางเลือกที่เป็นการเดินทางต่อเนื่องหลายทอด ระดับความสะดวกสบายพิจารณาตลอดโซ่การเดินทาง มิใช่เฉพาะพาหนะหลัก กล่าวคือ หากต้องเดินทางต่อด้วยพาหนะที่มีความสะดวกสบายต่ำกว่าเป็นระยะทางไกล

ระดับความสะดวกสบายของทางเลือกนั้นจะถูกปรับลดลง การกำหนดระดับความสะดวกสบายของแต่ละทางเลือกพร้อมเหตุผลแสดงในตารางที่ 3-8

ตารางที่ 3-8 การกำหนดระดับความสะดวกสบายของแต่ละทางเลือก

ทางเลือก	สถานการณ์ที่ 1–8	สถานการณ์ที่ 9–10
รถยนต์ส่วนบุคคล	ระดับ 2: ปรับอากาศ ที่นั่งปรับเอนได้ ไม่มีห้องสุขาบนพาหนะแต่แวะจุดพักระหว่างทางได้	ระดับ 2: ไม่เปลี่ยนแปลง
รถโดยสารประจำทาง	ระดับ 2: เทียบรถโดยสารมาตรฐาน 1 (ข) ปรับอากาศ ที่นั่งปรับเอนได้ ประมาณ 70 องศา มีห้องสุขา	ระดับ 2: ไม่เปลี่ยนแปลง
รถไฟร่วมกับรถต่อ	ระดับ 1: เทียบรถไฟชั้น 3 ตามเกณฑ์ระดับ 1 และต้องต่อรถโดยสารหรือรถตู้จากหนองคายอีกประมาณ 136 กิโลเมตร	ระดับ 3: สมมติให้มีบริการรถไฟทางตรงถึงจังหวัดบึงกาฬ โดยกำหนดสิ่งอำนวยความสะดวกเทียบเท่าเกณฑ์ระดับ 3
เครื่องบินร่วมกับรถต่อ	ระดับ 3: พาหนะหลักอยู่ในระดับ 4 แต่ปรับลดลงเนื่องจากต้องต่อรถตู้หรือรถเช่าจากอุดรธานีอีกประมาณ 190 กิโลเมตร	ระดับ 4: สมมติให้มีท่าอากาศยานในจังหวัดบึงกาฬ ไม่ต้องเดินทางต่อทางถนนระยะไกล

หมายเหตุ: เกณฑ์ของแต่ละระดับเป็นไปตามตารางที่ 3-2 ระยะทางขาต่อเป็นไปตามตารางที่ 3-1

จากตารางที่ 3-8 รถยนต์ส่วนบุคคลและรถโดยสารประจำทางมีระดับความสะดวกสบายเท่ากัน คือระดับ 2 ในทุกสถานการณ์ ส่วนรถไฟร่วมกับรถต่อมีระดับต่ำที่สุดในสถานการณ์ที่ 1–8 เนื่องจากใช้รถไฟชั้น 3 เป็นพาหนะหลัก และเครื่องบินร่วมกับรถต่อมีระดับสูงที่สุดแม้จะถูกปรับลดจากระดับ 4 เป็นระดับ 3 ก็ตาม ในสถานการณ์เชิงนโยบาย การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานทำให้ระดับความสะดวกสบายของรถไฟเพิ่มขึ้น 2 ระดับ และของเครื่องบินเพิ่มขึ้น 1 ระดับ

ในการประมาณค่าแบบจำลอง ตัวแปรความสะดวกสบายถูกนำเข้าในรูปค่าระดับ 1–4 ภายใต้ข้อสมมติว่าระยะห่างระหว่างระดับเท่ากัน ค่าสัมประสิทธิ์จึงแสดงการเปลี่ยนแปลงของอรรถประโยชน์เมื่อระดับความสะดวกสบายเพิ่มขึ้น 1 ระดับ ทั้งนี้ ระดับความสะดวกสบายของทุกทางเลือกคงที่ในสถานการณ์ที่ 1–8 และเปลี่ยนแปลงเฉพาะรถไฟและเครื่องบินในสถานการณ์ที่ 9–10 ซึ่งเปลี่ยน

พร้อมกับเวลาเดินทาง ความถี่ และจำนวนครั้งเปลี่ยนพาหนะ ทำให้ไม่สามารถแยกผลของความสะดวกสบายออกจากตัวแปรอื่นและค่าคงที่เฉพาะทางเลือกได้อย่างชัดเจน ดังผลการทดสอบในหัวข้อ 4.3.1

สำหรับการตรวจสอบความสอดคล้องของคำตอบ สถานการณ์ที่ 6 มีลักษณะเป็นสถานการณ์ที่ 4 ที่มีเงื่อนไขแย่ลงเล็กน้อยในทุกรูปแบบ กล่าวคือ เวลาเดินทางเพิ่มขึ้น 1 ชั่วโมงและค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น 0–100 บาท ผู้ตอบที่พิจารณาอย่างมีเหตุผลจึงควรเลือกรูปแบบการเดินทางเดียวกันในทั้งสองสถานการณ์ ผลการตรวจสอบแสดงไว้ในหัวข้อ 4.2.3

อย่างไรก็ตาม การกำหนดระดับตัวแปรด้วยวิจารณญาณของผู้วิจัยทำให้ระดับตัวแปรบางคู่มีความสัมพันธ์กัน กล่าวคือ เวลาเดินทางของรถโดยสารประจำทางมากกว่ารถยนต์ส่วนบุคคล 2 ชั่วโมงเท่ากันในทุกสถานการณ์ และในสถานการณ์ที่ 1–8 เวลาเดินทางของทุกรูปแบบเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกันและมีขนาดใกล้เคียงกัน นอกจากนี้ เครื่องบินร่วมกับรถต่อเป็นทางเลือกที่ใช้เวลาน้อยที่สุดและมีค่าใช้จ่ายสูงที่สุดในเกือบทุกสถานการณ์ ทำให้เวลาเดินทางและค่าใช้จ่ายมีความสัมพันธ์เชิงลบ ลักษณะดังกล่าวลดความสามารถในการแยกผลของเวลาเดินทางและค่าใช้จ่ายออกจาก ค่าคงที่เฉพาะทางเลือก ซึ่งได้ตรวจสอบเชิงปริมาณไว้ในหัวข้อ 4.2.1 และ 4.2.2 การศึกษาในอนาคตจึงควรใช้การออกแบบแบบ D-efficient โดยกำหนดระดับตัวแปรเป็นสัดส่วนรอบค่าการเดินทางจริงของผู้ตอบแต่ละราย และแบ่งชุดสถานการณ์ออกเป็นกลุ่มย่อย (Blocking) เพื่อจำกัดจำนวนสถานการณ์ที่ผู้ตอบแต่ละรายต้องพิจารณา

3.7 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลดำเนินการระหว่างเดือนมกราคม – เมษายน พ.ศ. 2569 ผ่าน 2 ช่องทาง ได้แก่ แบบสอบถามออนไลน์ และการลงพื้นที่เก็บข้อมูล ณ สถานีขนส่งผู้โดยสารที่เกี่ยวข้อง ข้อมูลที่ได้ถูกตรวจสอบความสมบูรณ์และคัดกรองคำตอบที่ไม่สมบูรณ์หรือไม่สอดคล้องออกก่อนนำไปวิเคราะห์ ได้ข้อมูลที่ใช้วิเคราะห์ทั้งสิ้น 411 ราย คิดเป็นชุดสถานการณ์การเลือก 4,110 ชุด และทางเลือกทั้งสิ้น 16,440 รายการ

3.8 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลดำเนินการด้วยโปรแกรม RStudio แพคเกจ mlogit (Croissant, 2020) และ sandwich (Zeileis, 2006) แบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

3.8.1 การวิเคราะห์เชิงพรรณนา

สรุปลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างและพฤติกรรมการเดินทางครั้งล่าสุด ด้วยค่าความถี่และร้อยละ

3.8.2 การตรวจสอบความแปรผันของคุณลักษณะและความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ

ก่อนการประมาณค่าแบบจำลอง ผู้วิจัยตรวจสอบความแปรผันของผลต่างคุณลักษณะระหว่างทางเลือก (Within-choice-set Variation) ซึ่งเป็นสารสนเทศที่แบบจำลองโลจิตใช้ในการระบุค่าสัมประสิทธิ์ เนื่องจากความน่าจะเป็นในการเลือกขึ้นอยู่กับผลต่างของอรรถประโยชน์ระหว่างทางเลือก มิใช่ระดับสัมบูรณ์ของคุณลักษณะ หากคุณลักษณะใดมีผลต่างคงที่ในทุกสถานการณ์ ตัวแปรนั้นจะซ้อนทับกับค่าคงที่เฉพาะทางเลือกอย่างสมบูรณ์และไม่สามารถประมาณค่าได้

นอกจากนี้ยังตรวจสอบความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปรอิสระ โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมนสำหรับตัวแปรเรียงลำดับ และค่า Variance Inflation Factor (VIF) ของแบบจำลองที่ประมาณค่าได้

3.8.3 การประมาณค่าแบบจำลองโลจิตพหุนาม

แบบจำลองโลจิตพหุนาม (Multinomial Logit Model: MNL) ประมาณค่าด้วยวิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Estimation) ความน่าจะเป็นที่ผู้เดินทาง n จะเลือกทางเลือก i คำนวณตามสมการที่ (3.1)

$$P(i) = exp(V_i) / \Sigma_j\ exp(V_j) \quad (3.1)$$

โดยฟังก์ชันอรรถประโยชน์เชิงกำหนดของทางเลือก i กำหนดตามสมการที่ (3.2)

$$V(i) = ASC(i) + \beta(TT)\ TT(i) + \beta(Cost)\ Cost(i) + \Sigma\gamma\ (ik)\ Z(k) \quad (3.2)$$

โดยที่ ASC_i คือ ค่าคงที่เฉพาะทางเลือก (รถยนต์ส่วนบุคคลเป็นทางเลือกฐาน กำหนดให้ ASC = 0)

β_TT, β_Cost คือ ค่าสัมประสิทธิ์ร่วม (Generic Coefficient) ของเวลาเดินทางและค่าใช้จ่าย

Z_k คือ ตัวแปรลักษณะของผู้เดินทาง และ γ_ik คือค่าสัมประสิทธิ์เฉพาะทางเลือกของตัวแปรนั้น

การกำหนดให้เวลาเดินทางและค่าใช้จ่ายมีค่าสัมประสิทธิ์ร่วมเพียงค่าเดียวสำหรับทุกทางเลือก เป็นไปตามแนวทางมาตรฐานของการวิเคราะห์การเลือกแบบไม่ต่อเนื่อง และเป็นเงื่อนไขที่จำเป็นต่อการคำนวณมูลค่าของเวลาในหัวข้อ 3.8.6

การคัดเลือกตัวแปรดำเนินการแบบเพิ่มทีละขั้น (Sequential Testing) โดยเริ่มจากแบบจำลองที่มีเฉพาะค่าคงที่ แล้วเพิ่มตัวแปรคุณลักษณะของโหมดและตัวแปรลักษณะของผู้เดินทางตามลำดับ พร้อมทดสอบนัยสำคัญของการเพิ่มตัวแปรด้วย Likelihood Ratio Test ตามสมการที่ (3.3)

$$LR = -2[LL(\beta_restricted) - LL(\beta_unrestricted)] \sim \chi^2(df) \quad (3.3)$$

3.8.4 การปรับค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสำหรับข้อมูลแบบพาเนล

เนื่องจากผู้ตอบแบบสอบถามแต่ละรายตอบคำถามสถานการณ์สมมติ 10 สถานการณ์ ข้อมูลจึงมีโครงสร้างแบบพาเนล (Panel Data) การสังเกตของบุคคลเดียวกันไม่เป็นอิสระต่อกัน หากประมาณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานด้วยวิธีปกติจะได้ค่าที่ต่ำกว่าความเป็นจริง และทำให้ค่าสถิติ t สูงเกินจริง งานวิจัยนี้จึงใช้ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานแบบจัดกลุ่ม (Clustered Standard Errors) ที่ระดับผู้ตอบแบบสอบถาม ตามสมการที่ (3.4)

$$\mathrm{V_cluster} = \mathrm{H^{-1}} \left(\Sigma_g \, s_g \, s_g^{\mathrm{T}} \right) \mathrm{H^{-1}} \times \mathrm{G}/(\mathrm{G}-1) \qquad (3.4)$$

โดยที่ H คือเมทริกซ์เฮสเซียน s_g คือผลรวมของเวกเตอร์คะแนน (Score) ของผู้ตอบรายที่ g และ G คือจำนวนผู้ตอบทั้งหมด

3.8.5 การทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลอง

ประกอบด้วยการทดสอบนัยสำคัญของค่าสัมประสิทธิ์ด้วยสถิติ t ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 การทดสอบ Likelihood Ratio Test และการคำนวณดัชนีความสอดคล้องของแมคแฟดเดน (McFadden's ρ^2) ตามสมการที่ (3.5)

$$\rho^2 = 1 - \mathrm{LL}(\beta) \,/\, \mathrm{LL}(0) \qquad (3.5)$$

งานวิจัยนี้รายงานค่า ρ^2 เทียบกับแบบจำลองฐานสองรูปแบบ ได้แก่ แบบจำลองที่กำหนดให้ทุกทางเลือกมีความน่าจะเป็นเท่ากัน (Equal-share Model) และแบบจำลองที่มีเฉพาะค่าคงที่เฉพาะทางเลือก (Constants-only Model) เนื่องจากค่าที่ได้จากฐานทั้งสองแตกต่างกันมาก การระบุฐานที่ใช้จึงมีความจำเป็นต่อการเปรียบเทียบกับงานวิจัยอื่น นอกจากนี้ยังรายงานความแม่นยำในการทำนาย (Hit Rate) และทดสอบข้อสมมติความเป็นอิสระจากทางเลือกที่ไม่เกี่ยวข้อง (Independence of Irrelevant Alternatives: IIA) ด้วยวิธีของ Hausman และ McFadden

3.8.6 การวิเคราะห์ส่วนแบ่งตลาดและการทดสอบเชิงนโยบาย

การวิเคราะห์ส่วนแบ่งตลาดใช้วิธีการรวมผลรายบุคคล (Sample Enumeration) โดยคำนวณความน่าจะเป็นในการเลือกของผู้ตอบทุกรายในแต่ละสถานการณ์ แล้วหาค่าเฉลี่ยเป็นส่วนแบ่งตลาดตามสมการที่ (3.6) ซึ่งแตกต่างจากการนับความถี่ของคำตอบโดยตรง เนื่องจากค่าที่ได้เป็นค่าที่คำนวณจากแบบจำลองและสามารถนำไปใช้พยากรณ์ภายใต้เงื่อนไขที่ยังไม่เคยเกิดขึ้นได้

$$\mathrm{Share_i} = (1/\mathrm{N}) \, \Sigma_n \, \mathrm{P_n(i)} \qquad (3.6)$$

มูลค่าของเวลา (Value of Time: VOT) คำนวณจากอัตราส่วนของค่าสัมประสิทธิ์เวลาต่อค่าสัมประสิทธิ์ค่าใช้จ่ายตามสมการที่ (3.7) ส่วนการวิเคราะห์ผลเชิงนโยบายใช้การเปรียบเทียบส่วนแบ่งตลาดระหว่างสถานการณ์ที่ออกแบบไว้ในหัวข้อ 3.6

$$VOT = \beta_TT / \beta_Cost \quad (3.7)$$

ทั้งนี้ มูลค่าของเวลาจะรายงานเฉพาะกรณีที่ค่าสัมประสิทธิ์ของเวลาเดินทางและค่าใช้จ่ายมีนัยสำคัญทางสถิติ หากค่าสัมประสิทธิ์ของค่าใช้จ่ายไม่มีนัยสำคัญ มูลค่าของเวลาที่คำนวณได้จะไม่มีความน่าเชื่อถือ เนื่องจากตัวหารมีค่าใกล้ศูนย์

การคำนวณมูลค่าของเวลาและการวิเคราะห์ความอ่อนไหวด้านราคาจะดำเนินการได้ก็ต่อเมื่อค่าสัมประสิทธิ์ค่าใช้จ่ายมีเครื่องหมายเป็นลบและมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งผลในหัวข้อ 4.3.3 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ค่าใช้จ่ายไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ผู้วิจัยจึงไม่ได้คำนวณมูลค่าของเวลาและไม่ได้วิเคราะห์ความอ่อนไหวด้านราคา

บทที่ 4

ผลการศึกษา

บทนี้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง 411 ราย แบ่งเนื้อหาออกเป็น 5 หัวข้อ ได้แก่ ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม การตรวจสอบคุณภาพข้อมูลและการออกแบบสถานการณ์ การพัฒนาแบบจำลองโลจิตพหุนาม การตรวจสอบความเหมาะสมของแบบจำลอง และการวิเคราะห์ส่วนแบ่งตลาด

4.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

การสำรวจเก็บข้อมูลจากแบบสอบถามแบ่งเป็นข้อมูลสภาพเศรษฐกิจและสังคม ข้อมูลการเดินทางจริง (RP) และสถานการณ์สมมติการเลือกโหมดการเดินทาง (SP) รวม 411 คน โดยข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามแสดงดังตารางที่ 4-1

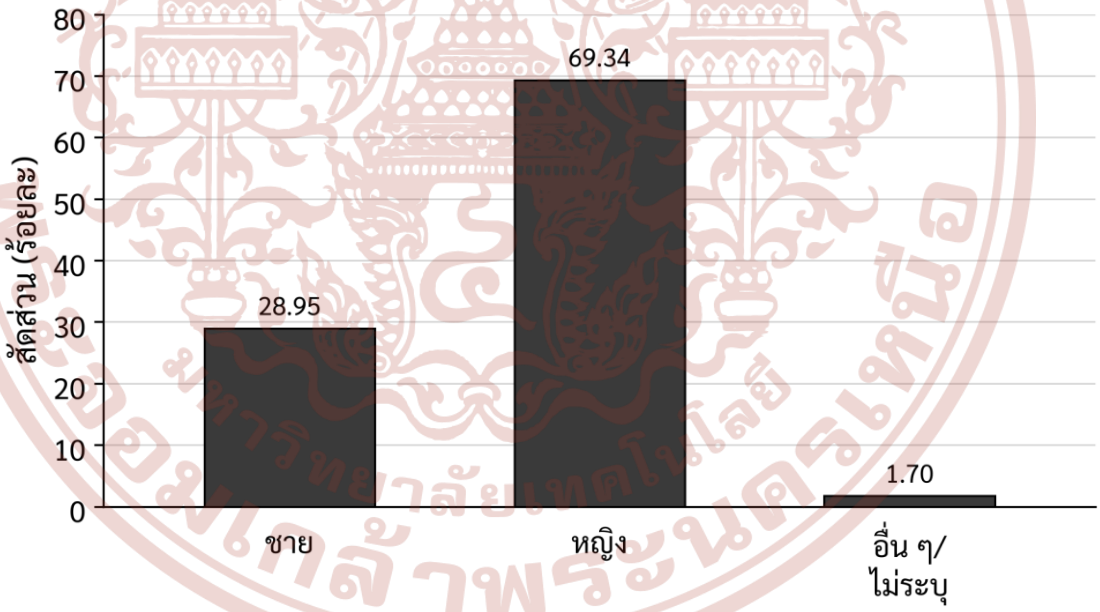
ตารางที่ 4-1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูล	ลักษณะข้อมูลที่จัดเก็บ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
เพศ	ชาย	119	28.95
	หญิง	285	69.34
	อื่น ๆ /ไม่ระบุ	7	1.70
อายุ	ต่ำกว่า 20 ปี	11	2.68
	20-30 ปี	117	28.47
	31-45 ปี	171	41.61
	46-60 ปี	98	23.84
	60 ปีขึ้นไป	14	3.41
อาชีพหลัก	นักเรียน/นักศึกษา	26	6.33
	พนักงานเอกชน	137	33.33
	ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ	204	49.64
	ธุรกิจส่วนตัว	44	10.71

ข้อมูล	ลักษณะข้อมูลที่จัดเก็บ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
รายได้เฉลี่ยต่อเดือน	ต่ำกว่า 15,000 บาท	163	39.66
	15,001 - 30,000 บาท	143	34.79
	30,001 - 45,000 บาท	67	16.30
	มากกว่า 45,000 บาท	38	9.25
รถยนต์ส่วนบุคคล	มี	316	76.89
	ไม่มี	95	23.11
วัตถุประสงค์ครั้งล่าสุด	ท่องเที่ยว	255	62.04
	ทำงาน/ธุรกิจ	103	25.06
	เยี่ยมญาติ/ครอบครัว	45	10.95
	อื่นๆ	8	1.95
รูปแบบการเดินทางครั้งล่าสุด	รถยนต์ส่วนตัว	319	77.62
	รถโดยสารประจำทาง	53	12.90
	รถไฟ (รวมรถต่อ)	2	0.49
	เครื่องบิน (รวมรถต่อ)	37	9.00
เวลาเดินทางครั้งล่าสุด	น้อยกว่า 6 ชม.	25	6.08
	6-9 ชม.	44	10.71
	9-12 ชม.	170	41.36
	มากกว่า 12 ชม.	172	41.85
ค่าใช้จ่ายครั้งล่าสุด	ต่ำกว่า 1,000 บาท	30	7.30
	1,001-2,000 บาท	98	23.84
	2,001-3,000 บาท	110	26.76

ข้อมูล	ลักษณะข้อมูลที่จัดเก็บ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
	มากกว่า 3,000 บาท	173	42.09
จำนวนครั้งที่ต้องเปลี่ยนพาหนะครั้งล่าสุด	ไม่ต้องเปลี่ยน	97	23.60
	1 ครั้ง	49	11.92
	2 ครั้งขึ้นไป	265	64.48

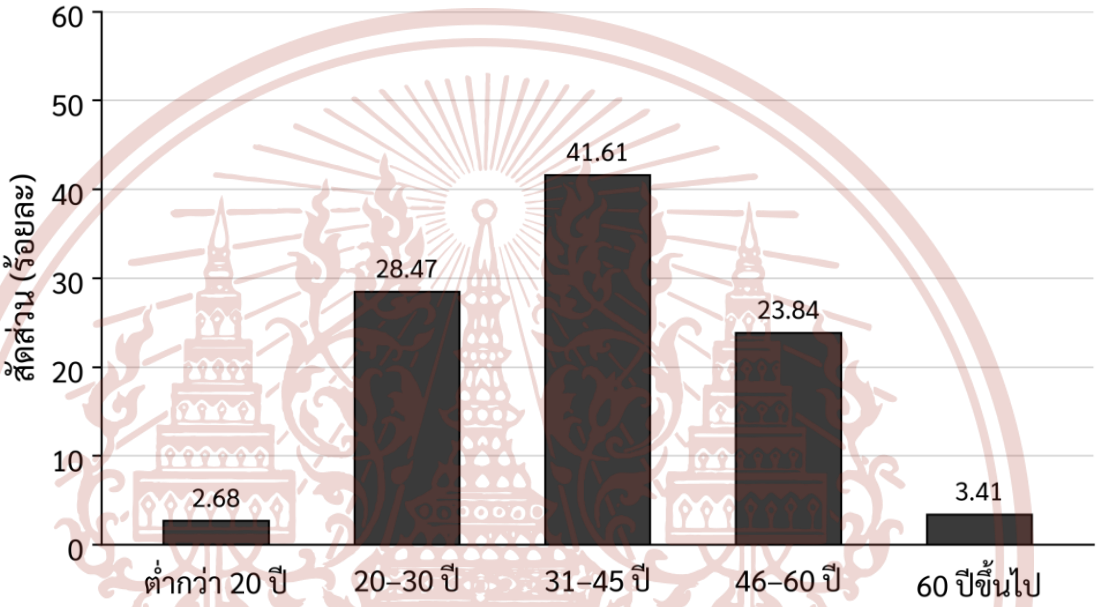
1) เพศ ผู้ตอบแบบสอบถามเป็นเพศหญิง 285 คน (ร้อยละ 69.34) เพศชาย 119 คน (ร้อยละ 28.95) และไม่ระบุเพศ 7 คน (ร้อยละ 1.70) สัดส่วนหญิงต่อชายประมาณ 2.4 ต่อ 1 ซึ่งอาจเป็นผลจากการสุ่มตัวอย่างแบบสะดวกผ่านช่องทางออนไลน์ (ภาพที่ 4-1)



ภาพที่ 4-1 การกระจายของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามเพศ

เพศมีความสัมพันธ์กับรูปแบบการเดินทางครั้งล่าสุดอย่างมีนัยสำคัญ (χ^2 = 22.20, df = 6, p = 0.001) เพศหญิงใช้รถโดยสารประจำทางร้อยละ 17.19 เทียบกับเพศชายเพียงร้อยละ 2.52 ขณะที่เพศชายใช้เครื่องบินร้อยละ 15.13 เทียบกับเพศหญิงร้อยละ 6.67 ส่วนหนึ่งเป็นเพราะเพศชายในกลุ่มตัวอย่างมีรายได้สูงกว่า โดยร้อยละ 20.17 มีรายได้มากกว่า 45,000 บาท เทียบกับเพศหญิงร้อยละ 4.91 และมีรถยนต์ในสัดส่วนสูงกว่า คือร้อยละ 86.55 เทียบกับร้อยละ 73.68

2) อายุ กลุ่มอายุที่มากที่สุดคือ 31–45 ปี จำนวน 171 คน (ร้อยละ 41.61) รองลงมาคือ 20–30 ปี (ร้อยละ 28.47) และ 46–60 ปี (ร้อยละ 23.84) รวมวัยทำงานอายุ 20–60 ปีได้ร้อยละ 93.92 ขณะที่ผู้มีอายุต่ำกว่า 20 ปีและ 60 ปีขึ้นไปมีเพียงร้อยละ 2.68 และ 3.41 ตามลำดับ (ภาพที่ 4-2)

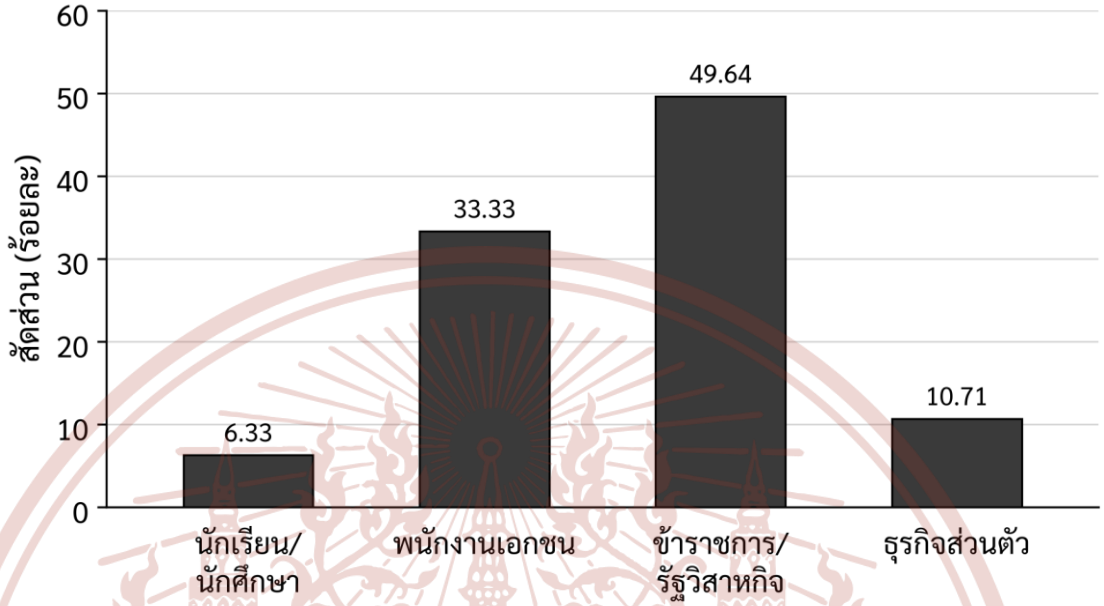


ภาพที่ 4-2 การกระจายของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามอายุ

อายุมีความสัมพันธ์กับวัตถุประสงค์การเดินทางอย่างชัดเจน ($\chi^2 = 99.23$, df = 12, $p < 0.001$) กลุ่มอายุ 20–45 ปีเดินทางเพื่อท่องเที่ยวเป็นหลักประมาณร้อยละ 68 ส่วนกลุ่มอายุ 46–60 ปีเดินทางเพื่อเยี่ยมญาติร้อยละ 25.51 และกลุ่มอายุ 60 ปีขึ้นไปไม่มีผู้ใดเดินทางเพื่อท่องเที่ยว โดยเดินทางเพื่อเยี่ยมญาติร้อยละ 42.86 นอกจากนี้ รายได้เพิ่มขึ้นตามอายุ ผู้มีรายได้มากกว่า 45,000 บาทเพิ่มจากร้อยละ 7.69 ในกลุ่มอายุ 20–30 ปี เป็นร้อยละ 35.71 ในกลุ่มอายุ 60 ปีขึ้นไป

ในทางกลับกัน อายุไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับรูปแบบการเดินทางครั้งล่าสุด ($p = 0.173$) และเมื่อควบคุมตัวแปรอื่นในแบบจำลองแล้ว อายุก็ไม่มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญต่อการเลือกรูปแบบใด (ตารางที่ 4-8)

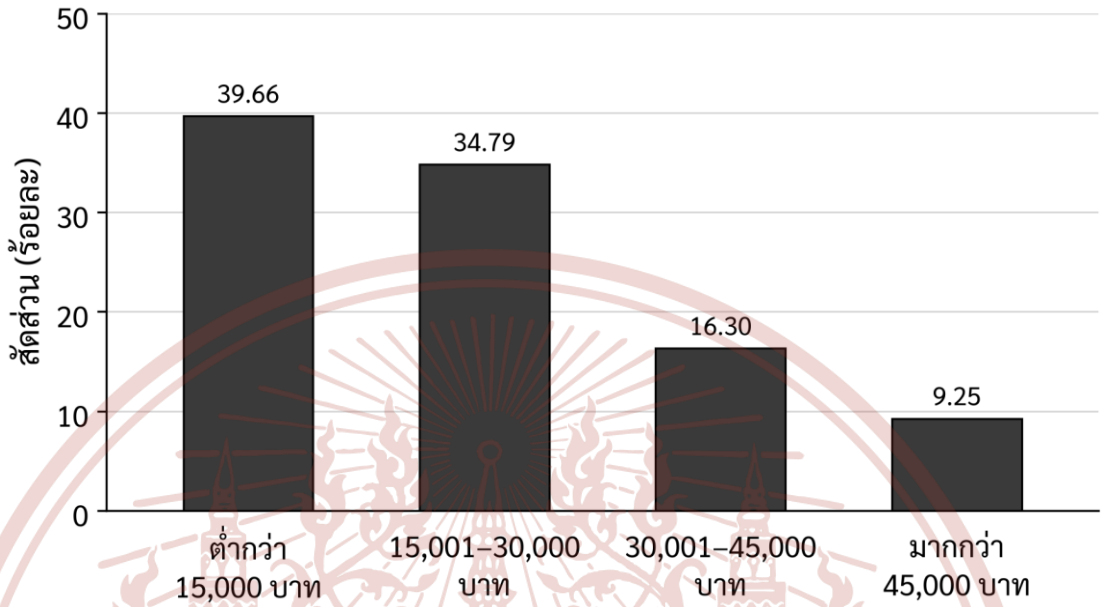
3) อาชีพหลัก ผู้ตอบแบบสอบถามเกือบครึ่งหนึ่งเป็นข้าราชการหรือพนักงานรัฐวิสาหกิจ จำนวน 204 คน (ร้อยละ 49.64) รองลงมาคือพนักงานเอกชน (ร้อยละ 33.33) ธุรกิจส่วนตัว (ร้อยละ 10.71) และนักเรียนหรือนักศึกษา (ร้อยละ 6.33) (ภาพที่ 4-3)



ภาพที่ 4-3 การกระจายของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามอาชีพหลัก

อาชีพมีความสัมพันธ์กับวัตถุประสงค์การเดินทาง ($\chi^2 = 44.95$, df = 9, $p < 0.001$) ผู้ประกอบธุรกิจส่วนตัวเดินทางเพื่อเยี่ยมญาติสูงถึงร้อยละ 36.36 ขณะที่อาชีพอื่นเดินทางเพื่อท่องเที่ยวเป็นหลักร้อยละ 64–69 แต่อาชีพไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับการครอบครองรถยนต์ ($p = 0.248$) และรูปแบบการเดินทางครั้งล่าสุด ($p = 0.117$) ตัวแปรอาชีพจึงไม่ได้นำเข้าแบบจำลองสัดส่วนข้าราชการที่สูงมีนัยต่อการตีความผลด้วย เนื่องจากผู้เดินทางกลุ่มนี้เบิกค่าเดินทางไปราชการได้ ซึ่งกล่าวไว้เป็นข้อจำกัดในหัวข้อ 5.3

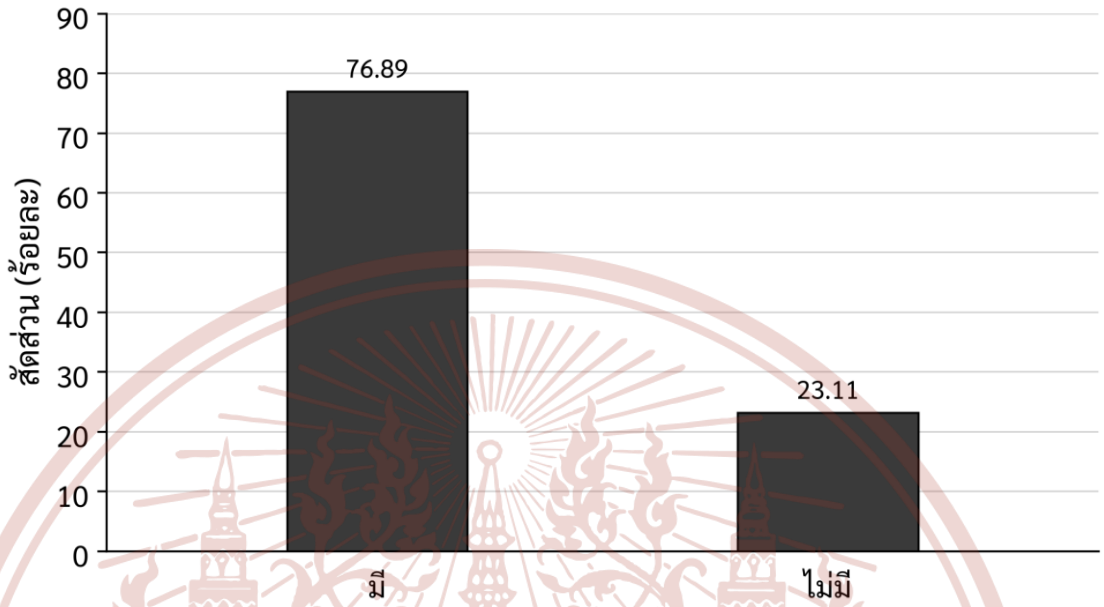
4) รายได้เฉลี่ยต่อเดือน ผู้มีรายได้ต่ำกว่า 15,000 บาทมีสัดส่วนสูงสุด จำนวน 163 คน (ร้อยละ 39.66) รองลงมาคือ 15,001–30,000 บาท (ร้อยละ 34.79) 30,001–45,000 บาท (ร้อยละ 16.30) และมากกว่า 45,000 บาท (ร้อยละ 9.25) รวมผู้มีรายได้ไม่เกิน 30,000 บาทได้ร้อยละ 74.45 เมื่อพิจารณาร่วมกับอาชีพ พบว่าข้าราชการกระจุกตัวในช่วงรายได้ 15,001–30,000 บาท (101 จาก 204 คน) พนักงานเอกชนส่วนใหญ่มีรายได้ต่ำกว่า 15,000 บาท (76 จาก 137 คน) และนักเรียนนักศึกษาทุกคนมีรายได้ไม่เกิน 30,000 บาท (ภาพที่ 4-4)



ภาพที่ 4-4 การกระจายของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามรายได้เฉลี่ยต่อเดือน

รายได้เป็นตัวแปรที่แยกพฤติกรรมการเดินทางได้ชัดที่สุดตัวหนึ่ง (χ^2 = 43.71, df = 9, $p < 0.001$) สัดส่วนการใช้เครื่องบินเพิ่มจากร้อยละ 3.07 ในกลุ่มรายได้ต่ำสุด เป็นร้อยละ 31.58 ในกลุ่มรายได้สูงสุด ขณะที่การใช้รถโดยสารลดจากร้อยละ 19.63 เหลือร้อยละ 2.63 ผู้มีรายได้สูงยังเดินทางเพื่อทำงานหรือธุรกิจมากกว่า โดยกลุ่มรายได้มากกว่า 45,000 บาทเดินทางเพื่อทำงานร้อยละ 42.11 เทียบกับร้อยละ 27.61 ในกลุ่มรายได้ต่ำสุด

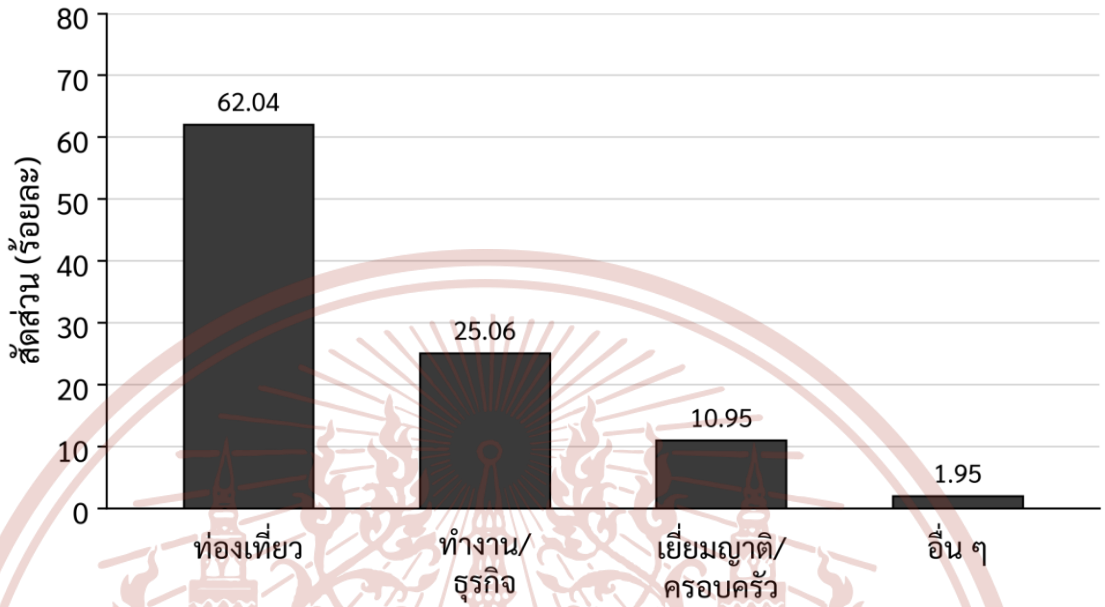
5) การครอบครองรถยนต์ส่วนบุคคล ผู้ตอบแบบสอบถาม 316 คน (ร้อยละ 76.89) มีรถยนต์ส่วนบุคคล และอีก 95 คน (ร้อยละ 23.11) ไม่มี สัดส่วนการครอบครองรถยนต์เพิ่มขึ้นตามรายได้ จากร้อยละ 60.74 ในกลุ่มรายได้ต่ำกว่า 15,000 บาท เป็นร้อยละ 83.92 และ 94.03 ในกลุ่มรายได้ 15,001–30,000 บาท และ 30,001–45,000 บาท ตามลำดับ (ภาพที่ 4-5)



ภาพที่ 4-5 การกระจายของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามการครอบครองรถยนต์ส่วนบุคคล

การครอบครองรถยนต์มีความสัมพันธ์กับรูปแบบการเดินทางครั้งล่าสุดสูงที่สุดในบรรดาตัวแปรทั้งหมด (χ^2 = 95.01, df = 3, $p < 0.001$) ผู้มีรถยนต์ร้อยละ 86.08 เดินทางด้วยรถยนต์ส่วนบุคคล ส่วนผู้ไม่มีรถยนต์ยังเดินทางด้วยรถยนต์ถึงร้อยละ 49.47 ซึ่งน่าจะเป็นการร่วมเดินทางกับผู้อื่นหรือเช่ารถ และใช้รถโดยสารร้อยละ 42.11 การครอบครองรถยนต์ไม่มีความสัมพันธ์กับวัตถุประสงค์การเดินทาง ($p = 0.788$)

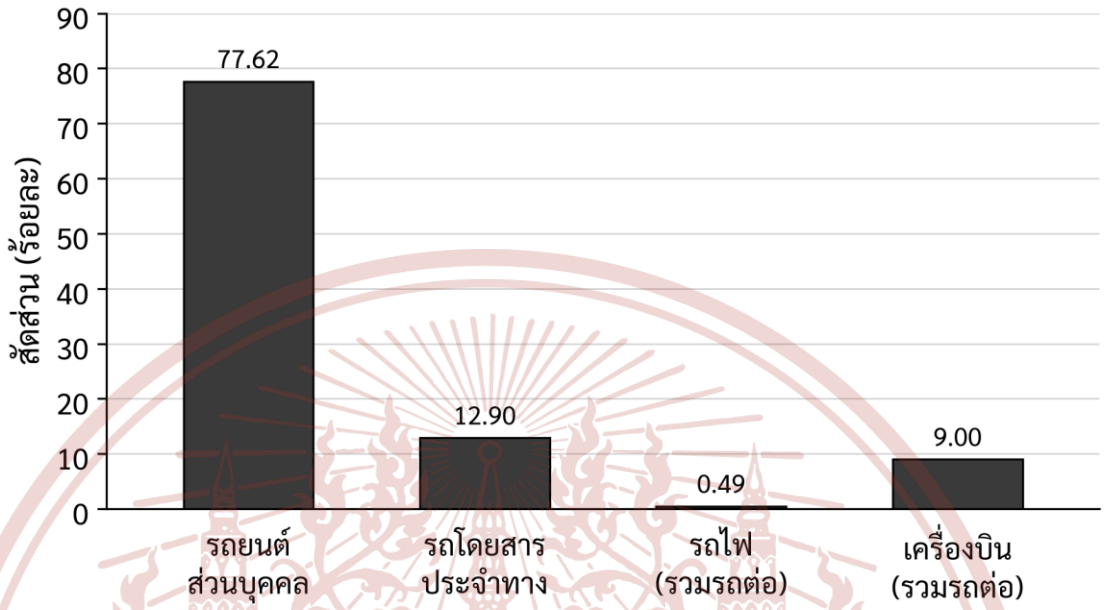
6) วัตถุประสงค์การเดินทางครั้งล่าสุด การเดินทางส่วนใหญ่เป็นการท่องเที่ยว 255 คน (ร้อยละ 62.04) รองลงมาคือการทำงานหรือธุรกิจ (ร้อยละ 25.06) การเยี่ยมญาติหรือครอบครัว (ร้อยละ 10.95) และอื่น ๆ (ร้อยละ 1.95) (ภาพที่ 4-6)



ภาพที่ 4-6 การกระจายของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามวัตถุประสงค์การเดินทางครั้งล่าสุด

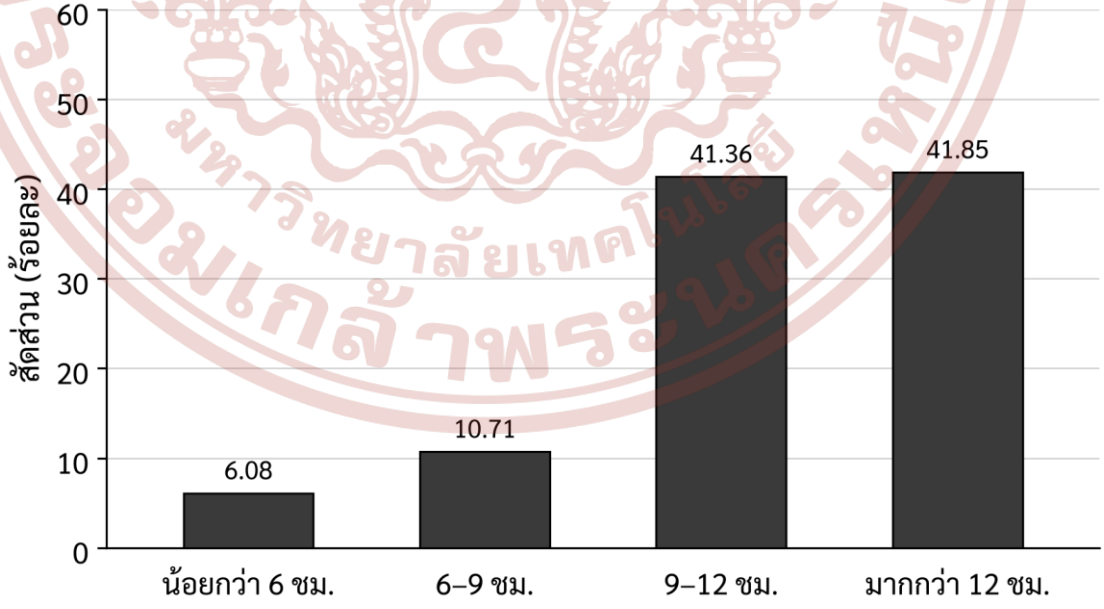
วัตถุประสงค์มีความสัมพันธ์กับรูปแบบการเดินทาง (χ^2 = 20.67, df = 9, p = 0.014) การท่องเที่ยวใช้รถยนต์ส่วนบุคคลสูงถึงร้อยละ 81.18 ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะการท่องเที่ยวเป็นกลุ่มและความต้องการความยืดหยุ่นในการเดินทางภายในจังหวัด ขณะที่การเยี่ยมญาติและการทำงานใช้เครื่องบินร้อยละ 22.22 และ 11.65 ตามลำดับ สูงกว่าการท่องเที่ยวซึ่งใช้เครื่องบินร้อยละ 5.88 ส่วนวัตถุประสงค์กับเวลาเดินทางไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ (p = 0.411)

7) **รูปแบบการเดินทางครั้งล่าสุด** รถยนต์ส่วนบุคคลเป็นรูปแบบที่ได้รับความนิยมสูงสุด 319 คน (ร้อยละ 77.62) รองลงมาคือรถโดยสารประจำทาง (ร้อยละ 12.90) เครื่องบินร่วมกับรถต่อ (ร้อยละ 9.00) และรถไฟร่วมกับรถต่อเพียง 2 คน (ร้อยละ 0.49) การที่รถไฟมีผู้ใช้น้อยมากสะท้อนว่าการเดินทางด้วยรถไฟถึงจังหวัดหนองคายแล้วต่อรถอีกประมาณ 136 กิโลเมตร ยังไม่ใช่ทางเลือกที่ผู้เดินทางใช้จริงในเส้นทางนี้ ข้อมูลรถไฟที่น้อยมากนี้ยังเป็นเหตุผลที่ผู้วิจัยรวมผู้เคยใช้รถไฟเข้ากับผู้เคยใช้รถโดยสาร เป็นตัวแปรหุ่นการเคยใช้ขนส่งสาธารณะ (LMpub) ในแบบจำลอง (ภาพที่ 4-7)



ภาพที่ 4-7 การกระจายของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามรูปแบบการเดินทางครั้งล่าสุด

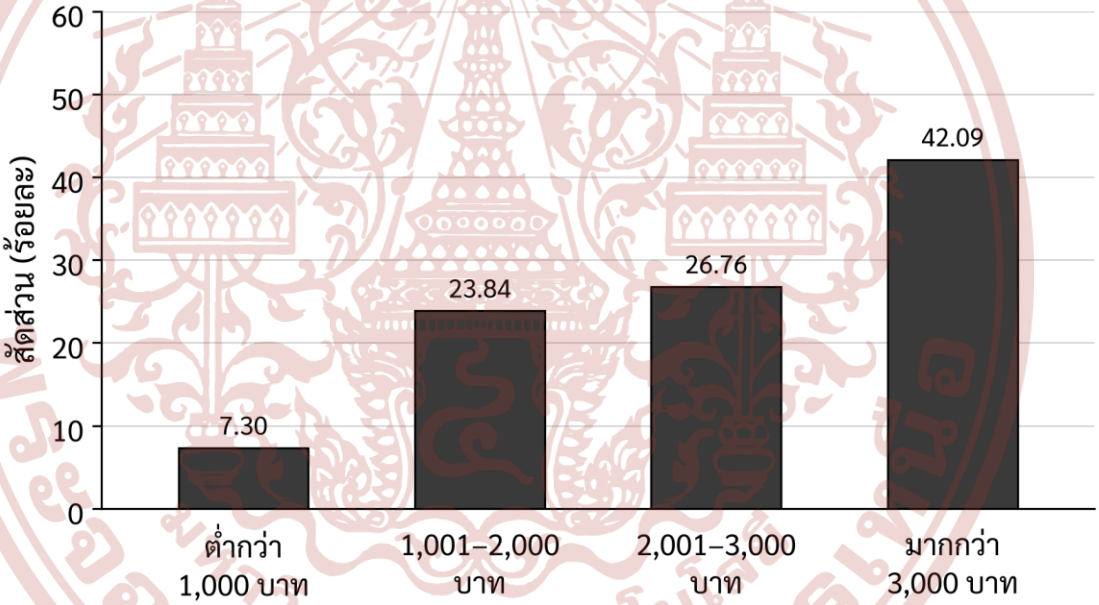
8) เวลาเดินทางครั้งล่าสุด ผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 41.85 ใช้เวลาเดินทางมากกว่า 12 ชั่วโมง ร้อยละ 41.36 ใช้เวลา 9–12 ชั่วโมง ร้อยละ 10.71 ใช้เวลา 6–9 ชั่วโมง และร้อยละ 6.08 ใช้เวลาน้อยกว่า 6 ชั่วโมง รวมร้อยละ 83.21 ใช้เวลาเดินทางเกิน 9 ชั่วโมง (ภาพที่ 4-8)



ภาพที่ 4-8 การกระจายของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามเวลาเดินทางครั้งล่าสุด

เวลาเดินทางถูกกำหนดโดยรูปแบบการเดินทางเกือบทั้งหมด (χ^2 = 402.79, df = 9, $p < 0.001$) กล่าวคือ ผู้ใช้รถยนต์ส่วนบุคคลร้อยละ 97.49 ใช้เวลาตั้งแต่ 9 ชั่วโมงขึ้นไป ผู้ใช้รถโดยสารส่วนใหญ่ใช้เวลา 6–12 ชั่วโมง (ร้อยละ 88.68) และผู้ใช้เครื่องบินทุกคนใช้เวลาไม่เกิน 9 ชั่วโมง โดยร้อยละ 67.57 ใช้เวลาน้อยกว่า 6 ชั่วโมง ความสัมพันธ์ที่สูงนี้ทำให้ตัวแปรเวลาเดินทางครั้งล่าสุดมีสหสัมพันธ์สูงกับรูปแบบการเดินทางครั้งล่าสุด (ρ = −0.61, ตารางที่ 4-4) จึงไม่ได้นำเข้าแบบจำลอง

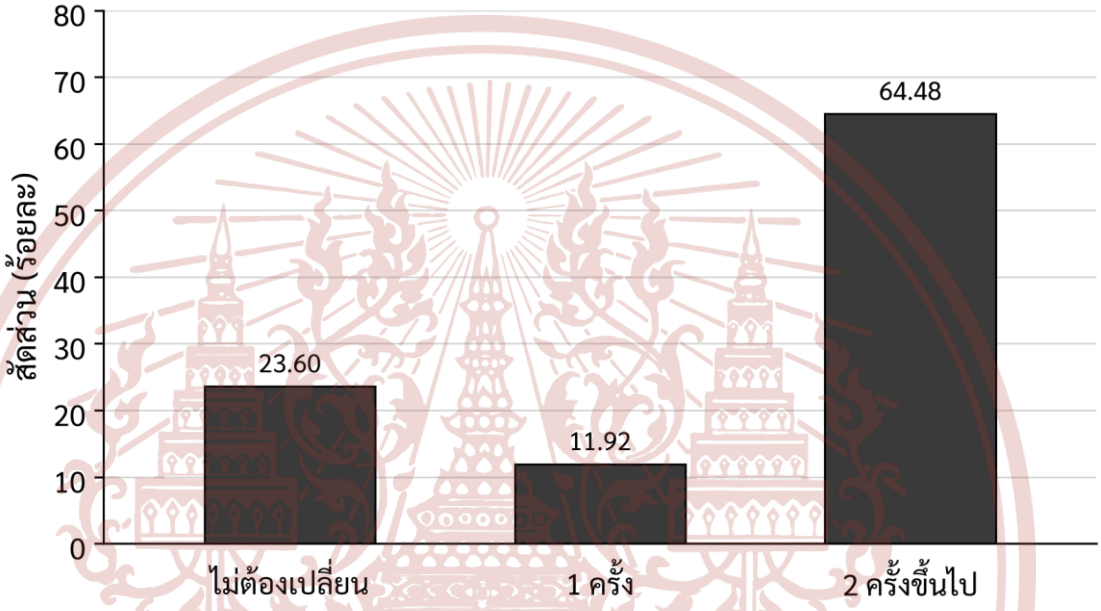
9) ค่าใช้จ่ายการเดินทางครั้งล่าสุด ผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 42.09 มีค่าใช้จ่ายมากกว่า 3,000 บาทต่อเที่ยว ร้อยละ 26.76 มีค่าใช้จ่าย 2,001–3,000 บาท ร้อยละ 23.84 มีค่าใช้จ่าย 1,001–2,000 บาท และร้อยละ 7.30 มีค่าใช้จ่ายต่ำกว่า 1,000 บาท (ภาพที่ 4-9)



ภาพที่ 4-9 การกระจายของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามค่าใช้จ่ายการเดินทางครั้งล่าสุด

ค่าใช้จ่ายแตกต่างตามรูปแบบการเดินทาง (χ^2 = 69.66, df = 9, $p < 0.001$) ผู้ใช้เครื่องบินร้อยละ 59.46 และผู้ใช้รถยนต์ส่วนบุคคลร้อยละ 44.51 มีค่าใช้จ่ายมากกว่า 3,000 บาท ซึ่งค่าใช้จ่ายของรถยนต์ส่วนบุคคลอาจรวมค่าน้ำมัน ค่าทางด่วน และค่าใช้จ่ายของทั้งกลุ่มผู้ร่วมเดินทาง ส่วนผู้ใช้รถโดยสารร้อยละ 73.58 มีค่าใช้จ่ายไม่เกิน 2,000 บาท ค่าใช้จ่ายยังสัมพันธ์กับรายได้ (χ^2 = 26.02, df = 9, p = 0.002) โดยกลุ่มรายได้สูงสุดมีค่าใช้จ่ายมากกว่า 3,000 บาทถึงร้อยละ 63.16

10) จำนวนครั้งที่ต้องเปลี่ยนพาหนะครั้งล่าสุด ผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 64.48 ระบุว่าเปลี่ยนพาหนะตั้งแต่ 2 ครั้งขึ้นไป ร้อยละ 11.92 เปลี่ยน 1 ครั้ง และร้อยละ 23.60 ไม่ต้องเปลี่ยน ผู้ใช้เครื่องบินทุกคนต้องเปลี่ยนพาหนะอย่างน้อย 1 ครั้ง ซึ่งสอดคล้องกับการที่จังหวัดบึงกาฬไม่มีท่าอากาศยาน (ภาพที่ 4-10)



ภาพที่ 4-10 การกระจายของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามจำนวนครั้งที่ต้องเปลี่ยนพาหนะครั้งล่าสุด

อย่างไรก็ตาม ผู้ที่ระบุว่าเปลี่ยนพาหนะตั้งแต่ 2 ครั้งขึ้นไปส่วนใหญ่ (223 จาก 265 คน) เดินทางด้วยรถยนต์ส่วนบุคคล ซึ่งโดยลักษณะไม่ต้องเปลี่ยนพาหนะ ผู้ตอบบางส่วนจึงอาจนับการแวะพักหรือการสลับผู้ขับขี่เป็นการเปลี่ยนพาหนะ ข้อมูลตัวแปรนี้จึงควรตีความด้วยความระมัดระวัง นอกจากนี้ตัวแปรนี้ยังมีสหสัมพันธ์สูงกับค่าใช้จ่ายครั้งล่าสุด (ρ = 0.67) ด้วยเหตุผลทั้งสองประการ จึงไม่นำตัวแปรนี้เข้าแบบจำลอง

ดังนั้น กลุ่มตัวอย่างของงานวิจัยนี้ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง วัยทำงาน รับราชการ มีรายได้ปานกลางถึงต่ำ มีรถยนต์ และเดินทางเพื่อท่องเที่ยว ตัวแปรที่แยกพฤติกรรมการเลือกรูปแบบการเดินทางได้ชัดเจนที่สุดคือการครอบครองรถยนต์และรายได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลของแบบจำลองในหัวข้อ 4.3 ทั้งนี้ผลการทดสอบไคสแควร์บางคู่มีช่องที่ความถี่คาดหวังต่ำกว่า 5 โดยเฉพาะช่องที่เกี่ยวกับผู้ใช้รถไฟและผู้ไม่ระบุเพศ จึงควรตีความด้วยความระมัดระวัง

ข้อมูลสถานการณ์สมมติ

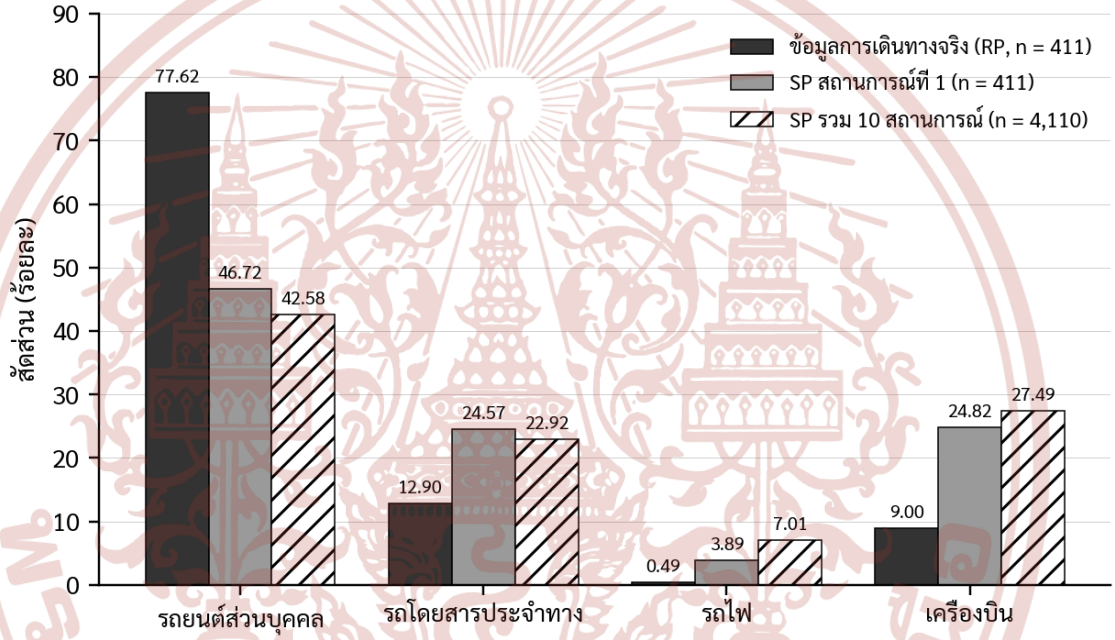
สัดส่วนการเลือกจากข้อมูลสถานการณ์สมมติคำนวณจากคำตอบทั้งหมด 4,110 ครั้ง (ผู้ตอบ 411 คน × 10 สถานการณ์) ดังตารางที่ 4-2 โดยรถยนต์ส่วนบุคคลถูกเลือก 1,750 ครั้ง (ร้อยละ 42.58) เครื่องบิน 1,130 ครั้ง (ร้อยละ 27.49) รถโดยสารประจำทาง 942 ครั้ง (ร้อยละ 22.92) และรถไฟ 288 ครั้ง (ร้อยละ 7.01) เนื่องจากทุกสถานการณ์มีจำนวนผู้ตอบเท่ากัน สัดส่วนดังกล่าวจึงเท่ากับค่าเฉลี่ยของส่วนแบ่งทั้ง 10 สถานการณ์ และเป็นฐานของแบบจำลองค่าคงที่ (Constants-only) ในหัวข้อ 4.4

ตารางที่ 4-2 จำนวนครั้งที่แต่ละรูปแบบการเดินทางถูกเลือกในข้อมูลสถานการณ์สมมติ จำแนกตามสถานการณ์

สถานการณ์	รถยนต์ส่วนบุคคล	รถโดยสารประจำทาง	รถไฟ	เครื่องบิน	รวม
1	192	101	16	102	411
2	169	112	26	104	411
3	173	84	48	106	411
4	173	93	22	123	411
5	178	102	27	104	411
6	169	107	18	117	411
7	168	96	27	120	411
8	179	93	20	119	411
9	174	92	34	111	411
10	175	62	50	124	411
รวม	**1,750**	**942**	**288**	**1,130**	**4,110**
ร้อยละ	**42.58**	**22.92**	**7.01**	**27.49**	**100.00**

หมายเหตุ: ผู้ตอบแบบสอบถาม 411 คน ตอบคนละ 10 สถานการณ์ รวม 4,110 ครั้ง ร้อยละคำนวณจากจำนวนครั้งที่ถูกเลือกหารด้วย 4,110

เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลการเดินทางจริง (RP) ดังภาพที่ 4-11 พบว่าสัดส่วนของรถยนต์ส่วนบุคคลในข้อมูล SP ต่ำกว่าข้อมูล RP อย่างเห็นได้ชัด (ร้อยละ 42.58 เทียบกับร้อยละ 77.62) ขณะที่รถโดยสารประจำทาง รถไฟ และเครื่องบินมีสัดส่วนสูงขึ้นทุกรูปแบบ โดยรถไฟเพิ่มจากร้อยละ 0.49 เป็นร้อยละ 7.01 และเครื่องบินเพิ่มจากร้อยละ 9.00 เป็นร้อยละ 27.49 อย่างไรก็ตาม แม้ในสถานการณ์ที่ 1 ซึ่งจำลองสภาพการเดินทางจริง ส่วนแบ่งของรถยนต์ส่วนบุคคลยังมีเพียงร้อยละ 46.72 ความแตกต่างระหว่างข้อมูล RP



ภาพที่ 4-11 เปรียบเทียบสัดส่วนรูปแบบการเดินทางระหว่างข้อมูลการเดินทางจริง (RP) และข้อมูลสถานการณ์สมมติ (SP)

4.2 การตรวจสอบคุณภาพข้อมูลและการออกแบบสถานการณ์

4.2.1 ความแปรผันของผลต่างคุณลักษณะระหว่างทางเลือก

ผลการตรวจสอบตามหัวข้อ 3.8.2 แสดงในตารางที่ 4-3 พบว่าผลต่างของเวลาเดินทางระหว่างรถโดยสารกับรถยนต์ส่วนบุคคลมีค่าเท่ากับ 2 ชั่วโมงเท่ากันในทุกสถานการณ์ (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0) ทำให้ตัวแปรเวลาเดินทางของทางเลือกนี้ซ้อนทับกับค่าคงที่เฉพาะทางเลือกอย่างสมบูรณ์ สำหรับรถไฟและเครื่องบิน ผลต่างของเวลามีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเพียง 0.53 ชั่วโมง เมื่อพิจารณาเฉพาะสถานการณ์ที่ 1–8

ตารางที่ 4-3 ความแปรผันของผลต่างคุณลักษณะเทียบกับรถยนต์ส่วนบุคคล

ทางเลือก	**ผลต่างเวลาเดินทาง (ชั่วโมง)**	**ผลต่างค่าใช้จ่าย (บาท)**		
	ช่วงค่า	S.D. (ss1–8)	S.D. (ss1–8)	S.D. (ss1–10)
รถโดยสารประจำทาง	+2 ทุกสถานการณ์	0.00	175	158
รถไฟร่วมกับรถต่อ	−1 ถึง +6	0.53	224	218
เครื่องบินร่วมกับรถต่อ	−7 ถึง −4	0.53	377	586

ข้อค้นพบดังกล่าวได้รับการยืนยันจากการประมาณค่าแบบจำลองโดยใช้เฉพาะสถานการณ์ที่ 1–8 (3,288 ชุดทางเลือก) ซึ่งพบว่าทั้งเวลาเดินทาง (β = −0.0268, t = −0.50) และค่าใช้จ่าย (β = 0.0032, t = 0.37) ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าสารสนเทศที่ใช้ระบุค่าสัมประสิทธิ์ของคุณลักษณะโหมดมาจากสถานการณ์ที่ 9 และ 10 เป็นหลัก ซึ่งเป็นสองสถานการณ์เดียวที่เวลาเดินทางของรถไฟลดลงจาก 14–18 ชั่วโมงเหลือ 9 ชั่วโมง และของเครื่องบินลดลงจาก 5–8 ชั่วโมงเหลือ 3 ชั่วโมง

4.2.2 การตรวจสอบความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปรอิสระ

ก่อนการประมาณค่าแบบจำลอง ผู้วิจัยได้ตรวจสอบปัญหาความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปรอิสระ (Multicollinearity) ตามหัวข้อ 3.8.2 โดยคำนวณที่ระดับผู้ตอบแบบสอบถาม (n = 411) เนื่องจากตัวแปรลักษณะของผู้เดินทางมีค่าคงที่ในทุกสถานการณ์ของผู้ตอบแต่ละราย และใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน (Spearman's Rank Correlation) ระหว่างตัวแปรอิสระทุกคู่ ผลแสดงดังตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมนระหว่างตัวแปรลักษณะของผู้เดินทาง (n = 411)

	เพศ	อายุ	อาชีพหลัก	รายได้เฉลี่ยต่อเดือน	รถยนต์ส่วนบุคคล	วัตถุประสงค์ครั้งล่าสุด	รูปแบบการเดินทางครั้งล่าสุด	เวลาเดินทางครั้งล่าสุด	ค่าใช้จ่ายครั้งล่าสุด	จำนวนครั้งที่ต้องเปลี่ยนพาหนะครั้งล่าสุด
เพศ	1									
อายุ	0.0953	1								
อาชีพหลัก	-0.0077	0.2729**	1							
รายได้เฉลี่ยต่อเดือน	-0.2400**	0.2133**	0.2869**	1						
รถยนต์ส่วนบุคคล	-0.1622**	0.1632**	0.0713	0.3086**	1					
วัตถุประสงค์ครั้งล่าสุด	-0.0555	0.2220**	0.1801**	0.1616**	0.0460	1				
รูปแบบการเดินทางครั้งล่าสุด	0.0246	-0.0799	-0.0794	0.0498	-0.3298**	0.1226*	1			
เวลาเดินทางครั้งล่าสุด	0.1275**	0.1269*	0.0839	-0.2048**	0.1241*	-0.0131	-0.6125**	1		
ค่าใช้จ่ายครั้งล่าสุด	0.0626	0.0421	-0.0137	0.0217	0.2126**	-0.0897	-0.1268*	0.0875	1	
จำนวนครั้งที่ต้องเปลี่ยนพาหนะครั้งล่าสุด	0.0447	0.1030*	0.0529	0.0241	0.1201*	0.0328	-0.1391**	0.0347	0.6737**	1

หมายเหตุ: * p < 0.05, ** p < 0.01 | เพศ อาชีพหลัก วัตถุประสงค์ครั้งล่าสุด และรูปแบบการเดินทางครั้งล่าสุดเป็นตัวแปรนามบัญญัติ ค่าสหสัมพันธ์ของตัวแปรกลุ่มนี้ขึ้นกับการกำหนดรหัส จึงใช้เพื่อการตรวจสอบเบื้องต้นเท่านั้น

ผลการตรวจสอบพบว่าตัวแปรอิสระส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์ในระดับต่ำ ($|\rho| < 0.35$) ยกเว้น 2 คู่ที่มีความสัมพันธ์ในระดับค่อนข้างสูง ได้แก่ รูปแบบการเดินทางครั้งล่าสุดกับเวลาเดินทางครั้งล่าสุด ($\rho = -0.61$) และค่าใช้จ่ายครั้งล่าสุดกับจำนวนครั้งเปลี่ยนพาหนะครั้งล่าสุด ($\rho = 0.67$) ผู้วิจัยจึงไม่นำเวลาเดินทางครั้งล่าสุดและจำนวนครั้งเปลี่ยนพาหนะครั้งล่าสุดเข้าสู่แบบจำลองสุดท้าย และแทนรูปแบบการเดินทางครั้งล่าสุดด้วยตัวแปรหุ่น 2 ตัว ได้แก่ การเคยใช้ขนส่งสาธารณะ (LMpub) และการเคยใช้เครื่องบิน (LMair) เมื่อพิจารณาเฉพาะตัวแปรในแบบจำลองสุดท้าย ความสัมพันธ์สูงสุดคือการครอบครองรถยนต์กับการเคยใช้ขนส่งสาธารณะ ($\rho = -0.46$) ซึ่งเป็นไปตามที่คาดหมาย และทุกคู่มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ 0.7

ผลการคำนวณค่า Variance Inflation Factor (VIF) แสดงในตารางที่ 4-5 พบว่าตัวแปรลักษณะของผู้เดินทางในแบบจำลองสุดท้ายมีค่า VIF ระหว่าง 1.09–1.39 ต่ำกว่าเกณฑ์ 5 ทุกตัว จึงไม่พบปัญหา Multicollinearity เมื่อเพิ่มเวลาเดินทางครั้งล่าสุดและจำนวนครั้งเปลี่ยนพาหนะครั้งล่าสุดเข้าไป ค่า VIF ของตัวแปรที่เกี่ยวข้องเพิ่มขึ้นเป็น 2.22–2.50 ยืนยันการซ้อนทับของสารสนเทศระหว่างตัวแปรกลุ่มนี้

ตารางที่ 4-5 ค่า Variance Inflation Factor (VIF) ของตัวแปรอิสระ

ตัวแปร	VIF (แบบจำลองสุดท้าย)	VIF (เพิ่ม LastTT และ LastChange)
อายุ (Age)	1.09	1.13
รายได้เฉลี่ยต่อเดือน (Income)	1.23	1.27
การครอบครองรถยนต์ (Car)	1.39	1.39
ค่าใช้จ่ายครั้งล่าสุด (LastCost)	1.16	2.50
เคยใช้ขนส่งสาธารณะ (LMpub)	1.39	1.67
เคยใช้เครื่องบิน (LMair)	1.11	2.36
เวลาเดินทางครั้งล่าสุด (LastTT)	–	2.50

ตัวแปร	VIF (แบบจำลองสุดท้าย)	VIF (เพิ่ม LastTT และ LastChange)
จำนวนครั้งเปลี่ยนพาหนะครั้งล่าสุด (LastChange)	–	2.22
เวลาเดินทาง (TT) [a]	4.20	–
ค่าใช้จ่าย (Cost) [a]	10.32	–

หมายเหตุ: VIF ของตัวแปรลักษณะผู้เดินทางคำนวณที่ระดับผู้ตอบแบบสอบถาม (n = 411) | [a] คำนวณจากข้อมูลระดับทางเลือก (16,440 รายการ) โดยรวมตัวแปรหุ่นแทนค่าคงที่เฉพาะทางเลือก | เกณฑ์: VIF > 5 ควรเฝ้าระวัง, VIF > 10 มีปัญหารุนแรง

สำหรับตัวแปรคุณลักษณะของโหมดในข้อมูลระดับทางเลือก (16,440 รายการ) พบว่าเวลาเดินทางและค่าใช้จ่ายมีความสัมพันธ์เชิงลบสูง ($\rho = -0.77$) เนื่องจากทางเลือกที่ใช้เวลาน้อยที่สุด คือ เครื่องบิน มีค่าใช้จ่ายสูงที่สุดเกือบทุกสถานการณ์ และเมื่อรวมกับตัวแปรหุ่นแทนค่าคงที่เฉพาะทางเลือก ค่า VIF ของค่าใช้จ่ายเท่ากับ 10.32 ซึ่งเกินเกณฑ์ 10 ขณะที่เวลาเดินทางเท่ากับ 4.20 สะท้อนว่าค่าใช้จ่ายซ้อนทับกับค่าคงที่เฉพาะทางเลือกอย่างมาก ซึ่งสอดคล้องกับผลในหัวข้อ 4.2.1 ที่พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ของค่าใช้จ่ายไม่สามารถประมาณค่าได้อย่างมีนัยสำคัญ

โดยสรุป ตัวแปรลักษณะของผู้เดินทางที่ใช้ในแบบจำลองสุดท้ายไม่มีปัญหา Multicollinearity ส่วนความซ้อนทับระหว่างค่าใช้จ่ายกับค่าคงที่เฉพาะทางเลือกเป็นผลจากการออกแบบสถานการณ์ ซึ่งได้อภิปรายไว้เป็นข้อจำกัดในหัวข้อ 5.3

4.2.3 ความสอดคล้องของคำตอบ

การตรวจสอบความสอดคล้องของคำตอบระหว่างสถานการณ์ที่ 4 และ 6 ซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงกัน พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 76.6 เลือกรูปแบบการเดินทางเดียวกันในทั้งสองสถานการณ์ อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ แสดงว่าผู้ตอบส่วนใหญ่พิจารณาคำถามอย่างมีเหตุผลมิได้ตอบแบบสุ่ม

4.2.4 ผลการทดสอบด้วยสถานการณ์ที่ 9 และ 10

สถานการณ์ที่ 9 และ 10 มีระดับตัวแปรเหมือนกันทุกประการยกเว้นค่าโดยสารเครื่องบิน จึงใช้ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของข้อมูลได้โดยตรง ผลแสดงในตารางที่ 4-6

ตารางที่ 4-6 ส่วนแบ่งการเลือกในสถานการณ์ที่ 9 และ 10

รายการ	สถานการณ์ที่ 9	สถานการณ์ที่ 10	การเปลี่ยนแปลง
ค่าโดยสารเครื่องบิน	3,400 บาท	1,500 บาท	−55.9%
ส่วนแบ่งเครื่องบิน	27.0%	30.2%	+3.2 จุด
ส่วนแบ่งรถโดยสาร	22.4%	15.1%	−7.3 จุด
ส่วนแบ่งรถไฟ	8.3%	12.2%	+3.9 จุด
ส่วนแบ่งรถยนต์ส่วนบุคคล	42.3%	42.6%	+0.3 จุด

หมายเหตุ: การเปลี่ยนแปลงของส่วนแบ่งแสดงเป็นจุดร้อยละ (percentage point) ส่วนการเปลี่ยนแปลงของค่าโดยสารแสดงเป็นร้อยละ

ผลการวิเคราะห์พบว่าเมื่อค่าโดยสารเครื่องบินลดลงจาก 3,400 บาท เหลือ 1,500 บาท ส่วนแบ่งของเครื่องบินเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 27.0 เป็นร้อยละ 30.2 คิดเป็นค่าความยืดหยุ่นแบบอาร์ค (Arc Elasticity) เท่ากับ −0.144 ซึ่งมีเครื่องหมายเป็นลบสอดคล้องกับทฤษฎีอุปสงค์ ขณะเดียวกันส่วนแบ่งของรถโดยสารประจำทางลดลง 7.3 จุดร้อยละ โดยผู้โดยสารที่ลดลงกระจายไปยังเครื่องบินและรถไฟ ผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 30.9 เปลี่ยนคำตอบระหว่างสองสถานการณ์นี้ อย่างไรก็ตามค่าความยืดหยุ่นที่ได้มีขนาดค่อนข้างต่ำ แสดงว่าผู้เดินทางในเส้นทางนี้ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงราคาค่อนข้างน้อยในการทดสอบนี้ ข้อค้นพบที่ควรสังเกตคือ ส่วนแบ่งของรถไฟซึ่งไม่มีการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะใดเลยกลับเพิ่มขึ้น 3.9 จุดร้อยละ มากกว่าเครื่องบิน ขณะที่ส่วนแบ่งของรถยนต์ส่วนบุคคลแทบไม่เปลี่ยนแปลง รูปแบบการแทนที่ดังกล่าวไม่สอดคล้องกับการแทนที่ตามสัดส่วนภายใต้ข้อสมมติ IIA และอาจสะท้อนความผันผวนของคำตอบหรือผลของลำดับคำถาม จึงควรตีความผลของสองสถานการณ์นี้ด้วยความระมัดระวัง

4.3 การพัฒนาแบบจำลองโลจิตพหุนาม

4.3.1 การทดสอบตัวแปรคุณลักษณะของรูปแบบการเดินทาง

ผู้วิจัยทดสอบการเพิ่มตัวแปรคุณลักษณะของโหมดทีละขั้นพร้อม Likelihood Ratio Test ผลแสดงในตารางที่ 4-7

ตารางที่ 4-7 การทดสอบตัวแปรคุณลักษณะของรูปแบบการเดินทางทีละขั้น

แบบจำลอง	จำนวนพารามิเตอร์	Log-Likelihood	LR χ^2	df	p-value	ผลการทดสอบ
M0 ค่าคงที่เฉพาะทางเลือก	3	−5,106.52	–	–	–	–
M1 เพิ่ม TT และ Cost	5	−5,098.52	16.01	2	0.0003	เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ
M2 เพิ่ม Freq	6	−5,098.20	0.62	1	0.4296	ไม่มีนัยสำคัญ
M3 เพิ่ม Conv และ Change	8	−5,096.65	3.10	2	0.2122	ไม่มีนัยสำคัญ

ตัวแปรความถี่ของบริการ ความสะดวกสบาย และจำนวนครั้งในการเปลี่ยนพาหนะ ไม่ช่วยเพิ่มความเหมาะสมของแบบจำลองอย่างมีนัยสำคัญ จึงไม่ถูกนำเข้าสู่แบบจำลองสุดท้าย อย่างไรก็ตาม ผลดังกล่าวมิได้หมายความว่าตัวแปรเหล่านี้ไม่มีอิทธิพลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทาง แต่เป็นผลจากการที่ระดับของตัวแปรในการออกแบบสถานการณ์มีความแปรผันไม่เพียงพอ กล่าวคือ ระดับความสะดวกสบายและจำนวนครั้งเปลี่ยนพาหนะมีค่าคงที่ในสถานการณ์ที่ 1–8 และเปลี่ยนแปลงเฉพาะในสถานการณ์ที่ 9–10 ตามตารางที่ 3-6 ทำให้เกิดปัญหาการระบุค่า (Identification Problem)

4.3.2 ค่าสัมประสิทธิ์ของแบบจำลอง

แบบจำลองสุดท้ายประกอบด้วยตัวแปรคุณลักษณะของโหมด 2 ตัว และตัวแปรลักษณะของผู้เดินทาง 6 ตัว ค่าสัมประสิทธิ์พร้อมค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานแบบจัดกลุ่มแสดงในตารางที่ 4-8

ตารางที่ 4-8 ค่าสัมประสิทธิ์จากแบบจำลองการเลือกรูปแบบการเดินทางไปจังหวัดบึงกาฬ

ตัวแปร	β	S.E. (clustered)	t-stat	p-value	นัยสำคัญ
ASC รถโดยสารประจำทาง	0.7198	0.5025	1.432	0.1520	
ASC รถไฟร่วมกับรถต่อ	−2.0823	0.7568	−2.751	0.0059	**
ASC เครื่องบินร่วมกับรถต่อ	−1.5267	0.6418	−2.379	0.0174	*
เวลาเดินทาง (TT)	−0.0847	0.0171	−4.953	0.0000	***
ค่าใช้จ่าย (Cost, ร้อยบาท)	−0.0039	0.0052	−0.750	0.4532	
อายุ_รถโดยสาร	−0.1581	0.1195	−1.323	0.1858	
อายุ_รถไฟ	0.2056	0.1622	1.267	0.2051	
อายุ_เครื่องบิน	−0.2259	0.1214	−1.860	0.0629	
รายได้_รถโดยสาร	0.2696	0.1326	2.033	0.0421	*
รายได้_รถไฟ	−0.4188	0.1943	−2.155	0.0312	*
รายได้_เครื่องบิน	0.6040	0.1133	5.331	0.0000	***
การครอบครองรถยนต์_รถโดยสาร	−0.4053	0.2786	−1.455	0.1458	
การครอบครองรถยนต์_รถไฟ	0.5313	0.4690	1.133	0.2573	
การครอบครองรถยนต์_เครื่องบิน	−0.4564	0.2988	−1.527	0.1267	
ค่าใช้จ่ายครั้งล่าสุด_รถโดยสาร	−0.3240	0.1073	−3.019	0.0025	**
ค่าใช้จ่ายครั้งล่าสุด_รถไฟ	−0.0054	0.1964	−0.027	0.9782	
ค่าใช้จ่ายครั้งล่าสุด_เครื่องบิน	0.1075	0.1204	0.893	0.3721	
เคยใช้ขนส่งสาธารณะ_รถโดยสาร	−0.0234	0.3341	−0.070	0.9441	

ตัวแปร	β	S.E. (clustered)	t-stat	p-value	นัยสำคัญ
เคยใช้ขนส่งสาธารณะ_รถไฟ	1.0629	0.5559	1.912	0.0559	
เคยใช้ขนส่งสาธารณะ_เครื่องบิน	0.0383	0.4372	0.088	0.9302	
เคยใช้เครื่องบิน_รถโดยสาร	−0.0458	0.5111	−0.090	0.9286	
เคยใช้เครื่องบิน_รถไฟ	0.3527	0.5300	0.666	0.5057	
เคยใช้เครื่องบิน_เครื่องบิน	1.3733	0.3500	3.924	0.0001	***

หมายเหตุ: รถยนต์ส่วนบุคคลเป็นทางเลือกฐาน | ระดับนัยสำคัญ: *** p < 0.001, ** p < 0.01, * p < 0.05 | ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานปรับด้วยวิธีจัดกลุ่มที่ระดับผู้ตอบแบบสอบถาม 411 ราย

ฟังก์ชันอรรถประโยชน์ของแต่ละทางเลือกเขียนได้ดังสมการที่ (4.1) ถึง (4.4) โดยแสดงค่าคงที่เฉพาะทางเลือกทุกตัว ตัวแปรคุณลักษณะของรูปแบบการเดินทางทั้งสองตัว และตัวแปรลักษณะของผู้เดินทางเฉพาะที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เพื่อความกระชับ ทั้งนี้ เวลาเดินทางและค่าใช้จ่ายเป็นตัวแปรร่วม (Generic Variable) ที่ใช้ค่าสัมประสิทธิ์เดียวกันในทุกทางเลือก จึงปรากฏในฟังก์ชันอรรถประโยชน์ของรถยนต์ส่วนบุคคลด้วย ขณะที่ค่าคงที่และตัวแปรลักษณะของผู้เดินทางของรถยนต์ส่วนบุคคลกำหนดให้เท่ากับศูนย์ในฐานะทางเลือกอ้างอิง การคำนวณความน่าจะเป็นและส่วนแบ่งตลาดในหัวข้อ 4.5 ใช้ค่าสัมประสิทธิ์ทุกตัวตามตารางที่ 4-8

$$V_{\text{รถยนต์}} = -0.0847\, TT_{car} - 0.0039\, Cost_{car} \quad (4.1)$$

$$V_{\text{รถโดยสาร}} = 0.7198 - 0.0847\, TT_{bus} - 0.0039\, Cost_{bus} + 0.2696\, Income - 0.3240\, LastCost \quad (4.2)$$

$$V_{\text{รถไฟ}} = -2.0823 - 0.0847\, TT_{train} - 0.0039\, Cost_{train} - 0.4188\, Income \quad (4.3)$$

$$V_{\text{เครื่องบิน}} = -1.526 - 0.0847\, TT_{air} - 0.0039\, Cost_{air} + 0.6040\, Income + 1.3733\, LMair \quad (4.4)$$

โดยที่ TT และ Cost คือเวลาเดินทางแบบประตูถึงประตู (ชั่วโมง) และค่าใช้จ่ายรวมต่อเที่ยว (ร้อยบาท) ของแต่ละทางเลือก Income คือระดับรายได้เฉลี่ยต่อเดือน (1–4) LastCost คือระดับค่าใช้จ่ายการเดินทางครั้งล่าสุด (1–4) และ LMair คือตัวแปรหุ่นการใช้เครื่องบินในการเดินทางครั้งล่าสุด ค่าสัมประสิทธิ์ของค่าใช้จ่ายไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่คงไว้ในสมการเนื่องจากเป็นตัวแปรคุณลักษณะหลักของแบบจำลอง

4.3.3 การแปลความหมายค่าสัมประสิทธิ์

การแปลความหมายค่าสัมประสิทธิ์ในหัวข้อนี้เป็นการเปรียบเทียบกับรถยนต์ส่วนบุคคลซึ่งเป็นทางเลือกอ้างอิง นอกจากเครื่องหมายและนัยสำคัญทางสถิติแล้ว ค่า $\exp(\beta)$ ยังแสดงขนาดของผลกระทบในรูปอัตราส่วนโอกาส (Odds Ratio) กล่าวคือ เมื่อตัวแปรเพิ่มขึ้น 1 หน่วย อัตราส่วนระหว่างความน่าจะเป็นของการเลือกทางเลือกนั้นต่อความน่าจะเป็นของการเลือกรถยนต์ส่วนบุคคลจะเปลี่ยนแปลงไป $\exp(\beta)$ เท่า โดยค่ามากกว่า 1 หมายถึงโอกาสเลือกทางเลือกนั้นสูงขึ้น และค่าน้อยกว่า 1 หมายถึงโอกาสลดลง

1) เวลาเดินทาง มีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ −0.0847 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นสูง ($t = -4.95$) แสดงว่าเวลาเดินทางที่เพิ่มขึ้นทำให้อรรถประโยชน์ของทางเลือกนั้นลดลง เป็นไปตามทฤษฎีอรรถประโยชน์ และเป็นตัวแปรคุณลักษณะของโหมดเพียงตัวเดียวที่มีนัยสำคัญในแบบจำลองนี้

ค่า $\exp(-0.0847)$ เท่ากับ 0.919 หมายความว่าเมื่อเวลาเดินทางของทางเลือกใดเพิ่มขึ้น 1 ชั่วโมง อัตราส่วนโอกาสของการเลือกทางเลือกนั้นเทียบกับทางเลือกอื่นจะลดลงประมาณร้อยละ 8.1 ตัวอย่างเช่น ในสถานการณ์ที่ 9 และ 10 ซึ่งเวลาเดินทางของรถไฟลดลง 6 ชั่วโมง อัตราส่วนโอกาสของการเลือกรถไฟจะเพิ่มขึ้นเป็น $\exp(0.0847 \times 6) \approx 1.66$ เท่า เมื่อปัจจัยอื่นคงที่ อย่างไรก็ตาม ผลการตรวจสอบในหัวข้อ 4.2.1 พบว่าสารสนเทศที่ใช้ระบุค่าสัมประสิทธิ์นี้มาจากสถานการณ์ที่ 9 และ 10 เป็นหลัก จึงควรตีความขนาดของค่าสัมประสิทธิ์ด้วยความระมัดระวัง

2) ค่าใช้จ่าย มีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ −0.0039 ซึ่งมีเครื่องหมายเป็นลบสอดคล้องกับทฤษฎีอรรถประโยชน์ กล่าวคือ ค่าใช้จ่ายที่สูงขึ้นทำให้อรรถประโยชน์ของทางเลือกนั้นลดลง อย่างไรก็ตาม ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 อยู่ระหว่าง −0.0141 ถึง 0.0063 ซึ่งคาบเกี่ยวค่าศูนย์ จึงยังไม่แตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลดังกล่าวสอดคล้องกับการตรวจสอบในหัวข้อ 4.2 ที่พบว่าการออกแบบสถานการณ์กำหนดระดับค่าใช้จ่ายในระดับสถานการณ์ โดยมีจุดออกแบบเพียง 10 จุด ทำให้ผลต่างของค่าใช้จ่ายระหว่างทางเลือกมีความแปรผันน้อย ยกเว้นในสถานการณ์ที่ 9 และ 10 ผู้วิจัยได้ทดสอบรูปแบบทางเลือกของตัวแปรค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม ได้แก่ ค่าใช้จ่ายหารด้วยรายได้

และลอการิทึมของค่าใช้จ่าย พบว่าทุกรูปแบบให้เครื่องหมายเป็นลบเช่นเดียวกันแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงไม่รายงานมูลค่าของเวลาและไม่ใช้แบบจำลองนี้พยากรณ์ผลของมาตรการด้านราคาในเชิงปริมาณ แม้ว่าทิศทางของผลกระทบจะสอดคล้องกับทฤษฎีแล้วก็ตาม

เนื่องจากตัวแปรค่าใช้จ่ายมีหน่วยเป็นร้อยบาท ค่าสัมประสิทธิ์ −0.0039 จึงหมายความว่าค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้น 100 บาท ทำให้อรรถประโยชน์ลดลงเพียง 0.0039 หน่วย หากคำนวณมูลค่าของเวลาตามสมการที่ (3.7) จะได้ 0.0847/0.0039 ≈ 21.7 ร้อยบาทต่อชั่วโมง หรือประมาณ 2,172 บาทต่อชั่วโมง ซึ่งสูงเกินกว่าระดับรายได้ของกลุ่มตัวอย่างอย่างมาก เนื่องจากค่าสัมประสิทธิ์ของค่าใช้จ่ายซึ่งเป็นตัวหารมีค่าใกล้ศูนย์และไม่มีนัยสำคัญ ค่าดังกล่าวจึงไม่มีความน่าเชื่อถือ และสนับสนุนการตัดสินใจไม่รายงานมูลค่าของเวลาในการศึกษานี้

3) รายได้ มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญในทุกทางเลือก โดยผู้มีรายได้สูงมีแนวโน้มเลือกเครื่องบินมากขึ้น (β = 0.6040) และเลือกรถไฟน้อยลง (β = −0.4188) สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Arbués et al. (2016) และ Sounthavong et al. (2021) ที่พบว่ารายได้เป็นปัจจัยสำคัญต่อการเลือกรูปแบบการเดินทาง ส่วนค่าสัมประสิทธิ์รายได้ของรถโดยสารประจำทางที่เป็นบวก (β = 0.2696) แม้ข้อมูลเชิงพรรณนาจะพบว่าผู้มีรายได้สูงใช้รถโดยสารน้อยกว่า เป็นผลที่ควบคุมการครอบครองรถยนต์และค่าใช้จ่ายครั้งล่าสุดแล้ว และเป็นการเปรียบเทียบกับรถยนต์ส่วนบุคคล จึงควรตีความด้วยความระมัดระวัง

เมื่อพิจารณาขนาดของผลกระทบ รายได้ที่สูงขึ้น 1 ระดับทำให้อัตราส่วนโอกาสของการเลือกเครื่องบินเทียบกับรถยนต์ส่วนบุคคลเพิ่มขึ้นเป็น 1.83 เท่า (exp(0.6040)) ซึ่งเป็นผลที่มีนัยสำคัญสูงที่สุดในแบบจำลอง (t = 5.33) และสอดคล้องกับข้อมูลเชิงพรรณนาในหัวข้อ 4.1 ที่สัดส่วนการใช้เครื่องบินเพิ่มจากร้อยละ 3.07 ในกลุ่มรายได้ต่ำสุดเป็นร้อยละ 31.58 ในกลุ่มรายได้สูงสุด ขณะที่อัตราส่วนโอกาสของการเลือกรถไฟลดลงเหลือ 0.66 เท่า (exp(−0.4188)) หรือลดลงประมาณหนึ่งในสาม สะท้อนว่ารถไฟซึ่งเป็นทางเลือกที่มีค่าใช้จ่ายต่ำแต่ใช้เวลานานที่สุดเป็นที่นิยมในกลุ่มผู้มีรายได้น้อย สำหรับรถโดยสารประจำทาง อัตราส่วนโอกาสเพิ่มขึ้นเป็น 1.31 เท่า แต่ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 อยู่ระหว่าง 0.010 ถึง 0.530 ซึ่งเกือบคาบเกี่ยวค่าศูนย์ หลักฐานจึงค่อนข้างอ่อน นอกจากนี้ค่าสัมประสิทธิ์ดังกล่าวเป็นผลหลังจากควบคุมการครอบครองรถยนต์แล้ว กล่าวคือผู้มีรายได้สูงใช้รถโดยสารน้อยเนื่องจากมีรถยนต์เป็นส่วนใหญ่ เมื่อแยกผลของการครอบครองรถยนต์ออกไป ผลส่วนที่เหลือของรายได้จึงอาจมีทิศทางเป็นบวกได้

4) ค่าใช้จ่ายการเดินทางครั้งล่าสุด ส่งผลลบต่อการเลือกรถโดยสารประจำทางอย่างมีนัยสำคัญ (β = −0.3240) แสดงว่าผู้ที่เคยจ่ายค่าเดินทางในระดับสูงมีแนวโน้มไม่เลือกรถโดยสารประจำทาง ซึ่งอาจสะท้อนความคาดหวังต่อระดับบริการที่สูงขึ้น

ค่าใช้จ่ายครั้งล่าสุดที่สูงขึ้น 1 ระดับทำให้อัตราส่วนโอกาสของการเลือกรถโดยสารประจำทางเทียบกับรถยนต์ส่วนบุคคลลดลงเหลือ 0.72 เท่า (exp(−0.3240)) หรือลดลงประมาณร้อยละ 28 อย่างไรก็ตาม ผลดังกล่าวอาจมีคำอธิบายอีกทางหนึ่ง เนื่องจากหัวข้อ 4.1 พบว่าค่าใช้จ่ายของผู้ใช้รถยนต์ส่วนบุคคลอาจรวมค่าใช้จ่ายของทั้งกลุ่มผู้ร่วมเดินทาง ขณะที่ผู้ใช้รถโดยสารร้อยละ 73.58 มีค่าใช้จ่ายไม่เกิน 2,000 บาท ตัวแปรนี้จึงอาจสะท้อนลักษณะการเดินทางเป็นกลุ่มหรือรูปแบบการเดินทางเดิมของผู้ตอบด้วย การตีความจึงควรพิจารณาเป็นความสัมพันธ์มากกว่าความเป็นเหตุเป็นผล

5) ประสบการณ์การเดินทางครั้งล่าสุด ผู้ที่เดินทางครั้งล่าสุดด้วยเครื่องบินมีอรรถประโยชน์ของเครื่องบิน(เมื่อเทียบกับรถยนต์ส่วนบุคคล) สูงกว่าผู้ที่ไม่ได้ใช้เครื่องบินในการเดินทางครั้งล่าสุด 1.3733 หน่วย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (t = 3.92)

สอดคล้องกับแนวคิดความเฉื่อยในพฤติกรรมการเดินทาง (Travel Habit Inertia) แม้ส่วนหนึ่งอาจสะท้อนความชอบส่วนบุคคลที่ไม่ได้วัด (Self-selection) ด้วย ซึ่งมีนัยสำคัญเชิงนโยบายว่าการจูงใจให้ผู้เดินทางทดลองใช้รูปแบบใหม่ในครั้งแรกมีความสำคัญต่อการเปลี่ยนพฤติกรรมในระยะยาว

ในรูปอัตราส่วนโอกาส ผู้ที่เดินทางครั้งล่าสุดด้วยเครื่องบินมีโอกาสเลือกเครื่องบินเทียบกับรถยนต์ส่วนบุคคลสูงกว่าผู้อื่นประมาณ 3.95 เท่า (exp(1.3733)) และเมื่อเทียบกับค่าสัมประสิทธิ์เวลาเดินทาง ผลนี้มีขนาดเทียบเท่ากับการลดเวลาเดินทางลงประมาณ 16 ชั่วโมง (1.3733/0.0847) แสดงว่าประสบการณ์เดิมมีน้ำหนักต่อการตัดสินใจมากกว่าคุณลักษณะของรูปแบบการเดินทาง นอกจากนี้ ผู้ที่เคยใช้ขนส่งสาธารณะมีแนวโน้มเลือกรถไฟมากขึ้น (β = 1.0629, p = 0.056) ซึ่งมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.10 และมีทิศทางเดียวกัน จึงสนับสนุนแนวคิดความเฉื่อยในพฤติกรรมการเดินทางเพิ่มเติม

6) การครอบครองรถยนต์และอายุ การครอบครองรถยนต์มีค่าสัมประสิทธิ์เป็นลบต่อรถโดยสารประจำทาง (β = −0.4053) และเครื่องบิน (β = −0.4564) กล่าวคือ ผู้มีรถยนต์มีแนวโน้มเลือกทางเลือกทั้งสองน้อยกว่ารถยนต์ส่วนบุคคล ซึ่งเป็นไปตามที่คาดหมาย แต่มีค่าเป็นบวกต่อรถไฟ (β = 0.5313) ซึ่งไม่เป็นไปตามที่คาดหมาย สำหรับอายุ มีค่าสัมประสิทธิ์เป็นลบต่อรถโดยสารประจำทาง (β = −0.1581) และเครื่องบิน (β = −0.2259) และเป็นบวกต่อรถไฟ (β = 0.2056) ทั้งนี้ เมื่อปรับค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสำหรับโครงสร้างพาเนลแล้ว ไม่มีค่าสัมประสิทธิ์ใดมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 จึงยังไม่สามารถสรุปทิศทางของผลได้ ยกเว้นอายุต่อการเลือกเครื่องบิน (p = 0.063) ซึ่งมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.10 แสดงแนวโน้มว่าผู้มีอายุมากขึ้นเลือกเครื่องบินน้อยลงเมื่อควบคุมรายได้แล้ว

7) ค่าคงที่เฉพาะทางเลือก ค่าคงที่เฉพาะทางเลือกของรถไฟร่วมกับรถต่อ (β = −2.0823) และเครื่องบินร่วมกับรถต่อ (β = −1.5267) มีค่าเป็นลบอย่างมีนัยสำคัญ แสดงว่ายังมีความไม่พึงพอใจพื้นฐานต่อทั้งสองทางเลือกเมื่อเทียบกับรถยนต์ส่วนบุคคล ซึ่งตัวแปรในแบบจำลองไม่สามารถอธิบายได้ เช่น ความยุ่งยากของการเปลี่ยนพาหนะ ความไม่แน่นอนของการเชื่อมต่อ และความไม่คุ้นเคยกับการเดินทางต่อเนื่องหลายทอด ส่วนค่าคงที่ของรถโดยสารประจำทาง (β = 0.7198) ไม่มีนัยสำคัญ ทั้งนี้ ตัวแปรอายุ รายได้ และค่าใช้จ่ายครั้งล่าสุดกำหนดรหัสเริ่มต้นที่ 1 ค่าคงที่เฉพาะทางเลือกจึงแทนอรรถประโยชน์ของผู้เดินทางที่ตัวแปรทุกตัวมีค่าเท่ากับศูนย์ ซึ่งไม่มีอยู่จริงในกลุ่มตัวอย่าง จึงควรพิจารณาเฉพาะทิศทางของค่าคงที่ ไม่ควรตีความขนาดของค่าโดยตรง

4.4 การตรวจสอบความเหมาะสมของแบบจำลอง

แบบจำลองสุดท้ายมีค่า Log-Likelihood เท่ากับ −4,775.78 ค่าสถิติความเหมาะสมแสดงในตารางที่ 4-9

ตารางที่ 4-9 ค่าสถิติความเหมาะสมของแบบจำลอง

ค่าสถิติ	ค่าที่ได้	เกณฑ์การพิจารณา
Log-Likelihood ของแบบจำลอง	−4,775.78	–
Log-Likelihood แบบ Equal-share	−5,697.67	–
Log-Likelihood แบบ Constants-only	−5,106.52	–
McFadden's ρ^2 เทียบ Equal-share	0.1618	ต่ำกว่าเกณฑ์ 0.2–0.4 ที่ถือว่าเหมาะสม
McFadden's ρ^2 เทียบ Constants-only	0.0648	ฐานที่เข้มงวดกว่า
Likelihood Ratio Test (χ^2)	661.47 (df = 20)	$p < 0.001$
ความแม่นยำในการทำนาย (Hit Rate)	47.3%	สูงกว่าการเดาสุ่ม (25%) และการทายรถยนต์ทุกครั้ง (42.6%)

ผลการทดสอบ Likelihood Ratio Test ยืนยันว่าแบบจำลองมีความเหมาะสมอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับแบบจำลองฐาน ส่วนค่า McFadden's ρ^2 มีค่าแตกต่างกันตามแบบจำลองฐานที่ใช้ งานวิจัยนี้จึงรายงานทั้งสองค่าพร้อมระบุฐานอย่างชัดเจน เนื่องจากงานวิจัยที่ผ่านมามักไม่ระบุฐานที่ใช้ ทำให้การเปรียบเทียบข้ามงานวิจัยอาจคลาดเคลื่อน ค่า ρ^2 ที่ได้ยังต่ำกว่าเกณฑ์ 0.2–0.4 ที่กล่าวไว้ในหัวข้อ 2.1.4.3 สอดคล้องกับข้อจำกัดด้านการออกแบบสถานการณ์ที่วิเคราะห์ไว้ในหัวข้อ 4.2 นอกจากนี้ ความแม่นยำในการทำนายร้อยละ 47.3 สูงกว่าการทายว่าผู้ตอบทุกรายเลือกรถยนต์ส่วนบุคคล (ร้อยละ 42.6) เพียงเล็กน้อย

4.4.1 การทดสอบข้อสมมติความเป็นอิสระจากทางเลือกที่ไม่เกี่ยวข้อง

แบบจำลองโลจิตพหุนามตั้งอยู่บนข้อสมมติความเป็นอิสระจากทางเลือกที่ไม่เกี่ยวข้อง (Independence of Irrelevant Alternatives: IIA) ซึ่งกำหนดว่าอัตราส่วนความน่าจะเป็นระหว่างทางเลือกสองรายการต้องไม่ขึ้นอยู่กับการมีอยู่หรือคุณลักษณะของทางเลือกอื่น ในบริบทของงานวิจัยนี้ ข้อสมมติดังกล่าวอาจถูกละเมิดได้หากผู้เดินทางมองว่ารถโดยสารประจำทางและรถไฟเป็นขนส่งสาธารณะที่ทดแทนกันได้ใกล้ชิดกว่าการทดแทนกับรถยนต์ส่วนบุคคล

การทดสอบใช้วิธีของ Hausman และ McFadden (1984) โดยเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ร่วมระหว่างแบบจำลองที่ใช้ทางเลือกครบทั้ง 4 รายการ กับแบบจำลองที่ตัดทางเลือกออกทีละรายการภายใต้สมมติฐานหลักว่าข้อสมมติ IIA เป็นจริง ค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากทั้งสองแบบจำลองจะต้องไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ค่าสถิติทดสอบคำนวณตามสมการที่ (4.5)

$$H = (\beta(r) - \beta(f))' \, [\, V(r) - V(f) \,]^{-1} \, (\beta(r) - \beta(f)) \sim \chi^2(k) \qquad (4.5)$$

โดยที่ $\beta(r)$ และ V(r) คือค่าสัมประสิทธิ์และความแปรปรวนจากแบบจำลองชุดย่อย ส่วน $\beta(f)$ และ V(f) คือค่าจากแบบจำลองเต็ม และ k คือจำนวนสัมประสิทธิ์ร่วม

ตารางที่ 4-10 ผลการทดสอบข้อสมมติ IIA ด้วยวิธี Hausman-McFadden

ทางเลือกที่ตัดออก	จำนวนชุดทางเลือก	k	χ^2	p-value	ผลการทดสอบ
รถโดยสารประจำทาง	3,168	4	−0.894	–	ไม่ปฏิเสธ H0
รถไฟร่วมกับรถต่อ	3,822	4	4.725	0.3167	ไม่ปฏิเสธ H0
เครื่องบินร่วมกับรถต่อ	2,980	4	8.018	0.0909	ไม่ปฏิเสธ H0

หมายเหตุ: ทดสอบกับสัมประสิทธิ์ร่วม 4 ตัว ได้แก่ ค่าคงที่เฉพาะทางเลือกที่เหลืออยู่ เวลาเดินทาง และค่าใช้จ่าย | H0: ข้อสมมติ IIA เป็นจริง

ผลการทดสอบพบว่าไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักได้ในทุกกรณีที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณีตัดทางเลือกรถไฟออกได้ค่าสถิติเท่ากับ 4.725 (p = 0.3167) และกรณีตัดทางเลือกเครื่องบินออกได้ค่าสถิติเท่ากับ 8.018 (p = 0.0909) ส่วนกรณีตัดทางเลือกรถโดยสารประจำทางออกได้ค่าสถิติติดลบ ซึ่ง Hausman และ McFadden (1984) ระบุไว้ว่าค่าสถิติที่ติดลบเกิดขึ้นได้ในกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดจำกัด และให้ตีความว่าเป็นหลักฐานที่ไม่ขัดแย้งกับสมมติฐานหลัก มิใช่เป็นการทดสอบที่ใช้ไม่ได้

เมื่อทดสอบซ้ำกับแบบจำลองสุดท้ายที่รวมตัวแปรลักษณะของผู้เดินทางด้วย (สัมประสิทธิ์ร่วม 16 ตัว) ได้ผลในทิศทางเดียวกัน โดยกรณีตัดทางเลือกรถไฟออกได้ค่าสถิติเท่ากับ 1.991 (p = 1.0000) ส่วนอีกสองกรณีได้ค่าสถิติติดลบ จึงสรุปได้ว่าการทดสอบทางสถิติไม่พบหลักฐานที่ขัดแย้งกับข้อสมมติ IIA แม้รูปแบบการแทนที่ระหว่างสถานการณ์ที่ 9 และ 10 (หัวข้อ 4.2.4) จะไม่สอดคล้องกับ IIA นัก แต่โดยภาพรวมการใช้แบบจำลองโลจิตพหุนามมีความเหมาะสมกับข้อมูลชุดนี้

อย่างไรก็ตาม การไม่ปฏิเสธสมมติฐานหลักมิได้หมายความว่าข้อสมมติ IIA เป็นจริงอย่างแน่นอน เนื่องจากอำนาจของการทดสอบลดลงเมื่อผลต่างของเมทริกซ์ความแปรปรวนไม่เป็นบวกแน่นอน ซึ่งเกิดขึ้นในทุกกรณีของงานวิจัยนี้ ประกอบกับสัดส่วนผู้เลือกรถไฟมีน้อย ผู้วิจัยจึงเสนอให้การศึกษาในอนาคตทดสอบด้วยแบบจำลอง Nested Logit ที่จัดกลุ่มขนส่งสาธารณะไว้ด้วยกัน เพื่อยืนยันผลดังกล่าว

4.5 การวิเคราะห์ส่วนแบ่งตลาด

ส่วนแบ่งตลาดคำนวณด้วยวิธีการรวมผลรายบุคคลตามสมการที่ (3.6) และเปรียบเทียบกับสัดส่วนที่สังเกตได้จริงในแต่ละสถานการณ์ ดังแสดงในตารางที่ 4-11

ตารางที่ 4-11 ส่วนแบ่งตลาดที่สังเกตได้เทียบกับที่ทำนายจากแบบจำลอง (ร้อยละ)

สถานการณ์	รถยนต์ สังเกต	รถยนต์ ทำนาย	รถโดยสาร สังเกต	รถโดยสาร ทำนาย	รถไฟ สังเกต	รถไฟ ทำนาย	เครื่องบิน สังเกต	เครื่องบิน ทำนาย
1	46.7	43.1	24.6	23.1	3.9	6.3	24.8	27.5
2	41.1	44.2	27.3	23.6	6.3	5.9	25.3	26.2
3	42.1	43.8	20.4	23.6	11.7	6.4	25.8	26.2
4	42.1	43.2	22.6	23.1	5.4	6.3	29.9	27.3

สถานการณ์	รถยนต์ สังเกต	รถยนต์ ทำนาย	รถ โดยสาร สังเกต	รถ โดยสาร ทำนาย	รถไฟ สังเกต	รถไฟ ทำนาย	เครื่องบิน สังเกต	เครื่องบิน ทำนาย
5	43.3	43.7	24.8	23.5	6.6	6.4	25.3	26.4
6	41.1	43.2	26.0	23.2	4.4	6.3	28.5	27.3
7	40.9	43.4	23.4	23.7	6.6	6.5	29.2	26.5
8	43.6	42.6	22.6	23.1	4.9	6.9	29.0	27.4
9	42.3	39.7	22.4	21.4	8.3	9.6	27.0	29.4
10	42.6	38.9	15.1	20.9	12.2	9.4	30.2	30.8

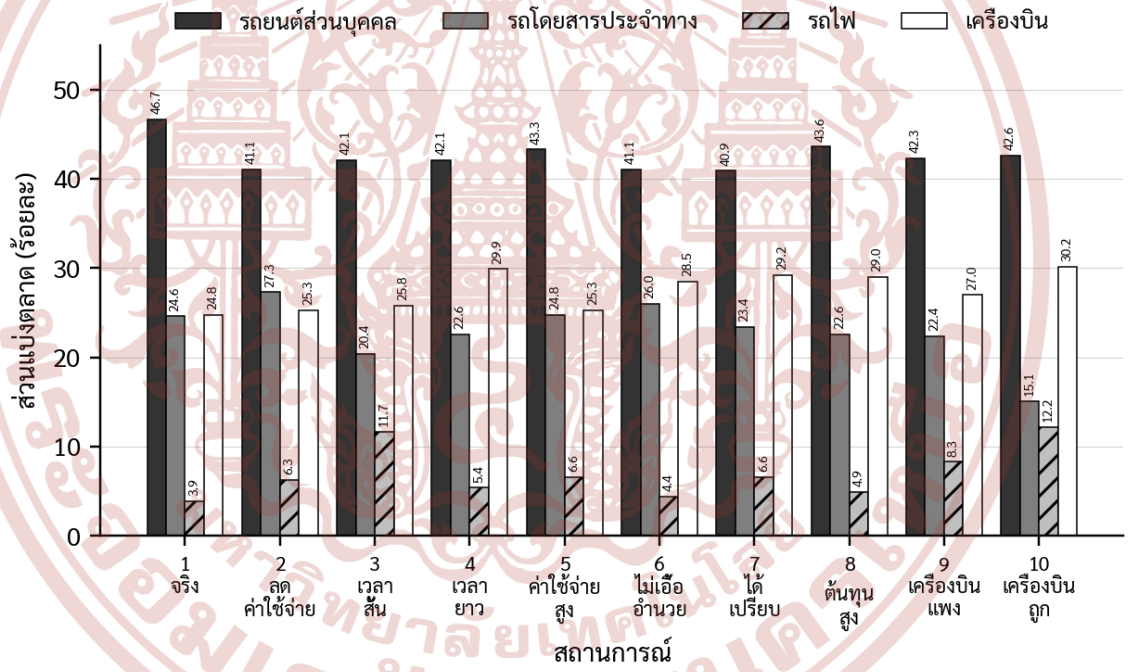
แบบจำลองสามารถทำนายส่วนแบ่งตลาดได้ใกล้เคียงกับค่าที่สังเกตได้ในภาพรวม โดยมีความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยประมาณ 2 จุดร้อยละ ความคลาดเคลื่อนสูงสุดเกิดขึ้นกับรถโดยสารประจำทางในสถานการณ์ที่ 10 (5.8 จุด) และรถไฟในสถานการณ์ที่ 3 (5.3 จุด) โดยความคลาดเคลื่อนของรถไฟส่วนหนึ่งเป็นผลจากจำนวนผู้ที่เคยใช้รถไฟจริงในกลุ่มตัวอย่างมีน้อยมากเพียง 2 ราย ทำให้แบบจำลองมีข้อมูลไม่เพียงพอในการอธิบายพฤติกรรมการเลือกรถไฟ

เมื่อพิจารณาภาพรวมทั้ง 10 สถานการณ์ พบว่ารถยนต์ส่วนบุคคลยังคงครองส่วนแบ่งตลาดสูงสุดในทุกสถานการณ์ที่ประมาณร้อยละ 39–44 แม้ในสถานการณ์ที่สมมติให้มีการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานอย่างเต็มที่ (สถานการณ์ที่ 9 และ 10) สะท้อนถึงความเฉื่อยของพฤติกรรมการเดินทางที่สูง ส่วนแบ่งดังกล่าวต่ำกว่าข้อมูลพฤติกรรมจริงที่รถยนต์ส่วนบุคคลมีสัดส่วนถึงร้อยละ 77.62 อย่างมาก แม้ในสถานการณ์ที่ 1 ซึ่งจำลองสภาพจริง ความแตกต่างนี้จึงส่วนหนึ่งเป็นผลของความคลาดเคลื่อนเชิงสมมติ การประเมินผลของการปรับปรุงบริการจึงควรเปรียบเทียบระหว่างสถานการณ์ในข้อมูล SP ด้วยกัน ซึ่งพบว่าส่วนแบ่งที่ทำนายของรถยนต์ส่วนบุคคลลดลงจากร้อยละ 43.1 ในสถานการณ์ที่ 1 เหลือร้อยละ 38.9–39.7 ในสถานการณ์ที่ 9 และ 10

ผลจากสถานการณ์ที่ 9 และ 10 ซึ่งสมมติให้มีเส้นทางรถไฟเข้าถึงจังหวัดบึงกาฬโดยตรง (เวลาเดินทางลดจาก 15 เหลือ 9 ชั่วโมง) และมีท่าอากาศยานภายในจังหวัด (เวลาเดินทางลดจาก 5 เหลือ 3 ชั่วโมง) พบว่าส่วนแบ่งของรถไฟเพิ่มขึ้นจากประมาณร้อยละ 6 เป็นร้อยละ 9.4–9.6 และเครื่องบินเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 29–31 ซึ่งสอดคล้องกับค่าสัมประสิทธิ์เวลาเดินทางที่มีนัยสำคัญ

อย่างไรก็ตาม สถานการณ์ที่ 9 และ 10 ปรับเวลาเดินทาง ความถี่ ความสะดวกสบาย และจำนวนครั้งเปลี่ยนพาหนะไปพร้อมกัน ผลที่ได้จึงเป็นผลรวมของการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน มิใช่ผลของเวลาเดินทางเพียงอย่างเดียว แต่ก็สนับสนุนว่าการลดเวลาเดินทางแบบประตูถึงประตูร่วมกับการปรับปรุงบริการเป็นแนวทางที่มีศักยภาพในการเปลี่ยนพฤติกรรมการเลือกรูปแบบการเดินทางในเส้นทางนี้

เมื่อพิจารณาส่วนแบ่งที่สังเกตได้ในแต่ละสถานการณ์ดังภาพที่ 4-12 พบว่ารถยนต์ส่วนบุคคลได้รับส่วนแบ่งสูงสุดในทุกสถานการณ์ อยู่ในช่วงร้อยละ 40.9–46.7 ขณะที่ขนส่งสาธารณะรวมกันได้รับส่วนแบ่งร้อยละ 53.3–59.1 โดยรถยนต์ส่วนบุคคลได้รับส่วนแบ่งต่ำที่สุดในสถานการณ์ที่ 7 ซึ่งขนส่งสาธารณะได้เปรียบทั้งด้านเวลาและค่าใช้จ่าย



ภาพที่ 4-12 ส่วนแบ่งตลาดที่สังเกตได้จำแนกตามสถานการณ์ (ร้อยละ)

ข้อสังเกตประการแรกคือ สถานการณ์ที่ 1 มีลักษณะแตกต่างจากสถานการณ์อื่นทั้งหมด ส่วนแบ่งของรถยนต์ส่วนบุคคลในสถานการณ์ที่ 2–10 ลดลงจากสถานการณ์ที่ 1 ในช่วง 3.1–5.8 จุดร้อยละ รวมถึงสถานการณ์ที่ 5 (ค่าใช้จ่ายสูง) และสถานการณ์ที่ 8 (ต้นทุนสูงทุกโหมด) ซึ่งตามเหตุผลแล้วควรทำให้ส่วนแบ่งของรถยนต์ส่วนบุคคลเพิ่มขึ้น รูปแบบดังกล่าวบ่งชี้ว่าการเปลี่ยนแปลงของคำตอบหลังสถานการณ์แรกอาจเป็นผลจากลำดับการนำเสนอสถานการณ์ (Order Effect) หรือการเรียนรู้ของผู้ตอบระหว่างการตอบแบบสอบถาม มากกว่าการตอบสนองต่อระดับของตัวแปรในแต่ละสถานการณ์

ประการที่สอง สถานการณ์ที่ 2–8 ให้ผลใกล้เคียงกันมาก ส่วนแบ่งของรถยนต์ส่วนบุคคลอยู่ในช่วงร้อยละ 40.9–43.6 และรถโดยสารประจำทางอยู่ในช่วงร้อยละ 20.4–27.3 แม้สถานการณ์เหล่านี้จะมีเงื่อนไขตรงข้ามกัน เช่น สถานการณ์ลดค่าใช้จ่ายและสถานการณ์ค่าใช้จ่ายสูง ผลนี้สอดคล้องกับหัวข้อ 4.2.1 ที่พบว่าผลต่างของคุณลักษณะระหว่างทางเลือกแทบไม่เปลี่ยนแปลงในสถานการณ์เหล่านี้ ค่าที่ทำนายจากแบบจำลองในสถานการณ์ที่ 1–8 จึงแทบคงที่ (รถยนต์ส่วนบุคคลร้อยละ 42.6–44.2)

ประการที่สาม การตอบสนองบางส่วนเป็นไปในทิศทางที่สอดคล้องกับทฤษฎี กล่าวคือ รถไฟได้รับส่วนแบ่งสูงสุดในสถานการณ์ที่ 3 (ร้อยละ 11.7) และสถานการณ์ที่ 10 (ร้อยละ 12.2) ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่เวลาเดินทางของรถไฟลดลง ขณะที่เครื่องบินได้รับส่วนแบ่งเพิ่มขึ้นเมื่อรูปแบบอื่นใช้เวลาเดินทางนานขึ้น ได้แก่ สถานการณ์ที่ 4 (ร้อยละ 29.9) สถานการณ์ที่ 6 (ร้อยละ 28.5) และสถานการณ์ที่ 8 (ร้อยละ 29.0) สอดคล้องกับค่าสัมประสิทธิ์เวลาเดินทางที่มีเครื่องหมายเป็นลบ ส่วนรถโดยสารประจำทางสูญเสียส่วนแบ่งมากที่สุดในสถานการณ์ที่ 10 (ลดลง 9.5 จุดร้อยละ) เมื่อทั้งรถไฟและเครื่องบินมีบริการเข้าถึงจังหวัดบึงกาฬโดยตรง

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

งานวิจัยนี้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทางจากกรุงเทพมหานครไปยังจังหวัดบึงกาฬ ซึ่งเป็นจังหวัดปลายทางที่ไม่มีท่าอากาศยานพาณิชย์และไม่มีเส้นทางรถไฟเข้าถึงโดยตรง ทำให้การเดินทางด้วยรถไฟและเครื่องบินมีลักษณะเป็นการเดินทางต่อเนื่องหลายทอด โดยเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง 411 ราย ด้วยเทคนิค Revealed Preference ร่วมกับ Stated Preference จำนวน 10 สถานการณ์ ได้ข้อมูลชุดทางเลือก 4,110 ชุด และวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองโลจิตพหุนาม ผลการศึกษาสรุปตามวัตถุประสงค์การวิจัยทั้ง 3 ข้อ ได้ดังนี้

5.1.1 รูปแบบการเดินทางไปยังจังหวัดบึงกาฬ

ผลจากข้อมูลการเดินทางจริง (RP) พบว่ารถยนต์ส่วนบุคคลเป็นรูปแบบการเดินทางหลักไปยังจังหวัดบึงกาฬ โดยมีสัดส่วนร้อยละ 77.62 รองลงมาคือรถโดยสารประจำทาง (ร้อยละ 12.90) เครื่องบินร่วมกับรถต่อ (ร้อยละ 9.00) และรถไฟร่วมกับรถต่อเพียงร้อยละ 0.49 การเดินทางส่วนใหญ่เป็นการท่องเที่ยว (ร้อยละ 62.04) ใช้เวลาเดินทางเกิน 9 ชั่วโมง (ร้อยละ 83.21) และมีค่าใช้จ่ายมากกว่า 3,000 บาทต่อเที่ยว (ร้อยละ 42.09) โดยผู้เดินทางร้อยละ 76.89 มีรถยนต์ส่วนบุคคล

รูปแบบการเดินทางสัมพันธ์กับลักษณะของผู้เดินทางอย่างชัดเจน การครอบครองรถยนต์มีความสัมพันธ์กับรูปแบบการเดินทางสูงที่สุด ($\chi^2 = 95.01$, $p < 0.001$) โดยผู้มีรถยนต์ร้อยละ 86.08 เดินทางด้วยรถยนต์ส่วนบุคคล ส่วนรายได้เป็นตัวแปรที่แยกพฤติกรรมได้ชัดเจน สัดส่วนการใช้เครื่องบินเพิ่มจากร้อยละ 3.07 ในกลุ่มรายได้ต่ำสุดเป็นร้อยละ 31.58 ในกลุ่มรายได้สูงสุด ขณะที่การใช้รถโดยสารลดลงจากร้อยละ 19.63 เหลือร้อยละ 2.63 สำหรับรถไฟซึ่งต้องเดินทางต่อจากจังหวัดหนองคายอีกประมาณ 136 กิโลเมตร แทบไม่มีผู้ใช้จริง สะท้อนว่าการขาดโครงสร้างพื้นฐานที่เข้าถึงจังหวัดโดยตรงเป็นข้อจำกัดสำคัญของขนส่งสาธารณะในเส้นทางนี้

ในข้อมูลสถานการณ์สมมติ (SP) รถยนต์ส่วนบุคคลยังได้รับเลือกมากที่สุด (ร้อยละ 42.58) รองลงมาคือเครื่องบิน (ร้อยละ 27.49) รถโดยสารประจำทาง (ร้อยละ 22.92) และรถไฟ (ร้อยละ 7.01) สัดส่วนของรถยนต์ส่วนบุคคลต่ำกว่าข้อมูล RP อย่างมาก แม้ในสถานการณ์ที่ 1 ซึ่งจำลองสภาพจริง (ร้อยละ 46.72) ซึ่งบ่งชี้ถึงความคลาดเคลื่อนเชิงสมมติ (Hypothetical Bias) ข้อมูล SP จึงเหมาะสำหรับการเปรียบเทียบระหว่างสถานการณ์มากกว่าการใช้เป็นค่าส่วนแบ่งที่แท้จริง5.1.2 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเลือกวิธีการเดินทาง

แบบจำลองโลจิตพหุนามที่พัฒนาขึ้นมีค่า Log-Likelihood เท่ากับ −4,775.78 ผ่านการทดสอบ Likelihood Ratio Test อย่างมีนัยสำคัญ (χ^2 = 661.47, p < 0.001) มีค่า McFadden's ρ^2 เท่ากับ 0.1618 เมื่อเทียบกับแบบจำลองแบบ Equal-share และ 0.0648 เมื่อเทียบกับแบบจำลองที่มีเฉพาะค่าคงที่ และมีความแม่นยำในการทำนายร้อยละ 47.3 ซึ่งสูงกว่าการเดาสุ่ม (ร้อยละ 25) แต่สูงกว่าการทายรถยนต์ส่วนบุคคลทุกครั้ง (ร้อยละ 42.6) เพียงเล็กน้อย ผลการทดสอบข้อสมมติ IIA ด้วยวิธีของ Hausman และ McFadden ไม่พบหลักฐานที่ขัดแย้งกับข้อสมมติดังกล่าว การใช้แบบจำลองโลจิตพหุนามจึงมีความเหมาะสมกับข้อมูลชุดนี้

เมื่อปรับค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสำหรับโครงสร้างข้อมูลพาเนลแล้ว ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเลือกรูปแบบการเดินทางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 มี 4 ปัจจัย ได้แก่

(1) เวลาเดินทาง เป็นปัจจัยด้านคุณลักษณะของรูปแบบการเดินทางเพียงปัจจัยเดียวที่มีนัยสำคัญ (β = −0.0847) เวลาเดินทางที่เพิ่มขึ้น 1 ชั่วโมงทำให้อัตราส่วนโอกาสของการเลือกทางเลือกนั้นลดลงประมาณร้อยละ 8

(2) รายได้เฉลี่ยต่อเดือน มีนัยสำคัญในทุกทางเลือก รายได้ที่สูงขึ้น 1 ระดับทำให้อัตราส่วนโอกาสของการเลือกเครื่องบินเทียบกับรถยนต์ส่วนบุคคลเพิ่มขึ้นเป็น 1.83 เท่า และของรถไฟลดลงเหลือ 0.66 เท่า ส่วนรถโดยสารประจำทางมีค่าเป็นบวก (1.31 เท่า) เมื่อควบคุมการครอบครองรถยนต์แล้ว

(3) ค่าใช้จ่ายการเดินทางครั้งล่าสุด ส่งผลลบต่อการเลือกรถโดยสารประจำทาง (β = −0.3240) โดยค่าใช้จ่ายครั้งล่าสุดที่สูงขึ้น 1 ระดับทำให้อัตราส่วนโอกาสลดลงเหลือ 0.72 เท่า

(4) ประสบการณ์การใช้เครื่องบินในการเดินทางครั้งล่าสุด ทำให้อัตราส่วนโอกาสของการเลือกเครื่องบินสูงขึ้นประมาณ 3.95 เท่า (β = 1.3733) สะท้อนความเฉื่อยในพฤติกรรมการเดินทาง

นอกจากนี้ ค่าคงที่เฉพาะทางเลือกของรถไฟและเครื่องบินมีค่าเป็นลบอย่างมีนัยสำคัญ แสดงว่ายังมีความไม่พึงพอใจพื้นฐานต่อการเดินทางต่อเนื่องหลายทอดที่ตัวแปรในแบบจำลองอธิบายไม่ได้ ส่วนการครอบครองรถยนต์และอายุไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 เมื่อควบคุมตัวแปรอื่นในแบบจำลองแล้ว แม้การครอบครองรถยนต์จะมีความสัมพันธ์กับรูปแบบการเดินทางจริงสูงที่สุดในการวิเคราะห์เชิงพรรณนา

สำหรับค่าใช้จ่าย ค่าสัมประสิทธิ์มีเครื่องหมายเป็นลบตามทฤษฎีแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (β = −0.0039, p = 0.453) เช่นเดียวกับความถี่ ความสะดวกสบาย และจำนวนครั้งเปลี่ยนพาหนะที่ไม่ช่วยเพิ่มความเหมาะสมของแบบจำลอง ผู้วิจัยตรวจสอบสาเหตุและพบว่าเกิดจากข้อจำกัดของการออกแบบสถานการณ์สมมติ ที่กำหนดระดับคุณลักษณะในระดับสถานการณ์และมีจุดออกแบบ

เพียง 10 จุด ทำให้ผลต่างของคุณลักษณะระหว่างทางเลือกมีความแปรผันน้อยมาก โดยเฉพาะผลต่างของเวลาเดินทางระหว่างรถโดยสารกับรถยนต์ส่วนบุคคลที่คงที่ในทุกสถานการณ์ ผู้วิจัยจึงไม่รายงานมูลค่าของเวลา และไม่ใช้แบบจำลองนี้พยากรณ์ผลของมาตรการด้านราคาในเชิงปริมาณ

5.1.3 ส่วนแบ่งตลาดภายใต้สถานการณ์สมมติ

แบบจำลองทำนายส่วนแบ่งตลาดได้ใกล้เคียงกับค่าที่สังเกตได้ โดยมีความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยประมาณ 2 จุดร้อยละ และรถยนต์ส่วนบุคคลครองส่วนแบ่งสูงสุดในทุกสถานการณ์ (ส่วนแบ่งที่ทำนายร้อยละ 38.9–44.2) ในสถานการณ์ที่ 2–8 ซึ่งปรับเวลาเดินทางและค่าใช้จ่ายรอบค่าฐาน ส่วนแบ่งที่ทำนายแทบไม่เปลี่ยนแปลง (รถยนต์ส่วนบุคคลร้อยละ 42.6–44.2) เนื่องจากผลต่างของคุณลักษณะระหว่างทางเลือกแทบคงที่ ผลจากสถานการณ์กลุ่มนี้จึงไม่สามารถใช้ประเมินผลของการปรับเวลาหรือค่าใช้จ่ายในขนาดเล็กได้

ในสถานการณ์เชิงนโยบายที่สมมติให้มีรถไฟทางตรงและท่าอากาศยานในจังหวัดบึงกาฬ ส่วนแบ่งที่ทำนายของรถยนต์ส่วนบุคคลลดลงจากร้อยละ 43.1 ในสถานการณ์ที่ 1 เหลือร้อยละ 38.9–39.7 ส่วนแบ่งของรถไฟเพิ่มจากร้อยละ 6.3 เป็นร้อยละ 9.4–9.6 และเครื่องบินเพิ่มจากร้อยละ 27.5 เป็นร้อยละ 29.4–30.8 ทั้งนี้ ผลดังกล่าวเป็นผลรวมของการลดเวลาเดินทาง การลดจำนวนครั้งเปลี่ยนพาหนะ และการเพิ่มความสะดวกสบายที่เกิดขึ้นพร้อมกัน

เมื่อเปรียบเทียบสถานการณ์ที่ 9 และ 10 ซึ่งต่างกันเฉพาะค่าโดยสารเครื่องบิน (3,400 บาท และ 1,500 บาท) ส่วนแบ่งที่สังเกตได้ของเครื่องบินเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 27.0 เป็นร้อยละ 30.2 คิดเป็นค่าความยืดหยุ่นแบบอาร์คเท่ากับ −0.144 ซึ่งมีทิศทางถูกต้องแต่มีขนาดต่ำ แสดงว่าการลดราคาเพียงอย่างเดียวมีผลต่อการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางค่อนข้างน้อย ขณะที่รถโดยสารประจำทางเป็นรูปแบบที่สูญเสียส่วนแบ่งมากที่สุด โดยส่วนแบ่งที่สังเกตได้ลดลงจากร้อยละ 24.6 ในสถานการณ์ที่ 1 เหลือร้อยละ 15.1 ในสถานการณ์ที่ 10

ผลดังกล่าวสนับสนุนการวางแผนเชิงนโยบายด้านการขนส่งว่า การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานที่ลดเวลาเดินทางแบบประตูถึงประตูและลดจำนวนครั้งเปลี่ยนพาหนะมีศักยภาพในการดึงผู้เดินทางจากรถยนต์ส่วนบุคคลได้มากกว่ามาตรการด้านราคาเพียงอย่างเดียว แม้ขนาดของผลจะอยู่ในระดับจำกัด และรถยนต์ส่วนบุคคลยังคงเป็นรูปแบบหลักในทุกสถานการณ์ ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายโดยละเอียดนำเสนอในหัวข้อ 5.2

งานวิจัยนี้มีส่วนช่วยเติมเต็มองค์ความรู้ด้านพฤติกรรมการเลือกรูปแบบการเดินทางระยะไกลในบริบทที่จุดหมายปลายทางขาดโครงสร้างพื้นฐานด้านการขนส่งบางประเภท ซึ่งเท่าที่ผู้วิจัยทบทวน

ยังไม่พบการศึกษาเชิงแบบจำลองในประเทศไทยมาก่อน และเป็นกรณีศึกษาสำหรับการวางแผนพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานในจังหวัดชายแดนที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน

5.2 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

จากผลการศึกษาสามารถเสนอแนะแนวทางพัฒนาระบบการเดินทางไปยังจังหวัดบึงกาฬได้ดังนี้

5.2.1 การลดเวลาเดินทางควรเป็นมาตรการลำดับแรก

เนื่องจากเวลาเดินทางเป็นปัจจัยด้านคุณลักษณะของโหมดเพียงปัจจัยเดียวที่มีนัยสำคัญทางสถิติในแบบจำลอง และผลจากสถานการณ์ที่สมมติให้มีโครงสร้างพื้นฐานครบถ้วนแสดงว่า ส่วนแบ่งของรถไฟและเครื่องบินเพิ่มขึ้นประมาณ 2-3 จุดร้อยละ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องจึงควรให้ความสำคัญกับมาตรการที่ลดเวลาเดินทางรวมแบบประตูถึงประตู มากกว่ามาตรการด้านราคาเพียงอย่างเดียว

5.2.2 การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านการขนส่ง

ผลการศึกษาสนับสนุนการพัฒนาท่าอากาศยานในจังหวัดบึงกาฬ ซึ่งผลการศึกษาของกรมท่าอากาศยานสรุปว่ามีความเหมาะสมในการลงทุน ปัจจุบันอยู่ในขั้นตอนพิจารณารายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมก่อนเสนอคณะรัฐมนตรี และคาดว่าหากได้รับอนุมัติจะเริ่มก่อสร้างในปี 2572 และเปิดให้บริการในปี 2575 (ธนวรรณ วินัยเสถียร, 2568) และการพัฒนาเส้นทางเชื่อมต่อจากสถานีรถไฟและท่าอากาศยานที่ใกล้ที่สุดให้มีความสะดวกและใช้เวลาน้อยลง เนื่องจากการเดินทางเชื่อมต่อระยะทางประมาณ 136–190 กิโลเมตรเป็นภาระด้านเวลาที่สำคัญของโซ่การเดินทางในปัจจุบัน

5.2.3 การลดจำนวนครั้งในการเปลี่ยนพาหนะ

โซ่การเดินทางด้วยรถไฟและเครื่องบินในปัจจุบันต้องเปลี่ยนพาหนะตั้งแต่ 2 ครั้งขึ้นไป และต้องเดินทางต่อด้วยรถอีกประมาณ 136-190 กิโลเมตร (ตารางที่ 3-1 และ 3-6) การจัดให้มีบริการรถเชื่อมต่อที่มีตารางเวลาสอดคล้องกับเที่ยวบินและขบวนรถไฟ รวมถึงการจำหน่ายตั๋วร่วมแบบต่อเนื่องจะช่วยลดความไม่ต่อเนื่องของการเดินทางได้โดยไม่ต้องลงทุนโครงสร้างพื้นฐานขนาดใหญ่

5.2.4 การส่งเสริมให้เกิดการทดลองใช้บริการครั้งแรก

ผลการศึกษาพบว่าผู้ที่เคยใช้เครื่องบินมีแนวโน้มเลือกเครื่องบินซ้ำสูงมาก ซึ่งสอดคล้องกับความเฉื่อยของพฤติกรรมการเดินทาง ภาครัฐจึงควรใช้มาตรการจูงใจให้เกิดการทดลองใช้บริการครั้งแรก เช่น การอุดหนุนค่าโดยสารในช่วงเปิดให้บริการ และการให้ข้อมูลตารางเวลาและการเชื่อมต่อที่ถูกต้องและเข้าถึงง่าย เพื่อสร้างนิสัยการใช้ขนส่งสาธารณะในระยะยาว

บรรณานุกรม

การรถไฟแห่งประเทศไทย. (ม.ป.ป.). *รายละเอียดบริการผู้โดยสาร*. สืบค้นเมื่อ 5 ตุลาคม 2569, จาก https://www.railway.co.th/Service/Passenger_detail?value1=0049613716F4864B9ED01F76DB703841020000006871 38FE7E2A94FB6D3466B8CED33B117F7ADAB8C5BDA85A18BA605E904C9B9A&value2=0049613716F4864B9ED01F76DB70384102000000FE8DB134184782DA1F9DC586512C53D313963097B51B793F7897D2E3B20A56B9

ธนวรรณ วินัยเสถียร. (2568, 25 ธันวาคม). เปิดผลศึกษาสร้าง 'สนามบินบึงกาฬ' ทย.จ่อชง ครม.ใหม่ หวังเริ่มก่อสร้างปี 2572. *ฐานเศรษฐกิจ*. https://www.thansettakij.com/business/tourism/647476

บริษัท ขนส่ง จำกัด. (2569, 16 กุมภาพันธ์). *“บขส.” เสริมทัพรถใหม่เส้นทางอีสาน ยกระดับความสะดวก สบาย ตลอดการเดินทาง*. https://transport.co.th/home/ข่าวสาร-บขส/2026/02/16/บขส-เสริมทัพรถใหม่เส้/

Airliners.net. (n.d.). *Thai AirAsia Airbus A320-216* [Photograph]. Retrieved October 5, 2026, from https://www.airliners.net/photo/Thai-AirAsia/Airbus-A320-216/3940947

Arbués, P., Baños, J. F., Mayor, M., & Suárez, P. (2016). Determinants of ground transport modal choice in long-distance trips in Spain. *Transportation Research Part A: Policy and Practice, 84*, 131–143.

Barrow, R. (2024, July 26). Riding the train from Bangkok to Vientiane. *Asian Train Guide*. https://asiantrainguide.substack.com/p/riding-the-train-from-bangkok-to

Ben-Akiva, M., & Lerman, S. R. (1985). *Discrete choice analysis: Theory and application to travel demand*. MIT Press.

Croissant, Y. (2020). Estimation of random utility models in R: The mlogit package. *Journal of Statistical Software, 95*(11), 1–41. https://doi.org/10.18637/jss.v095.i11

Hausman, J., & McFadden, D. (1984). Specification tests for the multinomial logit model. *Econometrica, 52*(5), 1219–1240.

Iamtrakul, P., Klaylee, J., & Raungratanaamporn, I. (2024). An evaluation of travel mode choice and travel patterns: A case study in Pathum Thani province, Thailand. *SAGE Open, 14*(4), 1–13. https://doi.org/10.1177/21582440241292887

Louviere, J. J., Hensher, D. A., & Swait, J. D. (2000). *Stated choice methods: Analysis and applications*. Cambridge University Press.

McFadden, D. (1974). Conditional logit analysis of qualitative choice behavior. In P. Zarembka (Ed.), *Frontiers in econometrics* (pp. 105–142). Academic Press.

McFadden, D. (1979). Quantitative methods for analysing travel behaviour of individuals: Some recent developments. In D. A. Hensher & P. R. Stopher (Eds.), *Behavioural travel modelling* (pp. 279–318). Croom Helm.

Meyer, M. D., & Miller, E. J. (2001). *Urban transportation planning* (2nd ed.). McGraw-Hill.

Moeckel, R., Fussell, R., & Donnelly, R. (2013, January). *Mode choice modeling for long-distance travel* [Paper presentation]. Transportation Research Board 92nd Annual Meeting, Washington, DC, United States.

Ortúzar, J. de D., & Willumsen, L. G. (2011). *Modelling transport* (4th ed.). Wiley.

Rodríguez, G. (2007). *Lecture notes on generalized linear models*. Princeton University. https://data.princeton.edu/wws509/notes/

Simple Flying. (n.d.). *AirAsia wants half of its revenue to come from outside flights*. Retrieved October 5, 2026, from https://simpleflying.com/airasia-50-percent-non-flying-revenue/

Sounthavong, V., Satiennam, W., & Satiennam, T. (2021). A mode choice model for cross-border transportation: A case study between Vientiane Capital and Udonthani Province. *KKU Research Journal (Graduate Studies), 21*(2), 104–116.

Tao, S., & He, S. Y. (2021). Job accessibility and joint household travel: A study of Hong Kong with a particular focus on new town residents. *Transportation, 48*(3), 1379–1407. https://doi.org/10.1007/s11116-020-10100-4

Techaphoositthipong, Y. (2021). *An analysis of mode choice model for Ko Chang access* [Master's thesis, Mahidol University]. Mahidol University Repository. https://repository.li.mahidol.ac.th/handle/123456789/99462

Wardrop, J. G. (1952). Some theoretical aspects of road traffic research. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers, 1*(3), 325–362.

Witchayaphong, P., Pravinvongvuth, S., Kanitpong, K., Sano, K., & Horpibulsuk, S. (2020). Influential factors affecting travelers' mode choice behavior on mass transit in Bangkok, Thailand. *Sustainability, 12*(22), 9522. https://doi.org/10.3390/su12229522

Yamane, T. (1967). *Statistics: An introductory analysis* (2nd ed.). Harper & Row.

Yang, X., Day, J. E., Langford, B. C., Cherry, C. R., Jones, L. R., Han, S. S., & Sun, J. (2017). Commute responses to employment decentralization: Anticipated versus actual mode choice behaviors of new town employees in Kunming, China. *Transportation Research Part D: Transport and Environment, 52*, 454–470.

Zeileis, A. (2006). Object-oriented computation of sandwich estimators. *Journal of Statistical Software, 16*(9), 1–16. https://doi.org/10.18637/jss.v016.i09

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายนคเรศ พรพฤฒิพันธุ์
ชื่อวิทยานิพนธ์	ปัจจัยในการเลือกรูปแบบการเดินทางจากกรุงเทพมหานครไปจังหวัดบึงกาฬ
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา
ประวัติ	สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา - ทรัพยากรน้ำ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ประวัติการทำงานได้ทำงานในหน่วยงานราชการได้แก่ กรมประมง สำนักงานการตรวจเงินแผ่นดิน ได้รับมอบหมายให้จัดทำราคากลาง ควบคุมงานก่อสร้างและภารกิจที่ได้รับมอบหมาย ปัจจุบันดำรงตำแหน่งวิศวกรโยธาปฏิบัติการ สำนักสำรวจและออกแบบ กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม สามารถติดต่อได้ที่ 120/3 ถนนนิกรบำรุง ตำบลในเมือง อำเภอเมืองเพชรบูรณ์ จังหวัดเพชรบูรณ์ เบอร์โทรศัพท์ 0875246677

พระจอมเกล้าพระนครเหนือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี