

Discussion Paper Series

การวิเคราะห์พฤติกรรมการยอมร้บยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค

ศ.ดร.ศุภวัจนัน รุ่งสุริยะวิบูลย์

ดร.รุ่งนภา โอบาสปัญญาสาร

เพ็ชรธรินทร์ วงศ์เจริญ

ผศ.ดร.ภูรี สิริสุนทร

Discussion Paper No.46

March 8, 2019

Faculty of Economics, Thammasat University

การวิเคราะห์พฤติกรรมการยอมรับยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค¹

ศ.ดร.ศุภวัจน์ รุ่งสุริยะวิบูลย์²

ดร.รุ่งนภา โอภาสปัญญาสาร³

เพ็ชรธรรินทร์ วงศ์เจริญ⁴

ผศ.ดร.ภูรี สิริสุนทร⁵

บทคัดย่อ

งานศึกษานี้ได้วิเคราะห์ปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อการยอมรับและตัดสินใจเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภคโดยใช้ข้อมูลปฐมภูมิจากการสำรวจกลุ่มตัวอย่างจำนวน 463 รายในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ผลการศึกษาพฤติกรรมของผู้บริโภคจากการประมาณการแบบจำลองเศรษฐมิติพบว่าอัตราการยอมรับ (Adoption Rate) ยานยนต์ไฟฟ้าอยู่ที่ร้อยละ 60 โดยปัจจัยภายในซึ่งเป็นปัจจัยที่เกิดจากยานยนต์ไฟฟ้าโดยตรงที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าประกอบด้วย ราคายานยนต์ไฟฟ้า ค่าयरถยนต์ที่ผลิตรถยนต์ไฟฟ้า สมรรถนะเครื่องยนต์ ระยะเวลาที่ใช้ประจุไฟฟ้า และการบำรุงรักษาและดูแลอื่น ๆ ในขณะที่ ปัจจัยภายนอกซึ่งเป็นปัจจัยที่ไม่ได้เกิดจากยานยนต์ไฟฟ้าโดยตรงที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าประกอบด้วย บริการหลังการขาย และการประชาสัมพันธ์ของภาครัฐ นอกจากนี้ปัจจัยภายนอกที่สะท้อนลักษณะของผู้บริโภค ได้แก่ ระดับการศึกษาและรายได้ ถือเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าเช่นกัน ผลการศึกษานี้นำไปสู่ข้อสรุปและนัยยะเชิงนโยบายที่เป็นมาตรการส่งเสริมด้านอุปสงค์ของภาครัฐ เพื่อส่งเสริมการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าให้มากขึ้น รัฐควรปรับอัตราภาษียานยนต์ไฟฟ้าให้เหมาะสมกับการขยายตัวของตลาด

คำสำคัญ: ยานยนต์ไฟฟ้า แบบจำลองโลจิสติก ผลกระทบส่วนเพิ่ม อัตราการยอมรับเทคโนโลยีใหม่

¹ งานวิจัยชิ้นนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการประเมินมาตรการส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าต่อการยอมรับของผู้บริโภคและประสิทธิภาพการใช้พลังงานในภาคขนส่ง โดยได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการร่วมสนับสนุนทุนวิจัยและพัฒนาระหว่าง การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

² อาจารย์ประจำคณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ Email: supawat@econ.tu.ac.th

³ อาจารย์ประจำคณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ Email: rungnapa@econ.tu.ac.th

⁴ อาจารย์ประจำคณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ Email: petchtharin.w@econ.tu.ac.th

⁵ อาจารย์ประจำคณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ Email: puree.sirasoonorn@econ.tu.ac.th

1. บทนำ

การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) อันเนื่องมาจากระดับการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) จากการใช้พลังงานขั้นสูงชั้นบรรยากาศที่เพิ่มสูงขึ้น กลายเป็นปัญหาหลักที่ทั่วโลกต่างตื่นตัว และให้ความสำคัญกับการแก้ปัญหาที่มากขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อพิจารณาจากระดับการปล่อยก๊าซ CO₂ ในประเทศไทย พบว่าเป็นปัญหาที่กำลังทวีความรุนแรงขึ้นอย่างต่อเนื่องเช่นกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากภาคการขนส่งที่มีสัดส่วนการปล่อยก๊าซ CO₂ สูงเป็นอันดับที่ 2 เทียบกับเศรษฐกิจอื่น ๆ คิดเป็นร้อยละ 28 ของการปริมาตรการปล่อยก๊าซ CO₂ ทั้งหมดหรือเท่ากับปริมาณก๊าซทั้งหมด 73 ล้านตัน และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดสามทศวรรษที่ผ่านมา⁶ ทั้งนี้เชื้อเพลิงหลักที่ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซมาจากการใช้น้ำมันสำเร็จรูป จากการใช้เครื่องยนต์แบบสันดาปภายใน (Internal Combustion Engine: ICE) ในยานพาหนะซึ่งก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศอันเนื่องจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์

แนวทางการแก้ปัญหาดังกล่าวถูกบรรจุอยู่ในแผนการขับเคลื่อนภารกิจด้านพลังงานเพื่อส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของแผนอนุรักษ์พลังงานปี 2558-2579 เพื่อลดการใช้พลังงานในภาคการขนส่งเนื่องจากเป็นภาคที่ใช้พลังงานมากที่สุด โดยกระทรวงพลังงานมีมาตรการในการส่งเสริมและพัฒนาระบบขนส่งยุคใหม่ที่มีเทคโนโลยียานยนต์ที่ใช้พลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น รวมถึง การส่งเสริมการใช้ยานยนต์ประเภทที่ใช้มอเตอร์ (Motor) ในการขับเคลื่อนทดแทนการใช้ยานยนต์แบบ ICE ได้แก่ รถยนต์ไฮบริด รถยนต์ไฟฟ้า โดยมีเป้าหมายให้ในปี 2579 ประเทศไทยจะต้องมียานยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคลรวม 1.2 ล้านคัน และสถานีชาร์จ 690 สถานี⁷ แนวทางดังกล่าวสอดคล้องกับทิศทางการปรับตัวของผู้ผลิตรถยนต์ชั้นนำในอุตสาหกรรมยานยนต์ที่หันมาพัฒนานวัตกรรมยานยนต์ไฟฟ้าที่มุ่งประหยัดพลังงานและลดการปลดปล่อยก๊าซ CO₂ ในหลากหลายรูปแบบ เช่น ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริด (Hybrid electric vehicle : HEV) ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน (Plug-in hybrid electric vehicle : PHEV) และยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ (Battery electric vehicle : BEV)

⁶ ข้อมูลจาก สถานการณ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากภาคพลังงานรายปี 2560 กระทรวงพลังงาน

⁷ แผนการขับเคลื่อนฯ ได้ถูกแบ่งออกเป็นสามระยะดังต่อไปนี้ ระยะที่ 1 (พ.ศ. 2559 – 2560): เตรียมความพร้อมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า ระยะที่ 2 (พ.ศ. 2561 – 2563): ขยายผลในกลุ่มโดยสารสาธารณะ เตรียมความพร้อมสำหรับ “ยานยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคล” พัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน การกำหนดรูปแบบและมาตรฐานสถานีอัดประจุไฟฟ้า และ ระยะที่ 3 (พ.ศ. 2564 เป็นต้นไป): ขยายผลไปสู่การส่งเสริม “ยานยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคล” โดยมีเป้าหมายให้ในปี 2579 มียานยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคลรวม 1.2 ล้านคัน และสถานีชาร์จ 690 สถานี

อย่างไรก็ตาม การเพิ่มจำนวนการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าให้ได้ตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ในแผนการขับเคลื่อนฯ จำเป็นต้องอาศัยนโยบายและมาตรการของภาครัฐที่เหมาะสมโดยเฉพาะมาตรการทางด้านอุปสงค์ซึ่งจะสร้างแรงจูงใจให้ผู้บริโภคหันมาใช้และยอมรับยานยนต์ไฟฟ้ามากยิ่งขึ้น ซึ่งข้อสรุปที่ได้งานศึกษาในอดีตเกี่ยวกับจำนวนการใช้รถยนต์ไฟฟ้าที่จะเกิดขึ้น มักมาจากข้อสมมติที่ว่าผู้บริโภคยอมรับยานยนต์ไฟฟ้าและมาตรการส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าต่อผู้บริโภคที่รัฐกำหนดออกมามีประสิทธิผลทำให้การใช้ยานยนต์ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นตามเป้าหมาย ซึ่งข้อสมมติเกิดขึ้นโดยที่ยังไม่ได้ศึกษาและวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลให้ผู้บริโภคตัดสินใจเปลี่ยนจากยานยนต์ ICE มาใช้ยานยนต์ไฟฟ้า และไม่ได้ศึกษาพฤติกรรมการยอมรับยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภคอันจะนำมาซึ่งจำนวนยานยนต์ไฟฟ้าที่จะมาใช้ทดแทนยานยนต์ ICE ตามความต้องการของผู้บริโภค เป้าหมายของงานศึกษาชิ้นนี้จึงแบ่งออกเป็นสองส่วนสำคัญ ส่วนแรกเป็นการมุ่งศึกษาผลกระทบของปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อการยอมรับและตัดสินใจเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค และส่วนที่สองเป็นการคำนวณหาอัตราการยอมรับ (Technology Adoption Rate) ยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภคในประเทศไทย เพื่อประเมินว่าผู้บริโภคจะมีการยอมรับยานยนต์ไฟฟ้าในอัตราที่มากน้อยเพียงใด ภายใต้ปัจจัยกำหนดการเลือกซื้อต่าง ๆ ที่เผชิญ

เนื้อหาของบทความส่วนที่เหลือประกอบไปด้วย ส่วนที่สองแสดงงานศึกษาในอดีตที่เกี่ยวกับการยอมรับเทคโนโลยีใหม่ของผู้บริโภค ส่วนที่สามกล่าวถึงแบบจำลองและตัวแปรที่ใช้ศึกษา ส่วนที่สี่แสดงรายละเอียดและกรอบแนวคิดของแบบจำลองตลอดจนตัวแปรและข้อมูลที่ใช้ในงานศึกษา ในขณะที่ส่วนที่ห้าอธิบายผลการวิเคราะห์อัตราการยอมรับยานยนต์ไฟฟ้าของไทย และส่วนสุดท้ายแสดงข้อเสนอแนะทางนโยบายที่ได้จากงานศึกษานี้

2. งานศึกษาเกี่ยวกับการยอมรับเทคโนโลยีใหม่ของผู้บริโภค

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าการศึกษาอัตราการเข้าถึงเทคโนโลยีใหม่ (Technology Adoption Rate) สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มหลักจำแนกตามแบบจำลองที่ใช้ศึกษา ได้แก่ แบบจำลองภาคี (Agent-Based Model: ABM) แบบจำลองการแพร่หลาย (Diffusion Model) และแบบจำลองการเลือกของผู้บริโภค (Consumer Choice Model)

แบบจำลองภาคี (Agent-Based Model) เป็นการจำลองระบบเศรษฐกิจด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer Base Simulation) เพื่อศึกษาถึงปฏิสัมพันธ์และการตัดสินใจของหน่วยเศรษฐกิจสมมุติ (Agents) โดยแบ่งระบบเศรษฐกิจออกเป็นภาคส่วนต่าง ๆ ได้แก่ ภาคครัวเรือน ภาครัฐบาล และภาคการผลิต โดยที่พฤติกรรมของแต่ละ

กลุ่มขึ้นอยู่กับข้อสมมุติในแบบจำลอง เช่น การตัดสินใจของของภาคครัวเรือนจะมีเป้าหมายเพื่อแสวงหาอรรถประโยชน์สูงสุดซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะความชอบ (Preference) และปัจจัยอื่น ๆ เช่น อายุ เพศ ระดับรายได้ ลักษณะรถยนต์ คำนิยมต่อเทคโนโลยีใหม่ เป็นต้น ในขณะที่พฤติกรรมของผู้ผลิตจะเป็นไปเพื่อการแสวงหากำไรสูงสุดซึ่งถูกกำหนดจากโครงสร้างตลาดและต้นทุนการผลิต ในขณะที่ภาครัฐบาลจะเป็นผู้กำหนดมาตรการอุดหนุนทางภาษีและมีใช้ภาษีขึ้นอยู่กับเป้าหมายทางสิ่งแวดล้อมด้านต่าง ๆ จากนั้นจึงสมมุติสถานการณ์ต่าง ๆ (Scenarios) เข้าไปในแบบจำลองและสังเกตพฤติกรรมของแต่ละกลุ่มว่ามีการตอบสนองเหตุการณ์นั้น ๆ แตกต่างไปจากกรณีฐาน (Base Scenario) อย่างไร

งานศึกษาในอดีตที่ได้ประยุกต์ใช้แบบจำลองภาคี (ABM) ได้แก่ งานของ Sullivan et al. (2009) ที่สร้างแบบจำลอง ABM โดยกำหนดให้ระบบเศรษฐกิจประกอบไปด้วยครัวเรือน หน่วยผลิต ภาครัฐ แบบจำลองนี้แบ่งครัวเรือนออกเป็นประเภทต่าง ๆ ที่มีความหลากหลาย และตัดสินใจซื้อ/ไม่ซื้อรถยนต์ใหม่ที่มีอยู่ในตลาด ภายใต้ข้อจำกัดด้านงบประมาณ หน่วยผลิตในแบบจำลองนี้มีทั้งสิ้น 3 ราย และต่างก็แข่งขันกันโดยมุ่งหวังกำไรสูงสุดในขณะที่ภาครัฐจะเข้ามาดำเนินนโยบายต่าง ๆ เพื่อควบคุมระดับการใช้เชื้อเพลิง มลภาวะ และจำนวนยานยนต์ไฟฟ้าในท้องตลาดในแต่ละรอบของการจำลองธุรกรรมที่เกิดในเศรษฐกิจ ทั้งนี้งานศึกษาได้จำลองภาวะสถานการณ์เศรษฐกิจแบบต่าง ๆ เพิ่มเติม เช่น ภาวะที่ราคาน้ำมันเพิ่มขึ้น ภาวะที่ราคายานยนต์ไฟฟ้าลดลง เป็นต้น ผลการศึกษาพบว่าราคาพลังงานและนโยบายส่งเสริมจากรัฐเป็นปัจจัยสำคัญของการเข้าถึงของเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค นอกจากนี้ งานศึกษาอื่น ๆ ก็ให้ผลที่ใกล้เคียงกัน เช่น งานของ Zhang et al. (2007) และ Eppstein et al. (2011) ที่พบว่า ราคารถยนต์ ราคาพลังงาน ระยะทางสูงสุด ตัวเลือกรุ่นรถยนต์ต่าง ๆ ตลอดจนข้อโฆษณาล้วนส่งผลต่ออัตราการยอมรับอย่างมีนัยยะสำคัญทั้งสิ้น

ข้อดีของแบบจำลองภาคีคือสามารถจำลองสถานการณ์ต่าง ๆ และศึกษาพฤติกรรมของทุกฝ่ายได้อย่างครบถ้วน อีกทั้งยังง่ายต่อการควบคุมสถานการณ์ในแบบจำลอง อย่างไรก็ตาม ความสลับซับซ้อนของข้อสมมุติและตัวแบบจำลองทำให้ยากแก่การเข้าถึงและตรวจสอบของคนทั่วไป (เช่น ข้อสมมุติเกี่ยวกับลักษณะความชอบของครัวเรือน) นอกจากนี้ Al-Alawi and Bradley (2013) พบว่าการเปลี่ยนแปลงข้อสมมุติเกี่ยวกับตัวแปรค่าบางตัวยังมีผลต่อค่าผลลัพธ์ของแบบจำลองอย่างมาก

แบบจำลองการแพร่หลาย (Diffusion Model) เป็นแบบจำลองที่พยายามอธิบายกระบวนการการยอมรับเทคโนโลยีใหม่ โดยมีสมมติฐานว่าการปรับตัวของผู้บริโภคโดยทั่วไปจะเริ่มจากการที่เทคโนโลยีใหม่ถูกยอมรับใน

ครั้งแรกและค่อย ๆ ขยายตัวออกไปจนเป็นที่ยอมรับในวงกว้างมากขึ้นผ่านการตื่นตัวของสังคม ดังนั้นแบบจำลองนี้ จึงแบ่งกลุ่มในสังคมออกเป็นกลุ่มย่อย เรียงลำดับจากกลุ่มที่ตอบรับเทคโนโลยีใหม่เร็วที่สุดไปจนถึงกลุ่มที่ไม่ตอบรับเลย คือ กลุ่มผู้คิดค้นนวัตกรรมและสร้างเทคโนโลยีใหม่ (Innovator) กลุ่มตอบรับเทคโนโลยีใหม่ทันทีซึ่งมักเป็นกลุ่มที่ชอบลองสิ่งแปลกใหม่ไม่เหมือนใคร (Early Adopter) รองลงมาคือกลุ่มคนที่ยอมรับพร้อม ๆ กับคนหมู่มาก แต่ยังเป็นกลุ่มที่ถือว่าตอบสนองต่อเทคโนโลยีใหม่ไว (Early Majority) กลุ่มตอบสนองต่อเทคโนโลยีใหม่ช้า (Late Majority) และกลุ่มล่าช้า (Laggards) ที่ใช้เวลานานกว่าคนกลุ่มนี้จะกล้าและยอมรับเทคโนโลยีใหม่ ตามลำดับ ซึ่งกลุ่ม Innovator คือกลุ่มแรกที่จะยอมรับความเสี่ยงในการใช้เทคโนโลยีใหม่จากความไม่แน่นอน หลังจากนั้นจึงค่อย ๆ กระตุ้นให้เกิดการยอมรับและแพร่หลายไปยังกลุ่มอื่น ๆ ในลำดับถัดมา เป้าหมายของงานศึกษาที่ใช้แบบจำลองนี้ ส่วนใหญ่มีเป้าหมายในการวิเคราะห์หาระยะเวลาในการเข้าถึงเทคโนโลยีของกลุ่มต่าง ๆ ตลอดจนปัจจัยที่ทำให้การเข้าถึงเกิดขึ้นได้เร็วขึ้น งานศึกษาในอดีตที่ได้ประยุกต์ใช้แบบจำลองการแพร่หลาย ได้แก่ Lamberson (2009) ที่ศึกษาอัตราการเจาะตลาดของยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน (HEV) ในสหรัฐอเมริกา ในช่วงปี ค.ศ. 2008 – 2020 และพบว่ามาตรการจูงใจของรัฐมีส่วนสำคัญที่สุดต่อการขยายตลาดของยานยนต์ไฟฟ้า ในขณะที่ Cao (2009) ได้ปรับปรุงแบบจำลองโดยเพิ่มข้อมูลเกี่ยวกับราคาพลังงานเชื้อเพลิงที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและเพิ่มปัจจัยกระตุ้นการรับรู้ของผู้บริโภคเพิ่มเติม ครอบคลุมช่วงปี ค.ศ. 2003 – 2025 และพบว่าในสภาวะที่ราคาพลังงานที่ปรับเพิ่มขึ้นจะส่งผลเชิงบวกต่ออัตราการยอมรับยานยนต์ไฟฟ้าอย่างมีนัยยะสำคัญในช่วงเวลาที่ทำการพยากรณ์

จุดเด่นของแบบจำลองนี้คือง่ายต่อการนำมาประยุกต์ใช้และสามารถทำได้ง่ายหากข้อมูลที่ใช้ในแบบจำลองนี้เป็นข้อมูลสถิติเชิงอนุกรมเวลา อย่างไรก็ตาม ข้อจำกัดด้านข้อมูลสถิติการค้ำของยานยนต์ไฟฟ้าซึ่งเป็นเทคโนโลยีใหม่และอยู่ในระยะเริ่มต้นในหลายประเทศ ประกอบกับข้อสมมุติในแบบจำลองเกี่ยวกับระยะเวลาและขั้นตอนในการพัฒนารถยนต์รุ่นใหม่ออกสู่ตลาดเป็นข้อสมมุติอย่างง่าย แท้จริงแล้วเรื่องดังกล่าวเป็นเรื่องที่สลับซับซ้อนและยากในการคาดคะเน โดยเฉพาะรถยนต์แต่ละค่ายมีระยะเวลาในการพัฒนาไม่เหมือนกัน ขึ้นอยู่กับกลยุทธ์และระดับการแข่งขันของค่ายรถยนต์ ตลอดจนทิศทางการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีที่คาดการณ์ได้ยากขึ้นในปัจจุบัน ทำให้ความแม่นยำของแบบจำลองนี้ในการพยากรณ์ระยะเวลาในการแพร่หลายมีความคลาดเคลื่อนได้สูง (Al-Alawi and Bradley, 2013)

แบบจำลองกลุ่มสุดท้ายหรือแบบจำลองการเลือกของผู้บริโภค (Consumer Choice Model) เป็นแบบจำลองทางเศรษฐมิติที่ใช้ศึกษาถึงพฤติกรรมทางเลือกของผู้บริโภคและเป็นแบบจำลองที่ถูกใช้อย่างแพร่หลาย

ที่สุด ซึ่งจะเป็นแบบจำลองหลักที่ถูกนำมาใช้ในงานศึกษานี้ แบบจำลองการเลือกของผู้บริโภคอาศัยวิธีการประมาณค่าความน่าจะเป็นหรือโอกาสการเลือกของผู้บริโภคที่จะตัดสินใจรับเทคโนโลยีใหม่ ๆ หรือไม่ ภายใต้เงื่อนไขสถานการณ์ต่าง ๆ ที่กำหนดขึ้น โดยแบ่งออกเป็นแบบจำลอง Logit Model และ Discrete Choice Model สำหรับคำนวณความน่าจะเป็น ซึ่งข้อมูลที่ใช้ศึกษาในกรณีเทคโนโลยีใหม่มักมาจากการผสมผสานระหว่างข้อมูลจากการตอบแบบสอบถามของกลุ่มตัวอย่าง จุดเด่นของแบบจำลองในกลุ่มนี้คือสามารถเข้าใจได้ง่ายและมุ่งเน้นที่ตัวผู้บริโภคเป็นหลัก

แบบจำลองทั้งสามที่ได้กล่าวถึงข้างต้นนี้แม้จะมีเป้าหมายการศึกษาแตกต่างกันอยู่บ้าง แต่แบบจำลองทั้งสามมีเป้าหมายที่เป็นจุดร่วมสำคัญอย่างหนึ่งคือการศึกษาถึงปัจจัยกำหนดที่ส่งผลต่อโอกาสในการตัดสินใจเลือกของผู้บริโภคอย่างมีนัยยะสำคัญ ประกอบกับตัวแปรต่าง ๆ ที่ถูกใช้เป็นปัจจัยกำหนดพฤติกรรมของผู้บริโภคในทั้งสามแบบจำลองมีความใกล้เคียงกันอย่างมาก ดังนั้นการหยิบยกแบบจำลองการเลือกของผู้บริโภคขึ้นมาอธิบายเป็นหลักจึงไม่ได้เป็นการละเลยถึงตัวแปรและแนวคิดของแบบจำลองอื่น ๆ แต่อย่างใด

3. แบบจำลองและตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

งานวิจัยนี้จะวิเคราะห์อัตราการยอมรับหรือโอกาสที่จะตัดสินใจเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค (Consumer Choices) โดยใช้แบบจำลอง Logit Model ซึ่งตั้งอยู่บนพื้นฐานแนวคิดของทฤษฎีอรรถประโยชน์ (Utility Theory) ที่สามารถอธิบายพฤติกรรมของผู้บริโภคแต่ละรายในการเลือกบริโภคสินค้าใด ๆ เพื่อก่อให้เกิดระดับอรรถประโยชน์สูงสุด แบบจำลองนี้อธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างความพอใจ (Preference) ของผู้บริโภคต่อปัจจัยกำหนดต่าง ๆ

โดยทั่วไปแบบจำลองโลจิสติกอยู่ในรูปของเงื่อนไขสมการทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบของฟังก์ชันโลจิสติก (Logistic Function) ดังต่อไปนี้

$$F(X'\beta) = \frac{1}{1 + e^{-X'\beta}} \quad (1)$$

โดยที่ $F(\bullet)$ คือ ฟังก์ชันการกระจายแบบโลจิสติก (Logistic Distribution) หรือ $F(X'\beta) = P(Y = 1|X)$

X คือ เวกเตอร์ของตัวแปรต้น (Independent Variables) หรือปัจจัยกำหนดต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าของผู้บริโภค ครอบคลุมตัวแปรภายในและตัวแปรภายนอกทั้งหมดที่มีคุณสมบัติในการกำหนดการตัดสินใจของผู้บริโภค (การนิยามความหมายของตัวแปรภายในและตัวแปรภายนอกในแบบจำลองสามารถดูจากตารางที่ 1)

β คือ เวกเตอร์ของพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่า (Unknown Parameter Vector) ที่ต้องประมาณค่าด้วยวิธีการทางเศรษฐมิติ

ความน่าจะเป็นหรือโอกาสที่ผู้บริโภคคนหนึ่งจะตัดสินใจเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้า หรือ $P(Y = 1|X)$ สามารถแสดงความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$P(Y = 1|X) = \frac{e^{X'\beta}}{1 + e^{X'\beta}} \quad (2)$$

ในขณะที่ความน่าจะเป็นหรือโอกาสที่ผู้บริโภคคนหนึ่งจะตัดสินใจไม่เลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้า หรือ $P(Y = 0|X)$ สามารถแสดงได้ดังนี้

$$P(Y = 0) = 1 - P(Y = 1) = 1 - \frac{e^{X'\beta}}{1 + e^{X'\beta}} = \frac{1}{1 + e^{X'\beta}} \quad (3)$$

ผลรวมความน่าจะเป็นของผู้บริโภคที่มีต่อทางเลือกทั้งหมดจะมีค่าเป็นหนึ่ง หรือ $P(Y = 1|X) + P(Y = 0|X) = 1$ จากสมการที่ (2) และ (3) สามารถประยุกต์ใช้เทคนิคการประมาณค่าแบบวิธีความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Estimation: MLE) เพื่อประมาณเวกเตอร์ของค่าพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่า (β) ในแบบจำลองได้จากฟังก์ชันความน่าจะเป็นสูงสุดในรูปลอการิทึม (Log Likelihood Function) ได้ดังนี้

$$\ln L = \sum_{Y_i=1} \ln \left[\frac{e^{X_i'\beta}}{1 + e^{X_i'\beta}} \right] + \sum_{Y_i=0} \ln \left[\frac{1}{1 + e^{X_i'\beta}} \right] \quad (4)$$

อย่างไรก็ตาม ค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากผลการประมาณตามแบบจำลอง Logit ยังไม่สามารถตีความได้โดยตรง แต่ต้องนำมาคำนวณหาค่าผลกระทบส่วนเพิ่ม (Marginal Effects) เพื่อพิจารณาว่าหากตัวแปรอิสระเปลี่ยนแปลงไปจะส่งผลกระทบต่อความน่าจะเป็นหรือโอกาสที่ผู้บริโภคจะตัดสินใจเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้าอย่างไร ซึ่งการคำนวณหาค่า Marginal Effects ของตัวแปรต้นใด ๆ ในแบบจำลอง Logit มาจากการหาอนุพันธ์บางส่วน

(Partial Derivative) จากค่าคาดหวังของสมการ Logit เทียบกับตัวแปรต้นใด ๆ และสามารถแปลผลได้ดังนี้ เมื่อตัวแปรต้น X_k เปลี่ยนแปลงไป 1 หน่วย โดยเฉลี่ยแล้วโอกาสที่ผู้บริโภคจะตัดสินใจเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงไปร้อยละ $\frac{\partial E(Y_i|X_n)}{\partial X_k}$ โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่น ๆ มีค่าคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง หากค่าผลกระทบส่วนเพิ่มของตัวแปรที่สนใจมีค่าเป็นบวก หมายถึง ปัจจัยดังกล่าวจะส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค เมื่อกำหนดให้ตัวแปรอื่น ๆ คงที่ไม่เปลี่ยนแปลง ในทางตรงกันข้าม หากค่าผลกระทบส่วนเพิ่มของตัวแปรที่สนใจมีค่าเป็นลบ หมายถึง ปัจจัยดังกล่าวจะไม่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค เมื่อกำหนดให้ตัวแปรอื่น ๆ คงที่ไม่เปลี่ยนแปลง อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์ในขั้นนี้ เป็นการคาดการณ์ผลกระทบก่อนจะเกิดตัดสินใจซื้อจริง (Ex ante)

ทั้งนี้ กลุ่มตัวแปรที่ใช้ในแบบจำลองจะอ้างอิงจากงานศึกษาของ M. Coffman et al. (2015) ที่ได้จัดกลุ่มตัวแปรที่ใช้ในงานศึกษาไว้อย่างเป็นระบบ โดยแบ่งออกเป็นสองกลุ่มใหญ่ ได้แก่ ปัจจัยภายใน (Internal Factors) ซึ่งเป็นปัจจัยที่ถูกกำหนดโดยตรงจากตัวยานยนต์ไฟฟ้าเอง ได้แก่ ราคาขายยานยนต์ไฟฟ้า (X_{Price}) ราคาแบตเตอรี่ ($X_{Battery}$) ต้นทุนการดูแลรักษา (X_{Mcost}) ระยะทางที่ขับเคลื่อนได้ (X_{Range}) เวลาที่ใช้ในการชาร์จไฟฟ้า (X_{Time}) ค่าผลิตรถยนต์ (X_{Brand}) สมรรถนะเครื่องยนต์ (X_{Speed}) และขนาดรถยนต์ (X_{Size}) และปัจจัยภายนอก (External Factors) คือปัจจัยทางอ้อมที่ไม่ได้กำหนดโดยตรงมาจากยานยนต์ไฟฟ้า ได้แก่ ราคาน้ำมัน (D_{Fuel}) จำนวนสถานีชาร์จไฟฟ้า (D_{Charge}) ราคาค่าไฟฟ้า (D_{Elec}) บริการหลังการขายและอะไหล่รถยนต์ ($D_{Service}$, $D_{Sparepart}$) มาตรการการประชาสัมพันธ์และส่งเสริมต่าง ๆ ของภาครัฐ (D_{Sub_Money} , $D_{Sub_Nonmoney}$, D_{Gov_PR}) และปัจจัยภายนอกที่สะท้อนลักษณะส่วนบุคคลของผู้บริโภค (D_{Sex} , D_{Age} , D_{Edu} , D_{Income} , D_{F_Size} , D_{En_at} , D_{Tech_at} , D_{R_Range}) เป็นต้น

ตารางที่ 1 แสดงรายละเอียดของตัวแปรต่าง ๆ ที่ใช้ในแบบจำลอง ในงานศึกษานี้ได้กำหนดตัวแปรภายในและตัวแปรภายนอกต่าง ๆ รวมทั้งสิ้นจำนวน 23 ตัวแปร โดยแบ่งเป็นปัจจัยภายในจำนวน 8 ตัวแปร (ลำดับที่ 1-8) และปัจจัยภายนอกจำนวน 15 ตัวแปร (ลำดับที่ 9-23) ทั้งนี้ ทิศทางของผลกระทบคาดหวังของตัวแปรหรือปัจจัยต่าง ๆ ที่มีต่อโอกาสในการตัดสินใจเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้าสามารถสรุปได้จากทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและงานวิจัยที่ได้ศึกษามาในอดีต ดังจะได้กล่าวถึงต่อไป

สมการที่ (5) แสดงแบบจำลองที่ใช้วิเคราะห์ผลกระทบของปัจจัยกำหนดต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อโอกาสการตัดสินใจเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค โดยได้จำแนกปัจจัยต่าง ๆ ออกเป็นกลุ่ม ๆ ให้เห็นอย่างชัดเจนไว้ ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{ราคา} & X' \beta = \beta_0 + \beta_1 X_{Price} + \beta_2 X_{Battery} + \beta_3 D_{Fuel} + \beta_4 X_{Elec} + \beta_5 X_{Mcost} \\
 \text{ขนาดและค่ายผลิตรถยนต์} & + \beta_6 X_{Size} + \beta_7 X_{Brand} + \beta_8 X_{Firm_PR} + \beta_9 X_{Service} \\
 \text{สมรรถนะเครื่องยนต์} & + \beta_{10} X_{Range} + \beta_{11} X_{Speed} + \beta_{12} X_{Time} \\
 \text{โครงสร้างพื้นฐาน} & + \beta_{13} D_{Charge} + \beta_{14} D_{Sparepart} \\
 \text{การส่งเสริมภาครัฐ} & + \beta_{15} D_{Gov_Money} + \beta_{16} D_{Gov_Nonmoney} + \beta_{17} D_{Gov_PR} \\
 \text{ปัจจัยส่วนบุคคล} & + \beta_{18} D_{Sex} + \beta_{19} D_{Age} + \beta_{20} D_{Edu} + \beta_{21} D_{Income} \\
 & + \beta_{22} D_{F_Size} + \beta_{23} D_{R_Range} \\
 \text{ค่าคลาดเคลื่อน} & + \varepsilon_m
 \end{aligned} \tag{5}$$

เมื่อกำหนดให้เวกเตอร์ X แทนค่าเฉลี่ยของตัวแปร งานศึกษานี้ได้คำนวณหาอัตราการยอมรับ (Adoption Rate) โดยเป็นการคำนวณหาโอกาสที่ผู้บริโภคจะยอมรับหรือตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าโดยเฉลี่ยโดยมีสมมติฐานว่าปัจจัยต่าง ๆ จะส่งผลต่อการตัดสินใจของผู้บริโภคตาม Logistic Function ในสมการที่ (5) การศึกษานี้คำนวณอัตราการยอมรับ จากค่าเฉลี่ยของตัวแปรต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อการกำหนดการตัดสินใจเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค หลังจากนั้นได้ประมาณสมการเพื่อหาโอกาสที่ผู้บริโภคจะยอมรับหรือตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าโดยเฉลี่ยซึ่งจะได้ค่า Marginal Benefit ณ ระดับค่าเฉลี่ยของตัวแปรทุกตัว ซึ่ง Marginal Benefit ที่ประมาณการได้นี้สามารถใช้สะท้อนถึงอัตราการยอมรับ (Adoption Rate) คือ

$$\text{อัตราการยอมรับ} = F(X' \hat{\beta}) = \frac{1}{1 + e^{-X' \hat{\beta}}} \tag{6}$$

การวิเคราะห์ปัจจัยภายในที่ส่งผลต่อการตัดสินใจยอมรับยานยนต์ไฟฟ้า

จากการทบทวนงานศึกษาในอดีตเกี่ยวกับผลของกลุ่มปัจจัยภายในที่ส่งผลต่อการตัดสินใจยอมรับยานยนต์ไฟฟ้าพบข้อสรุปพร้อมกันว่า ราคาเป็นปัจจัยที่ส่งผลเชิงลบต่อการตัดสินใจอย่างมีนัยยะสำคัญ แต่ขนาดของการตอบสนองจะแตกต่างกันไป โดยที่ขนาดการตอบสนองมีมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับ การตัดสินใจซื้อรถยนต์ ICE เนื่องจากความยืดหยุ่นของอุปสงค์ต่อราคาของกลุ่มสินค้าที่เป็นเทคโนโลยีใหม่มีค่าสูงกว่ากลุ่มสินค้าที่ผู้บริโภคมีความคุ้นชินอยู่ก่อน (Rasoul and Timmermans, 2012) และราคาจะส่งผลต่อการตัดสินใจน้อยในกลุ่มผู้บริโภค รายได้สูง (Hackbarth and Madlener, 2013) ราคาแบตเตอรี่ เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลเชิงลบต่อการตัดสินใจ แม้ว่าราคาแบตเตอรี่จะถูกคำนวณและสะท้อนผ่านราคารถยนต์อยู่แล้ว แต่ในปัจจุบันราคาแบตเตอรี่ยังคงอยู่ในระดับสูง (แม้ว่าจะมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องก็ตาม) งานศึกษาที่ผ่านมาจึงมักจะแยกราคาของแบตเตอรี่ออกมาเป็นปัจจัยกำหนดอย่างชัดเจน เช่น งานของ Santini DJ & Vyas AD. (2005), Sikes et al. (2010) และ Helveston et al. (2015) นอกจากนี้อายุการใช้งานของแบตเตอรี่ยังส่งผลต่อการตัดสินใจเช่นกัน (Mau PCW., 2005)

นอกจากนี้ งานศึกษาของ Santini DJ and Vyas AD. (2005), Helveston et al. (2015) และ Glerum et al. (2014) พบว่าต้นทุนในการดูแลรักษาอื่นๆ ที่สูงทำให้ผู้บริโภคหันไปพิจารณาทางเลือกรถยนต์ประเภทอื่น ๆ โดยเฉพาะรถยนต์แบบเดิมที่การดูแลรักษามีต้นทุนที่ต่ำกว่า โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มประเทศที่ตลาดยานยนต์ไฟฟ้าอยู่ในระยะเริ่มต้น การประเมินต้นทุนส่วนนี้ทำได้ยากเนื่องจากข้อมูลในตลาดหลังการขาย โดยเฉพาะอู่ซ่อมรถอะไหล่และชิ้นส่วนสำคัญยังไม่มีให้เห็นมากนัก

ปัจจัยภายในที่ไม่ได้เป็นตัวเงินประกอบด้วย ระยะทางที่วิ่งได้และระยะเวลาที่ใช้ชาร์จไฟฟ้า ตลอดจนสมรรถนะเครื่องยนต์ ซึ่งประกอบด้วยความสามารถในการทำความเร็ว/ เร่ง ของเครื่องยนต์ นับเป็นคุณสมบัติของยานยนต์ไฟฟ้าในปัจจุบันที่ค่ายรถยนต์ทั้งหลายต่างพยายามแข่งขันกันพัฒนาเพื่อเพิ่มระยะทางสูงสุดต่อการชาร์จไฟฟ้าหนึ่งรอบตงมีนัยยะสำคัญต่อการตัดสินใจของผู้บริโภคทั้งสิ้น งานศึกษาของ Santini DJ & Vyas AD. (2005), Mau PCW. (2005), Sikes et al. (2010), Hackbarth & Madlener (2012) และ Helveston et al. (2015) พบว่าระยะทางที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ผู้บริโภคตัดสินใจเลือกซื้อเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยยะสำคัญ นอกจากนี้ความพยายามพัฒนาเพิ่มสมรรถนะดังกล่าวเป็นการสร้างความมั่นใจให้กับผู้บริโภคในการเดินทาง โดยเฉพาะเมื่อต้องการเดินทางเป็นระยะทางไกล และผลดังกล่าวมีความสำคัญมากขึ้นดังที่พบในงานศึกษาของ Bočkarjova et al. (2012) ที่แบ่งรูปแบบของการเดินทางออกเป็นสองประเภทที่น่าสนใจ คือ ระยะทางที่ใช้ในสถานการณ์ปกติ (หรือระยะทางที่ใช้เดินทางในชีวิตประจำวัน) และระยะทางในสถานการณ์ผิดปกติ เช่น การวิ่งออกนอกเส้นทาง

ยามมีเหตุฉุกเฉิน การไปยังสถานที่ที่ไม่คุ้นชินเส้นทาง ผลการศึกษาพบว่าระยะทางทั้งสองประเภทส่งผลต่อการตัดสินใจอย่างมีนัยยะสำคัญ และมีผลมากในส่วนของระยะทางในสถานการณ์ผิดปกติ ผลดังกล่าวสอดคล้องกับงานศึกษาของของ Hoen & Koetse (2014) พบว่าผลของระยะทางขับเคลื่อนจะลดลงหากผู้บริโภคมีระยะทางที่ต้องการไม่มากนัก เช่น การขับขึ้นในเมืองในระยะที่ไม่ไกล ทำให้ไม่ต้องกังวลถึงข้อจำกัดด้านระยะทางและสถานีชาร์จไฟฟ้าในขณะที่ขับขึ้นระหว่างวัน และผู้บริโภคที่มีรถยนต์อยู่แล้ว จะมีความต้องการระยะทางสูงสุดลดลง (Jensen et al., 2013)

ระยะเวลาที่ใช้ชาร์จไฟฟ้า เป็นอีกปัจจัยสำคัญควบคู่กับระยะทางที่วิ่งได้ ทั้งนี้หากระยะเวลาที่ใช้ชาร์จค่อนข้างนาน ยิ่งทำให้เกิดความลำบากในการเลือกซื้อของผู้บริโภค ซึ่งตามปกติการชาร์จแบ่งเป็นสองประเภท ประเภทแรกคือแบบช้า (Slow Charging) ซึ่งมักจะเป็นการใช้อยู่ในที่พักอาศัยหรือที่ทำงาน ที่สามารถจอดรอได้เป็นเวลานานติดต่อกันประมาณ 6 – 8 ชั่วโมง โดยสามารถอัดประจุไฟฟ้าได้เต็ม วิธีการนี้นับเป็นการชาร์จหลักของผู้ใช้รถยนต์ไฟฟ้าทั่วไป ในขณะที่การชาร์จอีกรูปแบบคือแบบเร็ว (Fast Charging) ที่ใช้เวลาเพียง 15 – 30 นาที สามารถอัดประจุไฟฟ้าได้ประมาณร้อยละ 80 และเป็นการชาร์จตามสถานีบริการทั่วไปเป็นส่วนใหญ่

ปัจจัยสุดท้ายในกลุ่มนี้ ได้แก่ ค่ารถยนต์ ซึ่งงานของ Hoen and Koetse (2014) พบว่าปัจจัยนี้ส่งผลต่อโอกาสในการตัดสินใจเลือกซื้อของผู้บริโภคอย่างมีนัยยะสำคัญ รถยนต์ของค่ายรถยนต์ยักษ์ใหญ่จะสามารถส่งผลเชิงบวกต่อโอกาสในการเลือกซื้อได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งภาพลักษณ์ของรถยนต์จากค่ายรถยนต์ชั้นนำที่สั่งสมมาเป็นเวลานาน ยากที่ผู้บริโภคจะเลือกรถยนต์จากค่ายรถอื่น ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเป็นเทคโนโลยีใหม่ ความน่าเชื่อถือของผู้ผลิตย่อมมีความสำคัญเป็นอันดับต้น ๆ หลักฐานที่สนับสนุนแนวคิดนี้คือ ค่ายรถยนต์ยักษ์ใหญ่หลายค่ายยังอยู่ในขั้นตอนการตัดสินใจและไม่แน่ใจที่จะหันมาจับตลาดนี้อย่างจริงจังในช่วงแรก ดังจะเห็นได้จากความเห็นต่อพลังงานทางเลือกที่ต่างกันของค่ายรถยนต์ยักษ์ใหญ่⁸ ผลดังกล่าวยังกระทบต่อจำนวนรุ่นรถยนต์ในท้องตลาดที่มีให้เลือกไม่มากนัก และสร้างความไม่มั่นใจแก่ผู้บริโภคเกี่ยวกับทิศทางของเทคโนโลยี นอกจากนี้ การที่จำนวนค่ายรถยนต์ที่ผลิตยานยนต์ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นทำให้มีความหลากหลายในตลาดยานยนต์ไฟฟ้ามากขึ้น ส่งผลให้

⁸ ช่วงปี 2557 บริษัทรถยนต์ชั้นนำอย่าง Nissan, Toyota และ Honda ต่างมีความเห็นต่ออนาคตของรถยนต์พลังงานทางเลือกที่ต่างกันอย่างสิ้นเชิง ในขณะที่ค่าย Nissan มองว่ารถยนต์ประเภท BEV คืออนาคตของวงการยานยนต์ แต่ค่าย Toyota กลับมองว่าเทคโนโลยีไฮโดรเจน (Hydrogen Fuel Cell) คืออนาคตของพลังงานทดแทน และไม่ได้ให้ความสำคัญกับรถยนต์ BEV มากนัก ในขณะที่ Honda มองว่า PHEV คือทิศทางที่ค่ายจะมุ่งเป้าไป

โอกาสในการตัดสินใจของผู้ซื้อมากขึ้น (Sikes et al., 2010, Hackbarth & Madlener, 2013, Hoen & Koetse, 2014 และ Valeri & Danielis, 2015)

การวิเคราะห์ปัจจัยภายนอกที่ส่งผลต่อการตัดสินใจยอมรับยานยนต์ไฟฟ้า

เมื่อพิจารณากลุ่มของปัจจัยภายนอก ปัจจัยที่ถูกหยิบยกขึ้นมากล่าวถึงเป็นอันดับต้นคือ ราคาน้ำมัน เหตุผลหนึ่งที่ยานยนต์ไฟฟ้าถูกหยิบขึ้นมาเป็นตัวแทนยานยนต์ประเภท ICE คือการเป็นพลังงานทดแทนที่มีแนวโน้มจะถูกนำมาใช้เป็นพลังงานหลักแทนน้ำมัน โดยเฉพาะในภาวะที่ราคาน้ำมันมีทิศทางปรับตัวสูงขึ้นจากอดีตมาก ปัจจัยนี้จึงมีผลกระทบมากเมื่อเทียบกับปัจจัยภายนอกอื่น ๆ อย่างไรก็ตาม อิทธิพลของราคาน้ำมันจะมากหรือน้อยขึ้นกับปัจจัยราคาค่าไฟฟ้าที่ผู้บริโภคต้องจ่ายว่ามีราคาถูกกว่าหรือความใกล้เคียงเพียงใด ซึ่งผลที่พบจากงานศึกษาในอดีตก็พบข้อสรุปในทิศทางเดียวกัน ผู้บริโภคจึงมีแรงจูงใจในการหันมาเลือกใช้น้ำมันมากขึ้นจากต้นทุนในการใช้ต่อกิโลเมตรถูกกว่า เนื่องจากสิ่งเหล่านี้เป็นต้นทุนการใช้งานแปรผันที่ผู้บริโภคจะต้องแบกรับไปตลอดอายุการใช้งานของรถยนต์

ปัจจัยประการต่อมา ได้แก่ บริการหลังการขายและอะไหล่ทดแทน เนื่องจาก ผู้บริโภคมักนำมารวมกับการตัดสินใจ หากรถยนต์ที่ซื้อไปมีปัญหา การมีบริการหลังการขายที่ดีจะช่วยให้ผู้บริโภคสามารถตัดสินใจซื้อได้ง่ายขึ้น ในขณะที่ความยากง่ายในการหาอะไหล่ หากไม่สามารถหาได้ หรือต้องนำเข้ามาจากบริษัทแม่ในต่างประเทศ และอาจทำให้ไม่สามารถใช้งานรถยนต์ได้เป็นเวลานาน สิ่งเหล่านี้จะทำให้ผู้บริโภคเกิดความลังเลและอาจตัดสินใจไม่เลือกใช้ในที่สุด

ปัจจัยด้านโครงสร้างพื้นฐานอย่างสถานีชาร์จไฟฟ้า เป็นประเด็นที่ยังคงถูกพูดถึง โดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วงเริ่มแรกของการเกิดตลาดยานยนต์ไฟฟ้า ที่ผู้บริโภคต้องการความเชื่อมั่นว่าจะสามารถหาสถานีชาร์จตามจุดต่างๆ ได้ โดยเฉพาะเมื่อต้องขับออกไปไกลจากแหล่งที่คุ้นเคยซึ่งแตกต่างจากกรณีขับขี่ปกติที่สามารถวางแผนเรื่องระยะทางได้ งานศึกษาของ Jensen et al., (2013) พบว่าผู้บริโภคอาจไม่สามารถวางแผนสำหรับการหาสถานีอัดประจุไฟฟ้าได้ดีเท่ากับการหาสถานีจ่ายน้ำมันที่มีอยู่ในปัจจุบัน และสิ่งที่จะต้องเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้าสำหรับการเดินทางในระยะไกล การลงทุนในโครงสร้างเหล่านี้เป็นสิ่งที่ถูกใช้ตามแผนยุทธศาสตร์ยานยนต์ไฟฟ้าในหลายประเทศ และมักถูกใช้ควบคู่กับมาตรการส่งเสริมรูปแบบต่าง ๆ ทั้งที่เป็นตัวเงิน อย่างการลดหย่อนภาษี และเงินอุดหนุน ซึ่งมีส่วนสำคัญอย่างมากในช่วงเริ่มต้นเพื่อจูงใจให้ผู้บริโภคยอมเปลี่ยนพฤติกรรมจากที่เคยใช้รถยนต์ ICE มาอย่างยาวนาน (Mau, 2005, Sikes et al., 2010, Hackbarth and Madlener, 2012, Glerum et al., 2014, Hoen and Koetse, 2014 และ Hess et al., 2015)

Hackbarth and Madlener (2012) และ Hoen and Koetse (2014) ได้ศึกษาเพิ่มเติมถึงการใช้อนุมูลการที่มีใช้ภาชีอื่น ๆ ของภาครฐ เช่น การให้สิทธิทางวิงพิเศษสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าโดยเฉพาะ การยกเว้นการเก็บภาชีการใช้ถนน การให้ที่จอดเฉพาะสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า การลดหย่อนค่าผ่านทางบนทางพิเศษ น่าสนใจว่าอนุการที่มีใช้ภาชีเหล่านี้กลับไม่ได้ส่งผลต่อการตัดสินใจอย่างมีนัยยะสำคัญ อย่างไรก็ตาม Potoglou and Kanaroglou (2007) ได้ให้เหตุผลไว้อย่างน่าสนใจสองประการด้วยกันคือ ประการแรก การให้ที่จอดและช่องทางพิเศษจะไม่มีผลนักหากผู้บริโภคอาศัยอยู่ในเขตที่ไม่มีปัญหาการจราจรหนาแน่น และค่าที่จอดไม่ได้อยู่ในระดับสูง ประการที่สอง ผลกระทบของอนุการต่าง ๆ ของแต่ละกลุ่มตัวอย่างหักล้างกันเองระหว่างกลุ่มที่กระทบและกลุ่มที่ไม่กระทบ ทำให้เมื่อพิจารณาในภาพรวมผลกระทบดังกล่าวจึงไม่ได้มีผลกระทบอย่างมีนัยยะสำคัญ ทั้งนี้การประชาสัมพันธ์ทั้งจากค่ายรถยนต์และภาครฐ เนื่องจากความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับจุดดี-จุดด้อยของยานยนต์ไฟฟ้าเป็นสิ่งสำคัญที่ผู้บริโภคควรทราบ โดยเฉพาะในช่วงเริ่มต้น การมีการให้ข้อมูลข่าวสารจากทั้งผู้ผลิตและภาครฐ อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีการกล่าวถึงในปัจจุบันทั้งสองในงานศึกษาในอดีตมากนัก

ปัจจัยภายนอกกลุ่มสุดท้ายที่จะเป็นตัวกำหนดการเลือกซื้อของผู้บริโภคคือลักษณะเฉพาะตัวของผู้บริโภค เช่น เพศ อายุ ระดับการศึกษา ขนาดครอบครัว รายได้ จำนวนรถยนต์ที่ครอบครอง ระยะทางที่ต้องการของแต่ละบุคคล ปัจจัยเฉพาะบุคคลเหล่านี้ยังส่งผลต่อขนาดของการตอบสนองต่อทั้งปัจจัยภายในและภายนอกบางตัวดังที่กล่าวถึงข้างต้น เช่น เพศชายมีความต้องการสมรรถนะรถยนต์ที่สูงกว่าเพศหญิง ผู้มีรายได้ที่สูงมีการตอบสนองของราคาต่อโอกาสในการตัดสินใจเลือกที่น้อยกว่า ผู้ที่มีระดับการศึกษาที่สูงจะมีการตอบสนองของต้นทุนในการดูแลรักษาต่อโอกาสในการยอมรับที่มากกว่า เป็นต้น

ตารางที่ 1 ตัวแปรที่ใช้ในแบบจำลอง

ลำดับ	ตัวแปร	คำอธิบาย	ประเภทตัวแปร
1	X_{Price}	ราคายานยนต์ไฟฟ้า	ตัวแปรภายใน
2	$X_{Battery}$	ราคาแบตเตอรี่	ตัวแปรภายใน
3	X_{Range}	ระยะทางการขับเคลื่อนต่อชาร์จไฟฟ้าหนึ่งรอบ	ตัวแปรภายใน
4	X_{Time}	ระยะเวลาในการอัดประจุไฟฟ้า	ตัวแปรภายใน
5	X_{Speed}	สมรรถนะเครื่องยนต์	ตัวแปรภายใน
6	X_{Size}	ขนาดของตัวรถยนต์	ตัวแปรภายใน
7	X_{Brand}	ค่ายรถยนต์	ตัวแปรภายใน

8	X_{Mcost}	ต้นทุนในการดูแลรักษา	ตัวแปรภายใน
9	$D_{Service}$	บริการหลังการขาย	ตัวแปรภายนอก
10	$D_{Sparepart}$	อะไหล่ทดทดแทน	ตัวแปรภายนอก
11	D_{Fuel}	ราคาน้ำมัน	ตัวแปรภายนอก
12	D_{Charge}	จำนวนสถานีชาร์จไฟฟ้า	ตัวแปรภายนอก
13	D_{Elec}	ราคาค่าไฟฟ้า	ตัวแปรภายนอก
14	D_{Sub_money}	สิทธิประโยชน์ที่เป็นตัวเงิน	ตัวแปรภายนอก
15	$D_{Sub_nonmoney}$	สิทธิประโยชน์ที่ไม่เป็นตัวเงิน	ตัวแปรภายนอก
16	D_{Gov_PR}	การประชาสัมพันธ์ของภาครัฐ	ตัวแปรภายนอก
17	D_{Firm_PR}	การประชาสัมพันธ์ของค่ายรถยนต์	ตัวแปรภายนอก
18	D_{Sex}	เพศ	ตัวแปรภายนอก
19	D_{Age}	อายุ	ตัวแปรภายนอก
20	D_{Edu}	ระดับการศึกษา	ตัวแปรภายนอก
21	D_{Income}	รายได้ของผู้บริโภค	ตัวแปรภายนอก
22	D_{F_Size}	จำนวนสมาชิกในครอบครัว	ตัวแปรภายนอก
23	D_{R_Range}	ระยะเดินทางที่ผู้บริโภคต้องการ	ตัวแปรภายนอก

4. ข้อมูลที่และแบบสอบถามใช้ในการศึกษา

งานวิจัยนี้ได้ทำการวิเคราะห์ผลกระทบของปัจจัยกำหนดต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภคให้สอดคล้องกับแผนการขับเคลื่อนภารกิจด้านพลังงานเพื่อส่งเสริมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย (แผนการขับเคลื่อนฯ) ที่มุ่งให้ความสนใจกับยานยนต์ประเภทรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน รวมถึงการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่จะดำเนินการติดตั้งอยู่ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลเป็นหลัก ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงได้เก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) โดยใช้วิธีการสำรวจกลุ่มผู้บริโภคตัวอย่างที่อาศัยอยู่ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล 3 จังหวัด (ได้แก่ จังหวัดนนทบุรี ปทุมธานี และสมุทรปราการ) ตรงตามพื้นที่เป้าหมายภายใต้แผนการขับเคลื่อนฯ จากข้อมูลที่ได้มาจากผู้ตอบแบบสอบถามทั้งสิ้น 567 ราย ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล แบ่งเป็นผู้ที่อาศัยอยู่ในกรุงเทพฯร้อยละ 73.4 ผู้ที่อาศัยอยู่ในปริมณฑล (ปทุมธานี

นนทบุรี และสมุทรปราการ) และอื่น ๆ อีกร้อยละ 23.5 และ 3.1 ตามลำดับ เมื่อจัดข้อมูลที่มีความไม่คงเส้นคงวาออกไปทำให้เหลือตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาทั้งสิ้น 463 ราย ซึ่งเพียงพอต่อจำนวนตัวอย่างขั้นต่ำที่เหมาะสม⁹

ในการสำรวจ คณะผู้วิจัยได้ใช้แบบสอบถาม (สามารถดูรายละเอียดแบบสอบถามใน ภาคผนวก ก) โดยแบบสอบถามจะถูกแบ่งออกเป็น 3 ส่วน อันได้แก่ คำถามทั่วไป คำถามเกี่ยวกับยานยนต์ไฟฟ้า และ ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค โดยมีรายละเอียดดังนี้ ส่วนที่ 1 คือคำถามทั่วไปที่สอบถามคุณลักษณะของผู้บริโภค อาทิเช่น อายุ เพศ ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้ต่อเดือน ที่อยู่ สถานภาพ ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับการใช้รถยนต์ เป็นต้น ข้อมูลที่ได้ในส่วนนี้จะถูกนำมาใช้สำหรับการวิเคราะห์เชิงพรรณนา (Descriptive Analysis) เพื่อให้เข้าใจถึงคุณลักษณะภาพรวมและพฤติกรรมของกลุ่มผู้บริโภคตัวอย่าง

ส่วนที่ 2 คือคำถามเกี่ยวกับยานยนต์ไฟฟ้าเพื่อสอบถามการรับรู้เรื่องยานยนต์ไฟฟ้าและมุมมองต่อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค เช่น ความสนใจในการซื้อยานยนต์ไฟฟ้า เหตุผลที่ผู้บริโภคตัดสินใจซื้อ/หรือไม่ซื้อยานยนต์ไฟฟ้า คำถามในส่วนนี้จะถูกนำไปใช้ในการออกแบบนโยบายเพื่อสนับสนุนให้เกิดการยอมรับยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค นอกจากนี้เพื่อประมาณการแบบจำลองการยอมรับยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค จึงได้ออกแบบสอบถามในประเด็นเรื่องความสนใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ในส่วนนี้จะถูกนำไปกำหนดเป็นตัวแปรตาม (Dependent Variable) ในแบบจำลองต่อไป และส่วนที่ 3 คือปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค ประกอบด้วยปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภคออกเป็น ปัจจัยภายในซึ่งเป็นปัจจัยเกี่ยวกับตัวยานยนต์ไฟฟ้า อาทิ ราคาของยานยนต์ไฟฟ้า ราคาแบตเตอรี่ ระยะเวลาที่ใช้อัดประจุไฟฟ้า เป็นต้น และปัจจัยภายนอกซึ่งเป็นปัจจัยอื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวกับตัวยานยนต์ไฟฟ้า อาทิเช่น ราคาน้ำมัน จำนวนสถานีอัดประจุไฟฟ้า นโยบายของภาครัฐ เป็นต้น คำถามในส่วนนี้จะถูกนำไปใช้เพื่อกำหนดเป็นตัวแปรต้น (Independent Variable) ในแบบจำลองการประมาณการยอมรับยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค

จากผลการสำรวจกลุ่มตัวอย่างจำนวน 463 ราย พบว่ากลุ่มตัวอย่างร้อยละ 60 มีช่วงอายุอยู่ในช่วง 20-30 และ 31-40 ปี และอีกร้อยละ 37 เป็นกลุ่มที่มีอายุตั้งแต่ 40 ปีขึ้นไป ข้อมูลช่วงอายุและการศึกษาในตารางที่ 2-ก ชี้ให้เห็นว่าตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นกลุ่มที่อยู่ในวัยทำงานและส่วนใหญ่มีรายได้อยู่ในช่วง 25,000-50,000 บาท

⁹ ใช้วิธีการกำหนดขนาดตัวอย่างด้วยวิธีการของ Cochran (1963) คำนวณจากสูตร $n = \frac{Z^2 pq}{E^2}$ ซึ่งกำหนดค่ามาตรฐานของระดับความเชื่อมั่น ซึ่งกำหนดให้เท่ากับ 95% ดังนั้น $Z = 1.96$ ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับ $E = 0.05$ ค่าสัดส่วนที่ประมาณไว้ $p = 0.5$ และ $q = 1 - p$ ซึ่งมีจำนวนทั้งสิ้น 385 ราย

รองลงมาคือกลุ่มที่มีรายได้สูงกว่า 50,000 บาทขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 42.5 และ 37 ของตัวอย่างทั้งหมด ซึ่งถือได้ว่าเป็นกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมที่จะใช้เป็นตัวแทนสะท้อนถึงกลุ่มผู้บริโภคที่มีกำลังซื้อยานยนต์ไฟฟ้าได้เป็นอย่างดี อีกทั้งกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นผู้ที่สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาตรีและโท คิดเป็นสัดส่วนรวมร้อยละ 90 ซึ่งน่าจะเป็นเครื่องชี้วัดว่ากลุ่มตัวอย่างมีระดับความเข้าใจเกี่ยวกับความสำคัญของการเข้ามาของยานยนต์ไฟฟ้าได้ระดับหนึ่ง อีกทั้งยังเป็นกลุ่มที่มีระดับรายได้ที่น่าจะสามารถซื้อรถยนต์ไฟฟ้าได้จริง สะท้อนผ่านข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่แสดงให้เห็นความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างสัดส่วนของผู้สนใจกับระดับการศึกษา ที่กลุ่มผู้ที่มีการศึกษต่ำกว่าปริญญาตรี

หากพิจารณาจากร้อยละของผู้ที่สนใจเลือกซื้อรถยนต์ไฟฟ้าภายในกลุ่ม จะพบว่ากลุ่มของผู้ที่มีอายุในช่วงระหว่าง 31-60 ปี เป็นกลุ่มที่มีความสนใจเลือกซื้อรถยนต์ไฟฟ้าใกล้เคียงกันคิดเป็นสัดส่วนสูงกว่าร้อยละ 60 น่าสนใจว่ายานยนต์ไฟฟ้านับเป็นทางเลือกที่ทุกกลุ่มระดับรายได้ให้ความสนใจ เห็นได้จากสัดส่วนความสนใจที่สูงกว่าร้อยละ 50 ในผู้บริโภคทุกกลุ่มรายได้ นอกจากนี้สัดส่วนยังเพิ่มขึ้นเมื่อระดับรายได้สูงขึ้น และสูงมากถึงร้อยละ 80.8 สำหรับผู้ที่มีรายได้เกินกว่า 80,000 บาทขึ้นไป ความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างความต้องการและระดับรายได้ที่พบอาจกล่าวได้ว่ายานยนต์ไฟฟ้าเป็นสินค้าปกติ (Normal Goods) ในสายตาของผู้บริโภค

ตารางที่ 2-ข แสดงข้อมูลระยะทางที่ใช้ในการเดินทางต่อวันและต่อปี ความหนาแน่นบนท้องถนนที่เผชิญต่อวันโดยคิดเป็นสัดส่วนต่อระยะทางทั้งหมด พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่เดินทางอยู่ในช่วงระหว่าง 20-50 กิโลเมตรต่อวัน และส่วนใหญ่เผชิญกับความหนาแน่นบนท้องถนนคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 40 ของระยะทางทั้งหมด อย่างไรก็ตาม ทุกกลุ่มมีความสนใจเลือกซื้อรถยนต์ไฟฟ้าสูงกว่าร้อยละ 60 ทั้งสิ้น อย่างไรก็ตามสัดส่วนการครอบครองรถยนต์ของผู้ที่สนใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าสะท้อนให้เห็นว่าผู้บริโภคกลุ่มที่มีรถยนต์อยู่แล้วมีความสนใจยานยนต์ไฟฟ้าร้อยละ 69.4 สูงกว่ากลุ่มที่ไม่มีรถยนต์ที่มีสัดส่วนของผู้สนใจอยู่ร้อยละ 45.7 สัดส่วนดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่ายานยนต์ไฟฟ้าถูกมองว่าเป็นรถยนต์ทางเลือกคันที่สองที่ใช้วิ่งในระยะที่ไม่ไกลนัก หรือวิ่งในระยะที่ไม่ต้องกังวลถึงการหาสถานีชาร์จไฟฟ้า อย่างไรก็ตาม สัดส่วนที่ต่ำในกลุ่มผู้ที่ยังไม่มีรถยนต์อาจเป็นผลจากความไม่แน่ใจในทิศทางของเทคโนโลยีใหม่ ความยากง่ายในการเข้าถึงสถานีชาร์จไฟฟ้าตามที่ต่าง ๆ โดยเฉพาะในช่วงเริ่มต้น ความต้องการในยานยนต์ไฟฟ้าจึงมีไม่มากนักเท่ากับกลุ่มอื่น นอกจากนี้ผู้ที่เป็นเจ้าของยานยนต์ไฟฟ้าอยู่แล้ว (ร้อยละ 3.7) ร้อยละ 94.1 ยังสนใจที่จะใช้ยานยนต์ไฟฟ้าต่อ ขณะที่ร้อยละ 60 ของผู้ที่ยังไม่ได้เป็นเจ้าของยานยนต์ไฟฟ้ามีความสนใจยานยนต์ไฟฟ้า

ตารางที่ 2-ค. จะเห็นได้ว่ากลุ่มผู้บริโภครที่สนใจซื้อผลิตภัณฑ์มีสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 61.1 และเมื่อกำหนดให้ผู้บริโภค วัตถุประสงค์ปัจจัยกำหนดภายใน/ ภายนอกแต่ละตัวโดยที่กำหนดให้ 0 คะแนนหมายถึงไม่มีผลกระทบต่อการตัดสินใจ และ 4 คะแนนคือมีผลกระทบต่อการตัดสินใจมากที่สุด ผลในเบื้องต้นพบว่าสัดส่วนการเลือกมีลักษณะที่กระจุก อยู่ในกลุ่มผลกระทบต่อการตัดสินใจมากที่สุดที่สูงกว่าร้อยละ 50 คือ ราคาซื้อขายยานยนต์ไฟฟ้า (ร้อยละ 60.13) และ จำนวนสถานีชาร์จไฟฟ้า (ร้อยละ 55.12) ซึ่งผู้บริโภคมองว่าตำแหน่งที่เหมาะสม คือการตั้งสถานีชาร์จไฟฟ้าตาม ปั้มน้ำมันที่คิดเป็นสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 25 ของจำนวนตัวเลือกทั้งหมด รองลงมาคือสถานีชาร์จในห้างสรรพสินค้า คอมมูนิตีมอลล์ และสถานที่ทำงาน คิดเป็น ร้อยละ 22 และ 21 ตามลำดับ (ตารางที่ 2-ค.) ผลที่ได้เป็นสิ่งที่ไม่น่า แปลกใจเนื่องจากเป็นสถานที่ที่คนทั่วไปต้องเดินทางไปมาบ่อยครั้งในชีวิตประจำวัน ดังนั้นสถานที่เหล่านี้จึงถูก เลือกเป็นอันดับต้น ๆ

จากการสำรวจพบว่าปัจจัยที่ผู้บริโภครเห็นว่า เป็น ปัจจัยสนับสนุน เป็นอันดับแรกๆ คือ ความสามารถในการประหยัดพลังงานเชื้อเพลิง (ร้อยละ 21.3) ประสิทธิภาพที่สูง (ร้อยละ 19.7) และการเป็นเทคโนโลยีใหม่ (ร้อยละ 19.3) สะท้อนถึงการตื่นตัวเกี่ยวกับเทคโนโลยีใหม่ที่มีความสามารถในการลดต้นทุนต่อกิโลเมตรในการเดินทาง ของผู้บริโภครได้ ขณะที่การส่งเสริมจากรัฐ มีสัดส่วนเพียงเล็กน้อยที่ร้อยละ 6.3 เท่านั้นที่กลุ่มตัวอย่างเห็นว่า เป็นปัจจัยสนับสนุนการเลือกซื้อ สัดส่วนดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่ามาตรการของรัฐในการจูงใจผู้บริโภครปัจจุบันอาจ ยังมีน้อยและยังไม่แพร่หลายในมุมมองของผู้บริโภคร และอาจต้องการมาตรการเชิงรุกที่มากขึ้น ทั้งจากรัฐเพิ่มเติม โดยมาตรการที่ผู้บริโภครให้ความสนใจและถูกเลือกเป็นอันดับแรกมากที่สุดจากการเลือกทั้งหมด อยู่ในกลุ่มเกี่ยวกับ มาตรการส่งเสริมที่เป็นตัวเงินเป็นหลัก ได้แก่ สิทธิพิเศษทางภาษี คิดเป็นร้อยละ 47.5 รองลงมาได้แก่ การให้เงิน อุดหนุน คิดเป็นร้อยละ 16.4 ส่วนมาตรการส่งเสริมที่ไม่เป็นตัวเงิน และอื่น ๆ กลับได้รับความสนใจไม่มากนัก

ตารางที่ 2 ข้อมูลพื้นฐานที่ได้จากกลุ่มตัวอย่าง

ก. ข้อมูลพื้นฐาน

ข้อมูลทั่วไป	ร้อยละของจำนวนตัวอย่างทั้งหมด	ร้อยละของผู้ที่สนใจยานยนต์ไฟฟ้าภายในกลุ่ม
เพศ		
ชาย	48.6	66.2
หญิง	51.4	56.3
อายุ		
20-30 ปี	30.7	52.8
31-40 ปี	32.2	64.4
41-50 ปี	22.9	67.0
51-60 ปี	13.4	64.5
60 ปี ขึ้นไป	0.9	25.0
รายได้		
ต่ำกว่า 25,000 บาท	20.3	54.3
25,000 – 50,000 บาท	42.5	56.9
50,001 – 80,000 บาท	20.3	60.6
มากกว่า 80,000 บาท	16.8	80.8
ระดับการศึกษา		
ต่ำกว่าปริญญาตรี	2.2	40.0
ปริญญาตรี	49.7	56.5
ปริญญาโท	40.4	66.8
สูงกว่าปริญญาโท	7.8	66.7
จำนวนสมาชิกในครอบครัวทั้งหมด*		

1 คน	5.2	66.7
2 คน	11.0	64.7
3 คน	23.8	61.8
4 คน	34.6	58.1
5 คน	12.1	57.1
มากกว่า 5 คน	13.4	66.1

หมายเหตุ: * สมาชิกในครอบครัวที่อาศัยอยู่ด้วยกัน

ข. การครอบครองรถยนต์และความหนาแน่นบนท้องถนนที่ผู้บริโภคเผชิญ

การเดินทางและความหนาแน่นบนท้องถนน	ร้อยละของจำนวนตัวอย่างทั้งหมด	ร้อยละของผู้ที่สนใจยานยนต์ไฟฟ้าภายในกลุ่ม
ระยะทางในการใช้รถยนต์ต่อปี		
น้อยกว่า 10,000 km.	32.2	61.8
ระหว่าง 10,000 – 20,000 km.	42.9	68.9
มากกว่า 20,000 km.	24.9	60.0
ระยะทางในการใช้รถยนต์ต่อวัน		
น้อยกว่า 20 km.	32.7	61.6
ระหว่าง 20 – 50 km.	44.2	65.7
ระหว่าง 50 – 80 km.	14.7	67.9
มากกว่า 80 km.	8.4	62.5
ความหนาแน่นบนท้องถนนที่เผชิญ		
น้อย (น้อยกว่า 40%)	15.2	63.8
กลาง (40%-60%)	52.1	62.3

มาก (มากกว่า 70%)	32.7	68.0
จำนวนรถยนต์ในครอบครอง		
ไม่มี	17.5	45.7
1 คัน	45.6	61.1
2 คัน	23.5	67.9
มากกว่า 2 คัน	13.4	69.4
การเป็นเจ้าของยานยนต์ไฟฟ้า		
ใช่	3.7	94.1
ไม่ใช่	96.3	59.9

ค. สัดส่วนความสนใจและมุมมองต่อปัจจัยกำหนดต่าง ๆ ของผู้บริโภค

ร้อยละความสนใจเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้า					
สนใจซื้อ = 61.1			ไม่สนใจซื้อ = 38.9		
ผลกระทบของปัจจัยกำหนดต่อการตัดสินใจ					
	ไม่มีผล (0 คะแนน)	น้อย (1 คะแนน)	ปานกลาง (2 คะแนน)	มาก (3 คะแนน)	มากที่สุด (4 คะแนน)
ปัจจัยภายใน					
ราคายานยนต์ไฟฟ้า	0.65	1.31	8.93	28.98	60.13
ราคาแบตเตอรี่	0.65	1.31	13.07	40.31	44.66
ระยะทางการขับเคลื่อน	0.00	1.53	10.24	49.02	39.22
ขนาดของยานยนต์ไฟฟ้า	2.18	8.93	8.93	37.91	10.24
ค่ายรถยนต์	1.31	7.63	33.99	39.22	17.86
สมรรถนะเครื่องยนต์	0.65	2.61	21.57	45.10	30.07

ระยะเวลาที่ใช้ชาร์จไฟ	0.00	0.87	12.42	41.18	45.53
ค่าบำรุงรักษา	0.22	2.18	10.02	38.56	49.02
ปัจจัยภายนอก					
ราคาน้ำมัน	3.49	8.28	30.07	34.64	23.53
ระยะทางที่ต้องการใช้งาน	0.00	2.83	17.21	46.19	33.77
บริการหลังการขาย	0.87	1.74	13.07	39.65	44.66
อะไหล่ทดแทน	0.65	1.09	9.37	40.74	48.15
จำนวนสถานีชาร์จไฟฟ้า	0.00	1.09	7.41	36.38	55.12
ราคาค่าไฟฟ้า	0.22	3.05	14.60	35.29	46.84
การประชาสัมพันธ์ของค่ายรถ	1.74	17.86	44.88	27.02	8.50
การประชาสัมพันธ์ของภาครัฐ	2.61	17.21	40.52	28.54	11.11
สิทธิประโยชน์ที่เป็นตัวเงิน	1.09	4.14	22.44	41.39	30.94
สิทธิประโยชน์ที่ไม่เป็นตัวเงิน	4.14	10.24	29.85	34.86	20.92

ง. ตำแหน่งของสถานีชาร์จที่เหมาะสมในสายตาผู้บริโภค

สถานที่ติดตั้งจุดชาร์จไฟฟ้า	ร้อยละ
ปั้มน้ำมัน	25.0
สถานที่ราชการ	12.6
ที่ทำงาน, อาคารสำนักงาน	21.3
ส่วนกลางหมู่บ้าน, คอนโดมิเนียม	18.6
ห้างสรรพสินค้า, คอมมูนิตี้ มอลล์	22.4

จ. ปัจจัยสนับสนุนและปัจจัยถ่วงดุลในสายตาผู้บริโภค

ปัจจัยสนับสนุน	ร้อยละ	ปัจจัยถ่วงดุล	ร้อยละ
ราคาสมเหตุสมผล	16.5	เทคโนโลยีไม่น่าเชื่อถือ	6.8
เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม	15.9	ไม่มีรุ่นและขนาดที่สนใจ	5.4
ประสิทธิภาพสูงกว่ารถที่ใช้น้ำมัน	19.7	ยานยนต์ไฟฟ้ามีราคาสูง	22.3
ทำให้รู้สึกเหมือนเป็นคนทันสมัย	1.0	ค่าดูแลรักษาสูง	20.3
มาตรการส่งเสริมจากทางภาครัฐ	6.3	ระยะเวลาในการวิ่งน้อย	10.8
ประหยัดค่าเชื้อเพลิง	21.3	ระยะเวลาในการชาร์จไฟนาน	11.3
เป็นเทคโนโลยีใหม่	19.3	สถานีชาร์จไฟมีน้อย	23.0

ฉ. มาตรการส่งเสริมภาครัฐที่ผู้บริโภคสนใจ

มาตรการส่งเสริมที่สนใจ	ร้อยละ
ลดหย่อนภาษี	47.5
ให้เงินอุดหนุน	16.4
ช่วยเหลือทางด้านสินเชื่อ	4.7
อุดหนุนราคาไฟฟ้า	7.8
สิทธิพิเศษต่างที่ไม่เป็นตัวเงินอื่น ๆ	5.0

ที่มา: ผู้วิจัยคำนวณจากข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถาม

5. ผลการศึกษา

ในส่วนนี้คณะผู้วิจัยได้ทำการประมาณค่าแบบจำลองโดยเริ่มต้นด้วยการตรวจสอบความถูกต้องในการพยากรณ์ของตัวแบบด้วยเส้นโค้ง Receiver Operating Characteristic (ROC) จากรูปที่ 1 กำหนดให้แกนตั้งแสดงค่า Sensitivity และแกนนอนแสดงค่า 1- Specificity จากผลการคำนวณพบว่า ร้อยละ 66.3 ของตัวอย่างมีการจำแนกกลุ่มได้อย่างถูกต้อง ซึ่งแสดงว่ามีความไวค่อนข้างสูง ผลการทดสอบดังกล่าวสามารถอธิบายได้ว่าแบบจำลองดังกล่าวนี้สามารถนำไปใช้เพื่อพยากรณ์และตรวจสอบปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการตัดสินใจซื้อขายยานยนต์ไฟฟ้าได้

ผลการคำนวณค่า Marginal Effect มีค่ามากกว่า 0 ดังแสดงในตารางที่ 3 ซึ่งให้เห็นว่าราคาซื้อขายยานยนต์ไฟฟ้า และต้นทุนการดูแลรักษาส่งผลต่อการตัดสินใจซื้ออย่างมีนัยยะสำคัญ สอดคล้องกับงานศึกษาในอดีตที่ต่างพบข้อสรุปที่เหมือนกัน คือ ราคายานยนต์ไฟฟ้าส่งผลเชิงลบต่อการตัดสินใจซื้อขายยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภคโดยหากราคายานยนต์ไฟฟ้ายิ่งสูงขึ้น จะทำให้โอกาสในการซื้อขายยานยนต์ไฟฟ้าลดลง ขณะที่ต้นทุนการดูแลที่สูงจะส่งผลเชิงลบต่อการตัดสินใจเช่นกัน อย่างไรก็ตามผลการคำนวณไม่พบว่าราคาแบตเตอรี่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้ออย่างมีนัยยะสำคัญ ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากการที่ราคาของแบตเตอรี่มีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องในช่วงที่ผ่านมา อีกประการหนึ่งคือราคาแบตเตอรี่จัดอยู่ในส่วนของการดูแลรักษาเนื่องจากปัจจุบันอายุการใช้งานของแบตเตอรี่มีอายุค่อนข้างนาน (Santini DJ & Vyas AD, 2005)

ค่ายรถยนต์ที่ผลิต ระยะเวลาที่ใช้ประจุไฟฟ้าและสมรรถนะเครื่องยนต์เป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการตัดสินใจซื้อขายยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภคอย่างมีนัยยะสำคัญ เนื่องจากผู้บริโภคมั่นใจยานยนต์ไฟฟ้าของแต่ละค่ายรถยนต์ที่แตกต่างกัน ค่ายรถยนต์ที่เป็นที่ยอมรับหรือมีชื่อเสียงที่ดีจากการสะสมความเชื่อมั่นในตลาดมาอย่างยาวนานจะส่งผลกระทบต่อจิตใจของผู้บริโภคสูงกว่าค่ายรถยนต์ที่มีชื่อขึ้นรองลงมา สอดคล้องกับงานศึกษาของ Bolduc et al., (2008) และ Helveston et al., (2015) ในทำนองเดียวกัน ผลการศึกษาพบว่าระยะเวลาที่ใช้ชาร์จไฟฟ้าและความสามารถในการทำความเร็วของเครื่องยนต์เป็นปัจจัยสำคัญที่กระทบการตัดสินใจ ผู้บริโภคส่วนใหญ่ไม่ต้องการเสียเวลานานในการอัดประจุไฟฟ้ายานยนต์ในที่สาธารณะ และผลดังกล่าวน่าจะยิ่งทวีความสำคัญมากขึ้นเมื่อต้องเผชิญกับสภาพแวดล้อมการจราจรที่ติดขัดอย่างประเทศไทย

ปัจจัยภายนอกที่ส่งผลนัยยะสำคัญปัจจัยแรกคือบริการหลังการขาย ผลดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่ายานยนต์ไฟฟ้ายังเป็นเรื่องใหม่ในตลาดอย่างน้อยสองประการ ประการแรก การเข้ามาในตลาดของค่ายรถยนต์ยังไม่สามารถ

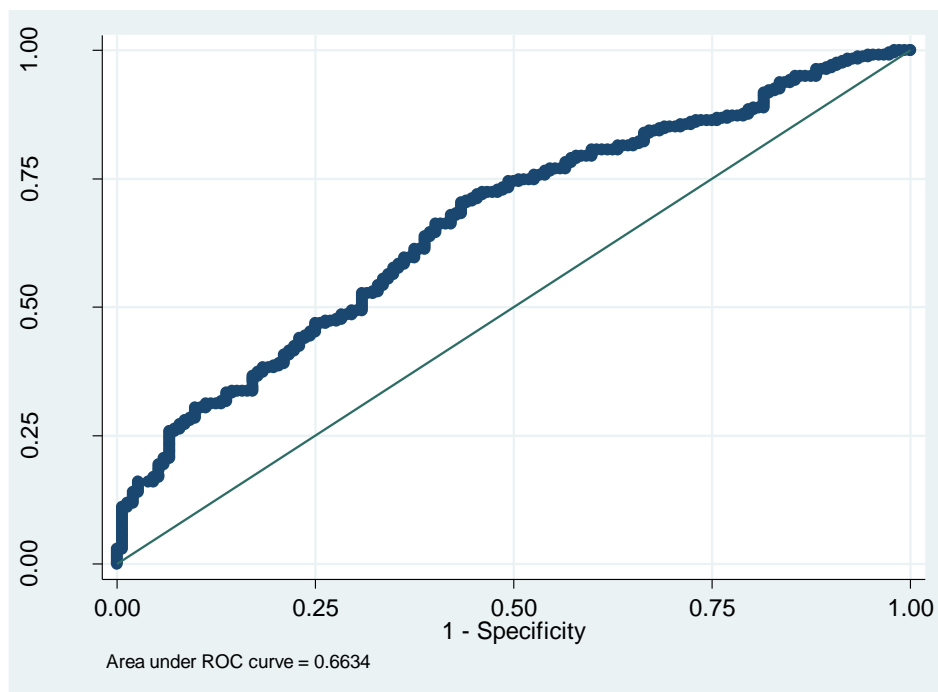
สร้างความเชื่อมั่นเรื่องการให้บริการหลังการขายของตัวแทนจำหน่ายหากรถยนต์ที่ซื้อไปมีปัญหา ประการที่สอง การใช้บริการซ่อมรถยนต์ที่เคยใช้บริการเดิมจะสามารถรองรับยานยนต์ไฟฟ้าได้หรือไม่ ยังเป็นสิ่งที่ผู้บริโภคมีความกังวล อีกทั้งผลดังกล่าวยังชี้ให้เห็นว่าการสร้างความมั่นใจเกี่ยวกับบริการหลังการขายมีความสำคัญมากกว่า การประชาสัมพันธ์รถยนต์ของค่ายผลิต แตกต่างจากการประชาสัมพันธ์ภาครัฐที่ยังส่งผลต่อการตัดสินใจของผู้ซื้อ หากภาครัฐประชาสัมพันธ์เชิงรุกในการให้ข้อมูลเกี่ยวกับยานยนต์ไฟฟ้ามากขึ้นจะเป็นปัจจัยสำคัญในการจูงใจให้ผู้บริโภคหันมาให้ความสนใจยานยนต์ไฟฟ้าจนในที่สุดอาจตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าได้ งานศึกษาของ Krause et al. (2013) และ Freyschlag (2016) พบว่า การประชาสัมพันธ์ (เช่น การให้ข้อมูล หรือการจัดตั้งโซนสำหรับการทดลองใช้) เพื่อให้ข้อมูลเกี่ยวกับยานยนต์ไฟฟ้ามีผลทำให้ผู้บริโภคมีโอกาสเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้ามากขึ้น ทั้งนี้ ปัจจัยภายนอกที่เป็นลักษณะเฉพาะส่วนบุคคล มีเพียงรายได้และระดับการศึกษาเท่านั้นที่พบว่าส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อ

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณากลุ่มของตัวแปรที่ไม่พบว่าส่งผลต่อการตัดสินใจอย่างมีนัยยะสำคัญ พบว่ามีสิ่งที่น่าสนใจอยู่ 3 ประการ ประการแรกคือ ราคาน้ำมันทั้งที่น้ำมันคือต้นทุนการขับเคลื่อนหลักของรถยนต์ ICE ที่ใช้เปรียบเทียบกับการใช้รถยนต์ไฟฟ้าขัดแย้งกับผลการศึกษาในอดีต ผลดังกล่าวมาจากภาครัฐมีการอุดหนุนโดยใช้เงินทุนของภาครัฐในการสนับสนุนทางด้านภาษีทำให้ราคาน้ำมันบิดเบือนและไม่สะท้อนถึงราคาที่แท้จริง ประการที่สอง คือ จำนวนสถานีชาร์จไฟฟ้าและระยะทางที่วิ่งได้ต่อการชาร์จไฟหนึ่งรอบไม่ได้ส่งผลอย่างมีนัยยะสำคัญ ขัดแย้งกับงานศึกษาในอดีตที่มักว่าปัจจัยดังกล่าวส่งผลอย่างมีนัยยะสำคัญ ผลดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าผู้บริโภคไม่มีความกังวลเกี่ยวกับการหาสถานีชาร์จ ส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากการปรากฏสถานีชาร์จที่ติดตั้งตามสถานที่ต่าง ๆ อย่าง สถานีราชการ ห้างสรรพสินค้า อย่างแพร่หลาย ซึ่งเป็นการเตรียมความพร้อมทางโครงสร้างพื้นฐานตามแผนขับเคลื่อนฯ ของรัฐบาล นอกจากนี้ระยะทางการขับเคลื่อนต่อการประจุไฟฟ้าหนึ่งรอบไม่ได้มีผลต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าเนื่องจากปัจจุบันยานยนต์ไฟฟ้าหลายรุ่นมีระยะทางที่ทางผู้ผลิตระบุว่าสามารถขับได้ต่อการอัดประจุไฟฟ้าหนึ่งครั้งอยู่ที่ระดับ 150 - 200 ไมล์ หรือประมาณ 240 กิโลเมตร - 320 กิโลเมตร ต่อการอัดประจุไฟฟ้าหนึ่งครั้ง ไม่ว่าจะเป็น Tesla Model S หรือ BMW i3 ที่ถือว่าเป็นระดับบน (Luxury/Premium Segment) หรืออย่าง Nissan Leaf ที่ได้มีการเปิดตัวไปพร้อมกับระยะทางการขับเคลื่อนที่ได้ไกลขึ้น เป็นต้น และในอนาคตเมื่อเทคโนโลยีพัฒนาต่อไปอีก ระยะทางของยานยนต์ไฟฟ้าที่วิ่งได้ก็จะมากขึ้นอีก ซึ่งแม้ว่าระยะทางจะยังน้อยกว่ารถยนต์ที่ใช้น้ำมันแต่ก็ช่วยลดประเด็นความกังวลของผู้บริโภคที่ต้องหาสถานีชาร์จระหว่างทาง ซึ่งส่วนนี้ส่งผลทำให้ระยะทางที่ต้องการใช้งานของแต่ละบุคคลไม่ส่งผลต่อการตัดสินใจเช่นกัน

ประการที่สาม การส่งเสริมภาครัฐไม่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อขายยานยนต์ไฟฟ้า ทั้งที่เป็นตัวเงินและไม่เป็นตัวเงิน เนื่องจากผู้บริโภคคิดว่ารัฐบาลไทยยังไม่มีมาตรการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าอย่างจริงจังไม่ว่าจะเป็นนโยบายที่เกี่ยวข้องกับผู้ผลิตและผู้บริโภค ซึ่งหากพิจารณาจากยอดขายยานยนต์ไฟฟ้าในปัจจุบันจะพบว่ากว่า 95% ของยอดขายยานยนต์ไฟฟ้ากระจุกตัวอยู่ใน 10 ประเทศ ได้แก่ จีน สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น แคนาดา นอร์เวย์ อังกฤษ ฝรั่งเศส เยอรมัน เนเธอร์แลนด์ และสวีเดน ซึ่งทุกประเทศรัฐบาลมีนโยบายสนับสนุนที่ชัดเจนเพื่อกระตุ้นให้เกิดการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าอย่างจริงจังนอกจากนี้ ขนาดของตัวยานยนต์ไฟฟ้า การประชาสัมพันธ์ของค่ายรถ/ผู้จำหน่ายยานยนต์ไฟฟ้า และสิทธิประโยชน์อื่น ๆ เช่น ช่องทางวีงพิเศษสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า ที่โดยเฉพาะของยานยนต์ไฟฟ้า ไม่ได้เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อขายยานยนต์ไฟฟ้า

เมื่อพิจารณาถึงปัจจัยทุกตัวโดยเฉลี่ยแล้ว สามารถคำนวณหาค่าอัตราการยอมรับจากวิธีในสมการที่ (6) ได้ โดยค่าอัตราการยอมรับที่คำนวณได้มีค่าร้อยละ 61.6

รูปที่ 1 เส้นโค้ง Receiver Operating Characteristic (ROC)



ที่มา: คำนวณโดยคณะผู้วิจัย

ตารางที่ 3 ผลการประมาณค่าผลกระทบส่วนเพิ่มและอัตราการยอมรับจากแบบจำลอง

ปัจจัยกำหนด	ผลกระทบส่วนเพิ่ม (Marginal Effect)
ปัจจัยภายใน	
ราคายานยนต์ไฟฟ้า (X_{Price})	0.067 *
ราคาแบตเตอรี่ ($X_{Battery}$)	-0.054
ระยะทางการขับเคลื่อน (X_{Range})	-0.034
ขนาดของยานยนต์ไฟฟ้า (X_{Size})	-0.014
ค่ายรถยนต์ (X_{Brand})	0.037 *
สมรรถนะเครื่องยนต์ (X_{Speed})	0.022 *
ระยะเวลาที่ใช้ชาร์จไฟ (X_{Time})	0.004 *
ค่าบำรุงรักษา (X_{Mcost})	-0.002
ปัจจัยภายนอก	
ราคาน้ำมัน (D_{Fuel})	-0.065
บริการหลังการขาย ($D_{Service}$)	0.048 *
อะไหล่ทดแทน ($D_{Sparepart}$)	-0.042
จำนวนสถานีชาร์จไฟฟ้า (D_{Charge})	-0.004
ราคาค่าไฟฟ้า (D_{Elec})	-0.010
การประชาสัมพันธ์ของค่ายรถ (D_{Firm_PR})	-0.091
การประชาสัมพันธ์ของภาครัฐ (D_{Gov_PR})	0.098 *
สิทธิประโยชน์ที่เป็นตัวเงิน (D_{Sub_money})	0.005 *
สิทธิประโยชน์ที่ไม่เป็นตัวเงิน ($D_{Sub_nonmoney}$)	-0.044
เพศ (D_{Sex})	-0.055

อายุ (D_{Age})	-0.016
ระดับการศึกษา (D_{Edu})	0.052 *
รายได้ (D_{Income})	0.042 *
จำนวนสมาชิกในครอบครัว (D_{F_Size})	-0.024
ระยะทางที่ต้องการใช้งาน (D_{R_Range})	-0.006
อัตราการยอมรับ (Adoption Rate)	0.616

หมายเหตุ: * หมายถึงส่งผลกระทบต่อการตัดสินใจเลือกซื้ออย่างมีนัยยะสำคัญ

ที่มา: คำนวณโดยคณะผู้วิจัย

6. บทสรุปและนัยยะเชิงนโยบาย

ผลการศึกษาจากการประมาณค่าด้วยแบบจำลอง Logit และคำนวณค่า Marginal Effect พบว่า อัตราการยอมรับ (Adoption Rate) ยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภคโดยเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 60 ทั้งนี้ ปัจจัยภายในที่ส่งผลกระทบต่อ การตัดสินใจเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้า ได้แก่ ราคายานยนต์ไฟฟ้า ค่ายรถยนต์ที่ผลิตรถยนต์ไฟฟ้า สมรรถนะ เครื่องยนต์ ระยะเวลาที่ใช้ประจุไฟฟ้า และ การบำรุงรักษาและดูแลอื่น ๆ ในขณะที่ปัจจัยภายนอกที่ส่งผลกระทบต่อ การตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้า ได้แก่ บริการหลังการขาย และ การประชาสัมพันธ์ของภาครัฐ นอกจากนี้ปัจจัย ภายนอกที่สะท้อนลักษณะของผู้บริโภค มีเพียงระดับการศึกษาและรายได้ เท่านั้น ที่ส่งผลกระทบต่อ การตัดสินใจซื้อ ยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค

ผลการศึกษาพบว่านโยบายอุดหนุนด้านสิทธิประโยชน์ต่าง ๆ ไม่ส่งผลกระทบต่อ การตัดสินใจเลือกซื้ออย่างมี นัยยะสำคัญ เนื่องจากผู้บริโภคเห็นว่ารัฐบาลไทยยังไม่มีมาตรการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าที่เริ่มใช้อย่างจริงจัง ถึงแม้ จะมีแผนขับเคลื่อนภารกิจด้านพลังงานฯ ระหว่างปี พ.ศ. 2559 – 2579 แต่การส่งเสริมมุ่งเน้นไปที่การสร้าง โครงสร้างพื้นฐานเป็นหลัก โดยไม่ได้มีการกำหนดมาตรการสนับสนุนทางด้านอุปสงค์ของผู้บริโภคอย่างชัดเจน นัย ยะเชิงนโยบายจากผลการศึกษาพฤติกรรม การตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคสามารถแบ่งออกได้เป็นสองกลุ่ม กลุ่มแรก คือบทบาทของรัฐในการใช้มาตรการส่งเสริมทางด้านราคา เนื่องจากราคายังเป็นปัจจัยภายในที่สำคัญลำดับแรกต่อ การตัดสินใจเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค ซึ่งในปัจจุบันยานยนต์ไฟฟ้ายังมีราคาค่อนข้างสูง ราคาใน

ความหมายนี้จะพิจารณารวมทั้งราคาของตัวยานยนต์ไฟฟ้าและต้นทุนการดูแลรักษา ดังนั้น บทบาทของรัฐที่เหมาะสมในเรื่องนี้คือการใช้มาตรการที่ทำให้ราคาของยานยนต์ไฟฟ้าต่ำลงผ่านนโยบายทางการเงินและไม่ใช้ตัวเงินต่าง ๆ

ในปัจจุบันมาตรการที่ส่งผลต่อราคายานยนต์ไฟฟ้าของไทยมีเพียงการลดอัตราภาษีสรรพสามิตเท่านั้น ซึ่งยังสามารถขยายสิทธิให้ครอบคลุมไปยังภาษีประเภทอื่น ๆ เช่น ภาษีมูลค่าเพิ่ม และภาษีนำเข้า นอกจากนี้เครื่องมือการให้เงินอุดหนุนหรือการให้คูปองส่วนลดหากผู้บริโภคเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้าก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถดำเนินการควบคู่ไปกับมาตรการทางภาษีเช่นกัน โดยกำหนดสัดส่วนของมูลค่าการช่วยเหลือตามประเภทของยานยนต์ไฟฟ้า เช่น การสนับสนุนจำนวนตัวเงินให้แก่ยานยนต์ไฟฟ้าประเภท BEV มากที่สุดและรองลงมาคือประเภท PHEV ซึ่งทั้งสองมาตรการนี้สอดคล้องกับมาตรการที่ผู้บริโภคให้ความสนใจเป็นอันดับแรก ในขณะที่มาตรการอื่นสามารถนำมาใช้ประกอบเพิ่มเติม เช่น มาตรการช่วยเหลือด้านสินเชื่อ การอุดหนุนราคาค่าไฟฟ้าสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าเพื่อช่วยลดต้นทุนการเป็นเจ้าของของผู้บริโภค

กลุ่มที่ 2 คือการส่งเสริมด้านปัจจัยภายนอกที่สำคัญ ได้แก่ การเร่งประชาสัมพันธ์ด้วยการให้ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับข้อดีของการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าว่ามีประโยชน์ในแง่ของการประหยัดค่าเชื้อเพลิงและส่งผลกระทบต่อสังคมอย่างไร รวมถึงการจัดงานนิทรรศการเกี่ยวกับยานยนต์ไฟฟ้าเพื่อเปิดให้ประชาชนสามารถเข้าถึงหรือทดลองใช้ก็เป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถสร้างความตระหนักรู้ถึงสมรรถนะที่แท้จริงและเพิ่มความมั่นใจให้แก่ผู้บริโภคในการตัดสินใจเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้าได้มากขึ้น

บรรณานุกรม

- Al-Alawi, B., Bradley, T., 2013. Review of Hybrid, Plug-In Hybrid, and Electric Vehicle Market Modeling Studies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 21, 190-203.
- Bockarjova, M., Knockaert, J., Rietveld, P., & Steg, L. (2014). Dynamic consumer heterogeneity in electric vehicle adoption. *Transportation Research Board Annual Meeting 2014 Paper*.
- Bolduc D, Boucher N, Alvarez-Daziano R. (2008). “Hybrid choice modeling of new technologies for car choice in Canada”, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, pp. 63-71.
- Cao XY. (2006) The causal relationship between the built environment and personal travel choice: evidence from Northern California. University of California, Davis, CA.
- Carley, S., Krause, R., Lane, B., Graham, J. (2013). Intent to Purchase a Plug-In Electric Vehicle: A Survey of Early Impressions in Large US Cities. *Transportation Research Part D* 18, 39-45.
- Cochran, W.G. (1963) *Sampling Technique*. 2nd Edition, John Wiley and Sons Inc., New York.
- Coffman, M., Bernstein, P., and Wee, S. (2015). ‘Factors Affecting EV Adoption: A Literature Review and EV Forecast for Hawaii’, *Electric Vehicle Transportation Center*, April.
- Eppstein, M., Grover, D., Marshall, J., Rizzo, D. (2011). An Agent-Based Model to Study Market Penetration of Plug-In Hybrid Electric Vehicles. *Energy Policy* 39, pp. 3789-3802.
- Freyschlag, A. (2016). Drive Electric Northern Colorado – A community-wide approach to EV adoption. Retrieved from <http://evroadmapconference.com/program/presentations16/AnnieFreyschlag.pdf>
- Glerum, A., Stankovikj, L., & Bierlaire, M. (2014). Forecasting the demand for electric vehicles: Accounting for attitudes and perceptions. *Transportation Science*, 48(4), 483–499.

- Hackbarth, A., and Madlener, R. (2013). "Consumer preferences for alternative fuel vehicles: A discrete choice analysis." *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 25, pp. 5–17.
- Hess, S., Shires, J., Jopson, A., 2013. Accommodating underlying pro-environmental attitudes in a rail travel context: application of a latent variable latent class specification. *Transp. Res. Part D* 25, 42–48.
- Helveston, J.P., Liu, Y., Feit, E.M., Fuchs, E., Klampfl, E., & Michalek, J. (2015). Will subsidies drive electric vehicle adoption? Measuring consumer preferences in the U.S. and China. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. 73, pp. 96-112.
- Hoen, A., and Koetse, M. J. (2014). A choice experiment on alternative fuel vehicle preferences of private car owners in the Netherlands. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 61, 199–215.
- Jensen, A. F., Cherchi, E., & Mabit, S. L. (2013). "On the stability of preferences and attitudes before and after experiencing an electric vehicle." *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 25, 24–32.
- Lamberson PJ. (2009) The diffusion of hybrid electric vehicles, Center for the Study of Complex Systems. University of Michigan, Ann Arbor, MI.
- Mau PCW., 2005. "Modelling consumer preferences and technological change: Survey of attitudes to hybrid vehicles." Simon Fraser University, Burnaby.
- Potoglou, Dimitris and Kanaroglou, P. S. (2007). Household demand and willingness to pay for clean vehicles. *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 12 (4) , pp. 264-274.

- Rasouli, S., and Timmermans, H. (2013). Influence of social networks on latent choice of electric cars: A mixed logit specification using experimental design data. *Networks and Spatial Economics*, 13, 1–32.
- Santini DJ, Vyas AD. (2005) “Suggestions for a new vehicle choice model simulating advanced vehicles introduction decisions (AVID): structure and coefficients.” Oak Ridge, TN: Argonne National Laboratory.
- Sikes K., Gross, T., Lin, Z., Sullivan, J., Cleary, T., Ward, J. (2010). Plug-in hybrid electric vehicle market introduction study: final report. Oak Ridge National Laboratory (ORNL).
- Sullivan, J., Salmeen, I., Simon, C. (2009). PHEV Marketplace Penetration: An Agent Based Simulation. Working Paper of the University of Michigan Research Institute.
- Valeri, E., and Danielis, R. (2015). Simulating the market penetration of cars with alternative fuel powertrain technologies in Italy. *Transport Policy*, 37, 44–56.
- Zhang Q. (2007). A study of diesel vehicle diffusion in Europe: calibration and analysis of a consumer acceptance and adoption model. Boston, MI: MIT Technology and Policy Program.

ภาคผนวก ก

แบบสอบถาม



แบบสอบถามโครงการประเมินมาตรการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้าต่อการยอมรับของผู้บริโภคและ
ประสิทธิภาพการใช้พลังงานในภาคขนส่ง
คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ส่วนที่ 1 คำถามทั่วไป

1) อายุ

20-30 ปี

31-40 ปี

41-50 ปี

51-60 ปี

มากกว่า 60 ปี

2) เพศ ชาย

หญิง

3) ระดับการศึกษา

ต่ำกว่าปริญญาตรี

ปริญญาตรี

ปริญญาโท

สูงกว่าปริญญาโท

4) อาชีพ

พนักงานเอกชน

ข้าราชการ / รัฐวิสาหกิจ

ธุรกิจส่วนตัว

อื่นๆ โปรดระบุ

5) รายได้ต่อเดือน

ต่ำกว่า 25,000 บาท

25,000 – 50,000 บาท

50,001 – 80,000 บาท

มากกว่า 80,000 บาท

6) จังหวัดที่อาศัยอยู่

กรุงเทพฯ

ปริมณฑล (ปทุมธานี นนทบุรี สมุทรปราการ)

อื่นๆ

7) สถานภาพ

โสด

สมรส

8) จำนวนสมาชิกในครอบครัวทั้งหมด

1

2

3

4

5

มากกว่า 5

9) ปัจจุบันเดินทางไปทำงานด้วยวิธีใดเป็นหลัก

รถยนต์ส่วนตัว

รถโดยสารสาธารณะ

รถไฟฟ้า

รถใต้ดิน

เรือ

อื่น โปรดระบุ _____

10) ท่านมีรถยนต์ในครอบครองกี่คัน (ไม่รวมรถจักรยานยนต์)

ไม่มี (ข้ามไปตอบข้อ 18)

1

2

มากกว่า 2

11) รถยนต์ที่ท่านใช้ในปัจจุบันเป็นระบบไฮบริด (Hybrid) หรือไม่

ใช่

ไม่ใช่

12) รถยนต์ที่ท่านใช้อยู่ในปัจจุบันคือ

รถยนต์ยี่ห้อ _____

รุ่น _____

13) รถยนต์ที่ท่านใช้อยู่ในปัจจุบันใช้เชื้อเพลิงชนิดใดเป็นหลัก

ดีเซล

เบนซิน

แก๊สโซฮอล์ 95

แก๊สโซฮอล์ 91

E20

E85

NGV

LPG

ไฟฟ้า

14) ท่านใช้รถยนต์เป็นระยะทางกี่กิโลเมตรต่อปี

น้อยกว่า 10,000 กิโลเมตรต่อปี

ระหว่าง 10,000 – 20,000 กิโลเมตรต่อปี

มากกว่า 20,000 กิโลเมตรต่อปี

15) ในแต่ละวัน ท่านใช้รถยนต์เพื่อเดินทางประมาณกี่กิโลเมตรต่อวัน

น้อยกว่า 20 กิโลเมตรต่อวัน

ระหว่าง 20 – 50 กิโลเมตรต่อวัน

ระหว่าง 50 – 80 กิโลเมตรต่อวัน

มากกว่า 80 กิโลเมตรต่อวัน

16) การใช้รถยนต์ในแต่ละวัน ท่านต้องเผชิญกับการจราจรที่หนาแน่นในสัดส่วนอย่างไร (การจราจรหนาแน่น หมายถึง การจราจรที่ใช้ความเร็วในการขับขี่ต่ำกว่า 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

มาก (มากกว่า 70%)

กลาง (40%-60%)

น้อย (น้อยกว่า 40%)

17) ท่านเปลี่ยนหรือคาดว่าจะเปลี่ยนเมื่อรถยนต์ของท่านมีอายุกี่ปี

3-5 ปี

6-8 ปี

9-10 ปี

มากกว่า 10 ปี

18) หากท่านยังไม่มีรถยนต์ ท่านมีแผนจะซื้อรถยนต์หรือไม่

มี

ไม่มี

19) รถยนต์ที่ท่านคาดว่าจะซื้อในอนาคตเป็นระบบไฮบริด (Hybrid) หรือไม่

ใช่

ไม่ใช่

20) รถยนต์ที่ท่านคาดว่าจะซื้อในอนาคต คือ

รถยนต์ยี่ห้อ _____

รุ่น _____

ส่วนที่ 2 คำถามเกี่ยวกับยานยนต์ไฟฟ้า

1) ปัจจุบันท่านเป็นเจ้าของยานยนต์ไฟฟ้าหรือไม่

 ใช่ ไม่ใช่

2) ท่านรู้จักยานยนต์ไฟฟ้าแต่ละประเภทเหล่านี้หรือไม่

- ยานยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicle: EV)

 รู้จัก ไม่รู้จัก

- ยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ (Battery Electric Vehicle: BEV)

 รู้จัก ไม่รู้จัก

- ยานยนต์ไฟฟ้าปลั๊กอินไฮบริด (Plug-in Hybrid Electric Vehicle: PHEV)

 รู้จัก ไม่รู้จัก

3) ท่านคิดว่ารุ่นใดเป็นยานยนต์ไฟฟ้า (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

 Tesla Model S Nissan Leaf Mitsubishi Outlander (PHEV) Toyota Prius Prime (PHEV) Honda Accord Chevy Spark Chevy Volt BMW i3

4) ท่านมีความสนใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าหรือไม่

 มี ไม่มี (ข้ามไปข้อ 6)

5) ปัจจัยที่ทำให้ท่านสนใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้า (เลือก 3 ลำดับแรก โดยที่ 1=ลำดับที่ 1, 2=ลำดับที่ 2, 3=ลำดับที่ 3)

 ราคาสมเหตุสมผล มาตรการส่งเสริมจากทางภาครัฐ เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ประหยัดค่าเชื้อเพลิง ประสิทธิภาพสูงกว่ารถที่ใช้น้ำมัน เป็นเทคโนโลยีใหม่ ทำให้รู้สึกเหมือนเป็นคนทันสมัย

6) ปัจจัยที่ทำให้ท่าน**ไม่สนใจซื้อ**ยานยนต์ไฟฟ้า (เลือก 3 ลำดับแรก โดยที่ 1=ลำดับที่ 1, 2=ลำดับที่ 2, 3=ลำดับที่ 3)

- เทคโนโลยีไม่น่าเชื่อถือ
- ระยะทางในการวิ่งต่อการชาร์จไฟ 1 ครั้ง น้อยเกินไป
- ยานยนต์ไฟฟ้ามีราคาสูง
- ระยะเวลาในการชาร์จไฟค่อนข้างนาน
- ค่าดูแลรักษายานยนต์ไฟฟ้าสูง
- จำนวนสถานีชาร์จไฟมีน้อย/หาลำบาก
- ไม่มีรุ่นและขนาดยานยนต์ไฟฟ้าที่สนใจ (เช่นไม่มีรถกระบะแบบใช้ไฟฟ้า)

7) ท่านคิดว่าระยะเวลาที่เหมาะสมในการชาร์จไฟที่สถานีชาร์จควรใช้เวลาเท่าไร

- น้อยกว่า 15 นาที
- 15–20 นาที
- 20–25 นาที
- 25–30 นาที

8) สถานีชาร์จควรอยู่ในระยะทางที่เข้าถึงได้ในกิโลเมตร

- 1–5
- 6–10
- 11–15
- 16–20
- มากกว่า 20

9) ท่านคิดว่าเมื่อชาร์จยานยนต์ไฟฟ้าเต็มที่แล้ว ยานยนต์ไฟฟ้าควรวิ่งได้ระยะทางเท่าใด

- น้อยกว่า 200 กม.
- 200–400 กม.
- 401–600 กม.
- มากกว่า 600 กม.

10) หากสามารถนำรถยนต์คันเก่าของท่านไปแปลงให้เป็นยานยนต์ไฟฟ้า ท่านมีความเต็มใจที่จะจ่ายค่าแปลงนี้เท่าไร

- ต่ำกว่า 300,000 บาท
- 300,000 – 600,000 บาท
- 600,001 – 900,000 บาท
- 900,001 – 1,200,000 บาท
- มากกว่า 1,200,000 บาท

11) ถ้าหากรัฐบาลมีนโยบายนำรถคันเก่าไปแปลงเป็นยานยนต์ไฟฟ้าโดยมีค่าใช้จ่ายประมาณ 200,000 บาท ท่านมีความสนใจหรือไม่

- สนใจ
- ไม่สนใจ

12) ปัจจัยใดที่ทำให้ท่านไม่สนใจนำรถยนต์ไปแปลงเป็นยานยนต์ไฟฟ้า (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- ยังไม่มั่นใจในเทคโนโลยีที่เป็นอยู่
- ไม่มั่นใจในเรื่องความปลอดภัย
- ค่าใช้จ่ายที่สูงเกินไป
- การขายต่อลำบาก
- ไม่สนใจเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า
- ไม่มั่นใจในมาตรฐานการแปลงสภาพรถยนต์ให้เป็นยานยนต์ไฟฟ้า

13) หากท่านจะซื้อยานยนต์ไฟฟ้า ท่านยินดีที่จะจ่ายราคาส่วนต่างจากรถยนต์รุ่นที่ท่านใช้อยู่ในปัจจุบันเป็นราคาเท่าไร

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> ต่ำกว่า 200,000 บาท | <input type="checkbox"/> 200,000 – 400,000 บาท |
| <input type="checkbox"/> 400,001 – 600,000 บาท | <input type="checkbox"/> 600,001 – 800,000 บาท |
| <input type="checkbox"/> มากกว่า 800,000 บาท | |

14) กรุณาเรียงลำดับนโยบายต่อไปนี้ ที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของท่าน กรุณาระบุหมายเลขจาก 1 ถึง 5 โดยที่ 1 = มีผลต่อการตัดสินใจมากที่สุด และ 5 = มีผลต่อการตัดสินใจน้อยที่สุด

-รัฐบาลลดภาษีรถยนต์ เช่น ภาษีนำเข้า, ภาษีสรรพสามิต
-รัฐบาลให้เงินอุดหนุนการซื้อยานยนต์ไฟฟ้า เช่น ส่วนลดราคายานยนต์ไฟฟ้า หรือ ให้เงินคืน
-รัฐบาลช่วยเหลือทางด้านสินเชื่อ เช่น กำหนดอัตราดอกเบี้ยเช่าซื้ออัตราพิเศษ
-รัฐบาลช่วยเหลือและสนับสนุนทางด้านเชื้อเพลิง เช่น ฟรีค่าชาร์จยานยนต์ไฟฟ้า
-รัฐบาลให้สิทธิพิเศษต่าง ๆ เช่น ยกเว้นค่าผ่านทางด่วน อนุญาตให้ยานยนต์ไฟฟ้าใช้ช่องเดินรถประจำทาง, ที่จอดรถเฉพาะสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า ในสถานที่สำคัญต่าง ๆ

15) สถานที่ใดที่ท่านอยากให้มีการติดตั้งสถานีชาร์จไฟฟ้า กรุณาเรียงลำดับจากหมายเลข 1 ถึง 4 โดยที่ 1 = คือสถานที่ที่ท่านอยากให้มีการติดตั้งสถานีชาร์จมากที่สุด รองลงมาคือ 2, 3, และ 4 ตามลำดับ

- ปั้มน้ำมัน / สถานีชาร์จไฟ
- สถานที่ราชการ
- สถานที่ทำงาน, อาคารสำนักงาน
- ส่วนกลางของหมู่บ้าน, คอนโดมิเนียม

- ห้างสรรพสินค้า, คอมมูนิตี้ มอลล์
- อื่น ๆ โปรดระบุ _____

ส่วนที่ 3 ปัจจัยต่อไปนี้มีผลต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของท่านหรือไม่

โดยที่ มากที่สุด คือ ปัจจัยนี้มีผลต่อการตัดสินใจซื้อ 100% รองลงมาคือ มาก ปานกลาง น้อย ตามลำดับ และ ไม่มี คือ ปัจจัยนี้ไม่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อเลย

	ไม่มี	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
ราคายานยนต์ไฟฟ้า					
ราคาแบตเตอรี่					
ระยะทางการขับเคลื่อนต่อการชาร์จไฟหนึ่งรอบ					
ขนาดของตัวยานยนต์ไฟฟ้า					
ค่ายรถยนต์ที่ผลิตยานยนต์ไฟฟ้า					
สมรรถนะเครื่องยนต์/ ความเร็ว-ความแรงของรถ					
ระยะเวลาที่ใช้ชาร์จไฟ					
การบำรุงรักษาและดูแลอื่นๆ					
ราคาน้ำมัน					
ระยะทางที่ต้องการใช้งาน					
บริการหลังการขาย					
อะไหล่ทดแทน					
จำนวนสถานีชาร์จไฟฟ้า					
ราคาค่าไฟในการชาร์จ					
การประชาสัมพันธ์ของค่ายรถ/ผู้จำหน่ายยานยนต์ไฟฟ้า					
การประชาสัมพันธ์ของภาครัฐ					
นโยบายของภาครัฐ เช่น การอุดหนุนจากภาครัฐ สิทธิประโยชน์ทางภาษี					
สิทธิประโยชน์อื่นๆ เช่น ช่องทางวีงพิเศษสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า ที่จอดรถเฉพาะของยานยนต์ไฟฟ้า					
ราคาขายต่อในตลาดรถยนต์มือสอง					

การวิเคราะห์พฤติกรรมการยอมรับยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค¹

ศ.ดร.ศุภวัจน์ รุ่งสุริยะวิบูลย์²

ดร.รุ่งนภา โอภาสปัญญาสาร³

เพ็ชรธรรินทร์ วงศ์เจริญ⁴

ผศ.ดร.ภูรี สิริสุนทร⁵

บทคัดย่อ

งานศึกษานี้ได้วิเคราะห์ปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อการยอมรับและตัดสินใจเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภคโดยใช้ข้อมูลปฐมภูมิจากการสำรวจกลุ่มตัวอย่างจำนวน 463 รายในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ผลการศึกษาพฤติกรรมของผู้บริโภคจากการประมาณการแบบจำลองเศรษฐมิติพบว่าอัตราการยอมรับ (Adoption Rate) ยานยนต์ไฟฟ้าอยู่ที่ร้อยละ 60 โดยปัจจัยภายในซึ่งเป็นปัจจัยที่เกิดจากยานยนต์ไฟฟ้าโดยตรงที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าประกอบด้วย ราคายานยนต์ไฟฟ้า ค่าयरถยนต์ที่ผลิตรถยนต์ไฟฟ้า สมรรถนะเครื่องยนต์ ระยะเวลาที่ใช้ประจุไฟฟ้า และการบำรุงรักษาและดูแลอื่น ๆ ในขณะที่ ปัจจัยภายนอกซึ่งเป็นปัจจัยที่ไม่ได้เกิดจากยานยนต์ไฟฟ้าโดยตรงที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าประกอบด้วย บริการหลังการขาย และการประชาสัมพันธ์ของภาครัฐ นอกจากนี้ปัจจัยภายนอกที่สะท้อนลักษณะของผู้บริโภค ได้แก่ ระดับการศึกษาและรายได้ ถือเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าเช่นกัน ผลการศึกษานี้นำไปสู่ข้อสรุปและนัยยะเชิงนโยบายที่เป็นมาตรการส่งเสริมด้านอุปสงค์ของภาครัฐ เพื่อส่งเสริมการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าให้มากขึ้น รัฐควรปรับอัตราภาษียานยนต์ไฟฟ้าให้เหมาะสมกับการขยายตัวของตลาด

คำสำคัญ: ยานยนต์ไฟฟ้า แบบจำลองโลจิสติก ผลกระทบส่วนเพิ่ม อัตราการยอมรับเทคโนโลยีใหม่

¹ งานวิจัยชิ้นนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการประเมินมาตรการส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าต่อการยอมรับของผู้บริโภคและประสิทธิภาพการใช้พลังงานในภาคขนส่ง โดยได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการร่วมสนับสนุนทุนวิจัยและพัฒนาระหว่าง การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

² อาจารย์ประจำคณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ Email: supawat@econ.tu.ac.th

³ อาจารย์ประจำคณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ Email: rungnapa@econ.tu.ac.th

⁴ อาจารย์ประจำคณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ Email: petchtharin.w@econ.tu.ac.th

⁵ อาจารย์ประจำคณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ Email: puree.sirasoonorn@econ.tu.ac.th

1. บทนำ

การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) อันเนื่องมาจากระดับการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) จากการใช้พลังงานขั้นสูงชั้นบรรยากาศที่เพิ่มสูงขึ้น กลายเป็นปัญหาหลักที่ทั่วโลกต่างตื่นตัว และให้ความสำคัญกับการแก้ปัญหาที่มากขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อพิจารณาจากระดับการปล่อยก๊าซ CO₂ ในประเทศไทย พบว่าเป็นปัญหาที่กำลังทวีความรุนแรงขึ้นอย่างต่อเนื่องเช่นกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากภาคการขนส่งที่มีสัดส่วนการปล่อยก๊าซ CO₂ สูงเป็นอันดับที่ 2 เทียบกับเศรษฐกิจอื่น ๆ คิดเป็นร้อยละ 28 ของการปริมาตรการปล่อยก๊าซ CO₂ ทั้งหมดหรือเท่ากับปริมาณก๊าซทั้งหมด 73 ล้านตัน และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดสามทศวรรษที่ผ่านมา⁶ ทั้งนี้เชื้อเพลิงหลักที่ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซมาจากการใช้น้ำมันสำเร็จรูป จากการใช้เครื่องยนต์แบบสันดาปภายใน (Internal Combustion Engine: ICE) ในยานพาหนะซึ่งก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศอันเนื่องจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์

แนวทางการแก้ปัญหาดังกล่าวถูกบรรจุอยู่ในแผนการขับเคลื่อนภารกิจด้านพลังงานเพื่อส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของแผนอนุรักษ์พลังงานปี 2558-2579 เพื่อลดการใช้พลังงานในภาคการขนส่งเนื่องจากเป็นภาคที่ใช้พลังงานมากที่สุด โดยกระทรวงพลังงานมีมาตรการในการส่งเสริมและพัฒนาาระบบขนส่งยุคใหม่ที่มีเทคโนโลยียานยนต์ที่ใช้พลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น รวมถึง การส่งเสริมการใช้ยานยนต์ประเภทที่ใช้มอเตอร์ (Motor) ในการขับเคลื่อนทดแทนการใช้ยานยนต์แบบ ICE ได้แก่ รถยนต์ไฮบริด รถยนต์ไฟฟ้า โดยมีเป้าหมายให้ในปี 2579 ประเทศไทยจะต้องมียานยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคลรวม 1.2 ล้านคัน และสถานีชาร์จ 690 สถานี⁷ แนวทางดังกล่าวสอดคล้องกับทิศทางการปรับตัวของผู้ผลิตรถยนต์ชั้นนำในอุตสาหกรรมยานยนต์ที่หันมาพัฒนานวัตกรรมยานยนต์ไฟฟ้าที่มุ่งประหยัดพลังงานและลดการปลดปล่อยก๊าซ CO₂ ในหลากหลายรูปแบบ เช่น ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริด (Hybrid electric vehicle : HEV) ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน (Plug-in hybrid electric vehicle : PHEV) และยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ (Battery electric vehicle : BEV)

⁶ ข้อมูลจาก สถานการณ์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากภาคพลังงานรายปี 2560 กระทรวงพลังงาน

⁷ แผนการขับเคลื่อนฯ ได้ถูกแบ่งออกเป็นสามระยะดังต่อไปนี้ ระยะที่ 1 (พ.ศ. 2559 – 2560): เตรียมความพร้อมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้า ระยะที่ 2 (พ.ศ. 2561 – 2563): ขยายผลในกลุ่มโดยสารสาธารณะ เตรียมความพร้อมสำหรับ “ยานยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคล” พัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน การกำหนดรูปแบบและมาตรฐานสถานีอัดประจุไฟฟ้า และ ระยะที่ 3 (พ.ศ. 2564 เป็นต้นไป): ขยายผลไปสู่การส่งเสริม “ยานยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคล” โดยมีเป้าหมายให้ในปี 2579 มียานยนต์ไฟฟ้าส่วนบุคคลรวม 1.2 ล้านคัน และสถานีชาร์จ 690 สถานี

อย่างไรก็ตาม การเพิ่มจำนวนการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าให้ได้ตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ในแผนการขับเคลื่อนฯ จำเป็นต้องอาศัยนโยบายและมาตรการของภาครัฐที่เหมาะสมโดยเฉพาะมาตรการทางด้านอุปสงค์ซึ่งจะสร้างแรงจูงใจให้ผู้บริโภคหันมาใช้และยอมรับยานยนต์ไฟฟ้ามากยิ่งขึ้น ซึ่งข้อสรุปที่ได้งานศึกษาในอดีตเกี่ยวกับจำนวนการใช้รถยนต์ไฟฟ้าที่จะเกิดขึ้น มักมาจากข้อสมมติที่ว่าผู้บริโภคยอมรับยานยนต์ไฟฟ้าและมาตรการส่งเสริมการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าต่อผู้บริโภคที่รัฐกำหนดออกมามีประสิทธิผลทำให้การใช้ยานยนต์ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นตามเป้าหมาย ซึ่งข้อสมมติเกิดขึ้นโดยที่ยังไม่ได้ศึกษาและวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลให้ผู้บริโภคตัดสินใจเปลี่ยนจากยานยนต์ ICE มาใช้ยานยนต์ไฟฟ้า และไม่ได้ศึกษาพฤติกรรมการยอมรับยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภคอันจะนำมาซึ่งจำนวนยานยนต์ไฟฟ้าที่จะมาใช้ทดแทนยานยนต์ ICE ตามความต้องการของผู้บริโภค เป้าหมายของงานศึกษาชิ้นนี้จึงแบ่งออกเป็นสองส่วนสำคัญ ส่วนแรกเป็นการมุ่งศึกษาผลกระทบของปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อการยอมรับและตัดสินใจเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค และส่วนที่สองเป็นการคำนวณหาอัตราการยอมรับ (Technology Adoption Rate) ยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภคในประเทศไทย เพื่อประเมินว่าผู้บริโภคจะมีการยอมรับยานยนต์ไฟฟ้าในอัตราที่มากน้อยเพียงใด ภายใต้ปัจจัยกำหนดการเลือกซื้อต่าง ๆ ที่เผชิญ

เนื้อหาของบทความส่วนที่เหลือประกอบไปด้วย ส่วนที่สองแสดงงานศึกษาในอดีตที่เกี่ยวกับการยอมรับเทคโนโลยีใหม่ของผู้บริโภค ส่วนที่สามกล่าวถึงแบบจำลองและตัวแปรที่ใช้ศึกษา ส่วนที่สี่แสดงรายละเอียดและกรอบแนวคิดของแบบจำลองตลอดจนตัวแปรและข้อมูลที่ใช้ในงานศึกษา ในขณะที่ส่วนที่ห้าอธิบายผลการวิเคราะห์อัตราการยอมรับยานยนต์ไฟฟ้าของไทย และส่วนสุดท้ายแสดงข้อเสนอแนะทางนโยบายที่ได้จากงานศึกษานี้

2. งานศึกษาเกี่ยวกับการยอมรับเทคโนโลยีใหม่ของผู้บริโภค

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าการศึกษาอัตราการเข้าถึงเทคโนโลยีใหม่ (Technology Adoption Rate) สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มหลักจำแนกตามแบบจำลองที่ใช้ศึกษา ได้แก่ แบบจำลองภาคี (Agent-Based Model: ABM) แบบจำลองการแพร่หลาย (Diffusion Model) และแบบจำลองการเลือกของผู้บริโภค (Consumer Choice Model)

แบบจำลองภาคี (Agent-Based Model) เป็นการจำลองระบบเศรษฐกิจด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer Base Simulation) เพื่อศึกษาถึงปฏิสัมพันธ์และการตัดสินใจของหน่วยเศรษฐกิจสมมุติ (Agents) โดยแบ่งระบบเศรษฐกิจออกเป็นภาคส่วนต่าง ๆ ได้แก่ ภาคครัวเรือน ภาครัฐบาล และภาคการผลิต โดยที่พฤติกรรมของแต่ละ

กลุ่มขึ้นอยู่กับข้อสมมุติในแบบจำลอง เช่น การตัดสินใจของของภาคครัวเรือนจะมีเป้าหมายเพื่อแสวงหา
อรรถประโยชน์สูงสุดซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะความชอบ (Preference) และปัจจัยอื่น ๆ เช่น อายุ เพศ ระดับรายได้
ลักษณะรถยนต์ คำนิยมต่อเทคโนโลยีใหม่ เป็นต้น ในขณะที่พฤติกรรมของผู้ผลิตจะเป็นไปเพื่อการแสวงหากำไร
สูงสุดซึ่งถูกกำหนดจากโครงสร้างตลาดและต้นทุนการผลิต ในขณะที่ภาครัฐบาลจะเป็นผู้กำหนดมาตรการอุดหนุน
ทางภาษีและมีใช้ภาษีขึ้นอยู่กับเป้าหมายทางสิ่งแวดล้อมด้านต่าง ๆ จากนั้นจึงสมมุติสถานการณ์ต่าง ๆ
(Scenarios) เข้าไปในแบบจำลองและสังเกตพฤติกรรมของแต่ละกลุ่มว่ามีการตอบสนองเหตุการณ์นั้น ๆ แตกต่าง
ไปจากกรณีฐาน (Base Scenario) อย่างไร

งานศึกษาในอดีตที่ได้ประยุกต์ใช้แบบจำลองภาคี (ABM) ได้แก่ งานของ Sullivan et al. (2009) ที่สร้าง
แบบจำลอง ABM โดยกำหนดให้ระบบเศรษฐกิจประกอบไปด้วยครัวเรือน หน่วยผลิต ภาครัฐ แบบจำลองนี้แบ่ง
ครัวเรือนออกเป็นประเภทต่าง ๆ ที่มีความหลากหลาย และตัดสินใจซื้อ/ไม่ซื้อรถยนต์ใหม่ที่มีอยู่ในตลาด ภายใต้
ข้อจำกัดด้านงบประมาณ หน่วยผลิตในแบบจำลองนี้มีทั้งสิ้น 3 ราย และต่างก็แข่งขันกันโดยมุ่งหวังกำไรสูงสุด
ในขณะที่ภาครัฐจะเข้ามาดำเนินนโยบายต่าง ๆ เพื่อควบคุมระดับการใช้เชื้อเพลิง มลภาวะ และจำนวนยานยนต์
ไฟฟ้าในท้องตลาดในแต่ละรอบของการจำลองธุรกรรมที่เกิดในเศรษฐกิจ ทั้งนี้งานศึกษาได้จำลองภาวะสถานการณ์
เศรษฐกิจแบบต่าง ๆ เพิ่มเติม เช่น ภาวะที่ราคาน้ำมันเพิ่มขึ้น ภาวะที่ราคายานยนต์ไฟฟ้าลดลง เป็นต้น ผล
การศึกษาพบว่าราคาพลังงานและนโยบายส่งเสริมจากรัฐเป็นปัจจัยสำคัญของการเข้าถึงของเทคโนโลยียาน
ยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค นอกจากนี้ งานศึกษาอื่น ๆ ก็ให้ผลที่ใกล้เคียงกัน เช่น งานของ Zhang et al. (2007) และ
Eppstein et al. (2011) ที่พบว่า ราคารถยนต์ ราคาพลังงาน ระยะทางสูงสุด ตัวเลือกรุ่นรถยนต์ต่าง ๆ ตลอดจน
สื่อโฆษณาล้วนส่งผลต่ออัตราการยอมรับอย่างมีนัยยะสำคัญทั้งสิ้น

ข้อดีของแบบจำลองภาคีคือสามารถจำลองสถานการณ์ต่าง ๆ และศึกษาพฤติกรรมของทุกฝ่ายได้อย่าง
ครบถ้วน อีกทั้งยังง่ายต่อการควบคุมสถานการณ์ในแบบจำลอง อย่างไรก็ตาม ความสลับซับซ้อนของข้อสมมุติและ
ตัวแบบจำลองทำให้ยากแก่การเข้าถึงและตรวจสอบของคนทั่วไป (เช่น ข้อสมมุติเกี่ยวกับลักษณะความชอบของ
ครัวเรือน) นอกจากนี้ Al-Alawi and Bradley (2013) พบว่าการเปลี่ยนแปลงข้อสมมุติเกี่ยวกับตัวแปรค่าบางตัว
ยังมีผลต่อค่าผลลัพธ์ของแบบจำลองอย่างมาก

แบบจำลองการแพร่หลาย (Diffusion Model) เป็นแบบจำลองที่พยายามอธิบายกระบวนการการยอมรับ
เทคโนโลยีใหม่ โดยมีสมมุติฐานว่าการปรับตัวของผู้บริโภคโดยทั่วไปจะเริ่มจากการที่เทคโนโลยีใหม่ถูกยอมรับใน

ครั้งแรกและค่อย ๆ ขยายตัวออกไปจนเป็นที่ยอมรับในวงกว้างมากขึ้นผ่านการตื่นตัวของสังคม ดังนั้นแบบจำลองนี้ จึงแบ่งกลุ่มในสังคมออกเป็นกลุ่มย่อย เรียงลำดับจากกลุ่มที่ตอบรับเทคโนโลยีใหม่เร็วที่สุดไปจนถึงกลุ่มที่ไม่ตอบรับเลย คือ กลุ่มผู้คิดค้นนวัตกรรมและสร้างเทคโนโลยีใหม่ (Innovator) กลุ่มตอบรับเทคโนโลยีใหม่ทันทีซึ่งมักเป็นกลุ่มที่ชอบลองสิ่งแปลกใหม่ไม่เหมือนใคร (Early Adopter) รองลงมาคือกลุ่มคนที่ยอมรับพร้อม ๆ กับคนหมู่มาก แต่ยังเป็นกลุ่มที่ถือว่าตอบสนองต่อเทคโนโลยีใหม่ไว (Early Majority) กลุ่มตอบสนองต่อเทคโนโลยีใหม่ช้า (Late Majority) และกลุ่มล่าช้า (Laggards) ที่ใช้เวลานานกว่าคนกลุ่มนี้จะกล้าและยอมรับเทคโนโลยีใหม่ ตามลำดับ ซึ่งกลุ่ม Innovator คือกลุ่มแรกที่จะยอมรับความเสี่ยงในการใช้เทคโนโลยีใหม่จากความไม่แน่นอน หลังจากนั้นจึงค่อย ๆ กระตุ้นให้เกิดการยอมรับและแพร่หลายไปยังกลุ่มอื่น ๆ ในลำดับถัดมา เป้าหมายของงานศึกษาที่ใช้แบบจำลองนี้ ส่วนใหญ่มีเป้าหมายในการวิเคราะห์หาระยะเวลาในการเข้าถึงเทคโนโลยีของกลุ่มต่าง ๆ ตลอดจนปัจจัยที่ทำให้การเข้าถึงเกิดขึ้นได้เร็วขึ้น งานศึกษาในอดีตที่ได้ประยุกต์ใช้แบบจำลองการแพร่หลาย ได้แก่ Lamberson (2009) ที่ศึกษาอัตราการเจาะตลาดของยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน (HEV) ในสหรัฐอเมริกาในช่วงปี ค.ศ. 2008 – 2020 และพบว่ามาตรการจูงใจของรัฐบาลมีส่วนสำคัญที่สุดต่อการขยายตลาดของยานยนต์ไฟฟ้า ในขณะที่ Cao (2009) ได้ปรับปรุงแบบจำลองโดยเพิ่มข้อมูลเกี่ยวกับราคาพลังงานเชื้อเพลิงที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและเพิ่มปัจจัยกระตุ้นการรับรู้ของผู้บริโภคเพิ่มเติม ครอบคลุมช่วงปี ค.ศ. 2003 – 2025 และพบว่าในสภาวะที่ราคาพลังงานที่ปรับเพิ่มขึ้นจะส่งผลกระทบต่ออัตราการยอมรับยานยนต์ไฟฟ้าอย่างมีนัยยะสำคัญในช่วงเวลาที่ทำการพยากรณ์

จุดเด่นของแบบจำลองนี้คือง่ายต่อการนำมาประยุกต์ใช้และสามารถทำได้ง่ายหากข้อมูลที่ใช้ในแบบจำลองนี้เป็นข้อมูลสถิติเชิงอนุกรมเวลา อย่างไรก็ตาม ข้อจำกัดด้านข้อมูลสถิติการค้ำของยานยนต์ไฟฟ้าซึ่งเป็นเทคโนโลยีใหม่และอยู่ในระยะเริ่มต้นในหลายประเทศ ประกอบกับข้อสมมุติในแบบจำลองเกี่ยวกับระยะเวลาและขั้นตอนในการพัฒนารถยนต์รุ่นใหม่ออกสู่ตลาดเป็นข้อสมมุติอย่างง่าย แท้จริงแล้วเรื่องดังกล่าวเป็นเรื่องที่สลับซับซ้อนและยากในการคาดคะเน โดยเฉพาะรถยนต์แต่ละค่ายมีระยะเวลาในการพัฒนาไม่เหมือนกัน ขึ้นอยู่กับกลยุทธ์และระดับการแข่งขันของค่ายรถยนต์ ตลอดจนทิศทางการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีที่คาดการณ์ได้ยากขึ้นในปัจจุบัน ทำให้ความแม่นยำของแบบจำลองนี้ในการพยากรณ์ระยะเวลาในการแพร่หลายมีความคลาดเคลื่อนได้สูง (Al-Alawi and Bradley, 2013)

แบบจำลองกลุ่มสุดท้ายหรือแบบจำลองการเลือกของผู้บริโภค (Consumer Choice Model) เป็นแบบจำลองทางเศรษฐมิติที่ใช้ศึกษาถึงพฤติกรรมทางเลือกของผู้บริโภคและเป็นแบบจำลองที่ถูกใช้อย่างแพร่หลาย

ที่สุด ซึ่งจะเป็นแบบจำลองหลักที่ถูกนำมาใช้ในงานศึกษานี้ แบบจำลองการเลือกของผู้บริโภคอาศัยวิธีการประมาณค่าความน่าจะเป็นหรือโอกาสการเลือกของผู้บริโภคที่จะตัดสินใจรับเทคโนโลยีใหม่ ๆ หรือไม่ ภายใต้เงื่อนไขสถานการณ์ต่าง ๆ ที่กำหนดขึ้น โดยแบ่งออกเป็นแบบจำลอง Logit Model และ Discrete Choice Model สำหรับคำนวณความน่าจะเป็น ซึ่งข้อมูลที่ใช้ศึกษาในกรณีเทคโนโลยีใหม่มักมาจากการผสมผสานระหว่างข้อมูลจากการตอบแบบสอบถามของกลุ่มตัวอย่าง จุดเด่นของแบบจำลองในกลุ่มนี้คือสามารถเข้าใจได้ง่ายและมุ่งเน้นที่ตัวผู้บริโภคเป็นหลัก

แบบจำลองทั้งสามที่ได้กล่าวถึงข้างต้นนี้แม้จะมีเป้าหมายการศึกษาแตกต่างกันอยู่บ้าง แต่แบบจำลองทั้งสามมีเป้าหมายที่เป็นจุดร่วมสำคัญอย่างหนึ่งคือการศึกษาถึงปัจจัยกำหนดที่ส่งผลต่อโอกาสในการตัดสินใจเลือกของผู้บริโภคอย่างมีนัยยะสำคัญ ประกอบกับตัวแปรต่าง ๆ ที่ถูกใช้เป็นปัจจัยกำหนดพฤติกรรมของผู้บริโภคในทั้งสามแบบจำลองมีความใกล้เคียงกันอย่างมาก ดังนั้นการหยาบยกแบบจำลองการเลือกของผู้บริโภคขึ้นมาอธิบายเป็นหลักจึงไม่ได้เป็นการละเลยถึงตัวแปรและแนวคิดของแบบจำลองอื่น ๆ แต่อย่างใด

3. แบบจำลองและตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

งานวิจัยนี้จะวิเคราะห์อัตราการยอมรับหรือโอกาสที่จะตัดสินใจเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค (Consumer Choices) โดยใช้แบบจำลอง Logit Model ซึ่งตั้งอยู่บนพื้นฐานแนวคิดของทฤษฎีอรรถประโยชน์ (Utility Theory) ที่สามารถอธิบายพฤติกรรมของผู้บริโภคแต่ละรายในการเลือกบริโภคสินค้าใด ๆ เพื่อก่อให้เกิดระดับอรรถประโยชน์สูงสุด แบบจำลองนี้อธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างความพอใจ (Preference) ของผู้บริโภคต่อปัจจัยกำหนดต่าง ๆ

โดยทั่วไปแบบจำลองโลจิสติกอยู่ในรูปของเงื่อนไขสมการทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบของฟังก์ชันโลจิสติก (Logistic Function) ดังต่อไปนี้

$$F(X'\beta) = \frac{1}{1 + e^{-X'\beta}} \quad (1)$$

โดยที่ $F(\bullet)$ คือ ฟังก์ชันการกระจายแบบโลจิสติก (Logistic Distribution) หรือ $F(X'\beta) = P(Y = 1 | X)$

X คือ เวกเตอร์ของตัวแปรต้น (Independent Variables) หรือปัจจัยกำหนดต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้าของผู้บริโภค ครอบคลุมตัวแปรภายในและตัวแปรภายนอกทั้งหมดที่มีคุณสมบัติในการกำหนดการตัดสินใจของผู้บริโภค (การนิยามความหมายของตัวแปรภายในและตัวแปรภายนอกในแบบจำลองสามารถดูจากตารางที่ 1)

β คือ เวกเตอร์ของพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่า (Unknown Parameter Vector) ที่ต้องประมาณค่าด้วยวิธีการทางเศรษฐมิติ

ความน่าจะเป็นหรือโอกาสที่ผู้บริโภคคนหนึ่งจะตัดสินใจเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้า หรือ $P(Y = 1|X)$ สามารถแสดงความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$P(Y = 1|X) = \frac{e^{X'\beta}}{1 + e^{X'\beta}} \quad (2)$$

ในขณะที่ความน่าจะเป็นหรือโอกาสที่ผู้บริโภคคนหนึ่งจะตัดสินใจไม่เลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้า หรือ $P(Y = 0|X)$ สามารถแสดงได้ดังนี้

$$P(Y = 0) = 1 - P(Y = 1) = 1 - \frac{e^{X'\beta}}{1 + e^{X'\beta}} = \frac{1}{1 + e^{X'\beta}} \quad (3)$$

ผลรวมความน่าจะเป็นของผู้บริโภคที่มีต่อทางเลือกทั้งหมดจะมีค่าเป็นหนึ่ง หรือ $P(Y = 1|X) + P(Y = 0|X) = 1$ จากสมการที่ (2) และ (3) สามารถประยุกต์ใช้เทคนิคการประมาณค่าแบบวิธีความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum Likelihood Estimation: MLE) เพื่อประมาณเวกเตอร์ของค่าพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่า (β) ในแบบจำลองได้จากฟังก์ชันความน่าจะเป็นสูงสุดในรูปลอการิทึม (Log Likelihood Function) ได้ดังนี้

$$\ln L = \sum_{Y_i=1} \ln \left[\frac{e^{X'\beta}}{1 + e^{X'\beta}} \right] + \sum_{Y_i=0} \ln \left[\frac{1}{1 + e^{X'\beta}} \right] \quad (4)$$

อย่างไรก็ตาม ค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากผลการประมาณตามแบบจำลอง Logit ยังไม่สามารถตีความได้โดยตรง แต่ต้องนำมาคำนวณหาค่าผลกระทบส่วนเพิ่ม (Marginal Effects) เพื่อพิจารณาว่าหากตัวแปรอิสระเปลี่ยนแปลงไปจะส่งผลกระทบต่อความน่าจะเป็นหรือโอกาสที่ผู้บริโภคจะตัดสินใจเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้าอย่างไร ซึ่งการคำนวณหาค่า Marginal Effects ของตัวแปรต้นใด ๆ ในแบบจำลอง Logit มาจากการหาอนุพันธ์บางส่วน

(Partial Derivative) จากค่าคาดหวังของสมการ Logit เทียบกับตัวแปรต้นใด ๆ และสามารถแปลผลได้ดังนี้ เมื่อตัวแปรต้น X_k เปลี่ยนแปลงไป 1 หน่วย โดยเฉลี่ยแล้วโอกาสที่ผู้บริโภคจะตัดสินใจเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงไปร้อยละ $\frac{\partial E(Y_i|X_n)}{\partial X_k}$ โดยกำหนดให้ปัจจัยอื่น ๆ มีค่าคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง หากค่าผลกระทบส่วนเพิ่มของตัวแปรที่สนใจมีค่าเป็นบวก หมายถึง ปัจจัยดังกล่าวจะส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค เมื่อกำหนดให้ตัวแปรอื่น ๆ คงที่ไม่เปลี่ยนแปลง ในทางตรงกันข้าม หากค่าผลกระทบส่วนเพิ่มของตัวแปรที่สนใจมีค่าเป็นลบ หมายถึง ปัจจัยดังกล่าวจะไม่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค เมื่อกำหนดให้ตัวแปรอื่น ๆ คงที่ไม่เปลี่ยนแปลง อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์ในที่นี้ เป็นการคาดการณ์ผลกระทบก่อนจะเกิดตัดสินใจซื้อจริง (Ex ante)

ทั้งนี้ กลุ่มตัวแปรที่ใช้ในแบบจำลองจะอ้างอิงจากงานศึกษาของ M. Coffman et al. (2015) ที่ได้จัดกลุ่มตัวแปรที่ใช้ในงานศึกษาไว้อย่างเป็นระบบ โดยแบ่งออกเป็นสองกลุ่มใหญ่ ได้แก่ ปัจจัยภายใน (Internal Factors) ซึ่งเป็นปัจจัยที่ถูกกำหนดโดยตรงจากตัวยานยนต์ไฟฟ้าเอง ได้แก่ ราคาขายยานยนต์ไฟฟ้า (X_{Price}) ราคาแบตเตอรี่ ($X_{Battery}$) ต้นทุนการดูแลรักษา (X_{Mcost}) ระยะทางที่ขับเคลื่อนได้ (X_{Range}) เวลาที่ใช้ในการชาร์จไฟฟ้า (X_{Time}) ค่าผลิตรถยนต์ (X_{Brand}) สมรรถนะเครื่องยนต์ (X_{Speed}) และขนาดรถยนต์ (X_{Size}) และปัจจัยภายนอก (External Factors) คือปัจจัยทางอ้อมที่ไม่ได้กำหนดโดยตรงมาจากยานยนต์ไฟฟ้า ได้แก่ ราคาน้ำมัน (D_{Fuel}) จำนวนสถานีชาร์จไฟฟ้า (D_{Charge}) ราคาค่าไฟฟ้า (D_{Elec}) บริการหลังการขายและอะไหล่รถยนต์ ($D_{Service}$, $D_{Sparepart}$) มาตรการการประชาสัมพันธ์และส่งเสริมต่าง ๆ ของภาครัฐ (D_{Sub_Money} , $D_{Sub_Nonmoney}$, D_{Gov_PR}) และปัจจัยภายนอกที่สะท้อนลักษณะส่วนบุคคลของผู้บริโภค (D_{Sex} , D_{Age} , D_{Edu} , D_{Income} , D_{F_Size} , D_{En_at} , D_{Tech_at} , D_{R_Range}) เป็นต้น

ตารางที่ 1 แสดงรายละเอียดของตัวแปรต่าง ๆ ที่ใช้ในแบบจำลอง ในงานศึกษานี้ได้กำหนดตัวแปรภายในและตัวแปรภายนอกต่าง ๆ รวมทั้งสิ้นจำนวน 23 ตัวแปร โดยแบ่งเป็นปัจจัยภายในจำนวน 8 ตัวแปร (ลำดับที่ 1-8) และปัจจัยภายนอกจำนวน 15 ตัวแปร (ลำดับที่ 9-23) ทั้งนี้ ทิศทางของผลกระทบคาดหวังของตัวแปรหรือปัจจัยต่าง ๆ ที่มีต่อโอกาสในการตัดสินใจเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้าสามารถสรุปได้จากทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและงานวิจัยที่ได้ศึกษามาในอดีต ดังจะได้กล่าวถึงต่อไป

สมการที่ (5) แสดงแบบจำลองที่ใช้วิเคราะห์ผลกระทบของปัจจัยกำหนดต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อโอกาสการตัดสินใจเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค โดยได้จำแนกปัจจัยต่าง ๆ ออกเป็นกลุ่ม ๆ ให้เห็นอย่างชัดเจนไว้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{ราคา} & X' \beta = \beta_0 + \beta_1 X_{Price} + \beta_2 X_{Battery} + \beta_3 D_{Fuel} + \beta_4 X_{Elec} + \beta_5 X_{Mcost} \\
 \text{ขนาดและค่ายผลิตรถยนต์} & + \beta_6 X_{Size} + \beta_7 X_{Brand} + \beta_8 X_{Firm_PR} + \beta_9 X_{Service} \\
 \text{สมรรถนะเครื่องยนต์} & + \beta_{10} X_{Range} + \beta_{11} X_{Speed} + \beta_{12} X_{Time} \\
 \text{โครงสร้างพื้นฐาน} & + \beta_{13} D_{Charge} + \beta_{14} D_{Sparepart} \\
 \text{การส่งเสริมภาครัฐ} & + \beta_{15} D_{Gov_Money} + \beta_{16} D_{Gov_Nonmoney} + \beta_{17} D_{Gov_PR} \\
 \text{ปัจจัยส่วนบุคคล} & + \beta_{18} D_{Sex} + \beta_{19} D_{Age} + \beta_{20} D_{Edu} + \beta_{21} D_{Income} \\
 & + \beta_{22} D_{F_Size} + \beta_{23} D_{R_Range} \\
 \text{ค่าคลาดเคลื่อน} & + \varepsilon_m
 \end{aligned} \tag{5}$$

เมื่อกำหนดให้เวกเตอร์ X แทนค่าเฉลี่ยของตัวแปร งานศึกษานี้ได้คำนวณหาอัตราการยอมรับ (Adoption Rate) โดยเป็นการคำนวณหาโอกาสที่ผู้บริโภคจะยอมรับหรือตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าโดยเฉลี่ยโดยมีสมมติฐานว่าปัจจัยต่าง ๆ จะส่งผลต่อการตัดสินใจของผู้บริโภคตาม Logistic Function ในสมการที่ (5) การศึกษานี้คำนวณอัตราการยอมรับ จากค่าเฉลี่ยของตัวแปรต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อการกำหนดการตัดสินใจเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค หลังจากนั้นได้ประมาณสมการเพื่อหาโอกาสที่ผู้บริโภคจะยอมรับหรือตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าโดยเฉลี่ยซึ่งจะได้ค่า Marginal Benefit ณ ระดับค่าเฉลี่ยของตัวแปรทุกตัว ซึ่ง Marginal Benefit ที่ประมาณการได้นี้สามารถใช้สะท้อนถึงอัตราการยอมรับ (Adoption Rate) คือ

$$\text{อัตราการยอมรับ} = F(X' \hat{\beta}) = \frac{1}{1 + e^{-X' \hat{\beta}}} \tag{6}$$

การวิเคราะห์ปัจจัยภายในที่ส่งผลต่อการตัดสินใจยอมรับยานยนต์ไฟฟ้า

จากการทบทวนงานศึกษาในอดีตเกี่ยวกับผลของกลุ่มปัจจัยภายในที่ส่งผลต่อการตัดสินใจยอมรับยานยนต์ไฟฟ้าพบข้อสรุปพร้อมกันว่า ราคาเป็นปัจจัยที่ส่งผลเชิงลบต่อการตัดสินใจอย่างมีนัยยะสำคัญ แต่ขนาดของการตอบสนองจะแตกต่างกันไป โดยที่ขนาดการตอบสนองมีมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับ การตัดสินใจซื้อรถยนต์ ICE เนื่องจากความยืดหยุ่นของอุปสงค์ต่อราคาของกลุ่มสินค้าที่เป็นเทคโนโลยีใหม่มีค่าสูงกว่ากลุ่มสินค้าที่ผู้บริโภคมีความคุ้นชินอยู่ก่อน (Rasoul and Timmermans, 2012) และราคาจะส่งผลต่อการตัดสินใจน้อยในกลุ่มผู้บริโภค รายได้สูง (Hackbarth and Madlener, 2013) ราคาแบตเตอรี่ เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลเชิงลบต่อการตัดสินใจ แม้ว่าราคาแบตเตอรี่จะถูกคำนวณและสะท้อนผ่านราคารถยนต์อยู่แล้ว แต่ในปัจจุบันราคาแบตเตอรี่ยังคงอยู่ในระดับสูง (แม้ว่าจะมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องก็ตาม) งานศึกษาที่ผ่านมาจึงมักจะแยกราคาของแบตเตอรี่ออกมาเป็นปัจจัยกำหนดอย่างชัดเจน เช่น งานของ Santini DJ & Vyas AD. (2005), Sikes et al. (2010) และ Helveston et al. (2015) นอกจากนี้อายุการใช้งานของแบตเตอรี่ยังส่งผลต่อการตัดสินใจเช่นกัน (Mau PCW., 2005)

นอกจากนี้ งานศึกษาของ Santini DJ and Vyas AD. (2005), Helveston et al. (2015) และ Glerum et al. (2014) พบว่าต้นทุนในการดูแลรักษาอื่นๆ ที่สูงทำให้ผู้บริโภคหันไปพิจารณาทางเลือกรถยนต์ประเภทอื่น ๆ โดยเฉพาะรถยนต์แบบเดิมที่การดูแลรักษามีต้นทุนที่ต่ำกว่า โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มประเทศที่ตลาดยานยนต์ไฟฟ้าอยู่ในระยะเริ่มต้น การประเมินต้นทุนส่วนนี้ทำได้ยากเนื่องจากข้อมูลในตลาดหลังการขาย โดยเฉพาะอู่ซ่อมรถอะไหล่และชิ้นส่วนสำคัญยังไม่มีให้เห็นมากนัก

ปัจจัยภายในที่ไม่ได้เป็นตัวเงินประกอบด้วย ระยะทางที่วิ่งได้และระยะเวลาที่ใช้ชาร์จไฟฟ้า ตลอดจนสมรรถนะเครื่องยนต์ ซึ่งประกอบด้วยความสามารถในการทำความเร็ว/ เร่ง ของเครื่องยนต์ นับเป็นคุณสมบัติของยานยนต์ไฟฟ้าในปัจจุบันที่ค่ายรถยนต์ทั้งหลายต่างพยายามแข่งขันกันพัฒนาเพื่อเพิ่มระยะทางสูงสุดต่อการชาร์จไฟฟ้าหนึ่งรอบตงมีนัยยะสำคัญต่อการตัดสินใจของผู้บริโภคทั้งสิ้น งานศึกษาของ Santini DJ & Vyas AD. (2005), Mau PCW. (2005), Sikes et al. (2010), Hackbarth & Madlener (2012) และ Helveston et al. (2015) พบว่าระยะทางที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ผู้บริโภคตัดสินใจเลือกซื้อเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยยะสำคัญ นอกจากนี้ความพยายามพัฒนาเพิ่มสมรรถนะดังกล่าวเป็นการสร้างความมั่นใจให้กับผู้บริโภคในการเดินทาง โดยเฉพาะเมื่อต้องการเดินทางเป็นระยะทางไกล และผลดังกล่าวมีความสำคัญมากขึ้นดังที่พบในงานศึกษาของ Bočkarjova et al. (2012) ที่แบ่งรูปแบบของการเดินทางออกเป็นสองประเภทที่น่าสนใจ คือ ระยะทางที่ใช้ในสถานการณ์ปกติ (หรือระยะทางที่ใช้เดินทางในชีวิตประจำวัน) และระยะทางในสถานการณ์ผิดปกติ เช่น การวิ่งออกนอกเส้นทาง

ยามมีเหตุฉุกเฉิน การไปยังสถานที่ที่ไม่คุ้นชินเส้นทาง ผลการศึกษาพบว่าระยะทางทั้งสองประเภทส่งผลต่อการตัดสินใจอย่างมีนัยยะสำคัญ และมีผลมากในส่วนของระยะทางในสถานการณ์ผิดปกติ ผลดังกล่าวสอดคล้องกับงานศึกษาของของ Hoen & Koetse (2014) พบว่าผลของระยะทางขับเคลื่อนจะลดลงหากผู้บริโภคมีระยะทางที่ต้องการไม่มากนัก เช่น การขับขึ้นในเมืองในระยะที่ไม่ไกล ทำให้ไม่ต้องกังวลถึงข้อจำกัดด้านระยะทางและสถานีชาร์จไฟฟ้าในขณะที่ขับขึ้นระหว่างวัน และผู้บริโภคที่มีรถยนต์อยู่แล้ว จะมีความต้องการระยะทางสูงสุดลดลง (Jensen et al., 2013)

ระยะเวลาที่ใช้ชาร์จไฟฟ้า เป็นอีกปัจจัยสำคัญควบคู่กับระยะทางที่วิ่งได้ ทั้งนี้หากระยะเวลาที่ใช้ชาร์จค่อนข้างนาน ยิ่งทำให้เกิดความลำบากในการเลือกซื้อของผู้บริโภค ซึ่งตามปกติการชาร์จแบ่งเป็นสองประเภท ประเภทแรกคือแบบช้า (Slow Charging) ซึ่งมักจะเป็นการชาร์จในที่พักอาศัยหรือที่ทำงาน ที่สามารถจอดรอได้เป็นเวลานานติดต่อกันประมาณ 6 – 8 ชั่วโมง โดยสามารถอัดประจุไฟฟ้าได้เต็ม วิธีการนี้นับเป็นการชาร์จหลักของผู้ใช้รถยนต์ไฟฟ้าทั่วไป ในขณะที่การชาร์จอีกรูปแบบคือแบบเร็ว (Fast Charging) ที่ใช้เวลาเพียง 15 – 30 นาที สามารถอัดประจุไฟฟ้าได้ประมาณร้อยละ 80 และเป็นการชาร์จตามสถานีบริการทั่วไปเป็นส่วนใหญ่

ปัจจัยสุดท้ายในกลุ่มนี้ ได้แก่ ค่ารถยนต์ ซึ่งงานของ Hoen and Koetse (2014) พบว่าปัจจัยนี้ส่งผลต่อโอกาสในการตัดสินใจเลือกซื้อของผู้บริโภคอย่างมีนัยยะสำคัญ รถยนต์ของค่ายรถยนต์ยักษ์ใหญ่จะสามารถส่งผลเชิงบวกต่อโอกาสในการเลือกซื้อได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งภาพลักษณ์ของรถยนต์จากค่ายรถยนต์ชั้นนำที่สั่งสมมาเป็นเวลานาน ยากที่ผู้บริโภคจะเลือกรถยนต์จากค่ายรถอื่น ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเป็นเทคโนโลยีใหม่ ความน่าเชื่อถือของผู้ผลิตย่อมมีความสำคัญเป็นอันดับต้น ๆ หลักฐานที่สนับสนุนแนวคิดนี้คือ ค่ายรถยนต์ยักษ์ใหญ่หลายค่ายยังอยู่ในขั้นตอนการตัดสินใจและไม่แน่ใจที่จะหันมาจับตลาดนี้อย่างจริงจังในช่วงแรก ดังจะเห็นได้จากความเห็นต่อพลังงานทางเลือกที่ต่างกันของค่ายรถยนต์ยักษ์ใหญ่⁸ ผลดังกล่าวยังกระทบต่อจำนวนรุ่นรถยนต์ในท้องตลาดที่มีให้เลือกไม่มากนัก และสร้างความไม่มั่นใจแก่ผู้บริโภคเกี่ยวกับทิศทางของเทคโนโลยี นอกจากนี้ การที่จำนวนค่ายรถยนต์ที่ผลิตยานยนต์ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นทำให้มีความหลากหลายในตลาดยานยนต์ไฟฟ้ามากขึ้น ส่งผลให้

⁸ ช่วงปี 2557 บริษัทรถยนต์ชั้นนำอย่าง Nissan, Toyota และ Honda ต่างมีความเห็นต่ออนาคตของรถยนต์พลังงานทางเลือกที่ต่างกันอย่างสิ้นเชิง ในขณะที่ค่าย Nissan มองว่ารถยนต์ประเภท BEV คืออนาคตของวงการยานยนต์ แต่ค่าย Toyota กลับมองว่าเทคโนโลยีไฮโดรเจน (Hydrogen Fuel Cell) คืออนาคตของพลังงานทดแทน และไม่ได้ให้ความสำคัญกับรถยนต์ BEV มากนัก ในขณะที่ Honda มองว่า PHEV คือทิศทางที่ค่ายจะมุ่งเป้าไป

โอกาสในการตัดสินใจของผู้ซื้อมากขึ้น (Sikes et al., 2010, Hackbarth & Madlener, 2013, Hoen & Koetse, 2014 และ Valeri & Danielis, 2015)

การวิเคราะห์ปัจจัยภายนอกที่ส่งผลต่อการตัดสินใจยอมรับยานยนต์ไฟฟ้า

เมื่อพิจารณากลุ่มของปัจจัยภายนอก ปัจจัยที่ถูกหยิบยกขึ้นมากล่าวถึงเป็นอันดับต้นคือ ราคาน้ำมัน เหตุผลหนึ่งที่ยานยนต์ไฟฟ้าถูกหยิบขึ้นมาเป็นตัวแทนยานยนต์ประเภท ICE คือการเป็นพลังงานทดแทนที่มีแนวโน้มจะถูกนำมาใช้เป็นพลังงานหลักแทนน้ำมัน โดยเฉพาะในภาวะที่ราคาน้ำมันมีทิศทางปรับตัวสูงขึ้นจากอดีตมาก ปัจจัยนี้จึงมีผลกระทบมากเมื่อเทียบกับปัจจัยภายนอกอื่น ๆ อย่างไรก็ตาม อิทธิพลของราคาน้ำมันจะมากหรือน้อยขึ้นกับปัจจัยราคาค่าไฟฟ้าที่ผู้บริโภคต้องจ่ายว่ามีราคาถูกกว่าหรือความใกล้เคียงเพียงใด ซึ่งผลที่พบจากงานศึกษาในอดีตก็พบข้อสรุปในทิศทางเดียวกัน ผู้บริโภคจึงมีแรงจูงใจในการหันมาเลือกใช้น้ำมันมากขึ้นจากต้นทุนในการใช้ต่อกิโลเมตรถูกกว่า เนื่องจากสิ่งเหล่านี้เป็นต้นทุนการใช้งานแปรผันที่ผู้บริโภคจะต้องแบกรับไปตลอดอายุการใช้งานของรถยนต์

ปัจจัยประการต่อมา ได้แก่ บริการหลังการขายและอะไหล่ทดแทน เนื่องจาก ผู้บริโภคมักนำมารวมกับการตัดสินใจ หากรถยนต์ที่ซื้อไปมีปัญหา การมีบริการหลังการขายที่ดีจะช่วยให้ผู้บริโภคสามารถตัดสินใจซื้อได้ง่ายขึ้น ในขณะที่ความยากง่ายในการหาอะไหล่ หากไม่สามารถหาได้ หรือต้องนำเข้ามาจากบริษัทแม่ในต่างประเทศ และอาจทำให้ไม่สามารถใช้งานรถยนต์ได้เป็นเวลานาน สิ่งเหล่านี้จะทำให้ผู้บริโภคเกิดความลังเลและอาจตัดสินใจไม่เลือกใช้ในที่สุด

ปัจจัยด้านโครงสร้างพื้นฐานอย่างสถานีชาร์จไฟฟ้า เป็นประเด็นที่ยังคงถูกพูดถึง โดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วงเริ่มแรกของการเกิดตลาดยานยนต์ไฟฟ้า ที่ผู้บริโภคต้องการความเชื่อมั่นว่าจะสามารถหาสถานีชาร์จตามจุดต่างๆ ได้ โดยเฉพาะเมื่อต้องขับออกไปไกลจากแหล่งที่คุ้นเคยซึ่งแตกต่างจากกรณีขับช้อปปิ้งที่สามารถวางแผนเรื่องระยะทางได้ งานศึกษาของ Jensen et al., (2013) พบว่าผู้บริโภคอาจไม่สามารถวางแผนสำหรับการหาสถานีอัดประจุไฟฟ้าได้ดีเท่ากับการหาสถานีจ่ายน้ำมันที่มีอยู่ในปัจจุบัน และลังเลที่จะเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้าสำหรับการเดินทางในระยะไกล การลงทุนในโครงสร้างเหล่านี้เป็นสิ่งที่ถูกใช้ตามแผนยุทธศาสตร์ยานยนต์ไฟฟ้าในหลายประเทศ และมักถูกใช้ควบคู่กับมาตรการส่งเสริมรูปแบบต่าง ๆ ทั้งที่เป็นตัวเงิน อย่างการลดหย่อนภาษี และเงินอุดหนุน ซึ่งมีส่วนสำคัญอย่างมากในช่วงเริ่มต้นเพื่อจูงใจให้ผู้บริโภคยอมเปลี่ยนพฤติกรรมจากที่เคยรถยนต์ ICE มาอย่างยาวนาน (Mau, 2005, Sikes et al., 2010, Hackbarth and Madlener, 2012, Glerum et al., 2014, Hoen and Koetse, 2014 และ Hess et al., 2015)

Hackbarth and Madlener (2012) และ Hoen and Koetse (2014) ได้ศึกษาเพิ่มเติมถึงการใช้อนุมูลการที่มีใช้ภาชีอื่น ๆ ของภาครฐ เช่น การให้สิทธิทางวิงพิเศษสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าโดยเฉพาะ การยกเว้นการเก็บภาชีการใช้ถนน การให้ที่จอดเฉพาะสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า การลดหย่อนค่าผ่านทางบนทางพิเศษ น่าสนใจว่ามาตรการที่มีใช้ภาชีเหล่านี้กลับไม่ได้ส่งผลต่อการตัดสินใจอย่างมีนัยยะสำคัญ อย่างไรก็ตาม Potoglou and Kanaroglou (2007) ได้ให้เหตุผลไว้อย่างน่าสนใจสองประการด้วยกันคือ ประการแรก การให้ที่จอดและช่องทางพิเศษจะไม่มีผลนักหากผู้บริโภคอาศัยอยู่ในเขตที่ไม่มีปัญหาการจราจรหนาแน่น และค่าที่จอดไม่ได้อยู่ในระดับสูง ประการที่สอง ผลกระทบของมาตรการต่าง ๆ ของแต่ละกลุ่มตัวอย่างหักล้างกันเองระหว่างกลุ่มที่กระทบและกลุ่มที่ไม่กระทบ ทำให้เมื่อพิจารณาในภาพรวมผลกระทบดังกล่าวจึงไม่ได้มีผลกระทบอย่างมีนัยยะสำคัญ ทั้งนี้การประชาสัมพันธ์ทั้งจากค่ายรถยนต์และภาครฐ เนื่องจากความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับจุดดี-จุดด้อยของยานยนต์ไฟฟ้าเป็นสิ่งสำคัญที่ผู้บริโภคควรทราบ โดยเฉพาะในช่วงเริ่มต้น การให้มีการให้ข้อมูลข่าวสารจากทั้งผู้ผลิตและภาครฐ อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีการกล่าวถึงในปัจจัยทั้งสองในงานศึกษาในอดีตมากนัก

ปัจจัยภายนอกกลุ่มสุดท้ายที่จะเป็นตัวกำหนดการเลือกซื้อของผู้บริโภคคือลักษณะเฉพาะตัวของผู้บริโภค เช่น เพศ อายุ ระดับการศึกษา ขนาดครอบครัว รายได้ จำนวนรถยนต์ที่ครอบครอง ระยะทางที่ต้องการของแต่ละบุคคล ปัจจัยเฉพาะบุคคลเหล่านี้ยังส่งผลต่อขนาดของการตอบสนองต่อทั้งปัจจัยภายในและภายนอกบางตัวดังที่กล่าวถึงข้างต้น เช่น เพศชายมีความต้องการสมรรถนะรถยนต์ที่สูงกว่าเพศหญิง ผู้มีรายได้ที่สูงจะมีการตอบสนองของราคาต่อโอกาสในการตัดสินใจเลือกที่น้อยกว่า ผู้ที่มีระดับการศึกษาที่สูงจะมีการตอบสนองของต้นทุนในการดูแลรักษาต่อโอกาสในการยอมรับที่มากกว่า เป็นต้น

ตารางที่ 1 ตัวแปรที่ใช้ในแบบจำลอง

ลำดับ	ตัวแปร	คำอธิบาย	ประเภทตัวแปร
1	X_{Price}	ราคายานยนต์ไฟฟ้า	ตัวแปรภายใน
2	$X_{Battery}$	ราคาแบตเตอรี่	ตัวแปรภายใน
3	X_{Range}	ระยะทางการขับเคลื่อนต่อชาร์จไฟฟ้าหนึ่งรอบ	ตัวแปรภายใน
4	X_{Time}	ระยะเวลาในการอัดประจุไฟฟ้า	ตัวแปรภายใน
5	X_{Speed}	สมรรถนะเครื่องยนต์	ตัวแปรภายใน
6	X_{Size}	ขนาดของตัวรถยนต์	ตัวแปรภายใน
7	X_{Brand}	ค่ายรถยนต์	ตัวแปรภายใน

ลำดับ	ตัวแปร	คำอธิบาย	ประเภทตัวแปร
8	X_{Mcost}	ต้นทุนในการดูแลรักษา	ตัวแปรภายใน
9	$D_{Service}$	บริการหลังการขาย	ตัวแปรภายนอก
10	$D_{Sparepart}$	อะไหล่ทดแทน	ตัวแปรภายนอก
11	D_{Fuel}	ราคาน้ำมัน	ตัวแปรภายนอก
12	D_{Charge}	จำนวนสถานีชาร์จไฟฟ้า	ตัวแปรภายนอก
13	D_{Elec}	ราคาค่าไฟฟ้า	ตัวแปรภายนอก
14	D_{Sub_money}	สิทธิประโยชน์ที่เป็นตัวเงิน	ตัวแปรภายนอก
15	$D_{Sub_nonmoney}$	สิทธิประโยชน์ที่ไม่เป็นตัวเงิน	ตัวแปรภายนอก
16	D_{Gov_PR}	การประชาสัมพันธ์ของภาครัฐ	ตัวแปรภายนอก
17	D_{Firm_PR}	การประชาสัมพันธ์ของค่ายรถยนต์	ตัวแปรภายนอก
18	D_{Sex}	เพศ	ตัวแปรภายนอก
19	D_{Age}	อายุ	ตัวแปรภายนอก
20	D_{Edu}	ระดับการศึกษา	ตัวแปรภายนอก
21	D_{Income}	รายได้ของผู้บริโภค	ตัวแปรภายนอก
22	D_{F_Size}	จำนวนสมาชิกในครอบครัว	ตัวแปรภายนอก
23	D_{R_Range}	ระยะเดินทางที่ผู้บริโภคต้องการ	ตัวแปรภายนอก

4. ข้อมูลที่และแบบสอบถามใช้ในการศึกษา

งานวิจัยนี้ได้ทำการวิเคราะห์ผลกระทบของปัจจัยกำหนดต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภคให้สอดคล้องกับแผนการขับเคลื่อนภารกิจด้านพลังงานเพื่อส่งเสริมการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศไทย (แผนการขับเคลื่อนฯ) ที่มุ่งให้ความสนใจกับยานยนต์ประเภทรถยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน รวมถึงการติดตั้งสถานีอัดประจุไฟฟ้าที่จะดำเนินการติดตั้งอยู่ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลเป็นหลัก ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงได้เก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) โดยใช้วิธีการสำรวจกลุ่มผู้บริโภคตัวอย่างที่อาศัยอยู่ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล 3 จังหวัด (ได้แก่ จังหวัดนนทบุรี ปทุมธานี และสมุทรปราการ) ตรงตามพื้นที่เป้าหมายภายใต้แผนการขับเคลื่อนฯ จากข้อมูลที่ได้มาจากผู้ตอบแบบสอบถามทั้งสิ้น 567 ราย ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล แบ่งเป็นผู้ที่อาศัยอยู่ในกรุงเทพฯร้อยละ 73.4 ผู้ที่อาศัยอยู่ในปริมณฑล (ปทุมธานี

นนทบุรี และสมุทรปราการ) และอื่น ๆ อีกร้อยละ 23.5 และ 3.1 ตามลำดับ เมื่อจัดข้อมูลที่มีความไม่คงเส้นคงวาออกไปทำให้เหลือตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาทั้งสิ้น 463 ราย ซึ่งเพียงพอต่อจำนวนตัวอย่างขั้นต่ำที่เหมาะสม⁹

ในการสำรวจ คณะผู้วิจัยได้ใช้แบบสอบถาม (สามารถดูรายละเอียดแบบสอบถามใน ภาคผนวก ก) โดยแบบสอบถามจะถูกแบ่งออกเป็น 3 ส่วน อันได้แก่ คำถามทั่วไป คำถามเกี่ยวกับยานยนต์ไฟฟ้า และ ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค โดยมีรายละเอียดดังนี้ ส่วนที่ 1 คือคำถามทั่วไปที่สอบถามคุณลักษณะของผู้บริโภค อาทิเช่น อายุ เพศ ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้ต่อเดือน ที่อยู่ สถานภาพ ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับการใช้รถยนต์ เป็นต้น ข้อมูลที่ได้ในส่วนนี้จะถูกนำมาใช้สำหรับการวิเคราะห์เชิงพรรณนา (Descriptive Analysis) เพื่อให้เข้าใจถึงคุณลักษณะภาพรวมและพฤติกรรมของกลุ่มผู้บริโภคตัวอย่าง

ส่วนที่ 2 คือคำถามเกี่ยวกับยานยนต์ไฟฟ้าเพื่อสอบถามการรับรู้เรื่องยานยนต์ไฟฟ้าและมุมมองต่อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค เช่น ความสนใจในการซื้อยานยนต์ไฟฟ้า เหตุผลที่ผู้บริโภคตัดสินใจซื้อ/หรือไม่ซื้อยานยนต์ไฟฟ้า คำถามในส่วนนี้จะถูกนำไปใช้ในการออกแบบนโยบายเพื่อสนับสนุนให้เกิดการยอมรับยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค นอกจากนี้เพื่อประมาณการแบบจำลองการยอมรับยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค จึงได้ออกแบบสอบถามในประเด็นเรื่องความสนใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ในส่วนนี้จะถูกนำไปกำหนดเป็นตัวแปรตาม (Dependent Variable) ในแบบจำลองต่อไป และส่วนที่ 3 คือปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค ประกอบด้วยปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภคออกเป็น ปัจจัยภายในซึ่งเป็นปัจจัยเกี่ยวกับตัวยานยนต์ไฟฟ้า อาทิ ราคาของยานยนต์ไฟฟ้า ราคาแบตเตอรี่ ระยะเวลาที่ใช้อัดประจุไฟฟ้า เป็นต้น และปัจจัยภายนอกซึ่งเป็นปัจจัยอื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวกับตัวยานยนต์ไฟฟ้า อาทิเช่น ราคาน้ำมัน จำนวนสถานีอัดประจุไฟฟ้า นโยบายของภาครัฐ เป็นต้น คำถามในส่วนนี้จะถูกนำไปใช้เพื่อกำหนดเป็นตัวแปรต้น (Independent Variable) ในแบบจำลองการประมาณการยอมรับยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค

จากผลการสำรวจกลุ่มตัวอย่างจำนวน 463 ราย พบว่ากลุ่มตัวอย่างร้อยละ 60 มีช่วงอายุอยู่ในช่วง 20-30 และ 31-40 ปี และอีกร้อยละ 37 เป็นกลุ่มที่มีอายุตั้งแต่ 40 ปีขึ้นไป ข้อมูลช่วงอายุและการศึกษาในตารางที่ 2-ก ชี้ให้เห็นว่าตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นกลุ่มที่อยู่ในวัยทำงานและส่วนใหญ่มีรายได้อยู่ในช่วง 25,000-50,000 บาท

⁹ ใช้วิธีการกำหนดขนาดตัวอย่างด้วยวิธีการของ Cochran (1963) คำนวณจากสูตร $n = \frac{Z^2 pq}{E^2}$ ซึ่งกำหนดค่ามาตรฐานของระดับความเชื่อมั่น ซึ่งกำหนดให้เท่ากับ 95% ดังนั้น $Z = 1.96$ ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับ $E = 0.05$ ค่าสัดส่วนที่ประมาณไว้ $p = 0.5$ และ $q = 1 - p$ ซึ่งมีจำนวนทั้งสิ้น 385 ราย

รองลงมาคือกลุ่มที่มีรายได้สูงกว่า 50,000 บาทขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 42.5 และ 37 ของตัวอย่างทั้งหมด ซึ่งถือได้ว่าเป็นกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมที่จะใช้เป็นตัวแทนสะท้อนถึงกลุ่มผู้บริโภคที่มีกำลังซื้อยานยนต์ไฟฟ้าได้เป็นอย่างดี อีกทั้งกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นผู้ที่สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาตรีและโท คิดเป็นสัดส่วนรวมร้อยละ 90 ซึ่งน่าจะเป็นเครื่องชี้วัดว่ากลุ่มตัวอย่างมีระดับความเข้าใจเกี่ยวกับความสำคัญของการเข้ามาของยานยนต์ไฟฟ้าได้ระดับหนึ่ง อีกทั้งยังเป็นกลุ่มที่มีระดับรายได้ที่น่าจะสามารถซื้อรถยนต์ไฟฟ้าได้จริง สะท้อนผ่านข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่แสดงให้เห็นความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างสัดส่วนของผู้สนใจกับระดับการศึกษา ที่กลุ่มผู้ที่มีการศึกษต่ำกว่าปริญญาตรี

หากพิจารณาจากร้อยละของผู้ที่สนใจเลือกซื้อรถยนต์ไฟฟ้าภายในกลุ่ม จะพบว่ากลุ่มของผู้ที่มีอายุในช่วงระหว่าง 31-60 ปี เป็นกลุ่มที่มีความสนใจเลือกซื้อรถยนต์ไฟฟ้าใกล้เคียงกันคิดเป็นสัดส่วนสูงกว่าร้อยละ 60 น่าสนใจว่ายานยนต์ไฟฟ้านับเป็นทางเลือกที่ทุกกลุ่มระดับรายได้ให้ความสนใจ เห็นได้จากสัดส่วนความสนใจที่สูงกว่าร้อยละ 50 ในผู้บริโภคทุกกลุ่มรายได้ นอกจากนี้สัดส่วนยังเพิ่มขึ้นเมื่อระดับรายได้สูงขึ้น และสูงมากถึงร้อยละ 80.8 สำหรับผู้ที่มีรายได้เกินกว่า 80,000 บาทขึ้นไป ความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างความต้องการและระดับรายได้ที่พบอาจกล่าวได้ว่ายานยนต์ไฟฟ้าเป็นสินค้าปกติ (Normal Goods) ในสายตาของผู้บริโภค

ตารางที่ 2-ข แสดงข้อมูลระยะทางที่ใช้ในการเดินทางต่อวันและต่อปี ความหนาแน่นบนท้องถนนที่เผชิญต่อวันโดยคิดเป็นสัดส่วนต่อระยะทางทั้งหมด พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่เดินทางอยู่ในช่วงระหว่าง 20-50 กิโลเมตรต่อวัน และส่วนใหญ่เผชิญกับความหนาแน่นบนท้องถนนคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 40 ของระยะทางทั้งหมด อย่างไรก็ตาม ทุกกลุ่มมีความสนใจเลือกซื้อรถยนต์ไฟฟ้าสูงกว่าร้อยละ 60 ทั้งสิ้น อย่างไรก็ตามสัดส่วนการครอบครองรถยนต์ของผู้ที่สนใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าสะท้อนให้เห็นว่าผู้บริโภคกลุ่มที่มีรถยนต์อยู่แล้วมีความสนใจยานยนต์ไฟฟ้าร้อยละ 69.4 สูงกว่ากลุ่มที่ไม่มีรถยนต์ที่มีสัดส่วนของผู้สนใจอยู่ร้อยละ 45.7 สัดส่วนดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่ายานยนต์ไฟฟ้าถูกมองว่าเป็นรถยนต์ทางเลือกคันที่สองที่ซื้อมีในระยะเวลาที่ไม่ใกล้นัก หรือวิ่งในระยะเวลาที่ไม่ต้องกังวลถึงการหาสถานีชาร์จไฟฟ้า อย่างไรก็ตาม สัดส่วนที่ต่ำในกลุ่มผู้ที่ยังไม่มีรถยนต์อาจเป็นผลจากความไม่แน่ใจในทิศทางของเทคโนโลยีใหม่ ความยากง่ายในการเข้าถึงสถานีชาร์จไฟฟ้าตามที่ต่าง ๆ โดยเฉพาะในช่วงเริ่มต้น ความต้องการในยานยนต์ไฟฟ้าจึงมีไม่มากนักเท่ากลุ่มอื่น นอกจากนี้ผู้ที่เป็นเจ้าของยานยนต์ไฟฟ้าอยู่แล้ว (ร้อยละ 3.7) ร้อยละ 94.1 ยังสนใจที่จะใช้ยานยนต์ไฟฟ้าต่อ ขณะที่ร้อยละ 60 ของผู้ที่ยังไม่ได้เป็นเจ้าของยานยนต์ไฟฟ้ามีความสนใจยานยนต์ไฟฟ้า

ตารางที่ 2-ค. จะเห็นได้ว่ากลุ่มผู้บริโภครที่สนใจซื้อผลิตภัณฑ์มีสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 61.1 และเมื่อกำหนดให้ผู้บริโภค วัตถุประสงค์ปัจจัยกำหนดภายใน/ ภายนอกแต่ละตัวโดยที่ที่กำหนดให้ 0 คะแนนหมายถึงไม่มีผลกระทบต่อการตัดสินใจ และ 4 คะแนนคือมีผลกระทบต่อการตัดสินใจมากที่สุด ผลในเบื้องต้นพบว่าสัดส่วนการเลือกมีลักษณะที่กระจุก อยู่ในกลุ่มผลกระทบต่อการตัดสินใจมากที่สุดที่สูงกว่าร้อยละ 50 คือ ราคาซื้อขายยานยนต์ไฟฟ้า (ร้อยละ 60.13) และ จำนวนสถานีชาร์จไฟฟ้า (ร้อยละ 55.12) ซึ่งผู้บริโภคมองว่าตำแหน่งที่เหมาะสม คือการตั้งสถานีชาร์จไฟฟ้าตาม ปั้มน้ำมันที่คิดเป็นสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 25 ของจำนวนตัวเลือกทั้งหมด รองลงมาคือสถานีชาร์จในห้างสรรพสินค้า คอมมูนิตีมีอลล์ และสถานที่ทำงาน คิดเป็น ร้อยละ 22 และ 21 ตามลำดับ (ตารางที่ 2-ค.) ผลที่ได้เป็นสิ่งที่ไม่น่า แปลกใจเนื่องจากเป็นสถานที่ที่คนทั่วไปต้องเดินทางไปมาบ่อยครั้งในชีวิตประจำวัน ดังนั้นสถานที่เหล่านี้จึงถูก เลือกเป็นอันดับต้น ๆ

จากการสำรวจพบว่าปัจจัยที่ผู้บริโภครเห็นว่า เป็น ปัจจัยสนับสนุน เป็นอันดับแรกๆ คือ ความสามารถในการประหยัดพลังงานเชื้อเพลิง (ร้อยละ 21.3) ประสิทธิภาพที่สูง (ร้อยละ 19.7) และการเป็นเทคโนโลยีใหม่ (ร้อยละ 19.3) สะท้อนถึงการตื่นตัวเกี่ยวกับเทคโนโลยีใหม่ที่มีความสามารถในการลดต้นทุนต่อกิโลเมตรในการเดินทาง ของผู้บริโภครได้ ขณะที่การส่งเสริมจากรัฐ มีสัดส่วนเพียงเล็กน้อยที่ร้อยละ 6.3 เท่านั้นที่กลุ่มตัวอย่างเห็นว่า เป็นปัจจัยสนับสนุนการเลือกซื้อ สัดส่วนดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่ามาตรการของรัฐในการจูงใจผู้บริโภครปัจจุบันอาจ ยังมีน้อยและยังไม่แพร่หลายในมุมมองของผู้บริโภคร และอาจต้องการมาตรการเชิงรุกที่มากขึ้น ทั้งจากรัฐเพิ่มเติม โดยมาตรการที่ผู้บริโภครให้ความสนใจและถูกเลือกเป็นอันดับแรกมากที่สุดจากการเลือกทั้งหมด อยู่ในกลุ่มเกี่ยวกับ มาตรการส่งเสริมที่เป็นตัวเงินเป็นหลัก ได้แก่ สิทธิพิเศษทางภาษี คิดเป็นร้อยละ 47.5 รองลงมาได้แก่ การให้เงินอุดหนุน คิดเป็นร้อยละ 16.4 ส่วนมาตรการส่งเสริมที่ไม่เป็นตัวเงิน และอื่น ๆ กลับได้รับความสนใจไม่มากนัก

ตารางที่ 2 ข้อมูลพื้นฐานที่ได้จากกลุ่มตัวอย่าง

ก. ข้อมูลพื้นฐาน

ข้อมูลทั่วไป	ร้อยละของจำนวนตัวอย่างทั้งหมด	ร้อยละของผู้ที่สนใจยานยนต์ไฟฟ้าภายในกลุ่ม
เพศ		
ชาย	48.6	66.2
หญิง	51.4	56.3
อายุ		
20-30 ปี	30.7	52.8
31-40 ปี	32.2	64.4
41-50 ปี	22.9	67.0
51-60 ปี	13.4	64.5
60 ปี ขึ้นไป	0.9	25.0
รายได้		
ต่ำกว่า 25,000 บาท	20.3	54.3
25,000 – 50,000 บาท	42.5	56.9
50,001 – 80,000 บาท	20.3	60.6
มากกว่า 80,000 บาท	16.8	80.8
ระดับการศึกษา		
ต่ำกว่าปริญญาตรี	2.2	40.0
ปริญญาตรี	49.7	56.5
ปริญญาโท	40.4	66.8
สูงกว่าปริญญาโท	7.8	66.7

ข้อมูลทั่วไป	ร้อยละของจำนวนตัวอย่างทั้งหมด	ร้อยละของผู้ที่สนใจยานยนต์ไฟฟ้าภายในกลุ่ม
จำนวนสมาชิกในครอบครัวทั้งหมด*		
1 คน	5.2	66.7
2 คน	11.0	64.7
3 คน	23.8	61.8
4 คน	34.6	58.1
5 คน	12.1	57.1
มากกว่า 5 คน	13.4	66.1

หมายเหตุ: * สมาชิกในครอบครัวที่อาศัยอยู่ด้วยกัน

ข. การครอบครองรถยนต์และความหนาแน่นบนท้องถนนที่ผู้บริโภคเผชิญ

การเดินทางและความหนาแน่นบนท้องถนน	ร้อยละของจำนวนตัวอย่างทั้งหมด	ร้อยละของผู้ที่สนใจยานยนต์ไฟฟ้าภายในกลุ่ม
ระยะทางในการใช้รถยนต์ต่อปี		
น้อยกว่า 10,000 km.	32.2	61.8
ระหว่าง 10,000 – 20,000 km.	42.9	68.9
มากกว่า 20,000 km.	24.9	60.0
ระยะทางในการใช้รถยนต์ต่อวัน		
น้อยกว่า 20 km.	32.7	61.6
ระหว่าง 20 – 50 km.	44.2	65.7
ระหว่าง 50 – 80 km.	14.7	67.9
มากกว่า 80 km.	8.4	62.5

การเดินทางและความหนาแน่นบนท้องถนน	ร้อยละของจำนวนตัวอย่างทั้งหมด	ร้อยละของผู้ที่สนใจยานยนต์ไฟฟ้าภายในกลุ่ม
ความหนาแน่นบนท้องถนนที่เผชิญ		
น้อย (น้อยกว่า 40%)	15.2	63.8
กลาง (40%-60%)	52.1	62.3
มาก (มากกว่า 70%)	32.7	68.0
จำนวนรถยนต์ในครอบครอง		
ไม่มี	17.5	45.7
1 คัน	45.6	61.1
2 คัน	23.5	67.9
มากกว่า 2 คัน	13.4	69.4
การเป็นเจ้าของยานยนต์ไฟฟ้า		
ใช่	3.7	94.1
ไม่ใช่	96.3	59.9

ค. สัดส่วนความสนใจและมุมมองต่อปัจจัยกำหนดต่าง ๆ ของผู้บริโภค

ร้อยละความสนใจเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้า	
สนใจซื้อ = 61.1	ไม่สนใจซื้อ = 38.9

ผลกระทบของปัจจัยกำหนดต่อการตัดสินใจ					
	ไม่มีผล (0 คะแนน)	น้อย (1 คะแนน)	ปานกลาง (2 คะแนน)	มาก (3 คะแนน)	มากที่สุด (4 คะแนน)
ปัจจัยภายใน					
ราคายานยนต์ไฟฟ้า	0.65	1.31	8.93	28.98	60.13
ราคาแบตเตอรี่	0.65	1.31	13.07	40.31	44.66
ระยะทางการขับเคลื่อน	0.00	1.53	10.24	49.02	39.22
ขนาดของยานยนต์ไฟฟ้า	2.18	8.93	8.93	37.91	10.24
ค่ายรถยนต์	1.31	7.63	33.99	39.22	17.86
สมรรถนะเครื่องยนต์	0.65	2.61	21.57	45.10	30.07
ระยะเวลาที่ใช้ชาร์จไฟ	0.00	0.87	12.42	41.18	45.53
ค่าบำรุงรักษา	0.22	2.18	10.02	38.56	49.02
ปัจจัยภายนอก					
ราคาน้ำมัน	3.49	8.28	30.07	34.64	23.53
ระยะทางที่ต้องการใช้งาน	0.00	2.83	17.21	46.19	33.77
บริการหลังการขาย	0.87	1.74	13.07	39.65	44.66
อะไหล่ทดแทน	0.65	1.09	9.37	40.74	48.15
จำนวนสถานีชาร์จไฟฟ้า	0.00	1.09	7.41	36.38	55.12
ราคาค่าไฟฟ้า	0.22	3.05	14.60	35.29	46.84
การประชาสัมพันธ์ของค่ายรถ	1.74	17.86	44.88	27.02	8.50
การประชาสัมพันธ์ของภาครัฐ	2.61	17.21	40.52	28.54	11.11
สิทธิประโยชน์ที่เป็นตัวเงิน	1.09	4.14	22.44	41.39	30.94
สิทธิประโยชน์ที่ไม่เป็นตัวเงิน	4.14	10.24	29.85	34.86	20.92

ง. ตำแหน่งของสถานีชาร์จที่เหมาะสมในสายตาผู้บริโภค

สถานที่ติดตั้งจุดชาร์จไฟฟ้า	ร้อยละ
ปั้มน้ำมัน	25.0
สถานที่ราชการ	12.6
ที่ทำงาน, อาคารสำนักงาน	21.3
ส่วนกลางหมู่บ้าน, คอนโดมีเนียม	18.6
ห้างสรรพสินค้า, คอมมูนิตี้ มอลล์	22.4

จ. ปัจจัยสนับสนุนและปัจจัยถ่วงดุลในสายตาผู้บริโภค

ปัจจัยสนับสนุน	ร้อยละ	ปัจจัยถ่วงดุล	ร้อยละ
ราคาสมเหตุสมผล	16.5	เทคโนโลยีไม่น่าเชื่อถือ	6.8
เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม	15.9	ไม่มีรุ่นและขนาดที่สนใจ	5.4
ประสิทธิภาพสูงกว่ารถที่ใช้น้ำมัน	19.7	ยานยนต์ไฟฟ้ามีราคาสูง	22.3
ทำให้รู้สึกเหมือนเป็นคนทันสมัย	1.0	ค่าดูแลรักษาสูง	20.3
มาตรการส่งเสริมจากทางภาครัฐ	6.3	ระยะทางในการวิ่งน้อย	10.8
ประหยัดค่าเชื้อเพลิง	21.3	ระยะเวลาในการชาร์จไฟนาน	11.3
เป็นเทคโนโลยีใหม่	19.3	สถานีชาร์จไฟมีน้อย	23.0

ฉ. มาตรการส่งเสริมภาครัฐที่ผู้ประกอบการสนใจ

มาตรการส่งเสริมที่สนใจ	ร้อยละ
ลดหย่อนภาษี	47.5
ให้เงินอุดหนุน	16.4
ช่วยเหลือทางด้านสินเชื่อ	4.7
อุดหนุนราคาไฟฟ้า	7.8
สิทธิพิเศษต่างที่ไม่เป็นตัวเงินอื่น ๆ	5.0

ที่มา: ผู้วิจัยคำนวณจากข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถาม

5. ผลการศึกษา

ในส่วนนี้คณะผู้วิจัยได้ทำการประมาณค่าแบบจำลองโดยเริ่มต้นด้วยการตรวจสอบความถูกต้องในการพยากรณ์ของตัวแบบด้วยเส้นโค้ง Receiver Operating Characteristic (ROC) จากรูปที่ 1 กำหนดให้แกนตั้งแสดงค่า Sensitivity และแกนนอนแสดงค่า 1- Specificity จากผลการคำนวณพบว่า ร้อยละ 66.3 ของตัวอย่างมีการจำแนกกลุ่มได้อย่างถูกต้อง ซึ่งแสดงว่ามีความไวค่อนข้างสูง ผลการทดสอบดังกล่าวสามารถอธิบายได้ว่าแบบจำลองดังกล่าวนี้สามารถนำไปใช้เพื่อพยากรณ์และตรวจสอบปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการตัดสินใจซื้อขายยานยนต์ไฟฟ้าได้

ผลการคำนวณค่า Marginal Effect มีค่ามากกว่า 0 ดังแสดงในตารางที่ 3 ซึ่งให้เห็นว่าราคาซื้อขายยานยนต์ไฟฟ้า และต้นทุนการดูแลรักษาส่งผลต่อการตัดสินใจซื้ออย่างมีนัยยะสำคัญ สอดคล้องกับงานศึกษาในอดีตที่ต่างพบข้อสรุปที่เหมือนกัน คือ ราคายานยนต์ไฟฟ้าส่งผลเชิงลบต่อการตัดสินใจซื้อขายยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภคโดยหากราคายานยนต์ไฟฟ้ายิ่งสูงขึ้น จะทำให้โอกาสในการซื้อขายยานยนต์ไฟฟ้าลดลง ขณะที่ต้นทุนการดูแลที่สูงจะส่งผลเชิงลบต่อการตัดสินใจเช่นกัน อย่างไรก็ตามผลการคำนวณไม่พบว่าราคาแบตเตอรี่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้ออย่างมีนัยยะสำคัญ ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากการที่ราคาของแบตเตอรี่มีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องในช่วงที่ผ่านมา อีกประการหนึ่งคือราคาแบตเตอรี่จัดอยู่ในส่วนของการดูแลรักษาเนื่องจากปัจจุบันอายุการใช้งานของแบตเตอรี่มีอายุค่อนข้างนาน (Santini DJ & Vyas AD, 2005)

ค่ายรถยนต์ที่ผลิต ระยะเวลาที่ใช้ประจุไฟฟ้าและสมรรถนะเครื่องยนต์เป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการตัดสินใจซื้อขายยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภคอย่างมีนัยยะสำคัญ เนื่องจากผู้บริโภคมั่นใจยานยนต์ไฟฟ้าของแต่ละค่ายรถยนต์ที่แตกต่างกัน ค่ายรถยนต์ที่เป็นที่ยอมรับหรือมีชื่อเสียงที่ดีจากการสะสมความเชื่อมั่นในตลาดมาอย่างยาวนานจะส่งผลกระทบต่อจิตใจของผู้บริโภคสูงกว่าค่ายรถยนต์ที่มีชื่อขึ้นรองลงมา สอดคล้องกับงานศึกษาของ Bolduc et al., (2008) และ Helveston et al., (2015) ในทำนองเดียวกัน ผลการศึกษาพบว่าระยะเวลาที่ใช้ชาร์จไฟฟ้าและความสามารถในการทำความเร็วของเครื่องยนต์เป็นปัจจัยสำคัญที่กระทบการตัดสินใจ ผู้บริโภคส่วนใหญ่ไม่ต้องการเสียเวลานานในการอัดประจุไฟฟ้ายานยนต์ในที่สาธารณะ และผลดังกล่าวน่าจะยิ่งทวีความสำคัญมากขึ้นเมื่อต้องเผชิญกับสภาพแวดล้อมการจราจรที่ติดขัดอย่างประเทศไทย

ปัจจัยภายนอกที่ส่งผลนัยยะสำคัญปัจจัยแรกคือบริการหลังการขาย ผลดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่ายานยนต์ไฟฟ้ายังเป็นเรื่องใหม่ในตลาดอย่างน้อยสองประการ ประการแรก การเข้ามาในตลาดของค่ายรถยนต์ยังไม่สามารถ

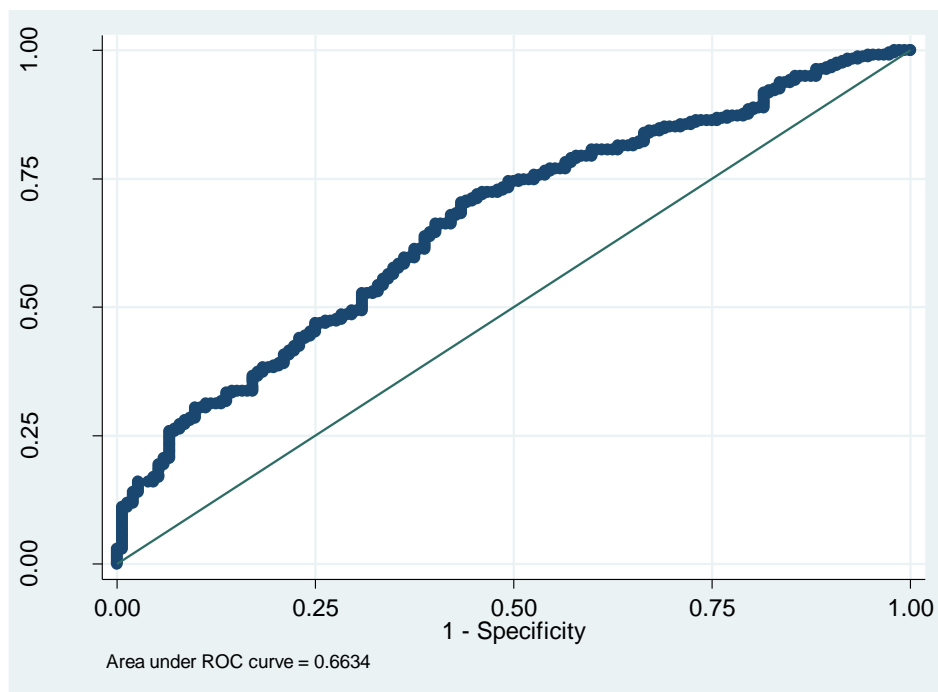
สร้างความเชื่อมั่นเรื่องการให้บริการหลังการขายของตัวแทนจำหน่ายหากรถยนต์ที่ซื้อไปมีปัญหา ประการที่สอง การใช้บริการซ่อมรถยนต์ที่เคยใช้บริการเดิมจะสามารถรองรับยานยนต์ไฟฟ้าได้หรือไม่ ยังเป็นสิ่งที่ผู้บริโภคมีความกังวล อีกทั้งผลดังกล่าวยังชี้ให้เห็นว่าการสร้างความมั่นใจเกี่ยวกับบริการหลังการขายมีความสำคัญมากกว่า การประชาสัมพันธ์รถยนต์ของค่ายผลิต แตกต่างจากการประชาสัมพันธ์ภาครัฐที่ยังส่งผลต่อการตัดสินใจของผู้ซื้อ หากภาครัฐประชาสัมพันธ์เชิงรุกในการให้ข้อมูลเกี่ยวกับยานยนต์ไฟฟ้ามากขึ้นจะเป็นปัจจัยสำคัญในการจูงใจให้ผู้บริโภคหันมาให้ความสนใจยานยนต์ไฟฟ้าจนในที่สุดอาจตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าได้ งานศึกษาของ Krause et al. (2013) และ Freyschlag (2016) พบว่า การประชาสัมพันธ์ (เช่น การให้ข้อมูล หรือการจัดตั้งโซนสำหรับการทดลองใช้) เพื่อให้ข้อมูลเกี่ยวกับยานยนต์ไฟฟ้ามีผลทำให้ผู้บริโภคมีโอกาสเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้ามากขึ้น ทั้งนี้ ปัจจัยภายนอกที่เป็นลักษณะเฉพาะส่วนบุคคล มีเพียงรายได้และระดับการศึกษาเท่านั้นที่พบว่าส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อ

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณากลุ่มของตัวแปรที่ไม่พบว่าส่งผลต่อการตัดสินใจอย่างมีนัยยะสำคัญ พบว่ามีสิ่งที่น่าสนใจอยู่ 3 ประการ ประการแรกคือ ราคาน้ำมันทั้งที่น้ำมันคือต้นทุนการขับเคลื่อนหลักของรถยนต์ ICE ที่ใช้เปรียบเทียบกับการใช้รถยนต์ไฟฟ้าขัดแย้งกับผลการศึกษาในอดีต ผลดังกล่าวมาจากภาครัฐมีการอุดหนุนโดยใช้เงินทุนของภาครัฐในการสนับสนุนทางด้านภาษีทำให้ราคาน้ำมันบิดเบือนและไม่สะท้อนถึงราคาที่แท้จริง ประการที่สอง คือ จำนวนสถานีชาร์จไฟฟ้าและระยะทางที่วิ่งได้ต่อการชาร์จไฟหนึ่งรอบไม่ได้ส่งผลอย่างมีนัยยะสำคัญ ขัดแย้งกับงานศึกษาในอดีตที่มักว่าปัจจัยดังกล่าวส่งผลอย่างมีนัยยะสำคัญ ผลดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าผู้บริโภคไม่มีความกังวลเกี่ยวกับการหาสถานีชาร์จ ส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากการปรากฏสถานีชาร์จที่ติดตั้งตามสถานที่ต่าง ๆ อย่าง สถานีราชการ ห้างสรรพสินค้า อย่างแพร่หลาย ซึ่งเป็นการเตรียมความพร้อมทางโครงสร้างพื้นฐานตามแผนขับเคลื่อนฯ ของรัฐบาล นอกจากนี้ระยะทางการขับเคลื่อนต่อการประจุไฟฟ้าหนึ่งรอบไม่ได้มีผลต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าเนื่องจากปัจจุบันยานยนต์ไฟฟ้าหลายรุ่นมีระยะทางที่ทางผู้ผลิตระบุว่าสามารถขับได้ต่อการอัดประจุไฟฟ้าหนึ่งครั้งอยู่ที่ระดับ 150 - 200 ไมล์ หรือประมาณ 240 กิโลเมตร - 320 กิโลเมตร ต่อการอัดประจุไฟฟ้าหนึ่งครั้ง ไม่ว่าจะเป็น Tesla Model S หรือ BMW i3 ที่ถือว่าเป็นระดับบน (Luxury/Premium Segment) หรืออย่าง Nissan Leaf ที่ได้มีการเปิดตัวไปพร้อมกับระยะทางการขับเคลื่อนที่ได้ไกลขึ้น เป็นต้น และในอนาคตเมื่อเทคโนโลยีพัฒนาต่อไปอีก ระยะทางของยานยนต์ไฟฟ้าที่วิ่งได้ก็จะมากขึ้นอีก ซึ่งแม้ว่าระยะทางจะยังน้อยกว่ารถยนต์ที่ใช้น้ำมันแต่ก็ช่วยลดประเด็นความกังวลของผู้บริโภคที่ต้องหาสถานีชาร์จระหว่างทาง ซึ่งส่วนนี้ส่งผลทำให้ระยะทางที่ต้องการใช้งานของแต่ละบุคคลไม่ส่งผลต่อการตัดสินใจเช่นกัน

ประการที่สาม การส่งเสริมภาครัฐไม่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อขายยานยนต์ไฟฟ้า ทั้งที่เป็นตัวเงินและไม่เป็นตัวเงิน เนื่องจากผู้บริโภคคิดว่ารัฐบาลไทยยังไม่มีมาตรการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าอย่างจริงจังไม่ว่าจะเป็นนโยบายที่เกี่ยวข้องกับผู้ผลิตและผู้บริโภค ซึ่งหากพิจารณาจากยอดขายยานยนต์ไฟฟ้าในปัจจุบันจะพบว่ากว่า 95% ของยอดขายยานยนต์ไฟฟ้ากระจุกตัวอยู่ใน 10 ประเทศ ได้แก่ จีน สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น แคนาดา นอร์เวย์ อังกฤษ ฝรั่งเศส เยอรมัน เนเธอร์แลนด์ และสวีเดน ซึ่งทุกประเทศรัฐบาลมีนโยบายสนับสนุนที่ชัดเจนเพื่อกระตุ้นให้เกิดการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าอย่างจริงจังนอกจากนี้ ขนาดของตัวยานยนต์ไฟฟ้า การประชาสัมพันธ์ของค่ายรถ/ผู้จำหน่ายยานยนต์ไฟฟ้า และสิทธิประโยชน์อื่น ๆ เช่น ช่องทางวีงพิเศษสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า ที่โดยเฉพาะของยานยนต์ไฟฟ้า ไม่ได้เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อขายยานยนต์ไฟฟ้า

เมื่อพิจารณาถึงปัจจัยทุกตัวโดยเฉลี่ยแล้ว สามารถคำนวณหาค่าอัตราการยอมรับจากวิธีในสมการที่ (6) ได้ โดยค่าอัตราการยอมรับที่คำนวณได้มีค่าร้อยละ 61.6

รูปที่ 1 เส้นโค้ง Receiver Operating Characteristic (ROC)



ที่มา: คำนวณโดยคณะผู้วิจัย

ตารางที่ 3 ผลการประมาณค่าผลกระทบส่วนเพิ่มและอัตราการยอมรับจากแบบจำลอง

ปัจจัยกำหนด	ผลกระทบส่วนเพิ่ม (Marginal Effect)
ปัจจัยภายใน	
ราคายานยนต์ไฟฟ้า (X_{Price})	0.067 *
ราคาแบตเตอรี่ ($X_{Battery}$)	-0.054
ระยะทางการขับเคลื่อน (X_{Range})	-0.034
ขนาดของยานยนต์ไฟฟ้า (X_{Size})	-0.014
ค่ายรถยนต์ (X_{Brand})	0.037 *
สมรรถนะเครื่องยนต์ (X_{Speed})	0.022 *
ระยะเวลาที่ใช้ชาร์จไฟ (X_{Time})	0.004 *
ค่าบำรุงรักษา (X_{Mcost})	-0.002
ปัจจัยภายนอก	
ราคาน้ำมัน (D_{Fuel})	-0.065
บริการหลังการขาย ($D_{Service}$)	0.048 *
อะไหล่ทดแทน ($D_{Sparepart}$)	-0.042
จำนวนสถานีชาร์จไฟฟ้า (D_{Charge})	-0.004
ราคาค่าไฟฟ้า (D_{Elec})	-0.010
การประชาสัมพันธ์ของค่ายรถ (D_{Firm_PR})	-0.091
การประชาสัมพันธ์ของภาครัฐ (D_{Gov_PR})	0.098 *
สิทธิประโยชน์ที่เป็นตัวเงิน (D_{Sub_money})	0.005 *
สิทธิประโยชน์ที่ไม่เป็นตัวเงิน ($D_{Sub_nonmonney}$)	-0.044
เพศ (D_{Sex})	-0.055

ปัจจัยกำหนด	ผลกระทบส่วนเพิ่ม (Marginal Effect)
อายุ (D_{Age})	-0.016
ระดับการศึกษา (D_{Edu})	0.052 *
รายได้ (D_{Income})	0.042 *
จำนวนสมาชิกในครอบครัว (D_{F_Size})	-0.024
ระยะทางที่ต้องการใช้งาน (D_{R_Range})	-0.006
อัตราการยอมรับ (Adoption Rate)	0.616

หมายเหตุ: * หมายถึงส่งผลกระทบต่อความคิดเห็นเลือกซื้ออย่างมีนัยยะสำคัญ

ที่มา: คำนวณโดยคณะผู้วิจัย

6. บทสรุปและนัยยะเชิงนโยบาย

ผลการศึกษาจากการประมาณค่าด้วยแบบจำลอง Logit และคำนวณค่า Marginal Effect พบว่า อัตราการยอมรับ (Adoption Rate) ยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภคโดยเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 60 ทั้งนี้ ปัจจัยภายในที่ส่งผลกระทบต่อความคิดเห็นเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้า ได้แก่ ราคายานยนต์ไฟฟ้า ค่ารถยนต์ที่ผลิตยานยนต์ไฟฟ้า สมรรถนะเครื่องยนต์ ระยะเวลาที่ใช้ประจุไฟฟ้า และ การบำรุงรักษาและดูแลอื่น ๆ ในขณะที่ปัจจัยภายนอกที่ส่งผลกระทบต่อความคิดเห็นเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้า ได้แก่ บริการหลังการขาย และ การประชาสัมพันธ์ของภาครัฐ นอกจากนี้ปัจจัยภายนอกที่สะท้อนลักษณะของผู้บริโภค มีเพียงระดับการศึกษาและรายได้ เท่านั้น ที่ส่งผลกระทบต่อความคิดเห็นเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค

ผลการศึกษาพบว่านโยบายอุดหนุนด้านสิทธิประโยชน์ต่าง ๆ ไม่ส่งผลกระทบต่อความคิดเห็นเลือกซื้ออย่างมีนัยยะสำคัญ เนื่องจากผู้บริโภคเห็นว่ารัฐบาลไทยยังไม่มีมาตรการส่งเสริมยานยนต์ไฟฟ้าที่เริ่มใช้อย่างจริงจัง ถึงแม้จะมีแผนขับเคลื่อนภารกิจด้านพลังงานฯ ระหว่างปี พ.ศ. 2559 – 2579 แต่การส่งเสริมมุ่งเน้นไปที่การสร้างโครงสร้างพื้นฐานเป็นหลัก โดยไม่ได้มีการกำหนดมาตรการสนับสนุนทางด้านอุปสงค์ของผู้บริโภคอย่างชัดเจน นัยยะเชิงนโยบายจากผลการศึกษาพฤติกรรมความคิดเห็นของผู้บริโภคสามารถแบ่งออกได้เป็นสองกลุ่ม กลุ่มแรก คือบทบาทของรัฐในการใช้มาตรการส่งเสริมทางด้านราคา เนื่องจากราคายังเป็นปัจจัยภายในที่สำคัญลำดับแรกต่อ

การตัดสินใจเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของผู้บริโภค ซึ่งในปัจจุบันยานยนต์ไฟฟ้ายังมีราคาค่อนข้างสูง ราคาใน
ความหมายนี้จะพิจารณารวมทั้งราคาของตัวยานยนต์ไฟฟ้าและต้นทุนการดูแลรักษา ดังนั้น บทบาทของรัฐที่
เหมาะสมในเรื่องนี้คือการใช้มาตรการที่ทำให้ราคาของยานยนต์ไฟฟ้าต่ำลงผ่านนโยบายทางการเงินและไม่ใช้
ตัวเงินต่าง ๆ

ในปัจจุบันมาตรการที่ส่งผลต่อราคายานยนต์ไฟฟ้าของไทยมีเพียงการลดอัตราภาษีสรรพสามิตเท่านั้น ซึ่ง
ยังสามารถขยายสิทธิให้ครอบคลุมไปยังภาษีประเภทอื่น ๆ เช่น ภาษีมูลค่าเพิ่ม และภาษีนำเข้า นอกจากนี้
เครื่องมือการให้เงินอุดหนุนหรือการให้คูปองส่วนลดหากผู้บริโภคเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้าก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่ง
ที่สามารถดำเนินการควบคู่ไปกับมาตรการทางภาษีเช่นกัน โดยกำหนดสัดส่วนของมูลค่าการช่วยเหลือตามประเภท
ของยานยนต์ไฟฟ้า เช่น การสนับสนุนจำนวนตัวเงินให้แก่ยานยนต์ไฟฟ้าประเภท BEV มากที่สุดและรองลงมาคือ
ประเภท PHEV ซึ่งทั้งสองมาตรการนี้สอดคล้องกับมาตรการที่ผู้บริโภคให้ความสนใจเป็นอันดับแรก ในขณะที่
มาตรการอื่นสามารถนำมาใช้ประกอบเพิ่มเติม เช่น มาตรการช่วยเหลือด้านสินเชื่อ การอุดหนุนราคาค่าไฟฟ้า
สำหรับยานยนต์ไฟฟ้าเพื่อช่วยลดต้นทุนการเป็นเจ้าของของผู้บริโภค

กลุ่มที่ 2 คือการส่งเสริมด้านปัจจัยภายนอกที่สำคัญ ได้แก่ การเร่งประชาสัมพันธ์ด้วยการให้ข้อมูลข่าวสาร
เกี่ยวกับข้อดีของการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าว่ามีประโยชน์ในแง่ของการประหยัดค่าเชื้อเพลิงและส่งผลกระทบต่อ
(Positive Externalities) ต่อสังคมอย่างไร รวมถึงการจัดงานนิทรรศการเกี่ยวกับยานยนต์ไฟฟ้าเพื่อเปิดให้
ประชาชนสามารถเข้าถึงหรือทดลองใช้ก็เป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถสร้างความตระหนักรู้ถึงสมรรถนะที่แท้จริงและ
เพิ่มความมั่นใจให้แก่ผู้บริโภคในการตัดสินใจเลือกซื้อยานยนต์ไฟฟ้าได้มากขึ้น

บรรณานุกรม

- Al-Alawi, B., Bradley, T., 2013. Review of Hybrid, Plug-In Hybrid, and Electric Vehicle Market Modeling Studies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 21, 190-203.
- Bockarjova, M., Knockaert, J., Rietveld, P., & Steg, L. (2014). Dynamic consumer heterogeneity in electric vehicle adoption. *Transportation Research Board Annual Meeting 2014 Paper*.
- Bolduc D, Boucher N, Alvarez-Daziano R. (2008). “Hybrid choice modeling of new technologies for car choice in Canada”, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, pp. 63-71.
- Cao XY. (2006) The causal relationship between the built environment and personal travel choice: evidence from Northern California. University of California, Davis, CA.
- Carley, S., Krause, R., Lane, B., Graham, J. (2013). Intent to Purchase a Plug-In Electric Vehicle: A Survey of Early Impressions in Large US Cities. *Transportation Research Part D* 18, 39-45.
- Cochran, W.G. (1963) *Sampling Technique*. 2nd Edition, John Wiley and Sons Inc., New York.
- Coffman, M., Bernstein, P., and Wee, S. (2015). ‘Factors Affecting EV Adoption: A Literature Review and EV Forecast for Hawaii’, *Electric Vehicle Transportation Center*, April.
- Eppstein, M., Grover, D., Marshall, J., Rizzo, D. (2011). An Agent-Based Model to Study Market Penetration of Plug-In Hybrid Electric Vehicles. *Energy Policy* 39, pp. 3789-3802.
- Freyschlag, A. (2016). Drive Electric Northern Colorado – A community-wide approach to EV adoption. Retrieved from <http://evroadmapconference.com/program/presentations16/AnnieFreyschlag.pdf>
- Glerum, A., Stankovikj, L., & Bierlaire, M. (2014). Forecasting the demand for electric vehicles: Accounting for attitudes and perceptions. *Transportation Science*, 48(4), 483–499.

- Hackbarth, A., and Madlener, R. (2013). "Consumer preferences for alternative fuel vehicles: A discrete choice analysis." *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 25, pp. 5–17.
- Hess, S., Shires, J., Jopson, A., 2013. Accommodating underlying pro-environmental attitudes in a rail travel context: application of a latent variable latent class specification. *Transp. Res. Part D* 25, 42–48.
- Helveston, J.P., Liu, Y., Feit, E.M., Fuchs, E., Klampfl, E., & Michalek, J. (2015). Will subsidies drive electric vehicle adoption? Measuring consumer preferences in the U.S. and China. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. 73, pp. 96-112.
- Hoen, A., and Koetse, M. J. (2014). A choice experiment on alternative fuel vehicle preferences of private car owners in the Netherlands. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 61, 199–215.
- Jensen, A. F., Cherchi, E., & Mabit, S. L. (2013). "On the stability of preferences and attitudes before and after experiencing an electric vehicle." *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 25, 24–32.
- Lamberson PJ. (2009) The diffusion of hybrid electric vehicles, Center for the Study of Complex Systems. University of Michigan, Ann Arbor, MI.
- Mau PCW., 2005. "Modelling consumer preferences and technological change: Survey of attitudes to hybrid vehicles." Simon Fraser University, Burnaby.
- Potoglou, Dimitris and Kanaroglou, P. S. (2007). Household demand and willingness to pay for clean vehicles. *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 12 (4) , pp. 264-274.

- Rasouli, S., and Timmermans, H. (2013). Influence of social networks on latent choice of electric cars: A mixed logit specification using experimental design data. *Networks and Spatial Economics*, 13, 1–32.
- Santini DJ, Vyas AD. (2005) “Suggestions for a new vehicle choice model simulating advanced vehicles introduction decisions (AVID): structure and coefficients.” Oak Ridge, TN: Argonne National Laboratory.
- Sikes K., Gross, T., Lin, Z., Sullivan, J., Cleary, T., Ward, J. (2010). Plug-in hybrid electric vehicle market introduction study: final report. Oak Ridge National Laboratory (ORNL).
- Sullivan, J., Salmeen, I., Simon, C. (2009). PHEV Marketplace Penetration: An Agent Based Simulation. Working Paper of the University of Michigan Research Institute.
- Valeri, E., and Danielis, R. (2015). Simulating the market penetration of cars with alternative fuel powertrain technologies in Italy. *Transport Policy*, 37, 44–56.
- Zhang Q. (2007). A study of diesel vehicle diffusion in Europe: calibration and analysis of a consumer acceptance and adoption model. Boston, MI: MIT Technology and Policy Program.

ภาคผนวก ก

แบบสอบถาม



แบบสอบถามโครงการประเมินมาตรการส่งเสริมการใช้นานยนต์ไฟฟ้าต่อการยอมรับของผู้บริโภคและ
ประสิทธิภาพการใช้พลังงานในภาคขนส่ง
คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ส่วนที่ 1 คำถามทั่วไป

1) อายุ

20-30 ปี

31-40 ปี

41-50 ปี

51-60 ปี

มากกว่า 60 ปี

2) เพศ ชาย

หญิง

3) ระดับการศึกษา

ต่ำกว่าปริญญาตรี

ปริญญาตรี

ปริญญาโท

สูงกว่าปริญญาโท

4) อาชีพ

พนักงานเอกชน

ข้าราชการ / รัฐวิสาหกิจ

ธุรกิจส่วนตัว

อื่นๆ โปรดระบุ

5) รายได้ต่อเดือน

ต่ำกว่า 25,000 บาท

25,000 – 50,000 บาท

50,001 – 80,000 บาท

มากกว่า 80,000 บาท

6) จังหวัดที่อาศัยอยู่

กรุงเทพฯ

ปริมณฑล (ปทุมธานี นนทบุรี สมุทรปราการ)

อื่นๆ

7) สถานภาพ

โสด

สมรส

8) จำนวนสมาชิกในครอบครัวทั้งหมด

1

2

3

4

5

มากกว่า 5

9) ปัจจุบันเดินทางไปทำงานด้วยวิธีใดเป็นหลัก

รถยนต์ส่วนตัว

รถโดยสารสาธารณะ

รถไฟฟ้า

รถใต้ดิน

เรือ

อื่น โปรดระบุ _____

10) ท่านมีรถยนต์ในครอบครองกี่คัน (ไม่รวมรถจักรยานยนต์)

ไม่มี (ข้ามไปตอบข้อ 18)

1

2

มากกว่า 2

11) รถยนต์ที่ท่านใช้ในปัจจุบันเป็นระบบไฮบริด (Hybrid) หรือไม่

ใช่

ไม่ใช่

12) รถยนต์ที่ท่านใช้อยู่ในปัจจุบันคือ

รถยนต์ยี่ห้อ _____

รุ่น _____

13) รถยนต์ที่ท่านใช้อยู่ในปัจจุบันใช้เชื้อเพลิงชนิดใดเป็นหลัก

ดีเซล

เบนซิน

แก๊สโซฮอล์ 95

แก๊สโซฮอล์ 91

E20

E85

NGV

LPG

ไฟฟ้า

14) ท่านใช้รถยนต์เป็นระยะทางกี่กิโลเมตรต่อปี

น้อยกว่า 10,000 กิโลเมตรต่อปี

ระหว่าง 10,000 – 20,000 กิโลเมตรต่อปี

มากกว่า 20,000 กิโลเมตรต่อปี

15) ในแต่ละวัน ท่านใช้รถยนต์เพื่อเดินทางประมาณกี่กิโลเมตรต่อวัน

น้อยกว่า 20 กิโลเมตรต่อวัน

ระหว่าง 20 – 50 กิโลเมตรต่อวัน

ระหว่าง 50 – 80 กิโลเมตรต่อวัน

มากกว่า 80 กิโลเมตรต่อวัน

16) การใช้รถยนต์ในแต่ละวัน ท่านต้องเผชิญกับการจราจรที่หนาแน่นในสัดส่วนอย่างไร (การจราจรหนาแน่น หมายถึง การจราจรที่ใช้ความเร็วในการขับขี่ต่ำกว่า 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

มาก (มากกว่า 70%)

กลาง (40%-60%)

น้อย (น้อยกว่า 40%)

17) ท่านเปลี่ยนหรือคาดว่าจะเปลี่ยนเมื่อรถยนต์ของท่านมีอายุกี่ปี

3-5 ปี

6-8 ปี

9-10 ปี

มากกว่า 10 ปี

18) หากท่านยังไม่มีรถยนต์ ท่านมีแผนจะซื้อรถยนต์หรือไม่

มี

ไม่มี

19) รถยนต์ที่ท่านคาดว่าจะซื้อในอนาคตเป็นระบบไฮบริด (Hybrid) หรือไม่

ใช่

ไม่ใช่

20) รถยนต์ที่ท่านคาดว่าจะซื้อในอนาคต คือ

รถยนต์ยี่ห้อ _____

รุ่น _____

ส่วนที่ 2 คำถามเกี่ยวกับยานยนต์ไฟฟ้า

1) ปัจจุบันท่านเป็นเจ้าของยานยนต์ไฟฟ้าหรือไม่

 ใช่ ไม่ใช่

2) ท่านรู้จักยานยนต์ไฟฟ้าแต่ละประเภทเหล่านี้หรือไม่

- ยานยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicle: EV)

 รู้จัก ไม่รู้จัก

- ยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ (Battery Electric Vehicle: BEV)

 รู้จัก ไม่รู้จัก

- ยานยนต์ไฟฟ้าปลั๊กอินไฮบริด (Plug-in Hybrid Electric Vehicle: PHEV)

 รู้จัก ไม่รู้จัก

3) ท่านคิดว่ารุ่นใดเป็นยานยนต์ไฟฟ้า (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

 Tesla Model S Nissan Leaf Mitsubishi Outlander (PHEV) Toyota Prius Prime (PHEV) Honda Accord Chevy Spark Chevy Volt BMW i3

4) ท่านมี**ความสนใจซื้อ**ยานยนต์ไฟฟ้าหรือไม่

 มี ไม่มี (ข้ามไปข้อ 6)

5) ปัจจัยที่ทำให้ท่าน**สนใจซื้อ**ยานยนต์ไฟฟ้า (เลือก 3 ลำดับแรก โดยที่ 1=ลำดับที่ 1, 2=ลำดับที่ 2, 3=ลำดับที่ 3)

 ราคาสมเหตุสมผล มาตรการส่งเสริมจากทางภาครัฐ เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ประหยัดค่าเชื้อเพลิง ประสิทธิภาพสูงกว่ารถที่ใช้น้ำมัน เป็นเทคโนโลยีใหม่ ทำให้รู้สึกเหมือนเป็นคนทันสมัย

6) ปัจจัยที่ทำให้ท่าน**ไม่สนใจซื้อ**ยานยนต์ไฟฟ้า (เลือก 3 ลำดับแรก โดยที่ 1=ลำดับที่ 1, 2=ลำดับที่ 2, 3=ลำดับที่ 3)

- เทคโนโลยีไม่น่าเชื่อถือ
- ระยะทางในการวิ่งต่อการชาร์จไฟ 1 ครั้ง น้อยเกินไป
- ยานยนต์ไฟฟ้ามีราคาสูง
- ระยะเวลาในการชาร์จไฟค่อนข้างนาน
- ค่าดูแลรักษายานยนต์ไฟฟ้าสูง
- จำนวนสถานีชาร์จไฟมีน้อย/หาลำบาก
- ไม่มีรุ่นและขนาดยานยนต์ไฟฟ้าที่สนใจ (เช่นไม่มีรถกระบะแบบใช้ไฟฟ้า)

7) ท่านคิดว่าระยะเวลาที่เหมาะสมในการชาร์จไฟที่สถานีชาร์จควรใช้เวลาเท่าไร

- น้อยกว่า 15 นาที
- 15–20 นาที
- 20–25 นาที
- 25–30 นาที

8) สถานีชาร์จควรอยู่ในระยะทางที่เข้าถึงได้ในกิโลเมตร

- 1–5
- 6–10
- 11–15
- 16–20
- มากกว่า 20

9) ท่านคิดว่าเมื่อชาร์จยานยนต์ไฟฟ้าเต็มที่แล้ว ยานยนต์ไฟฟ้าควรวิ่งได้ระยะทางเท่าใด

- น้อยกว่า 200 กม.
- 200–400 กม.
- 401–600 กม.
- มากกว่า 600 กม.

10) หากสามารถนำรถยนต์คันเก่าของท่านไปแปลงให้เป็นยานยนต์ไฟฟ้า ท่านมีความเต็มใจที่จะจ่ายค่าแปลงนี้เท่าไร

- ต่ำกว่า 300,000 บาท
- 300,000 – 600,000 บาท
- 600,001 – 900,000 บาท
- 900,001 – 1,200,000 บาท
- มากกว่า 1,200,000 บาท

11) ถ้าหากรัฐบาลมีนโยบายนำรถคันเก่าไปแปลงเป็นยานยนต์ไฟฟ้าโดยมีค่าใช้จ่ายประมาณ 200,000 บาท ท่านมีความสนใจหรือไม่

- สนใจ
- ไม่สนใจ

12) ปัจจัยใดที่ทำให้ท่านไม่สนใจนำรถยนต์ไปแปลงเป็นยานยนต์ไฟฟ้า (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- ยังไม่มั่นใจในเทคโนโลยีที่เป็นอยู่
- ไม่มั่นใจในเรื่องความปลอดภัย
- ค่าใช้จ่ายที่สูงเกินไป
- การขายต่อลำบาก
- ไม่สนใจเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า
- ไม่มั่นใจในมาตรฐานการแปลงสภาพรถยนต์ให้เป็นยานยนต์ไฟฟ้า

13) หากท่านจะซื้อยานยนต์ไฟฟ้า ท่านยินดีที่จะจ่ายราคาส่วนต่างจากรถยนต์รุ่นที่ท่านใช้อยู่ในปัจจุบันเป็นราคาเท่าไร

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> ต่ำกว่า 200,000 บาท | <input type="checkbox"/> 200,000 – 400,000 บาท |
| <input type="checkbox"/> 400,001 – 600,000 บาท | <input type="checkbox"/> 600,001 – 800,000 บาท |
| <input type="checkbox"/> มากกว่า 800,000 บาท | |

14) กรุณาเรียงลำดับนโยบายต่อไปนี้ ที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของท่าน กรุณาระบุหมายเลขจาก 1 ถึง 5 โดยที่ 1 = มีผลต่อการตัดสินใจมากที่สุด และ 5 = มีผลต่อการตัดสินใจน้อยที่สุด

-รัฐบาลลดภาษีรถยนต์ เช่น ภาษีนำเข้า, ภาษีสรรพสามิต
-รัฐบาลให้เงินอุดหนุนการซื้อยานยนต์ไฟฟ้า เช่น ส่วนลดราคายานยนต์ไฟฟ้า หรือ ให้เงินคืน
-รัฐบาลช่วยเหลือทางด้านสินเชื่อ เช่น กำหนดอัตราดอกเบี้ยเช่าซื้ออัตราพิเศษ
-รัฐบาลช่วยเหลือและสนับสนุนทางด้านเชื้อเพลิง เช่น ฟรีค่าชาร์จยานยนต์ไฟฟ้า
-รัฐบาลให้สิทธิพิเศษต่าง ๆ เช่น ยกเว้นค่าผ่านทางด่วน อนุญาตให้ยานยนต์ไฟฟ้าใช้ช่องเดินรถประจำทาง, ที่จอดรถเฉพาะสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า ในสถานที่สำคัญต่าง ๆ

15) สถานที่ใดที่ท่านอยากให้มีการติดตั้งสถานีชาร์จไฟฟ้า กรุณาเรียงลำดับจากหมายเลข 1 ถึง 4 โดยที่ 1 = คือสถานที่ที่ท่านอยากให้มีการติดตั้งสถานีชาร์จมากที่สุด รองลงมาคือ 2, 3, และ 4 ตามลำดับ

- ปั้มน้ำมัน / สถานีชาร์จไฟ
- สถานที่ราชการ
- สถานที่ทำงาน, อาคารสำนักงาน
- ส่วนกลางของหมู่บ้าน, คอนโดมิเนียม

- ห้างสรรพสินค้า, คอมมูนิตี้ มอลล์
- อื่น ๆ โปรดระบุ _____

ส่วนที่ 3 ปัจจัยต่อไปนี้มีผลต่อการตัดสินใจซื้อยานยนต์ไฟฟ้าของท่านหรือไม่

โดยที่ มากที่สุด คือ ปัจจัยนี้มีผลต่อการตัดสินใจซื้อ 100% รองลงมาคือ มาก ปานกลาง น้อย ตามลำดับ และ ไม่มี คือ ปัจจัยนี้ไม่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อเลย

	ไม่มี	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
ราคายานยนต์ไฟฟ้า					
ราคาแบตเตอรี่					
ระยะทางการขับเคลื่อนต่อการชาร์จไฟหนึ่งรอบ					
ขนาดของตัวยานยนต์ไฟฟ้า					
ค่ายรถยนต์ที่ผลิตยานยนต์ไฟฟ้า					
สมรรถนะเครื่องยนต์/ ความเร็ว-ความแรงของรถ					
ระยะเวลาที่ใช้ชาร์จไฟ					
การบำรุงรักษาและดูแลอื่นๆ					
ราคาน้ำมัน					
ระยะทางที่ต้องการใช้งาน					
บริการหลังการขาย					
อะไหล่ทดแทน					
จำนวนสถานีชาร์จไฟฟ้า					
ราคาค่าไฟในการชาร์จ					
การประชาสัมพันธ์ของค่ายรถ/ผู้จำหน่ายยานยนต์ไฟฟ้า					
การประชาสัมพันธ์ของภาครัฐ					
นโยบายของภาครัฐ เช่น การอุดหนุนจากภาครัฐ สิทธิประโยชน์ทางภาษี					
สิทธิประโยชน์อื่นๆ เช่น ช่องทางวีงพิเศษสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า ที่จอดเฉพาะของยานยนต์ไฟฟ้า					
ราคาขายต่อในตลาดรถยนต์มือสอง					