บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับ ปัจจัยแห่งความสำเร็จของการดำเนินยุทธศาสตร์การพัฒนาอุตสาหกรรมไทย 4.0 ในกลุ่มอุตสาหกรรมแปรรูปอาหารของไทย โดยมีขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัยตามลำดับ ดังนี้

3.1 กลุ่มประชากร

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.5 กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น

3.1 กลุ่มประชากร

โครงการวิจัยนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยทั้งการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) และการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) ประชากร คือ ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการดำเนินยุทธศาสตร์การพัฒนาอุตสาหกรรมไทย 4.0 ในกลุ่มอุตสาหกรรมแปรรูปอาหารของไทย ซึ่งผู้วิจัยเลือกกลุ่มเป้าหมาย ดังรายนามผู้ให้ข้อมูลในภาคผนวก ข โดยมีเกณฑ์การคัดเลือกผู้ให้ข้อมูลดังนี้

3.1.1 ผู้แทนภาครัฐ

ผู้แทนในหน่วยงานสังกัดกระทรวงอุตสาหกรรม ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการดำเนินยุทธศาสตร์การพัฒนาอุตสาหกรรมไทย 4.0 ในกลุ่มอุตสาหกรรมแปรรูปอาหาร เพื่อศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับภารกิจการขับเคลื่อนยุทธศาสตร์การพัฒนาอุตสาหกรรมไทย 4.0 รวมทั้งปัจจัยแห่งความสำเร็จและตัวชี้วัดผลการดำเนินยุทธศาสตร์การพัฒนาอุตสาหกรรมไทย 4.0 ในกลุ่มอุตสาหกรรมแปรรูปอาหารของไทย อีกทั้งเพื่อให้ได้แนวทางในการดำเนินโครงการวิจัย และข้อมูลสถานประกอบการในกลุ่มอุตสาหกรรมแปรรูปอาหารที่ประสบความสำเร็จ มีความทันสมัยทั้งในด้านเทคโนโลยีและในด้านนวัตกรรมซึ่งสอดคล้องกับร่างยุทธศาสตร์การพัฒนาอุตสาหกรรมไทย 4.0 ของกระทรวงอุตสาหกรรม โดยคัดเลือกจากผู้บริหารในหน่วยงานสังกัดกระทรวงอุตสาหกรรม จำนวน 4 ท่าน จาก 3 หน่วยงาน ได้แก่ กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม สำนักงานนโยบายอุตสาหกรรมรายสาขา 2 และสถาบันอาหาร โดยผู้วิจัยกำหนดคุณสมบัติของผู้แทนภาครัฐดังต่อไปนี้

- ผู้บริหารกรมส่งเสริมอุตสาหกรรม ซึ่งดำรงตำแหน่งอธิบดี หรือรองอธิบดี หรือผู้แทนที่ได้รับมอบหมายจากอธิบดีกรมส่งเสริมอุตสาหกรรม จำนวน 1 ท่าน

- ผู้บริหารสำนักงานนโยบายอุตสาหกรรมรายสาขา 2 ซึ่งดำรงตำแหน่งผู้อำนวยการ หรือรองผู้อำนวยการ หรือผู้แทนที่ได้รับมอบหมายจากผู้อำนวยการสำนักงานนโยบายอุตสาหกรรมรายสาขา 2 จำนวน 1 ท่าน

- ผู้บริหารสถาบันอาหาร ซึ่งดำรงตำแหน่งผู้อำนวยการ หรือรองผู้อำนวยการ หรือผู้แทนที่ได้รับมอบหมายจากผู้อำนวยการสถาบันอาหาร จำนวน 1 ท่าน

- ผู้อำนวยการฝ่ายวิจัยและข้อมูล สถาบันอาหาร ซึ่งดำรงตำแหน่งผู้อำนวยการ หรือผู้แทนที่ได้รับมอบหมายจากผู้อำนวยการฝ่ายวิจัยและข้อมูล จำนวน 1 ท่าน

3.1.2 ผู้แทนภาคอุตสาหกรรม

ผู้บริหารระดับสูงของสถานประกอบการในกลุ่มอุตสาหกรรมแปรรูปอาหาร จำนวน 17 ท่าน จาก 17 บริษัท โดยได้รับความอนุเคราะห์ข้อมูลสถานประกอบการจากกรมส่งเสริมอุตสาหกรรม และสถาบันอาหาร ผู้วิจัยคัดเลือกสถานประกอบการในกลุ่มอุตสาหกรรมแปรรูปอาหารที่ประสบความสำเร็จและมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- ผ่านการรับรองตามระบบการรับรองโรงงานผลิตสินค้าเกษตร

- เคยได้รับรางวัลหรือเข้าร่วมโครงการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเทคโนโลยี นวัตกรรม และอุตสาหกรรม 4.0 ของกรมส่งเสริมอุตสาหกรรม

- มีความทันสมัยทั้งในด้านเทคโนโลยีและในด้านนวัตกรรมซึ่งสอดคล้องกับร่างยุทธศาสตร์การพัฒนาอุตสาหกรรมไทย 4.0 ของกระทรวงอุตสาหกรรม

ทั้งนี้ เพื่อศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยแห่งความสำเร็จและตัวชี้วัดผลการดำเนินยุทธศาสตร์การพัฒนาอุตสาหกรรมไทย 4.0 โดยผู้วิจัยกำหนดคุณสมบัติของผู้แทนภาคอุตสาหกรรมดังต่อไปนี้

- ผู้บริหารระดับสูงของบริษัท ซึ่งดำรงตำแหน่งกรรมการบริษัท กรรมการผู้จัดการ รองกรรมการผู้จัดการ ผู้อำนวยการ รองผู้อำนวยการ ผู้จัดการทั่วไป ผู้จัดการโรงงาน หรือผู้แทนที่ได้รับมอบหมายจากผู้บริหารระดับสูงของบริษัท

- มีประสบการณ์ทำงานในตำแหน่งปัจจุบันไม่น้อยกว่า 5 ปี

- มีวุฒิการศึกษาตั้งแต่ระดับปริญญาตรีขึ้นไป

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 แบบสัมภาษณ์

เครื่องมือในการวิจัยเชิงคุณภาพ คือ แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง (Semi-Structure Interview) ดังภาคผนวก ค ผู้วิจัยสร้างแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างขึ้นจากการศึกษาข้อมูลทุติยภูมิซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้า รวบรวมจากงานวิจัย วารสาร เอกสารการสัมมนา สถิติในรายงานต่างๆ ทั้งของภาครัฐและภาคอุตสาหกรรม ข้อมูลที่ได้นำไปสู่การออกแบบแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างใช้ในการสัมภาษณ์เชิงลึกกับผู้ให้ข้อมูลจากภาครัฐและภาคอุตสาหกรรม ด้วยข้อคำถามเกี่ยวกับปัจจัย

แห่งความสำเร็จและตัวชี้วัดผลการดำเนินยุทธศาสตร์การพัฒนาอุตสาหกรรมไทย 4.0 เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 1 และ 2

3.2.2 แบบสอบถาม

เครื่องมือในการวิจัยเชิงปริมาณ คือ แบบสอบถาม (Questionnaire) แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังภาคผนวก ค เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 3 และ 4 ผู้วิจัยสร้างแบบสอบถามนี้ขึ้นหลังจากที่ได้วิเคราะห์ปัจจัยแห่งความสำเร็จและตัวชี้วัดผลการดำเนินยุทธศาสตร์การพัฒนาอุตสาหกรรมไทย 4.0 จากการสัมภาษณ์เชิงลึกกับผู้ให้ข้อมูลทั้งหมดเรียบร้อยแล้ว มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับปัจจัยแห่งความสำเร็จของการดำเนินยุทธศาสตร์การพัฒนาอุตสาหกรรมไทย 4.0 ในกลุ่มอุตสาหกรรมแปรรูปอาหารของไทย ซึ่งผู้วิจัยได้นำผลจากการสัมภาษณ์เชิงลึกกับผู้ให้ข้อมูลมาสร้างแบบสอบถาม มีทั้งหมด 28 ข้อ โดยลักษณะของแบบสอบถามเป็นการเปรียบเทียบค่าความสำคัญเป็นรายคู่ (Pairwise Comparison) ตามหลักการของ Saaty (2008) โดยกำหนดค่าสเกลความสำคัญสัมพัทธ์เป็น 9 ระดับ

ตอนที่ 2 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับตัวชี้วัดผลการดำเนินยุทธศาสตร์การพัฒนาอุตสาหกรรมไทย 4.0 ในกลุ่มอุตสาหกรรมแปรรูปอาหารของไทย ซึ่งผู้วิจัยได้นำผลจากการสัมภาษณ์เชิงลึกกับผู้ให้ข้อมูลมาสร้างแบบสอบถาม มีทั้งหมด 6 ข้อ โดยลักษณะของแบบสอบถามเป็นการเปรียบเทียบค่าความสำคัญเป็นรายคู่ (Pairwise Comparison) ตามหลักการของ Saaty (2008) โดยกำหนดค่าสเกลความสำคัญสัมพัทธ์เป็น 9 ระดับ

ตอนที่ 3 เป็นแบบสอบถามปลายเปิดแสดงข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับการดำเนินยุทธศาสตร์การพัฒนาอุตสาหกรรมไทย 4.0 เพื่อให้แสดงความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมแปรรูปอาหารของไทย จำนวน 1 ข้อ

3.2.3 การตรวจสอบเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและตรวจสอบเครื่องมือซึ่งประกอบไปด้วย แบบสัมภาษณ์และแบบสอบถาม โดยได้รับความอนุเคราะห์จากผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ดังรายนามในภาคผนวก ก เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเที่ยงตรงตามโครงสร้างเนื้อหา และได้ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิก่อนนำไปเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยต่อไป

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการศึกษาเรื่อง ปัจจัยแห่งความสำเร็จของการดำเนินยุทธศาสตร์การพัฒนาอุตสาหกรรมไทย 4.0 ในกลุ่มอุตสาหกรรมแปรรูปอาหารของไทย ผู้วิจัยแบ่งการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็น 2 ระยะ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

3.3.1 ระยะที่ 1

ในการเก็บข้อมูลระยะที่ 1 เป็นการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพเพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 1 และ 2 โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. เริ่มดำเนินการขอเข้าสัมภาษณ์เชิงลึกกับกลุ่มผู้แทนภาครัฐและผู้แทนภาคอุตสาหกรรมทั้ง 21 ท่าน ข้อมูลที่ได้จะนำไปสู่การวิเคราะห์ปัจจัยแห่งความสำเร็จและตัวชี้วัดผลการดำเนินยุทธศาสตร์การพัฒนาอุตสาหกรรมไทย 4.0 ต่อไป

2. นำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์เชิงลึกทั้งหมดมาสกัดสาระสำคัญของข้อมูล (Extract) แปลความหมาย (Interpreted) จัดโครงสร้างเนื้อหา (Structure) วิเคราะห์ใจความสำคัญ (Key Theme) เพื่อระบุปัจจัยแห่งความสำเร็จและตัวชี้วัดผลการดำเนินยุทธศาสตร์การพัฒนาอุตสาหกรรมไทย 4.0 ตามวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 1 และ 2 และผู้วิจัยได้นำเสนอผลการศึกษาและขอยืนยันคำตอบจากผู้ให้ข้อมูลทั้ง 21 ท่าน อีกครั้งเพื่อคงความถูกต้องของผลการวิเคราะห์

3.3.2 ระยะที่ 2

ในการเก็บข้อมูลระยะที่ 2 เป็นการเก็บข้อมูลเชิงปริมาณเพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 3 และ 4 โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

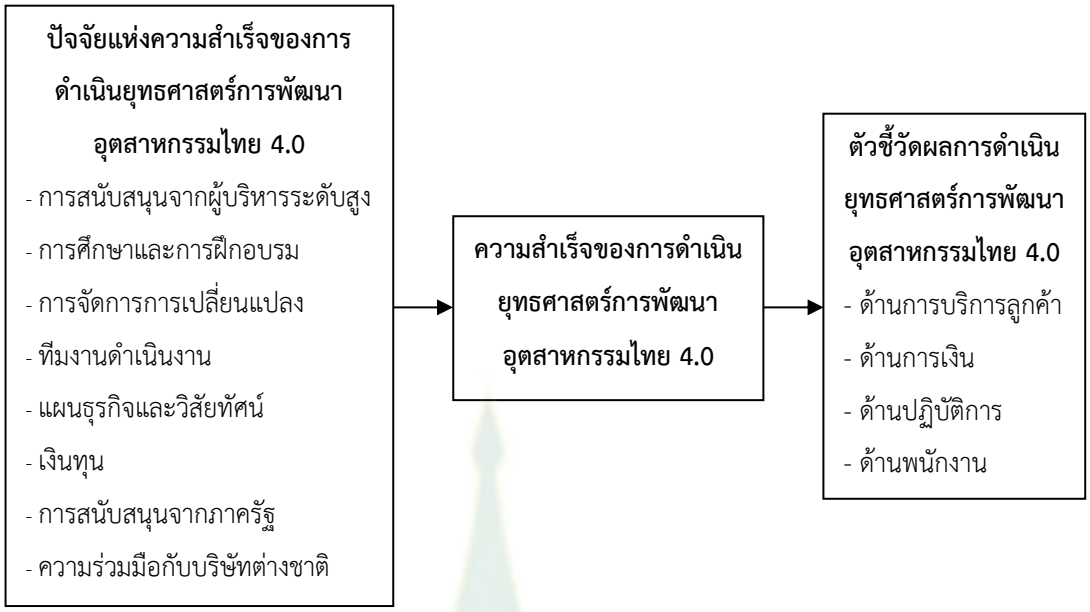
1. กลับไปพบผู้ให้ข้อมูลทั้ง 21 ท่านอีกครั้ง เพื่อขอความอนุเคราะห์ตอบแบบสอบถาม ข้อมูลที่ได้จะนำไปสู่การวิเคราะห์ลำดับความสำคัญของปัจจัยแห่งความสำเร็จและตัวชี้วัดผลการดำเนินยุทธศาสตร์การพัฒนาอุตสาหกรรมไทย 4.0 ต่อไป

2. นำข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามทั้งหมดมาวิเคราะห์ด้วยกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (AHP) เพื่อระบุลำดับความสำคัญของปัจจัยแห่งความสำเร็จและตัวชี้วัดผลการดำเนินยุทธศาสตร์การพัฒนาอุตสาหกรรมไทย 4.0 ตามวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 3 และ 4

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลจากเทปบันทึกเสียงที่ถอดบทสนทนาในการสัมภาษณ์เชิงลึก เพื่อสกัดสาระสำคัญของข้อมูล แปลความหมาย จัดโครงสร้างเนื้อหา วิเคราะห์ใจความสำคัญ ที่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย และสรุปเรียบเรียงแบบพรรณนาความ โดยผ่านการตรวจสอบจากผู้ให้ข้อมูล (Member Checking) ทั้ง 21 ท่าน อีกครั้งเพื่อคงความถูกต้องในการวิเคราะห์

จากการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมแปรรูปอาหารของไทย ผู้วิจัยจึงสร้างกรอบแนวคิดในการวิเคราะห์ปัจจัยแห่งความสำเร็จ (CSFs) และตัวชี้วัด (KPIs) ผลการดำเนินยุทธศาสตร์การพัฒนาอุตสาหกรรมไทย 4.0 ในกลุ่มอุตสาหกรรมแปรรูปอาหารของไทย แสดงดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 กรอบแนวคิดในการวิเคราะห์

เมื่อผู้วิจัยค้นพบ CSFs และ KPIs จากการสัมภาษณ์เชิงลึกแล้ว จึงนำปัจจัยทั้งหมดมาคำนวณหาจำนวนคู่ปัจจัยที่ต้องนำมาเปรียบเทียบจากสูตร (Saaty, 2003, pp. 88)

$$\textit{จำนวนคู่ปัจจัยที่ต้องนำมาเปรียบเทียบ} = \frac{n(n-1)}{2} \qquad (3.1)$$

เมื่อ n คือ จำนวนปัจจัยทั้งหมด

จากกรอบแนวคิดในการวิเคราะห์ ปัจจัยแห่งความสำเร็จในการดำเนินยุทธศาสตร์การพัฒนาอุตสาหกรรมไทย 4.0 ประกอบด้วย การสนับสนุนจากผู้บริหารระดับสูง การศึกษาและการฝึกอบรม การจัดการการเปลี่ยนแปลง ทีมงานดำเนินงาน แผนธุรกิจและวิสัยทัศน์ เงินทุน การสนับสนุนจากภาครัฐ และความร่วมมือกับบริษัทต่างชาติ รวมมี CSFs ทั้งหมด 8 ปัจจัย ดังนั้น

$$\text{จำนวนคู่ปัจจัยที่ต้องนำมาเปรียบเทียบ} = \frac{8^2-8}{2} = 28 \text{ คู่}$$

จากนั้นจึงออกแบบแบบสอบถาม และนำผลที่ได้มาประเมินความสำคัญโดยใช้กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น หรือ AHP (Analytic Hierarchy Process) ที่คิดค้นโดย Saaty (2008) โดยการเปรียบเทียบค่าความสำคัญเป็นรายคู่ (Pairwise Comparison) เพื่อคำนวณหาค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยแห่งความสำเร็จ (CFSs) ในแต่ละปัจจัย ซึ่งในส่วนของตัวชี้วัด (KPIs) ก็สามารถ

คำนวณได้ในลักษณะเดียวกันนี้ ผลที่ได้จะสามารถนำไปใช้พัฒนาการดำเนินยุทธศาสตร์การพัฒนาอุตสาหกรรมไทย 4.0 ในกลุ่มอุตสาหกรรมแปรรูปอาหารของไทยต่อไป

3.5 กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น

Saaty (2008, pp. 122) กล่าวว่า กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น หรือ AHP (Analytic Hierarchy Process) เป็นทฤษฎีทางจิตวิทยาในการประเมินปัจจัยเชิงคุณภาพที่ได้จากดุลพินิจหรือวิจารณญาณ และความคิดเห็นที่เกิดจากประสบการณ์และความเข้าใจ ในการตัดสินใจที่มีความซับซ้อนไม่เพียงต้องการข้อมูลเชิงคุณภาพเท่านั้น แต่ยังต้องมีโครงสร้างที่มีการจัดลำดับความสำคัญโดยใช้ค่าความสำคัญเป็นรายคู่ (Pairwise Comparison) ผ่านการตัดสินใจจากลำดับความสำคัญในเชิงปริมาณหรือในรูปของตัวเลข แต่ถึงกระนั้น การใช้หลักการเชิงปริมาณก็อาจจะยังไม่เพียงพอที่จะสนับสนุนการประเมินนั้นได้อย่างสมเหตุสมผล เนื่องจากปัจจัยที่นำมาพิจารณาเป็นปัจจัยเชิงคุณภาพหรือเป็นเรื่องของดุลพินิจส่วนบุคคล ดังนั้นจึงจะต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องของปัจจัยเหล่านั้นผ่านกระบวนที่หลากหลาย ความคิดเห็นส่วนบุคคลจะถูกกำหนดเป็นตัวเลขเพื่อเป็นผลลัพธ์ที่ดีที่สุดหรือโดยเวกเตอร์ลำดับความสำคัญที่ให้ผลลัพธ์ที่แตกต่างกันเพื่อการจัดลำดับ นอกจากนี้ยังสามารถรวมความคิดเห็นทั้งหมดในแต่ละปัจจัยเป็นผลลัพธ์สุดท้ายของปัจจัยที่ได้จากกลุ่ม

3.5.1 ค่าความสำคัญเป็นรายคู่และค่าสเกลพื้นฐาน

ดุลพินิจหรือความเห็นส่วนบุคคลที่เป็นข้อมูลเชิงคุณภาพจะถูกแสดงเป็นตัวเลขในเชิงปริมาณโดยการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ตามลำดับซึ่งกันและกัน และกำหนดสเกลขึ้นเพื่อระบุลำดับความสำคัญซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นในทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปคำนวณหา**ลำดับความสำคัญ (Priority)** ในรูปแบบ**เวกเตอร์เฉพาะ (Eigenvector)** ตามหลักการของเมทริกซ์ซึ่งจะใช้หลักการพีชคณิตเมทริกซ์เพื่อค้นหาคำตอบ ในส่วนของค่าสเกลพื้นฐานที่ใช้แทนดุลพินิจส่วนบุคคลที่นำมาใช้เป็นค่าเปรียบเทียบปัจจัยต่างๆ แสดงดังตารางที่ 3.1 ตัวเลขดังกล่าวเรียกว่า ค่าสเกลความสำคัญสัมพัทธ์ (Relative Importance Scale Value) ซึ่งส่วนใหญ่นิยมกำหนดให้มีค่าเท่ากับ 9 ระดับ

ตารางที่ 3.1 ค่าสเกลความสำคัญสัมพัทธ์

ค่าสเกล	นิยาม	คำอธิบาย
1	ความสำคัญเท่าเทียมกัน	ปัจจัยทั้งสองมีความสำคัญเท่ากัน
2	สำคัญกว่าเล็กน้อยมาก	ปัจจัยหนึ่งมีความสำคัญกว่าอีกปัจจัยหนึ่งเล็กน้อย
3	สำคัญกว่าเล็กน้อย	
4	สำคัญกว่าปานกลาง	
5	สำคัญกว่าค่อนข้างมาก	ปัจจัยหนึ่งมีความสำคัญกว่าอีกปัจจัยหนึ่งมาก
6	สำคัญกว่ามาก	
7	สำคัญกว่ามากๆ	
8	สำคัญอย่างยิ่ง	ปัจจัยหนึ่งมีความสำคัญกว่าอีกปัจจัยหนึ่งอย่างสูง
9	สำคัญสูงสุด	
1.1-1.9	หากค่าสเกลความสำคัญสัมพัทธ์เป็นเลขทศนิยม ผู้วิจัยควรปัดเพิ่มเป็น 1 ระดับเสมอ เพื่อแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของปัจจัย 2 ปัจจัย	การปัดเลขทศนิยมขึ้นช่วยแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของปัจจัย 2 ปัจจัย ที่อาจมีความสำคัญใกล้เคียงกันมาก ทั้งนี้เพื่อแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างได้ชัดเจนยิ่งขึ้น
ส่วนกลับของค่าเปรียบเทียบปัจจัย	สมมติว่าปัจจัย *C1* เปรียบเทียบกับ *C2* มีค่าเท่ากับ *k* ดังนั้นหากย้อนกลับโดยนำปัจจัย *C2* มาเปรียบเทียบกับ *C1* จะมีค่าเท่ากับ $\frac{1}{k}$ เป็นต้น	ความเป็นเหตุเป็นผลตามหลักตรรกศาสตร์

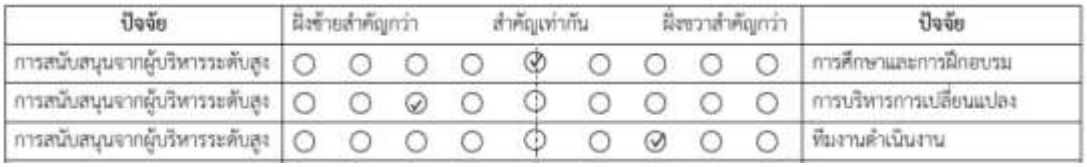
ที่มา: ปรับปรุงจาก Saaty, 2008, pp. 125.

3.5.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ AHP

กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (AHP) มีขั้นตอนการวิเคราะห์ที่ค่อนข้างซับซ้อนและต้องใช้ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์เข้ามาช่วย โดยเมื่อเก็บรวบรวมแบบสอบถามครบถ้วนแล้ว จึงนำข้อมูลจากแบบสอบถามมาวิเคราะห์ด้วยขั้นตอนต่างๆ ทั้งหมด 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. รวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถาม

ผลการเก็บข้อมูลจากแบบสอบถามจะนำมารวบรวมและหาค่าเฉลี่ยการเปรียบเทียบปัจจัยแต่ละคู่ โดยตัวอย่างส่วนหนึ่งของแบบสอบถามการเปรียบเทียบปัจจัยแห่งความสำเร็จของการดำเนินยุทธศาสตร์การพัฒนาอุตสาหกรรมไทย 4.0 แสดงดังภาพที่ 3.2



ปัจจัย	ฝั่งซ้ายสำคัญกว่า				สำคัญเท่ากัน				ฝั่งขวาสำคัญกว่า	ปัจจัย
การสนับสนุนจากผู้บริหารระดับสูง	○	○	○	○	⊘	○	○	○	○	การศึกษาและการฝึกอบรม
การสนับสนุนจากผู้บริหารระดับสูง	○	○	⊘	○	○	○	○	○	○	การบริหารการเปลี่ยนแปลง
การสนับสนุนจากผู้บริหารระดับสูง	○	○	○	○	○	○	⊘	○	○	ทีมงานดำเนินงาน

ภาพที่ 3.2 ตัวอย่างแบบสอบถามการเปรียบเทียบปัจจัยแห่งความสำเร็จ

2. สร้างตารางข้อมูลและ Normalized Matrix

สร้างตารางข้อมูลเพื่อแสดงการเปรียบเทียบปัจจัยทั้งหมด โดยตารางข้อมูลดังกล่าวจะนำไปสู่การสร้าง Normalized Matrix ของปัจจัยที่มีลักษณะเป็นเมทริกซ์จัตุรัส (n × n) เพื่อใช้ในการคำนวณค่าต่างๆ ต่อไป เมื่อสร้างตารางข้อมูลและกรอกค่าเปรียบเทียบปัจจัยครบทุกคู่แล้วจึงคำนวณหาผลรวมในแนวคอลัมน์ (vTotal) ดังตารางที่ 3.2 แสดงตัวอย่างตารางข้อมูลการเปรียบเทียบปัจจัยทั้งหมด โดยที่ C1 ถึง C8 คือ ปัจจัยที่มีทั้งหมด (8 ปัจจัย) ที่นำมาเปรียบเทียบกัน ส่วน C_{12} ถึง C_{78} คือ ค่าเปรียบเทียบปัจจัยแต่ละคู่ และ $1/C_{12}$ ถึง $1/C_{78}$ คือ ส่วนกลับของค่าเปรียบเทียบปัจจัยแต่ละคู่

ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างตารางข้อมูลการเปรียบเทียบปัจจัยทั้งหมด

ปัจจัย	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
C1	1	C_{12}	C_{13}	C_{14}	C_{15}	C_{16}	C_{17}	C_{18}
C2	$1/C_{12}$	1	C_{23}	C_{24}	C_{25}	C_{26}	C_{27}	C_{28}
C3	$1/C_{13}$	$1/C_{23}$	1	C_{34}	C_{35}	C_{36}	C_{37}	C_{38}
C4	$1/C_{14}$	$1/C_{24}$	$1/C_{34}$	1	C_{45}	C_{46}	C_{47}	C_{48}
C5	$1/C_{15}$	$1/C_{25}$	$1/C_{35}$	$1/C_{45}$	1	C_{56}	C_{57}	C_{58}
C6	$1/C_{16}$	$1/C_{26}$	$1/C_{36}$	$1/C_{46}$	$1/C_{56}$	1	C_{67}	C_{68}
C7	$1/C_{17}$	$1/C_{27}$	$1/C_{37}$	$1/C_{47}$	$1/C_{57}$	$1/C_{67}$	1	C_{78}
C8	$1/C_{18}$	$1/C_{28}$	$1/C_{38}$	$1/C_{48}$	$1/C_{58}$	$1/C_{68}$	$1/C_{78}$	1
vTotal	ΣC_{i1}	ΣC_{i2}	ΣC_{i3}	ΣC_{i4}	ΣC_{i5}	ΣC_{i6}	ΣC_{i7}	ΣC_{i8}

จากตารางที่ 3.2 นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความสำคัญ ตัวอย่างเช่น หากปัจจัย C1 กับ C2 มีความสำคัญเท่ากัน คือ เท่ากับ 1 ดังนั้นส่วนกลับคือ ปัจจัย C2 กับ C1 จึงเท่ากับ $\frac{1}{1}$ หรือเท่ากับ 1 หากปัจจัย C1 มีความสำคัญกว่า C3 เท่ากับ 5 ดังนั้นส่วนกลับคือ ปัจจัย C3 มีความสำคัญกว่า C1 เท่ากับ $\frac{1}{5}$ และหากปัจจัย C1 มีความสำคัญกว่า C4 เท่ากับ $\frac{1}{5}$ ดังนั้นส่วนกลับคือ ปัจจัย C4 มีความสำคัญกว่า C1 เท่ากับ 5 เป็นต้น โดยนำข้อมูลทั้งหมดในตารางมาสร้าง Normalized Matrix ของปัจจัยได้ดังภาพที่ 3.3

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
C1	1	C_{12}	C_{13}	C_{14}	C_{15}	C_{16}	C_{17}	C_{18}
C2	$\frac{1}{C_{12}}$	1	C_{23}	C_{24}	C_{25}	C_{26}	C_{27}	C_{28}
C3	$\frac{1}{C_{13}}$	$\frac{1}{C_{23}}$	1	C_{34}	C_{35}	C_{36}	C_{37}	C_{38}
C4	$\frac{1}{C_{14}}$	$\frac{1}{C_{24}}$	$\frac{1}{C_{34}}$	1	C_{45}	C_{46}	C_{47}	C_{48}
C5	$\frac{1}{C_{15}}$	$\frac{1}{C_{25}}$	$\frac{1}{C_{35}}$	$\frac{1}{C_{45}}$	1	C_{56}	C_{57}	C_{58}
C6	$\frac{1}{C_{16}}$	$\frac{1}{C_{26}}$	$\frac{1}{C_{36}}$	$\frac{1}{C_{46}}$	$\frac{1}{C_{56}}$	1	C_{67}	C_{68}
C7	$\frac{1}{C_{17}}$	$\frac{1}{C_{27}}$	$\frac{1}{C_{37}}$	$\frac{1}{C_{47}}$	$\frac{1}{C_{57}}$	$\frac{1}{C_{67}}$	1	C_{78}
C8	$\frac{1}{C_{18}}$	$\frac{1}{C_{28}}$	$\frac{1}{C_{38}}$	$\frac{1}{C_{48}}$	$\frac{1}{C_{58}}$	$\frac{1}{C_{68}}$	$\frac{1}{C_{78}}$	1

ภาพที่ 3.3 Normalized Matrix ที่ใช้ในการเปรียบเทียบปัจจัย

3. หาค่า Eigenvector

ค่า Eigenvector คือ ค่าเวกเตอร์เฉพาะของเมทริกซ์ปัจจัย หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง ค่า Eigenvector เป็นค่าที่บ่งบอกระดับความสำคัญของปัจจัยแต่ละตัว แสดงในรูปสัดส่วนซึ่งสามารถแปลงเป็นร้อยละได้ จากตารางที่ 3.2 นำค่า vTotal ในแต่ละคอลัมน์หารตัวเลขทุกตัวภายในคอลัมน์ จากนั้นคำนวณหาผลรวมในแนวแถว (hTotal) สุดท้ายนำค่า hTotal ในแต่ละแถวมาหาค่า Eigenvector ของแต่ละแถวจากสูตร

$$Eigenvector\ (W_{ij}) = \frac{hTotal_{ij}}{n} \tag{3.2}$$

เมื่อ W_{ij} คือ ค่า Eigenvector ในแต่ละแถว

$hTotal_{ij}$ คือ ผลรวมค่าสัดส่วนของปัจจัยในแต่ละแถว

n คือ จำนวนปัจจัยทั้งหมด

เมื่อได้ค่า Eigenvector ของแต่ละแถวแล้ว นำค่าที่ได้ทั้งหมดไปใส่ในตาราง ดังตารางที่ 3.3 จะเห็นว่าค่า vTotal ของทุกคอลัมน์มีค่าเปลี่ยนไปจากเดิมกลายเป็น 1 เสมอ เป็นผลมาจากการแปลงค่าข้อมูลในตารางเป็นสัดส่วนนั่นเอง ส่วนผลรวมของ hTotal จะมีค่าเท่ากับ n เสมอหรือในที่นี้

เท่ากับ 8 นั่นเอง และผลรวมของ Eigenvector จะมีค่าเท่ากับ 1 เสมอ หากมีค่าเป็นอย่างอื่น นอกเหนือจากนี้แสดงว่ามีการคำนวณผิดพลาด จะต้องกลับไปคำนวณใหม่อีกครั้ง

ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างตารางข้อมูลเมื่อหาค่า hTotal และ Eigenvector

ปัจจัย	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	hTotal	Eigenvector
C1	f_{11}	●	●	●	●	●	●	●	Σf_{1j}	w_{1j}
C2	●	f_{22}	●	●	●	●	●	●	Σf_{2j}	w_{2j}
C3	●	●	f_{33}	●	●	●	●	●	Σf_{3j}	w_{3j}
C4	●	●	●	f_{44}	●	●	●	●	Σf_{4j}	w_{4j}
C5	●	●	●	●	f_{55}	●	●	●	Σf_{5j}	w_{5j}
C6	●	●	●	●	●	f_{66}	●	●	Σf_{6j}	w_{6j}
C7	●	●	●	●	●	●	f_{77}	●	Σf_{7j}	w_{7j}
C8	●	●	●	●	●	●	●	f_{88}	Σf_{8j}	w_{8j}
vTotal	1	1	1	1	1	1	1	1	8	1

จากตารางที่ 3.3 ผู้วิจัยสามารถระบุลำดับความสำคัญได้จากค่า Eigenvector ที่คำนวณได้ในคอลัมน์สุดท้าย โดยปัจจัยที่มีค่า Eigenvector มาก แสดงว่า มีความสำคัญมาก ส่วนปัจจัยที่มีค่า Eigenvector น้อย แสดงว่า มีความสำคัญน้อย นอกจากนี้ค่า Eigenvector ยังสามารถเขียนในรูปเมทริกซ์ขนาด n × 1 ได้ดังภาพที่ 3.4

$$\begin{bmatrix} w_{1j} \\ w_{2j} \\ w_{3j} \\ w_{4j} \\ w_{5j} \\ w_{6j} \\ w_{7j} \\ w_{8j} \end{bmatrix}$$

ภาพที่ 3.4 ค่า Eigenvector ในรูปเมทริกซ์ขนาด n × 1

4. หาค่า Maximum Eigenvalue (λmax)

ค่า Maximum Eigenvalue (λmax) คือ ค่าสเกลาร์เฉพาะของเมทริกซ์ปัจจัย หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง ค่า λmax เป็นค่าบ่งบอกความคลาดเคลื่อนของการเปรียบเทียบปัจจัยแต่ละคู่ โดย λmax จะมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับจำนวนปัจจัยทั้งหมดเสมอ ($\lambda max \geq n$) เสมอ (Saaty, 2003, pp. 87)

โดยหาก $\lambda max = n$ แสดงว่าการเปรียบเทียบปัจจัยแต่ละคู่ไม่มีความคลาดเคลื่อน ผู้วิจัยสามารถยืนยันผลการเปรียบเทียบปัจจัยทั้งหมดได้

แต่หาก $\lambda max > n$ แสดงว่าการเปรียบเทียบปัจจัยแต่ละคู่มีความคลาดเคลื่อน ผู้วิจัยยังไม่สามารถยืนยันผลการเปรียบเทียบปัจจัยทั้งหมดได้ จะต้องดำเนินการหาค่าความสอดคล้อง (Consistency) ก่อน

การคำนวณหาค่า λmax มีที่มาจากความสัมพันธ์ระหว่าง Eigenvector กับ Eigenvalue ในระบบเมทริกซ์ จากสูตรต่อไปนี้

$$[A][w] = \lambda[w] \tag{3.3}$$

เมื่อ A คือ Normalized Matrix ของปัจจัย

w คือ ค่า Eigenvector ของเมทริกซ์ A

λ คือ ค่า Eigenvalue ของเมทริกซ์ A

ดังนั้นจึงหา λmax ได้จาก

$$\lambda max = \frac{\frac{[A_{ij}][w_{ij}]}{w_{ij}}}{n} \tag{3.4}$$

เมื่อ λmax คือ ค่า Maximum Eigenvalue

A_{ij} คือ ค่าใน Normalized Matrix ของปัจจัย

W_{ij} คือ ค่า Eigenvector ในแต่ละแถว

n คือ จำนวนปัจจัยทั้งหมด

สามารถเขียนในรูปสมการเมทริกซ์ได้ดังภาพที่ 3.5

$$\begin{bmatrix} 1 & A_{12} & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & A_{18} \\ A_{21} & 1 & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & 1 & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & 1 & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & 1 & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & 1 & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & 1 & A_{78} \\ A_{81} & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & A_{87} & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} w_{1j} \\ w_{2j} \\ w_{3j} \\ w_{4j} \\ w_{5j} \\ w_{6j} \\ w_{7j} \\ w_{8j} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Sigma A_{1j} w_{ij} \\ \Sigma A_{2j} w_{ij} \\ \Sigma A_{3j} w_{ij} \\ \Sigma A_{4j} w_{ij} \\ \Sigma A_{5j} w_{ij} \\ \Sigma A_{6j} w_{ij} \\ \Sigma A_{7j} w_{ij} \\ \Sigma A_{8j} w_{ij} \end{bmatrix}$$

ภาพที่ 3.5 สมการเมทริกซ์เพื่อหาผลคูณระหว่าง Normalized Matrix กับ Eigenvector

จากภาพที่ 3.5 เป็นการคูณกันระหว่าง Normalized Matrix กับ Eigenvector ผลคูณที่ได้จะอยู่ในรูปเมทริกซ์ขนาด n × 1 จากนั้นจึงนำไปหารด้วยค่า Eigenvector อีกครั้ง แล้วคำนวณหาค่าเฉลี่ย จะได้ค่า $\boldsymbol{\lambda}$max ดังแสดงในภาพที่ 3.6

$$\begin{bmatrix} \frac{\Sigma A_{1j} w_{ij}}{w_{1j}} \\ \frac{\Sigma A_{2j} w_{ij}}{w_{2j}} \\ \frac{\Sigma A_{3j} w_{ij}}{w_{3j}} \\ \frac{\Sigma A_{4j} w_{ij}}{w_{4j}} \\ \frac{\Sigma A_{5j} w_{ij}}{w_{5j}} \\ \frac{\Sigma A_{6j} w_{ij}}{w_{6j}} \\ \frac{\Sigma A_{7j} w_{ij}}{w_{7j}} \\ \frac{\Sigma A_{8j} w_{ij}}{w_{8j}} \end{bmatrix} \rightarrow \begin{matrix} = \lambda_{1j} \\ = \lambda_{2j} \\ = \lambda_{3j} \\ = \lambda_{4j} \\ = \lambda_{5j} \\ = \lambda_{6j} \\ = \lambda_{7j} \\ = \lambda_{8j} \end{matrix} \Bigg\} \frac{\lambda_{1j}+\lambda_{2j}+\lambda_{3j}+\lambda_{4j}+\lambda_{5j}+\lambda_{6j}+\lambda_{7j}+\lambda_{8j}}{n} = \boldsymbol{\lambda}\text{max}$$

ภาพที่ 3.6 การหาค่า $\boldsymbol{\lambda}$max

5. หาค่าความสอดคล้อง (Consistency)

เมื่อค่า $\boldsymbol{\lambda}$max ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าจำนวนปัจจัยทั้งหมด ($\boldsymbol{\lambda}$max > n) แสดงว่าการเปรียบเทียบปัจจัยแต่ละคู่มีความคลาดเคลื่อน ผู้วิจัยจึงจำเป็นต้องดำเนินการหาค่าความสอดคล้อง (Consistency) เพื่อให้ทราบว่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นนั้นอยู่ในระดับที่ยอมรับได้หรือไม่ ซึ่งผู้วิจัยจะต้องหาค่าต่างๆ ตามลำดับดังนี้ คือ ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Consistency Index: C.I.) ค่าดัชนี

ความสอดคล้องสุ่ม (Random Consistency Index: R.I.) และค่าอัตราส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio: C.R.)

- ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Consistency Index: C.I.)

ค่าดัชนีความสอดคล้อง เป็นการนำค่า λmax มาเปรียบเทียบกับค่า n ซึ่งมีสูตรดังนี้

$$C.I. = \frac{\lambda max - n}{n-1} \tag{3.5}$$

เมื่อ $C.I.$ คือ ค่าดัชนีความสอดคล้อง

λmax คือ ค่า Maximum Eigenvalue

n คือ จำนวนปัจจัยทั้งหมด

- ค่าดัชนีความสอดคล้องสุ่ม (Random Consistency Index: R.I.)

ค่าดัชนีความสอดคล้องสุ่ม เป็นค่าดัชนีที่เกิดจากการคำนวณเมทริกซ์จัตุรัสขนาดต่างๆ โดยใช้ค่าสเกลความสำคัญสัมพัทธ์ 1/9, 1/8, ..., 1/2, 1, 2, ..., 8, 9 และคำนวณหาค่าเฉลี่ย Eigenvalue ซึ่งค่าเฉลี่ยนี้นำมาใช้จัดทำตารางค่าดัชนีความสอดคล้องสุ่มเมื่อมีจำนวนปัจจัยตั้งแต่ 1 จนถึง 15 ปัจจัย (Saaty, 2008, pp. 129) ดังตารางที่ 3.4 แสดงค่า R.I. ที่จำนวนปัจจัยต่างๆ ตัวอย่างเช่น หากจำนวนปัจจัยที่นำมาหาระดับความสำคัญมีทั้งหมด 8 ปัจจัย ค่า R.I. จะเท่ากับ 1.40 เป็นต้น

ตารางที่ 3.4 ค่าดัชนีความสอดคล้องสุ่มที่จำนวนปัจจัยต่างๆ

ค่า n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ค่า R.I.	0	0	0.52	0.89	1.11	1.25	1.35	1.40	1.45	1.49	1.52	1.54	1.56	1.58	1.59

ที่มา: ปรับปรุงจาก Saaty, 2008, pp. 129.

- ค่าอัตราส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio: C.R.)

ค่าอัตราส่วนความสอดคล้อง เป็นอัตราส่วนระหว่างค่าดัชนีความสอดคล้อง (C.I.) กับค่าดัชนีความสอดคล้องสุ่ม (R.I.) ซึ่งเป็นค่าที่ใช้ตัดสินใจว่าควรยอมรับค่าความคลาดเคลื่อน (λmax) ที่เกิดขึ้นหรือไม่ มีสูตรดังนี้

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.} \tag{3.6}$$

เมื่อ ***C.R.*** คือ ค่าอัตราส่วนความสอดคล้อง

C.I. คือ ค่าดัชนีความสอดคล้อง

R.I. คือ ค่าดัชนีความสอดคล้องสุ่ม

สำหรับเกณฑ์การพิจารณาค่าอัตราส่วนความสอดคล้องแสดงดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 เกณฑ์การพิจารณาค่าอัตราส่วนความสอดคล้อง

ค่า n	3	4	5 ขึ้นไป
ค่า C.R. มาตรฐาน	0.05	0.08	0.10

ที่มา: ปรับปรุงจาก Saaty, 2008, pp. 130.

จากตารางที่ 3.5 หากจำนวนปัจจัยที่นำมาหาระดับความสำคัญมีทั้งหมด 8 ปัจจัย ค่า C.R. ที่คำนวณได้จะต้องมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.10 ผู้วิจัยจึงจะสามารถยอมรับค่าความคลาดเคลื่อนได้ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่าการเปรียบเทียบปัจจัยแต่ละคู่มีความสอดคล้องกัน แต่หากค่า C.R. ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่า 0.10 ผู้วิจัยจะไม่สามารถยอมรับความคลาดเคลื่อนได้ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่าการเปรียบเทียบปัจจัยแต่ละคู่ไม่มีความสอดคล้องกัน

Saaty (2008, pp. 130) ได้ให้คำแนะนำว่า หากค่า C.R. ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่า C.R. มาตรฐาน ผู้วิจัยมีสิ่งที่พึงกระทำดังนี้

1) ค้นหาดุลพินิจที่ไม่สอดคล้องกันมากที่สุดจากค่าความสำคัญสัมพัทธ์ใน Normalized Matrix เช่น ตำแหน่งที่มีค่าความสำคัญสัมพัทธ์สูงมากๆ เนื่องจากเป็นไปได้ที่ผู้วิจัยอาจจะกรอกค่าผิดพลาด

2) ปรับเปลี่ยนช่วงของสเกลค่าความสำคัญสัมพัทธ์ เช่น จาก 9 ระดับ เป็น 7 ระดับ เนื่องจากในบางกรณีค่าสเกลที่กำหนดอาจมีความละเอียดหรือหยาบเกินไป เป็นเหตุให้ผู้ตอบแบบสอบถามเกิดความสับสน

3) ผู้วิจัยกลับไปขอให้ผู้ตอบแบบสอบถามพิจารณาคำตอบอีกครั้ง หากเป็นไปได้ควรให้ผู้ตอบแบบสอบถามเปลี่ยนคำตอบในข้อนั้นๆ แต่หากผู้ตอบแบบสอบถามยืนยันคำตอบหรือไม่เต็มใจที่จะเปลี่ยนคำตอบ ผู้วิจัยก็อาจอธิบายปัจจัยตัวนั้นเพิ่มเติม เนื่องจากบางกรณีผู้ตอบแบบสอบถามอาจมีความเข้าใจความหมายหรือความสำคัญของปัจจัยแต่ละตัวคลาดเคลื่อนไป