



## การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์: เปรียบเทียบแนวคิด และวิธีการระหว่าง SAW AHP และ TOPSIS

### Multi-Criteria Decision Making: Comparison between SAW, AHP and TOPSIS Concept and Methods

อภิรดี สรวิสูตร วท.ด. (Apiradee Saravisutra, D.Sc.)<sup>1</sup>

#### บทคัดย่อ

การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ประกอบด้วยสิ่งสำคัญ 3 ประการคือการหาวิธีในการแก้ปัญหา การเสนอทางเลือก และการตัดสินใจเลือก โดยเป้าหมายสำคัญของการวิเคราะห์การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์คือ การเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดจากทางเลือกทั้งหมด บทความนี้นำเสนอแนวคิดและวิธีการวิเคราะห์การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ 3 วิธีการ ได้แก่ การรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย กระบวนการวิเคราะห์แบบลำดับขั้นและ เทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติ ข้อดีของ SAW คือไม่ยุ่งยาก แต่ข้อเสียคือผลการวิเคราะห์มักให้ค่าความเหมาะสมเกินความเป็นจริง ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นหรือการวิเคราะห์อย่างหยาบ ส่วนกระบวนการวิเคราะห์แบบลำดับขั้นจะให้ความสำคัญอยู่กับการเรียงลำดับขั้นของการทำงานและการเปรียบเทียบองค์ประกอบที่ใช้ในการตัดสินใจทีละคู่ ซึ่งมีข้อเสียคือความยุ่งยากในการคำนวณค่าที่ได้จากการตัดสินใจทีละคู่และการหาค่าความสอดคล้องแต่มีข้อดีคือช่วยขจัดการตัดสินใจที่มีความลำเอียง ส่วนเทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติ จะให้ความสำคัญกับการกำหนดค่าอุดมคติในเชิงบวกและเชิงลบ ทางเลือกที่ดีที่สุดคือการเข้าใกล้จุดอุดมคติเชิงบวกและไกลจากจุดอุดมคติเชิงลบมากที่สุด ซึ่งแตกต่างกับวิธีการรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่ายและกระบวนการวิเคราะห์แบบลำดับขั้นที่เลือกทางเลือกที่ดีที่สุดจากผลรวมค่าคะแนนที่มากที่สุด ข้อดีของส่วนเทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติ คือทำให้ทราบถึงสิ่งที่ดีที่สุดและสิ่งที่แย่ที่สุดของข้อมูลแต่ละเรื่อง ส่วนข้อเสียอยู่ที่การคำนวณความสัมพันธ์ในการเข้าใกล้จุดอุดมคติที่ซับซ้อน อย่างไรก็ตามสองสิ่งที่สำคัญที่ต้องระวังในการวิเคราะห์แบบหลายหลักเกณฑ์ คือ กฎเกณฑ์การตัดสินใจและเกณฑ์การถ่วงน้ำหนัก เนื่องจากสองสิ่งนี้ส่งผลต่อการคำนวณทางเลือกที่เหมาะสม

**คำสำคัญ:** การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ การรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย กระบวนการวิเคราะห์แบบลำดับขั้น  
เทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติ

#### Abstract

Multi-Criteria Decision Making (MCDM) is the integration of the three crucial elements which include searching for solution, proposal for alternatives and decision on selection. The aim of MCDM analysis is to choose the best alternative of all. In relation to this, the paper focuses on three MCDM methods: the simple additive weighting (SAW), the analytic hierarchy process (AHP), and the technique for order preference by similarity to the ideal solution (TOPSIS). The first method, SAW, is the method which is not complicated, but usually produces overrated output. It, therefore, is suitable for the beginners or coarse analyses. The AHP, the second one, emphasizes on hierarchy process and assessment of pairwise comparison of the elements. Despite its complicated assessment of pairwise comparison and consistency ratio

<sup>1</sup> อาจารย์ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์



calculation, the AHP results are in unbiased judgment. The last one is TOPSIS which focuses on determination of positive and negative ideal point values. Unlike SAW and AHP, which choose the highest score, the best alternative of TOPSIS is the one that is closest to the positive ideal point and farthest from the negative one. TOPSIS, as a result, assists in the understanding of the worst and the best value of each map layer. Concerning TOPSIS, its calculation for relative closeness to an ideal point is complicated. However, two important factors which are in connection with MCDM analysis are decision rules and criterion weights as both of these affect the calculation for suitable alternative.

**Keywords:** MCDM, SAW, AHP, TOPSIS

## บทนำ

จุดเริ่มต้นของการศึกษาหรือการวิจัยส่วนใหญ่เริ่มจากการระบุปัญหา และค้นหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งวิธีการที่ใช้ในการแก้ไขปัญหาที่มีหลากหลาย ทั้งประมวลผล วิธีการวิเคราะห์ และมีรูปแบบนำเสนอที่แตกต่างกัน การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ (Multi-Criteria Decision Making: MCDM) เป็นวิธีการหนึ่งในการแก้ไขปัญหาที่นิยมนำไปใช้เพื่อวิเคราะห์ทางเลือกที่เหมาะสมด้วยการนำทางเลือกที่ตรงตามหลักเกณฑ์มาเรียงลำดับ ในช่วงหลายสิบปีที่ผ่านมาการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ถูกนำไปประยุกต์ใช้กับงานหลากหลายด้าน อาทิเช่น การขนส่งและโลจิสติกส์ การจัดการธุรกิจและการเงิน การวางแผนกลยุทธ์ การประเมินและจัดการโครงการ การจัดการสิ่งแวดล้อม การจัดการน้ำ การจัดการพลังงาน การจัดการด้านการเกษตรและป่าไม้ การให้บริการ และด้านการทหาร เป็นต้น (Srisawat & Payakpate, 2013) สำหรับบทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอความรู้เกี่ยวกับการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ที่มุ่งเน้นไปที่การตัดสินใจแบบหลายคุณลักษณะที่พิจารณาชุดของข้อมูลคุณลักษณะที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์การตัดสินใจ ซึ่งเนื้อหาครอบคลุมแนวคิดวิธีการวิเคราะห์ 3 วิธีการ ได้แก่ การรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย (Simple Additive Weighting: SAW) กระบวนการวิเคราะห์แบบลำดับชั้น (Analysis Hierarchy Process: AHP) และ เทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติ (TOPSIS: Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution) โดยแสดงให้เห็นถึงแนวคิด วิธีการวิเคราะห์ และเปรียบเทียบแนวคิดและวิธีการวิเคราะห์ของแต่ละวิธี เพื่อช่วยให้เกิดความเข้าใจในขั้นตอนของแต่ละวิธีได้มากยิ่งขึ้น

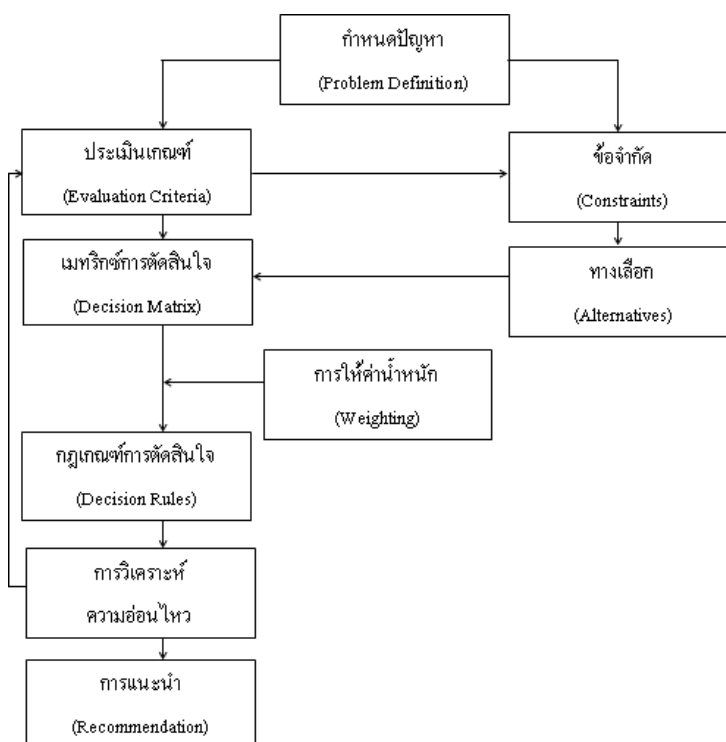
## การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์: กรอบแนวคิดในการวิเคราะห์

การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ หรือที่เรียกว่า Multi-Criteria Decision Making: MCDM นั้น เป็นวิธีการหนึ่งในการแก้ไขปัญหาที่นิยมนำไปใช้เพื่อวิเคราะห์ทางเลือกที่เหมาะสม โดยเป็นการนำทางเลือกที่ตรงตามหลักเกณฑ์ (Criteria) มาเรียงลำดับ เพื่อให้ผู้ใช้ตัดสินใจเลือกสิ่งที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการแก้ไขปัญหา

ขั้นตอนในการวิเคราะห์เพื่อนำเสนอทางเลือกที่เหมาะสมนั้น มีกรอบแนวคิดตั้งแต่การกำหนดปัญหาจนถึงการเสนอทางเลือก (ภาพที่ 1) โดยเริ่มต้นจากขั้นตอนแรกซึ่งเป็นการกำหนดปัญหาหรือการระบุปัญหา เพื่อให้ทราบข้อมูลพื้นฐานของปัญหา ได้แก่ สาเหตุที่ต้องมีการตัดสินใจ ระดับของการตัดสินใจ ตลอดจนสภาพแวดล้อมของปัญหา ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะนำไปสู่การเลือกข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ หรือเกณฑ์ที่นำมาใช้สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ทั้งนี้ข้อมูลบางประเภทอาจมีข้อจำกัดบางประการ เช่น ไม่สามารถนำข้อมูลไปวิเคราะห์รวมกันได้ ไม่สามารถถ่วงน้ำหนักกับข้อมูลได้ เป็นต้น ซึ่งถือว่าเป็นข้อจำกัดในการวิเคราะห์ ส่งผลให้ทางเลือกสำหรับนำข้อมูลไปวิเคราะห์ลดน้อยลง หลังจากนั้นจึงนำข้อมูลต่างๆ ไปสร้างตารางเมทริกซ์ของการตัดสินใจ ซึ่งข้อมูลหรือเกณฑ์ต่างๆ ที่นำไปใช้นั้นมีความสำคัญไม่เท่ากัน จึงต้องมีการให้ค่าถ่วงน้ำหนักของข้อมูลแต่ละเรื่องก่อนที่จะนำไป

วิเคราะห์ทางเลือก อย่างไรก็ตาม ในบางครั้งข้อมูลที่ได้อาจมีความทันสมัยไม่เพียงพอ หรือมีหน่วยวัดที่แตกต่างกัน หรือช่วงเวลาของข้อมูลแตกต่างกัน ทำให้ผลการวิเคราะห์ที่ได้ในแต่ละครั้งไม่เหมือนกัน ซึ่งถือว่าเป็นความอ่อนไหวที่เกิดจากข้อมูล ทำให้ต้องกลับไปพิจารณาข้อมูลที่น่าไปใช้ใหม่อีกครั้ง จึงจะนำทางเลือกที่เหมาะสมซึ่งวิเคราะห์ได้ไปใช้ในการตัดสินใจนอกจากนี้ ถ้าทางเลือกหรือข้อเสนอแนะทุกทางเลือกยังไม่ตรงกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการก็ต้องกลับไปในขั้นตอนที่ 1 คือการระบุปัญหาอีกครั้งแล้วถึงทำการบวนการใหม่อีกครั้งจนกว่าจะได้ทางเลือกที่สามารถแก้ปัญหาได้ตรงจุด (สถาพร โอภาสานนท์, 2556)

กล่าวได้ว่า การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์สามารถจัดโครงสร้างของปัญหาได้อย่างชัดเจน และมีวิธีการวิเคราะห์ที่ใช้กับข้อมูลหลายประเภท ผลของทางเลือกที่ดีที่สุดซึ่งได้จากการวิเคราะห์แบบหลายหลักเกณฑ์นั้นอาจไม่ใช่ทางเลือกที่ให้ผลตอบแทนเป็นตัวเงินสูงสุดดังเช่นการวิเคราะห์ต้นทุนและกำไร แต่จุดสำคัญของการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์อยู่ที่กฎเกณฑ์การตัดสินใจ (Decision Rules) ซึ่งเป็นกระบวนการเรียงลำดับ หรือคัดทางเลือกที่ใช้ได้ดีที่สุดสำหรับปัญหาหนึ่งๆ ทั้งนี้ในการวิเคราะห์สามารถทำได้หลายวิธี เช่น การรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย (Simple Additive Weighting, SAW) กระบวนการวิเคราะห์แบบลำดับขั้น (Analysis Hierarchy Process, AHP) และ TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution) เป็นต้น (เมธี เอกะสิงห์, เทวินทร์ แก้วเมืองมูล และชาฤทธิ์ สุ่มเหม, 2549) ในการวิเคราะห์การตัดสินใจทั้งวิธีการรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย กระบวนการวิเคราะห์แบบลำดับขั้น และ TOPSIS เป็นวิธีการที่นิยมนำไปใช้วิเคราะห์การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิเคราะห์การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์

ดัดแปลงจาก Malczewski (1999)



### กฎเกณฑ์การตัดสินใจแบบหลายคุณลักษณะ

โดยทั่วไปข้อมูลที่นำไปใช้ในการจัดการและตัดสินใจนั้น ข้อมูลกว่าร้อยละ 80 มีความสัมพันธ์กับข้อมูลภูมิศาสตร์ (Worrall, 1991) ข้อมูลภูมิศาสตร์ นอกจากจะให้สารสนเทศในเรื่องต่างๆ แล้วยังให้ข้อมูลเกี่ยวกับตำแหน่งที่ตั้ง หรือพิกัดของสิ่งต่างๆ ที่อยู่บนพื้นโลก โดยอยู่ในรูปแบบของข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) ที่มีข้อมูลเชิงคุณลักษณะเชื่อมโยงอยู่

การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์สามารถจำแนกเป็น 2 ประเภท คือ การตัดสินใจแบบหลายคุณลักษณะ (Multi-Attribute Decision Making: MADM) และการตัดสินใจแบบหลายวัตถุประสงค์ (Multi-Objective Decision Making: MODM) ข้อมูลคุณลักษณะเป็นข้อมูลที่จำลองมาจากสิ่งที่ปรากฏบนพื้นผิวโลกและสามารถวัดในเชิงคุณภาพหรือเชิงปริมาณได้ การตัดสินใจตามวัตถุประสงค์เป็นการวิเคราะห์โดยใช้ข้อมูลคุณลักษณะมากกว่าหนึ่งข้อมูลขึ้นไป กล่าวอีกนัยหนึ่ง ความแตกต่างกันระหว่างการตัดสินใจแบบหลายคุณลักษณะกับการตัดสินใจแบบหลายวัตถุประสงค์คือการกำหนดเกณฑ์ที่ใช้ โดยการตัดสินใจแบบหลายคุณลักษณะกำหนดตามคุณลักษณะ ในขณะที่การตัดสินใจแบบหลายวัตถุประสงค์กำหนดตามวัตถุประสงค์ (Malczewski, 1999)

การตัดสินใจแบบหลายคุณลักษณะที่พิจารณาชุดของข้อมูลคุณลักษณะที่นำไปใช้ในการวิเคราะห์การตัดสินใจสามารถนำไปเขียนในรูปแบบเมทริกซ์ได้ดังตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** เมทริกซ์ของข้อมูลเชิงคุณลักษณะที่ใช้สำหรับแก้ปัญหาโดยการตัดสินใจแบบหลายคุณลักษณะ

|               | ข้อมูลคุณลักษณะ 1 | ข้อมูลคุณลักษณะ 2 | ... | ข้อมูลคุณลักษณะ n |
|---------------|-------------------|-------------------|-----|-------------------|
| ทางเลือกที่ 1 | $X_{11}$          | $X_{12}$          |     | $X_{1n}$          |
| ทางเลือกที่ 2 | $X_{21}$          | $X_{22}$          |     | $X_{2n}$          |
| ...           | ...               | ...               |     | ...               |
| ทางเลือกที่ m | $X_{m1}$          | $X_{m2}$          |     | $X_{mn}$          |

$X_{ij}$  คือ ค่าคะแนนสำหรับทางเลือกที่ i และข้อมูลคุณลักษณะ j โดยที่ทางเลือกมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง m ในขณะที่ข้อมูลคุณลักษณะมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง n

ตัวอย่างที่ 1 ต้องการสร้างโรงแรมแห่งหนึ่งโดยพิจารณาข้อมูลคุณลักษณะ 2 ชนิดคือ ราคาที่ดินซึ่งมี 3 ราคา คือ ถูก แพง และแพงมาก (ภาพที่ 2 A) และข้อมูลเรื่องทิวทัศน์ มี 3 กลุ่มคือทิวทัศน์ไม่ค่อยดี (น้อย) ปานกลาง และดี (ภาพที่ 2 B) ทางเลือกของที่ตั้งของโรงแรมคือการหาข้อมูลคุณลักษณะทั้งหมดมารวมกัน โดยผลรวมที่มากที่สุดคือทางเลือกที่ดีที่สุด ในกรณีนี้เกณฑ์ที่นำมาพิจารณาคือที่ตั้งที่เป็นทางเลือกที่ดีควรอยู่ในพื้นที่ที่ราคาที่ดินถูกและทิวทัศน์ดีมาก กำหนดให้ราคาที่ดินถูก = 3 แพง = 2 และ แพงมาก = 1 ส่วนทิวทัศน์ดีมาก = 3 ปานกลาง = 2 และ น้อย = 1 ผลรวมที่มากที่สุดคือ 6 หมายถึงที่ตั้งที่เป็นทางเลือกที่ดีที่สุด (พื้นที่สีดำในภาพที่ 2 C) ส่วนทางเลือกที่ติรอลงมามีคะแนนรวม 5 คะแนน จะอยู่ทางทิศเหนือ ตะวันตก และทิศใต้ของพื้นที่ที่เป็นทางเลือกที่ดีที่สุด

|            |  |  |  |
|------------|--|--|--|
| แพงมาก = 1 |  |  |  |
| แพง = 2    |  |  |  |
| ถูก = 3    |  |  |  |
| แพง = 2    |  |  |  |
| แพงมาก = 1 |  |  |  |

+

|          |             |         |
|----------|-------------|---------|
| น้อย = 1 | ปานกลาง = 2 | มาก = 3 |
|----------|-------------|---------|

=

|  |   |   |
|--|---|---|
|  |   |   |
|  |   | 5 |
|  | 5 | 6 |
|  |   | 5 |

A ราคาที่ดิน
B ทิวทัศน์
C ทางเลือก

ภาพที่ 2 ตัวอย่างข้อมูลคุณลักษณะที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางเลือกที่ตั้งโรงแรม

### การตัดสินใจแบบหลายคุณลักษณะ: การวิเคราะห์แบบ SAW, AHP และ TOPSIS

เป้าหมายของการตัดสินใจแบบหลายคุณลักษณะ คือ การเรียงลำดับทางเลือกที่เหมาะสม และเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดซึ่งมีกฎเกณฑ์การตัดสินใจหลายกฎเกณฑ์ หากเน้นกฎเกณฑ์การตัดสินใจที่ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นเครื่องมือหลักในการวิเคราะห์ วิธีการวิเคราะห์แบบการรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย กระบวนการวิเคราะห์แบบลำดับชั้น และ TOPSIS จัดเป็นวิธีการที่นิยมใช้กัน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

#### 1. การรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย (Simple Additive Weighting: SAW)

วิธีการนี้เป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากที่สุดในการวิเคราะห์การตัดสินใจแบบหลายคุณลักษณะการรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่ายใช้แนวคิดในการรวมค่าน้ำหนักเชิงเส้นตรง (Weighted Linear Combination: WLC) หรือแนวคิดการให้คะแนน (Scoring methods) ซึ่งใช้หลักการบนพื้นฐานของการให้ค่าน้ำหนักเฉลี่ย โดยจะให้ค่าถ่วงน้ำหนักที่แตกต่างกันตามความสำคัญ

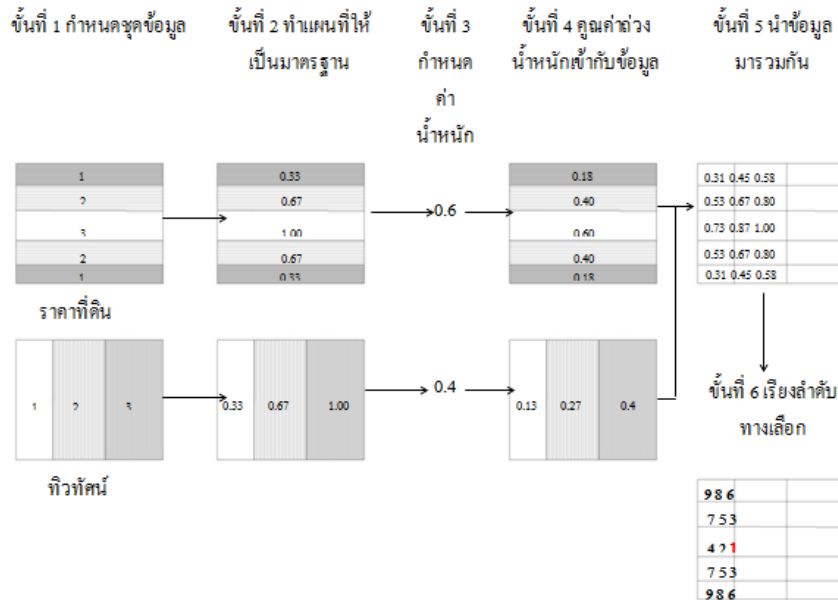
ผลรวมค่าคะแนนในแต่ละทางเลือกมาจากค่าน้ำหนักของข้อมูลคุณลักษณะแต่ละเรื่อง สามารถนำมาเขียนสมการได้ดังสมการที่ 1

$$A_i = \sum w_j x_{ij} \quad (1)$$

โดยที่  $A_i$  คือ ทางเลือกแต่ละทางเลือก  
 $w_i$  คือ ค่าถ่วงน้ำหนัก  
 $x_{ij}$  คือ ค่าคะแนนของทางเลือกที่  $i$  ในข้อมูลคุณลักษณะที่  $j$

ทางเลือกที่ดีที่สุด คือ ทางเลือกที่มีผลรวมของค่าคะแนนมากที่สุดสำหรับการวิเคราะห์ด้วยวิธีการรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มีขั้นตอนการทำงานดังนี้(ภาพที่ 3)

- กำหนดชุดของข้อมูลที่จะนำไปใช้ (ชั้นข้อมูลแผนที่: Map layer) และชุดของทางเลือกที่เป็นไปได้ในกรณีนี้จะยกตัวอย่างจากข้อมูลตัวอย่างที่ 1 คือ ราคาที่ดิน และทิวทัศน์
- ทำแผนที่ต่างๆ ให้เป็นมาตรฐาน (Standardize)
- กำหนดค่าถ่วงน้ำหนักตามลำดับความสำคัญให้กับข้อมูลแต่ละเรื่องในกรณีนี้สมมติให้ราคาที่ดินมีค่าถ่วงน้ำหนักเท่ากับ 0.6 ส่วนทิวทัศน์มีค่าถ่วงน้ำหนักเท่ากับ 0.4
- คูณค่าถ่วงน้ำหนักที่กำหนดไว้กับข้อมูลเรื่องนั้นๆ
- นำข้อมูลทั้งหมดที่ผ่านการคูณด้วยค่าถ่วงน้ำหนักแล้วมารวมกันในแต่ละทางเลือก
- เรียงลำดับคะแนนทางเลือกจากมากไปน้อย ทางเลือกที่ดีที่สุดคือทางเลือกที่มีผลรวมคะแนนมากที่สุด



ภาพที่ 3 ตัวอย่างขั้นตอนการวิเคราะห์ด้วยวิธีการรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย

จากภาพที่ 3 ทางเลือกที่ดีที่สุดคือพื้นที่บริเวณหมายเลข 1 ที่พื้นที่มีที่ดินราคาถูกและทิวทัศน์ที่ดีที่สุด ตัวอย่างงานวิจัยที่ใช้วิธีการนี้เช่น การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการประเมินพื้นที่ที่มีศักยภาพในการวางปะการังเทียมของวิรุงทอง และคณะ (2547) ที่ใช้ข้อมูลคุณลักษณะ 8 เรื่องคือ พื้นที่ท้องทะเล ความลึก เขตห้ามทำการประมงอวนลากอวนรุน ระยะห่างจากเขตหวงห้ามทางทหาร ระยะห่างจากสายเคเบิลใต้น้ำ ระยะห่างจากชายฝั่ง ระยะห่างจากแนวปะการังธรรมชาติ และระยะห่างจากท่าเรือและพื้นที่ที่เป็นข้อจำกัด โดยผลการศึกษาพบว่าจังหวัดชุมพรมีพื้นที่ที่มีศักยภาพในการวางปะการังเทียม 62 ตารางกิโลเมตร ซึ่งจากผลการศึกษาที่ได้สามารถนำไปใช้ในการจัดระดับความสำคัญของพื้นที่ในการวางปะการัง ช่วยลดความขัดแย้งในการใช้ทรัพยากร ลดขั้นตอนการดำเนินการจัดสร้าง และใช้เป็นเครื่องมือในการกำหนดพื้นที่วางปะการังเทียมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## 2. กระบวนการวิเคราะห์แบบลำดับขั้น (Analysis Hierarchy Process: AHP)

การวิเคราะห์แบบลำดับขั้นพัฒนาขึ้นเพื่อใช้เป็นเครื่องมือสำหรับผู้บริหาร โดยมีหลักการที่สำคัญ 3 ส่วนคือ จำแนกออกเป็นลำดับขั้น เปรียบเทียบองค์ประกอบในการตัดสินใจทีละคู่ และเรียงลำดับทางเลือก ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) พัฒนาลำดับขั้นการทำงานว่าจะมีการเรียงลำดับขั้นอย่างไร ซึ่งโครงสร้างของการวิเคราะห์แบบลำดับขั้นประกอบด้วย 4 ส่วนใหญ่ๆ เรียงลำดับ อันได้แก่ เป้าหมาย (Goal) วัตถุประสงค์ (Objective) คุณลักษณะ (Attribute) และทางเลือก (Alternative) แต่จำนวนของระดับขั้นอาจมีมากกว่า 4 ลำดับขั้นเนื่องจากวัตถุประสงค์อาจมีวัตถุประสงค์ย่อย หรือผู้ตัดสินใจอาจมีมากกว่า 1 กลุ่ม

2) การเปรียบเทียบองค์ประกอบที่ใช้ในการตัดสินใจทีละคู่ (Pairwise) ซึ่งเป็นการให้ค่าถ่วงน้ำหนักวิธีหนึ่งที่เป็นพื้นฐานในการวิเคราะห์แบบลำดับขั้นการตัดสินใจทีละคู่เป็นการลดกระบวนการที่ซับซ้อนลงให้เหลือเพียงการตัดสินใจองค์ประกอบทีละคู่ แต่ในการพิจารณาอาจต้องใช้เวลามากขึ้น โดยสามารถแบ่งเป็น 3 ขั้นตอนย่อยดังนี้

2.1) การสร้างเมทริกซ์การเปรียบเทียบทีละคู่ (Pairwise Comparison Matrix) โดยแต่ละข้อมูลจะมีการเปรียบเทียบกัน 9 ระดับ

2.2) คำนวณผลรวมของค่าน้ำหนักที่ได้จากการเปรียบเทียบข้อมูลแต่ละคู่ทุกคู่ หลังจากนั้นทำให้เป็นบรรทัดฐาน (Normalize) ข้อมูล และรวมข้อมูลในแต่ละแถว ซึ่งทำให้ได้ค่าถ่วงน้ำหนักซึ่งได้จากการพิจารณาข้อมูลแต่ละคู่ ตัวอย่างดังตารางที่ 2

2.3) คำนวณอัตราส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio: CR) โดยผลการคำนวณอัตราส่วนความสอดคล้องที่ได้ต้องมีค่าน้อยกว่า 0.1 จึงจะถือว่าการเปรียบเทียบทีละคู่ที่ใช้มีความสมเหตุสมผล

3) รวมค่าคะแนนของแต่ละทางเลือกที่ได้ และเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย โดยทางเลือกที่ดีที่สุดคือทางเลือกที่มีผลรวมของค่าคะแนนมากที่สุด

จากข้อมูลตัวอย่างที่ 1 เมื่อนำมาวิเคราะห์แบบลำดับขั้นสิ่งสำคัญคือการเปรียบเทียบองค์ประกอบที่ใช้ในการตัดสินใจทีละคู่ ในที่นี้สมมุติให้มีผู้เชี่ยวชาญให้ค่าน้ำหนักของปัจจัยด้านราคาที่ดินมีความสำคัญกว่าวิวทัศน์เท่ากับ 7 ดังนั้นสามารถนำมาสร้างการสร้างเมทริกซ์การเปรียบเทียบทีละคู่ได้ดังนี้ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ตัวอย่างขั้นตอนและผลการคำนวณค่าถ่วงน้ำหนักที่ได้จากการเปรียบเทียบทีละคู่

| ปัจจัย     | ขั้นที่ 1 เปรียบเทียบทีละคู่ |          | ขั้นที่ 2 ทำให้เป็นบรรทัดฐาน |          | ขั้นที่ 3 คำนวณค่าถ่วงน้ำหนัก |
|------------|------------------------------|----------|------------------------------|----------|-------------------------------|
|            | ราคาที่ดิน                   | วิวทัศน์ | ราคาที่ดิน                   | วิวทัศน์ |                               |
| ราคาที่ดิน | 1                            | 7        | 0.88                         | 0.87     | $(0.88+0.87)/2 = 0.88$        |
| วิวทัศน์   | 1/7                          | 1        | 0.12                         | 0.13     | $(0.12+0.13)/2 = 0.12$        |
| รวม        | 1.14                         | 8        | 1.00                         | 1.00     | 1.00                          |

ตารางที่ 3 ตัวอย่างการหาอัตราส่วนความสอดคล้อง

| ปัจจัย     | ขั้นที่ 1 ผลรวมของสเกลกับค่าถ่วงน้ำหนัก       | ขั้นที่ 2          |
|------------|-----------------------------------------------|--------------------|
| ราคาที่ดิน | $(1 \times 0.88) + (7 \times 0.12) = 1.72$    | $1.72/0.88 = 1.95$ |
| วิวทัศน์   | $(0.14 \times 0.88) + (1 \times 0.12) = 0.24$ | $0.24/0.12 = 2.00$ |

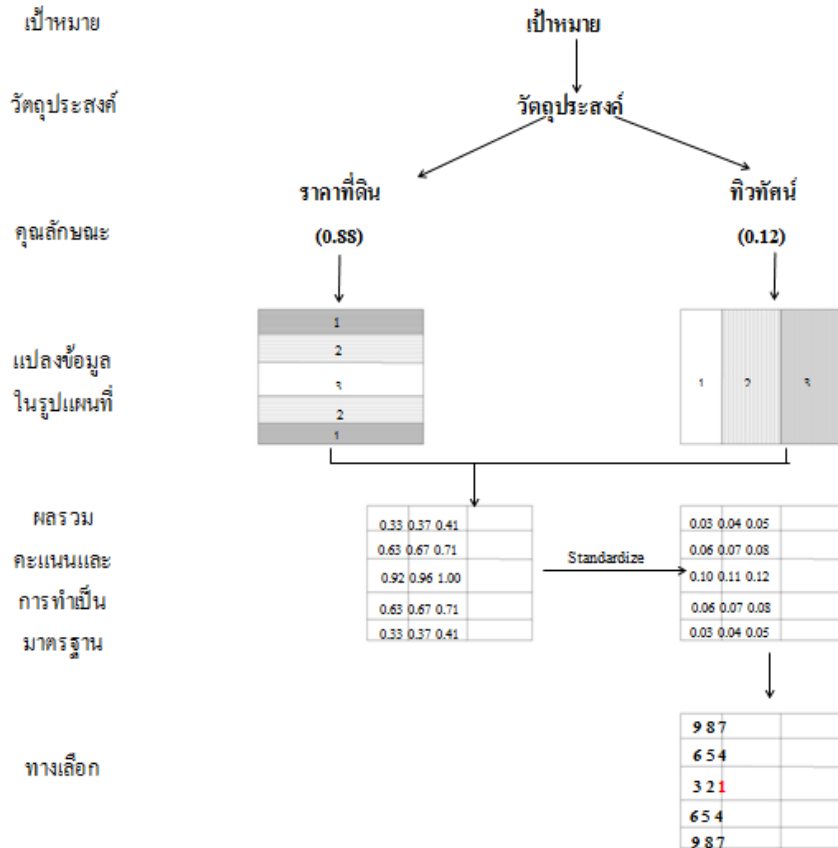
นำผลที่ได้จากขั้นที่ 2 มาหาค่าเฉลี่ย ( $\lambda$ ) =  $(1.95+2.00)/2 = 1.975$  จากนั้นนำไปหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Consistency Index: CI)

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} = \frac{1.975}{1} = 1.975$$

จากนั้นนำค่าดัชนีความสอดคล้องไปคำนวณหาอัตราส่วนความสอดคล้อง (CR)

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{1.975}{0}$$

ค่า RI คือค่า Random Inconsistency Indices ที่กำหนดโดย Saaty (1980) ซึ่งผลจากการคำนวณไม่สามารถหาค่าได้เนื่องจากจำนวนปัจจัยมีน้อยเกินไป แต่เนื่องจากบทความนี้ต้องการแสดงให้เห็นถึงแนวคิดที่ใช้ในการศึกษาจึงขอ นำค่าถ่วงน้ำหนักที่คำนวณได้ไปใช้ในการอธิบายต่อไป



ภาพที่ 4 ตัวอย่างการวิเคราะห์แบบลำดับชั้น

ตัวอย่างงานวิจัยที่ใช้กระบวนการวิเคราะห์แบบลำดับชั้นในการศึกษา เช่น การใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อศึกษาพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการฟังกบขะมูลฝอยของจุฬพล วิเชียรศิลป์, ณัฐพล วงษ์รัมย์ และชลาวัล วรณทอง (2557) ที่มีพื้นที่ศึกษาอยู่ที่อำเภอลำปลายมาศ จังหวัดบุรีรัมย์ โดยมีวัตถุประสงค์คือเพื่อหาพื้นที่ฟังกบขะมูลฝอยแห่งใหม่บัจจยที่นำมาพิจารณา 10 บัจจยคือโบราณสถาน แหล่งน้ำผิวดิน ชุมชน ถนนสายหัก การใช้ประโยชน์ที่ดิน ลักษณะของดิน ระดับน้ำใต้ดิน บ่อน้ำบาดาลและพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วม การวิจัยนี้ได้มีการให้ค่าน้ำหนักบัจจยจากผู้เชี่ยวชาญ 4 คน ผลการวิจัยพบว่า พื้นที่ที่เหมาะสมมากที่สุดในการฟังกบขะมูลฝอยในอำเภอลำปลายมาศมีเนื้อที่ 54 ตารางกิโลเมตร นอกจากนี้ได้มีการนำพื้นที่ที่เหมาะสมในการฟังกบขะมูลฝอยไปถามประชากรในพื้นที่ พบว่ามีประชากรในพื้นที่เห็นด้วยกับการสร้างพื้นที่ฟังกบขะมูลฝอยในบริเวณตำบลหนองบัวโคก ซึ่งห่างจากเทศบาลตำบลปลายมาศประมาณ 7 กิโลเมตร ซึ่งการวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงการวิเคราะห์ข้อมูลแบบลำดับชั้นที่จะช่วยให้การดำเนินงานต่อไปมีความชัดเจน ลดความขัดแย้งที่จะเกิดขึ้นในชุมชน และได้พื้นที่ฟังกบขะมูลฝอยที่เหมาะสม

### 3.TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution)

เป็นเทคนิคที่นิยมใช้มากที่สุดของแนวคิดอุดมคติ (Ideal point methods) (Hwang & Yoon, 1981) โดยการวิเคราะห์จะมีการกำหนดเป้าหมายในอุดมคติไว้ และทางเลือกไหนมีค่าเข้าใกล้เป้าหมายในอุดมคติมากที่สุด และไกลจากจุดอุดมคติเชิงลบมากที่สุด ถือเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด

ขั้นตอนในการวิเคราะห์ TOPSIS โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มีดังนี้ (ภาพที่ 5)

- 1) กำหนดทางกลุ่มของทางเลือกที่เป็นไปได้
- 2) ทำข้อมูลคุณลักษณะแต่ละชั้นข้อมูลให้เป็นมาตรฐาน (Standardize)
- 3) กำหนดค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละข้อมูลให้อยู่ในช่วง 0-1 โดยเมื่อรวมค่าถ่วงน้ำหนักของทุกข้อมูลแล้วต้องมีค่าเท่ากับ 1

- 4) คูณค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละชั้นข้อมูลกับข้อมูลเรื่องนั้นๆ
- 5) กำหนดค่าสูงสุดที่เป็นค่าในอุดมคติเชิงบวกให้แต่ละชั้นข้อมูล
- 6) กำหนดค่าต่ำสุดที่เป็นค่าในอุดมคติเชิงลบให้แต่ละชั้นข้อมูล
- 7) คำนวณระยะทางระหว่างจุดในอุดมคติเชิงบวกกับข้อมูลแต่ละชั้นข้อมูลโดยใช้สูตรดังสมการที่ 2

$$S_{i+} = \sqrt{\sum (v_{ij} - v_{+i})^2} \quad (2)$$

$S_{i+}$  คือ ระยะทางระหว่างข้อมูลกับจุดอุดมคติเชิงบวก

$v_{ij}$  คือ ข้อมูลคุณลักษณะ

$v_{+i}$  คือ ค่าสูงสุดที่เป็นค่าในอุดมคติเชิงบวก

- 8) คำนวณระยะทางระหว่างจุดในอุดมคติเชิงลบกับข้อมูลแต่ละชั้นข้อมูลโดยใช้สูตรดังนี้

$$S_{i-} = \sqrt{\sum (v_{ij} - v_{-i})^2} \quad (3)$$

$S_{i-}$  คือ ระยะทางระหว่างข้อมูลกับจุดอุดมคติเชิงลบ

$v_{ij}$  คือ ข้อมูลคุณลักษณะ

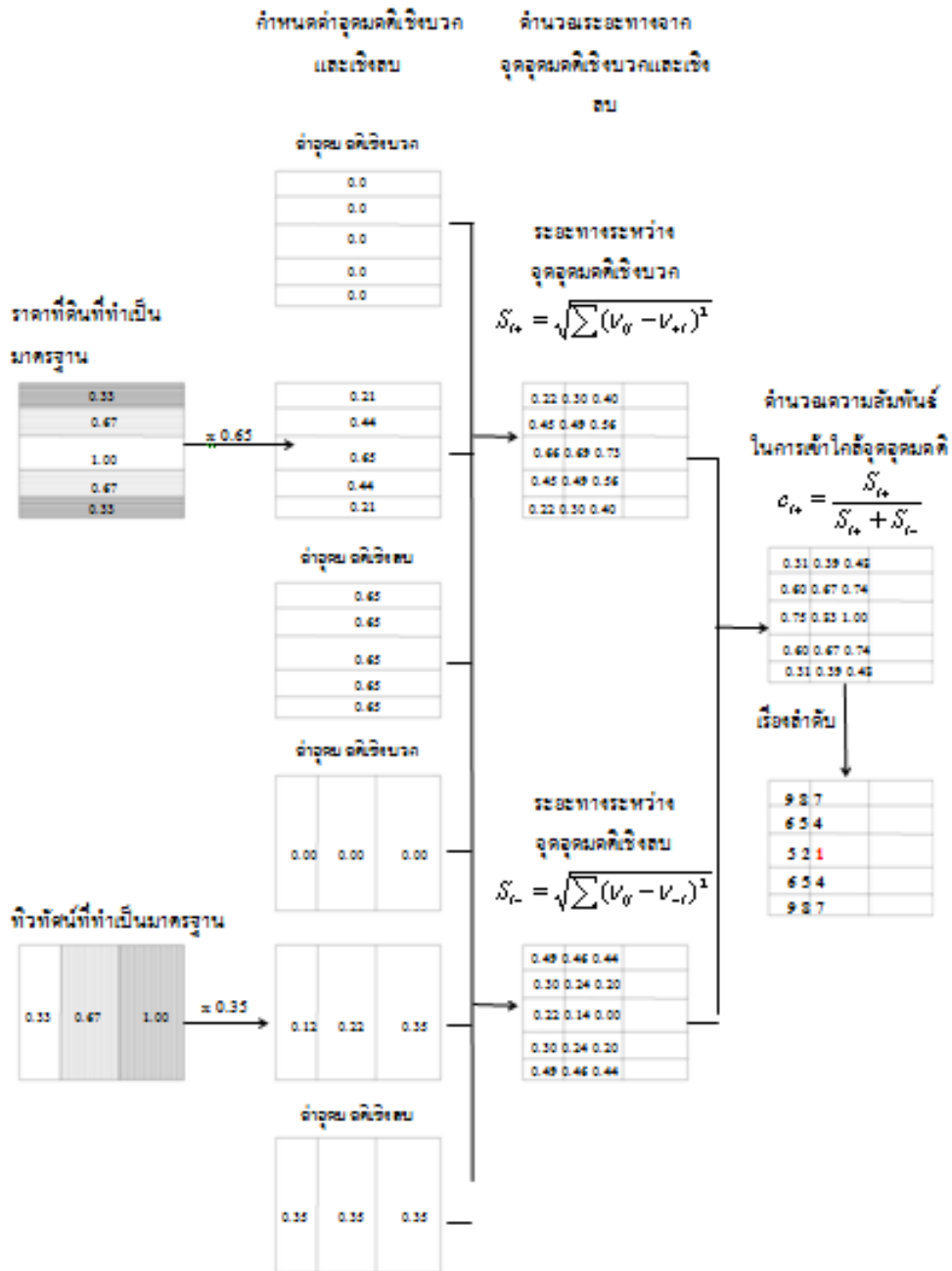
$v_{-i}$  คือ ค่าต่ำสุดที่เป็นค่าในอุดมคติเชิงลบ

- 9) คำนวณความสัมพันธ์ในการเข้าใกล้จุดอุดมคติ ( $c_{i+}$ ) โดยใช้สมการดังนี้

$$c_{i+} = \frac{S_{i-}}{S_{i+} + S_{i-}} \quad (4)$$

ค่า  $c_{i+}$  จะมีค่าอยู่ระหว่าง  $0 < c_{i+} < 1$  ถ้าเข้าใกล้หนึ่งแสดงว่าเข้าใกล้จุดอุดมคติเชิงบวก

- 10) เรียงลำดับทางเลือกทั้งหมดตามค่า  $c_{i+}$  โดยทางเลือกที่ดีที่สุดคือทางเลือกที่มีค่า  $c_{i+}$  มากที่สุด



ภาพที่ 5 ตัวอย่างขั้นตอนการคำนวณด้วยวิธี TOPSIS

ตัวอย่างงานที่ใช้ TOPSIS ในการศึกษาเช่น งานของ Lee, Jun & Chung (2013) ที่ใช้ TOPSIS ศึกษาพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมในพื้นที่ลุ่มน้ำในประเทศเกาหลีใต้ เป็นต้น

### การเปรียบเทียบแนวคิดและวิธีการศึกษาของ SAW, AHP และ TOPSIS

จากการอธิบายแนวคิด ขั้นตอน และวิธีการคำนวณทั้งสามวิธีตามประเด็นต่างๆ มีดังนี้

1) การเตรียมข้อมูลคุณลักษณะทั้งสามวิธีต้องมีการกำหนดกฎเกณฑ์ที่จะนำมาใช้เหมือนกัน เช่น ต้องใช้ข้อมูลคุณลักษณะที่เรื่อง แต่ละเรื่องมีเบาะระดับย่อยเป็นอย่างไร เช่น งานวิจัยของรพีพร จลองค์พัญญ และจันทร์จิรา พยัคฆ์เพศ (2557) ที่ประยุกต์ AHP สำหรับการตัดสินใจเลือกหอพักบริเวณมหาวิทยาลัยนครสวรรค์โดยมีการกำหนดข้อมูลคุณลักษณะไว้ 4 เรื่อง คือ ราคา ความนิยม สิ่งอำนวยความสะดวกและตำแหน่งที่ตั้ง หรืองานวิจัยของสุเพชพร จิระขจรกุล, พีระวัฒน์ แก้ววิการณ และสุนันท์ อ่วมกระทุม (2555) ที่ใช้ AHP ในการประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มในเขตอำเภอวังสะพุง จังหวัดเลยโดยกำหนดข้อมูลคุณลักษณะไว้ 9 เรื่องคือ ปริมาณน้ำฝนสูงสุดรายวัน ความลาดชัน ระดับความสูงของพื้นที่ การใช้ประโยชน์ที่ดิน ดัชนีพืชพรรณ ระยะทางจากรอยเลื่อน ระยะจากแม่น้ำ การระบายน้ำของดิน และลักษณะหิน เป็นต้น

2) การปรับข้อมูลเชิงพื้นที่ให้เป็นค่ามาตรฐาน ทั้งสามวิธีต้องมีการปรับหน่วยของข้อมูลให้เหมือนกันคืออยู่ในช่วง 0-1 เพื่อที่จะได้นำมาวิเคราะห์ร่วมกันได้

3) การให้ค่าถ่วงน้ำหนัก วิธี SAW และ TOPSIS จะมีการให้น้ำหนักเหมือนกันคือให้น้ำหนักตามความสำคัญ แต่วิธี AHP การให้น้ำหนักต้องทำการเปรียบเทียบทีละคู่และมีการตรวจสอบค่าความสอดคล้องก่อนถึงจะนำค่าถ่วงน้ำหนักที่ได้ไปใช้งาน

4) ขั้นตอนในการวิเคราะห์สำหรับวิธี SAW มีขั้นตอนในการวิเคราะห์น้อยที่สุด ส่วน AHP ต่างกับ SAW ตรงการให้น้ำหนัก การคำนวณค่าความสอดคล้อง และเมื่อได้ผลรวมของแต่ละปัจจัยแล้วต้องมีการทำให้เป็นค่ามาตรฐานอีกครั้ง ก่อนเรียงลำดับทางเลือก ส่วน TOPSIS จะแตกต่างกับ SAW และ AHP คือหลังจากกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักแล้วต้องทำการกำหนดค่าอุดมคติในเชิงบวกและเชิงลบ จากนั้นทำการคำนวณระยะทางระหว่างข้อมูลกับค่าในอุดมคติ คำนวณค่าเข้าใกล้จุดอุดมคติจากนั้นถึงนำผลการคำนวณที่ได้ไปเรียงลำดับทางเลือก

5) ทางเลือกที่ดีที่สุด ทางเลือกที่ดีที่สุดของ SAW และ AHP คือผลรวมที่มากที่สุด แต่ของ TOPSIS คือค่าที่เข้าใกล้จุดอุดมคติมากที่สุด ซึ่งจากตัวอย่างจะพบว่าไม่ว่าจะวิเคราะห์ด้วยวิธีใดถ้ากำหนดให้ค่าถ่วงน้ำหนักของราคาที่ดินมากกว่า 70% ทางเลือกที่ดีที่สุดของทั้งสามวิธีคือตำแหน่งเดียวกันแต่ทางเลือกลำดับรองลงมาจะแตกต่างกัน

6) จำนวนคนตัดสินใจหรือผู้เชี่ยวชาญที่ให้ค่าน้ำหนัก ทั้งสามวิธีสามารถใช้คนตัดสินใจเพียงคนเดียวหรือเป็นกลุ่มก็ได้ แต่ในกรณี AHP ผู้ตัดสินใจต้องมีความเข้าใจในเกณฑ์การให้น้ำหนักเนื่องจากมีความแตกต่างของค่าน้ำหนักถึง 9 ระดับต้องทำการเปรียบเทียบทีละคู่

### สรุป

ในการแก้ไขปัญหาต้องมีเครื่องมือเทคนิคหรือวิธีการในการแก้ไขปัญหาการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์เป็นเทคนิคหนึ่งที่ถูกนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาในหลายสาขาซึ่งประกอบด้วยการระบุปัญหาการหาที่มาของปัญหา การศึกษาทางเลือก ประเมินทางเลือก และเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดที่จะนำไปแก้ไขปัญหาบทความนี้ได้อธิบายวิธีการประเมินทางเลือกที่นิยมใช้ 3 วิธี การคือการรวมแบบถ่วงน้ำหนักอย่างง่าย(SAW) กระบวนการวิเคราะห์แบบลำดับชั้น (AHP) และ เทคนิคเรียงลำดับตามอุดมคติ (TOPSIS) โดยบทความนี้ได้ใช้ยกตัวอย่างข้อมูลชุดเดียวกันแสดงถึงขั้นตอนในการวิเคราะห์แต่ละวิธี ซึ่งผลการวิเคราะห์พบว่าทางเลือกที่ดีที่สุดอันดับหนึ่งของทั้งสามวิธีเป็นพื้นที่เดียวกัน แต่ลำดับทางเลือกรองลงมาจะแตกต่างกันอาจเนื่องจากการกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละวิธีไม่เท่ากัน แต่อย่างไรก็ตามถ้าเปรียบเทียบทั้งสามวิธีแล้ววิธีการ SAW เป็นวิธีการที่ง่ายที่สุดขั้นตอนการวิเคราะห์น้อยที่สุด โดยผู้ตัดสินใจเป็นผู้กำหนดค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละหลักเกณฑ์ที่ใช้ตัดสินใจจะเน้นรวมของแต่ละทางเลือก



ที่คำนวณจากผลคูณของค่าถ่วงน้ำหนักและค่าคะแนนของแต่ละปัจจัยจะถูกนำมาเรียงลำดับและทางเลือกที่ได้คะแนนสูงสุดเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด ถ้าผู้ตัดสินใจมีอคติจะทำให้เกิดความไม่น่าเชื่อถือของผลการวิเคราะห์ได้ ดังนั้นวิธีการ SAW จึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้น หรือเป็นแบบฝึกหัดสำหรับนักศึกษาในการทำความเข้าใจกระบวนการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ หรือเหมาะสำหรับผู้วิจัยที่ต้องการผลการวิเคราะห์อย่างหยาบเพื่อทำความเข้าใจพื้นที่เบื้องต้นก่อนลงมือทำงานในขั้นตอนต่อไป

ส่วนวิธีการ AHP ต้องมีการกำหนดโครงสร้างของลำดับชั้นในการทำงานให้แน่นอนจากนั้นจึงทำการเปรียบเทียบหลักเกณฑ์ที่นำมาใช้ที่ละคู่ ซึ่งจุดนี้ถือเป็นจุดสำคัญของการวิเคราะห์แบบ AHP ผู้ตัดสินใจต้องทำความเข้าใจในระดับความสำคัญแต่ละระดับ ทำให้การวิเคราะห์มีความยุ่งยากและซับซ้อนแต่สามารถจัดการตัดสินใจที่มีความลำเอียงและก่อให้เกิดการประนีประนอมและการสร้างประชาติได้หลังจากเปรียบเทียบหลักเกณฑ์แล้วสามารถนำผลที่ได้ไปคำนวณค่าคะแนนความเหมาะสมของแต่ละทางเลือกเช่นเดียวกับวิธีการแบบ SAW ซึ่งถ้าเปรียบเทียบผลการศึกษาที่ได้จากวิธีการ SAW และ AHP จะมีตรงกันประมาณ 30-40% โดยผลที่ได้จากการวิเคราะห์แบบ SAW มักจะให้ผลรวมที่มากกว่าวิธีการ AHP เช่นงานวิจัยของวรวิทย์ อัครนิพัทธ์ (2552) ที่เปรียบเทียบวิธีการ SAW และ AHP ในการหาพื้นที่เหมาะสมของที่ตั้งโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มในจังหวัดชุมพร ซึ่งผลการศึกษพบว่าวิธีการ SAW มีโรงงานตั้งอยู่ในพื้นที่ที่เหมาะสมมาก 9 โรงงานในขณะที่วิธีการ AHP มีโรงงานที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ที่เหมาะสมมาก 4 โรงงาน เป็นต้น

สำหรับวิธีการ TOPSIS จะมีการกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักและค่าคะแนนของแต่ละหลักเกณฑ์เหมือนกับวิธีการแบบ SAW และ AHP แต่มีความแตกต่างกันตรงที่ TOPSIS ต้องกำหนดจุดอุดมคติเชิงบวกและเชิงลบ และทางเลือกที่ดีที่สุดมาจากระยะทางที่เข้าใกล้จุดอุดมคติเชิงบวกมากที่สุดซึ่งมีความแตกต่างจากวิธีการแบบ SAW และ AHP ที่ทางเลือกที่ดีที่สุดมาจากการรวมคะแนนทางเลือกที่มากที่สุด

แต่อย่างไรก็ตามไม่ว่าจะวิเคราะห์ด้วยวิธีการใดสิ่งสำคัญคือหลักเกณฑ์หรือข้อมูลที่นำมาใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของทางเลือก ซึ่งเกณฑ์ที่ใช้จะต้องสอดคล้องกับข้อมูลพื้นฐานที่ได้จากขั้นตอนการระบุปัญหา เพื่อให้สามารถแก้ปัญหาได้ตรงกับสาเหตุที่แท้จริง (สถาพร โอภาสานนท์, 2556) ซึ่งหลักเกณฑ์ที่นำมาใช้มาจากจากการรวบรวมเอกสารที่เกี่ยวข้อง ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ความคิดเห็นของนักวิชาการที่เกี่ยวข้อง หรือการวิเคราะห์ทางสถิติ โดยทั่วไปแล้วนักวิจัยควรมีผลการศึกษที่ได้ไปตรวจสอบกับสภาพความเป็นจริงอีกครั้ง เพื่อยืนยันว่าผลการศึกษาที่ได้ถูกต้องและเชื่อถือได้

สิ่งที่ทำให้ทางเลือกมีความแตกต่างกันนอกจากวิธีการที่ใช้ก็การประกอบคือการถ่วงค่าน้ำหนักที่ผู้ตัดสินใจเป็นคนให้คะแนนนั้นต้องมีความเที่ยงตรงและสมเหตุสมผล จึงจะส่งผลให้ทางเลือกที่ได้เป็นทางเลือกที่เหมาะสมและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## รายการอ้างอิง

จุมพล วิเชียรศิลป์, ณัฐพล วงษ์รัมย์ และชลลาล วรณทอง. (2557). การใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อศึกษาหา

พื้นที่เหมาะสมต่อการฝังกลบขยะมูลฝอย กรณีศึกษา: อำเภอลำปลายมาศ จังหวัดบุรีรัมย์. (รายงานการวิจัย).

บุรีรัมย์: มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.

เมธี เอกะสิงห์, เทวินทร์ แก้วเมืองมูล และชาฤทธิ์ สุ่มเหม. (2549). โปรแกรมวิเคราะห์แบบหลายหลักเกณฑ์เพื่อใช้งานในระบบสนับสนุนการตัดสินใจ. ใน รายงานการประชุมวิชาการ ศวพท. ปี 2549. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

รพีการ ผลองสัพพัญญู และจันทร์จิรา พยัคฆ์เพศ. (2557). การประยุกต์ AHP สำหรับการตัดสินใจเลือกหอพัก: หอพัก

เอกชนบริเวณมหาวิทยาลัยนครสวรรค์. สืบค้นเมื่อ 30 พฤศจิกายน 2557, จาก [http://www.researchgate.net/publication/258926042\\_\\_AHP\\_\\_](http://www.researchgate.net/publication/258926042__AHP__).



- วรวิทย์ อัครนิพัชร. (2552). การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมของท่าเลที่ตั้งโรงงานสกัดน้ำมันในจังหวัดชุมพร. **วารสารสมาคมสำรวจข้อมูลระยะไกลและสารสนเทศภูมิศาสตร์แห่งประเทศไทย**, 10(3), 13-26. สืบค้นเมื่อ 30 พฤศจิกายน 2557, จาก <http://negistda.kku.ac.th/jresgat/vol10/no3/v10n3s2.html>.
- วิรงรอง ทิมดี, จินดา เพชรกำเนิด และสุนหา สุทธิมีชัยกุล. (2547). การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการประเมินพื้นที่ที่มีศักยภาพในการวางปะการังเทียม กรณีศึกษา: จังหวัดชุมพร. (รายงานการวิจัย). กรุงเทพฯ: กลุ่มภูมิสารสนเทศประมง ศูนย์สารสนเทศ กรมประมง.
- สถาพร โอภาสานนท์. (2556). การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ (2). **วารสารบริหารธุรกิจ**, 36(140), 5-9.
- สุเพชร จิรัชจรกุล, พีระวัฒน์ แก้ววิการณ และสุนันต์ อ่วมกระทุ่ม. (2555). เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเพื่อการประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มในเขตอำเภอวังสะพุง จังหวัดเลย. **Thai Journal of Science and Technology**, 1(3), 197-210.
- Hwang, C.L. & Yoon, K. (1981). **Multiple attribute decision making method and applications**. Berlin: Springer-Verlag.
- Lee, G., Jun, K.S. & Chung, E. S. (2013). Integrated multi-criteria flood vulnerability approach Using fuzzy TOPSIS and Delphi technique. **Natural Hazards and Earth System Science**, 13, 1293-1312.
- Malzewski, J. (1999). **GIS and Multicriteria decision analysis**. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Saaty, T.L. (1980). **The Analytic Hierarchy Process**. New York: McGraw-Hill.
- Srisawat, C. & Payakpate, J. (2013). Multi-Criteria Decision Making-Developer View: Applications in Thailand. **Proceeding of the 2013 International Conference on Machine Learning and Cybernetics**. Tianjin.
- Worrall, L. (1991). **Spatial analysis and spatial policy using geographic information system**. London: Belhaven Press.