Science and Engineering Connect, ISSN 3027-7914 (Online)
Vol. 48 No. 1 pp. 3-21 (2025)

บทความวิจัย (Research Article)

การจัดลำดับความสำคัญโครงการก่อสร้างชลประทานในที่ราบระหว่างภูเขา โดยวิธี AHP และ FAHP : กรณีศึกษาพื้นที่จังหวัดลำปาง และจังหวัดพะเยา

Prioritization of Irrigation Construction Projects in Intermontane Plateaus using AHP and FAHP: A Case Study of Lampang and Phayao Provinces

ณัฐพงศ์ ทานะขันธ์, เหมือนมาศ วิเชียรสินธุ์*, วีระเกษตร สวนผกา
Nattapong Tanakhan, Muanmas Wichiensin*, Weerakaset Suanpaga
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ ประเทศไทย
Faculty of Engineering, Kasetsart University, Bangkok, Thailand
*Corresponding author E-mail: fengmms@ku.ac.th

Received 26 September 2024; Revised 26 December 2024; Accepted 31 January 2025

บทคัดย่อ

ความเป็นมาและวัตถุประสงค์ : การส่งน้ำชลประทานในพื้นที่ราบระหว่างภูเขามีความแตกต่างจากการส่งน้ำในพื้นที่ราบลุ่มแม่น้ำหรือที่ราบลุ่ม เนื่องจากในพื้นที่ราบระหว่างภูเขา สภาพภูมิประเทศเหมือนกับเนินเขา มีความลาดชันสูงต่ำสลับกัน ทำให้การส่งน้ำไปยังพื้นที่เกษตรกรรมค่อนข้างยากลำบาก ทำให้เกษตรกรประสบปัญหาในการทำเกษตรกรรม แม้ว่าภาครัฐจะเข้าไปช่วยเหลือ แต่ด้วยงบประมาณที่มีจำกัด ทำให้ไม่สามารถดำเนินโครงการได้ทุกโครงการที่ต้องการ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและคัดเลือกโครงการที่มีความพร้อมและความจำเป็น โดยพื้นที่ศึกษาเป็นพื้นที่ราบระหว่างภูเขาในจังหวัดลำปางและจังหวัดพะเยา กรณีศึกษาทั้งหมดเป็นโครงการในแผนก่อสร้าง 5 โครงการ ประจำปีงบประมาณ 2567 ของกรมชลประทาน

วิธีดำเนินการวิจัย : การศึกษาใช้วิธีกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP) และวิธีกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบฟัซซี (FAHP) การวิเคราะห์แบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่ การหาปัจจัยที่มีผลต่อการคัดเลือกโครงการ การจัดลำดับความสำคัญของโครงการ และการเปรียบเทียบผลจาก 2 วิธีข้างต้น โดยข้อมูลได้จากการสอบถามบุคลากรที่มีส่วนในการดำเนินโครงการ ซึ่งเป็นผู้บริหารและผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้องในโครงการก่อสร้างและการจัดลำดับความสำคัญโครงการของกรมชลประทาน

ผลการวิจัย : จากผลการวิเคราะห์หาค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยหลักและปัจจัยรองด้วยวิธีการวิเคราะห์ลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP) และวิธีการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบฟัซซี (FAHP) พบว่า ปัจจัยหลักที่สำคัญในการคัดเลือกโครงการ คือ ด้านเกษตรกรรม และด้านวิศวกรรม ด้วยค่าน้ำหนักตามแบบจำลอง AHP 0.364 และ 0.259 ตามลำดับ และค่าน้ำหนักตามแบบจำลอง FAHP มีค่าเท่ากับ 0.577 และ 0.332 ตามลำดับ ส่วนปัจจัยรองที่มีผลมาก คือ พื้นที่ปลูกพืชฤดูแล้งที่เพิ่มขึ้นหลังจากมีโครงการ จำนวนอาคารชลประทาน

แหล่งน้ำต้นทุน และพื้นที่ได้รับประโยชน์ ด้วยค่าน้ำหนักตามแบบจำลอง AHP 0.276, 0.100, 0.101 และ 0.100 ตามลำดับ และค่าน้ำหนักตามแบบจำลอง FAHP 0.306, 0.111, 0.108 และ 0.105 ตามลำดับ โดยจากการตรวจสอบความสอดคล้องของข้อมูลของปัจจัยหลักและปัจจัยรองในแต่ละด้าน พบว่า ผลการวิเคราะห์มีความสอดคล้องสมเหตุสมผล โดยมีค่าความสอดคล้อง (C.R.) น้อยกว่า 0.10 ผลการจัดลำดับความสำคัญโครงการด้วยวิธีการวิเคราะห์ลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP) เป็นดังนี้ (1) จัดระบบน้ำโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่วัง (ฝายแม่ปุง) ระยะที่ 1 (2) จัดระบบน้ำโครงการลำน้ำยาว-แม่วังตอนล่างฝั่งขวา (ฝายเข้าซ้อนฝั่งขวา) (3) ปรับปรุงคลองส่งน้ำฝั่งซ้าย โครงการอ่างเก็บน้ำบ้านแม่ต๋ำ (4)จัดระบบน้ำโครงการอ่างเก็บน้ำแม่กำลัง ระยะที่ 2 และ (5) จัดระบบน้ำโครงการอ่างเก็บน้ำแม่พริก (ผาวิ่งชู้) ระยะที่ 2 ด้วยค่าน้ำหนัก 0.292, 0.238, 0.172, 0.151 และ 0.147 ตามลำดับ ส่วนผลการจัดลำดับด้วยวิธีการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบฟัซซี (FAHP) ได้ลำดับที่ 1 และ 2 เช่นเดียวกับ AHP ส่วนลำดับ 3 และ 4 ได้ผลใกล้เคียงแต่สลับลำดับกัน ผลลำดับสุดท้ายเหมือนกัน ด้วยค่าน้ำหนักดังนี้ 0.375, 0.318, 0.138, 0.094 และ 0.075 ตามลำดับ

สรุป : เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบการจัดลำดับโครงการจากการการวิเคราะห์ 2 วิธี พบว่า วิธีการ FAHP ส่งผลให้โครงการที่มีความโดดเด่นอยู่แล้วในด้านใดด้านหนึ่งมีความโดดเด่นชัดขึ้น และโครงการที่มีความโดดเด่นน้อยมีความโดดเด่นน้อยลงไปกว่าเดิม หากมีข้อมูลโครงการที่ชัดเจนและสมบูรณ์เพียงพอแล้วการใช้วิธี AHP ซึ่งเป็นวิธีพื้นฐานสามารถใช้ได้เหมือนกัน ได้ผลลัพธ์ใกล้เคียงกัน โดยในงานวิจัยนี้ ผลของการคัดเลือกโครงการอันดับ 1 และอันดับ 2 ได้ผลเหมือนกันจากการคัดเลือกทั้ง 2 วิธี ส่วนโครงการสองลำดับแรกที่ได้รับความสำคัญสูงนั้น เกิดเนื่องจากโครงการทั้งสองมีความโดดเด่นมากด้านการเกษตร สามารถเพิ่มพื้นที่ปลูกพืชในช่วงฤดูแล้ง ส่งผลให้ผลผลิตทางการเกษตรเพิ่มขึ้น และด้านวิศวกรรมมีจำนวนอาคารชลประทานมาก ทำให้พื้นที่การเกษตรได้รับประโยชน์จากระบบชลประทานมากขึ้น

การนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงปฏิบัติ : การตัดสินใจโดยวิธี FAHP ถือเป็นทางเลือกที่เหมาะสม เพราะสามารถจัดการกับการตัดสินใจที่ไม่แน่นอนเนื่องจากมีข้อมูลโครงการที่ไม่ชัดเจน อย่างไรก็ตาม หากข้อมูลมีความชัดเจนและสมบูรณ์เพียงพอ วิธี AHP ยังคงเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพที่สามารถวิเคราะห์ได้ง่ายกว่า ผลจากการวิเคราะห์ทำให้ทราบปัจจัยที่มีผลต่อการคัดเลือกโครงการก่อสร้างชลประทานในที่ราบระหว่างภูเขา และช่วยจัดลำดับความสำคัญโครงการ การใช้แบบจำลองนี้ทำให้หน่วยงานนำผลการวิเคราะห์ไปวิเคราะห์อันดับโครงการพื้นที่เกษตรกรรมที่มีลักษณะเดียวกันได้ เพื่อให้โครงการที่มีประโยชน์ต่อชุมชนได้รับการสนับสนุน ช่วยให้เกษตรกรได้รับประโยชน์ มีน้ำใช้อย่างเพียงพอ

คำสำคัญ : การคัดเลือกโครงการ, กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์, กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบฟัซซี, โครงการชลประทาน

Abstract

Background and Objectives: Delivering irrigation water in intermountain plains differs from the water delivery in river basin plains or plains. In the intermountain plain areas, the topography is similar to hills, alternating high and low slopes. This makes it quite difficult to deliver water to agricultural areas, causing farmers to have problems in farming. Although the government has assisted, due to a limited budget, it has been unable to implement all the desired projects. This study aimed to study and select projects that are ready and necessary. The study area lies in the plain area between mountains in Lampang and Phayao provinces. This case study covered all five projects in the construction plan for fiscal year 2024 of the Royal Irrigation Department.

Methodology: The study employed Analytical Hierarchy Process (AHP) and Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP) methods. The analysis was divided into 3 parts: finding the factors affecting the project selection, prioritizing the project, and comparing the results from the two methods. The data were obtained by interviewing the personnel involved in the project implementation. These personnel were executives and experts involved in the construction projects and prioritizing the projects of the Royal Irrigation Department.

Main Results: The results of the weighted values of the main and secondary factors as obtained from AHP and FAHP methods reveal that the main important factors are agriculture and engineering aspects, with AHP's weighted values of 0.364 and 0.259, respectively, and FAHP's values of 0.577 and 0.332. The main secondary factors are the area of dry season crop growing that increased after the project, the number of irrigation buildings, water supply, and benefit areas, with weighted values obtained via the AHP method of 0.276, 0.100, 0.101, and 0.100, respectively, and via the FAHP methods of 0.306, 0.111, 0.108 and 0.105, respectively. The consistency ratios (C.R.) of the data are consistent and noted to be reasonable, with the values of less than 0.10. The prioritization results obtained via AHP method are: (1) Mae Wang Operation and Maintenance Project (Mae Pung Weir) On-farm Water Development, Phase 1; (2) Lam Nam Yao - Lower Mae Wang Right Bank On-farm Water Development Project (Khao Son Weir); (3) Mae Tam Reservoir Left Bank Canal Improvement Project; (4) Mae Klang Reservoir On-farm Water Development Project, Phase 2 and (5) Mae

Phrik Reservoir (Pha Wing Chu) On-farm Water Development Project, Phase 2, with weighted values of 0.292, 0.238, 0.172, 0.151, and 0.147, respectively. The first and second ranking results by FAHP method were the same as those by AHP; the 3rd and 4th ranks were similar but in the reverse order. The final order result was the same with the following weights: 0.375, 0.318, 0.138, 0.094, and 0.075, respectively.

Conclusions: When comparing the ranking of projects as depicted from the two analysis methods, FAHP method resulted in projects that are already outstanding in some aspects to be even be more outstanding; conversely, the projects with less outstanding aspects become even less impressive. If there is a clear and complete project information, AHP method, which is a more basic method, can be used to arrive at similar results. In this case, the results of selecting the first- and second-ranked projects were the same, no matter which selection methods were used. The first two ranked projects received high priorities because both projects were outstanding in agriculture aspect and could increase the planting area during the dry season, resulting in an increased agricultural production. From engineering viewpoint, these projects also consist of many irrigation buildings, allowing agricultural areas to benefit more from the irrigation system.

Practical Application: FAHP is a suitable alternative in decision-making as it can handle uncertain decisions due to unclear project information. However, if the information is clear and adequately complete, AHP is an effective method, which is simpler for an analysis. The results here reveal the factors affecting the prioritization of irrigation construction projects in the intermontane plateaus. Planning agencies can use the model to analyze rankings of similar agricultural projects, so that projects that benefit communities would receive support, helping farmers benefit and provide sufficient water.

Keywords: Project Selection, Analytic Hierarchy Process, Fuzzy Analytic Hierarchy Process, Irrigation Project

Introduction

การส่งน้ำในพื้นที่ราบระหว่างภูเขานั้น มีความแตกต่างจากการส่งน้ำในพื้นที่ราบลุ่มแม่น้ำหรือที่ราบลุ่มในพื้นที่ราบระหว่างภูเขา สภาพภูมิประเทศเหมือนกับเนินเขา มีความลาดชัน สูงต่ำสลับกัน การส่งน้ำไปยังพื้นที่เกษตรกรรมค่อนข้างยากลำบาก หากกำหนดเส้นทางการส่งน้ำเพื่อหลีกเลี่ยงพื้นที่ลาดชัน หรือภูเขา ระยะทางในการส่งน้ำจะมีความยาวในการส่งเพิ่มมากขึ้น เกิดการสูญเสียน้ำระหว่างส่งเป็นจำนวนมากเนื่องจากมีการรั่วซึมของน้ำลงสู่ใต้ผิวดิน และระเหย ทำให้สูญเสียน้ำไปโดยเปล่าประโยชน์ ต่างจากการส่งน้ำในที่ราบลุ่ม ซึ่งการส่งน้ำทำได้สะดวกกว่าและมีความรวดเร็ว เนื่องสภาพพื้นที่ส่วนใหญ่ไม่มีความลาดชัน โครงการชลประทานที่พัฒนาระบบส่งน้ำในที่ราบลุ่มมีจำนวนมาก โดยเฉพาะในพื้นที่ภาคกลาง มีการจัดลำดับโครงการจากผู้บริหารและผู้เชี่ยวชาญที่มาคัดเลือก โดยมีข้อมูลรายละเอียดการก่อสร้างเพียงเท่านั้น เช่นเดียวกันกับในพื้นที่ราบระหว่างภูเขา แต่ด้วยสภาพพื้นที่ที่มีความแตกต่างกันมาก เพื่อให้โครงการก่อสร้างที่ได้รับคัดเลือกเกิดประโยชน์สูงสุด จึงต้องมีการศึกษาการคัดเลือกโครงการในพื้นที่ราบระหว่างภูเขา

โครงการชลประทานที่นำมาศึกษาในงานนี้ เป็นโครงการของสำนักงานจัดรูปที่ดินและจัดระบบน้ำเพื่อเกษตรกรรม ซึ่งเป็นหน่วยงานที่ขึ้นกับสำนักงานจัดรูปที่ดินกลาง กรมชลประทาน ในการดำเนินการก่อสร้างของโครงการชลประทานนั้น เกษตรกรจะสามารถได้รับผลประโยชน์หลังจากก่อสร้างเสร็จ โดยเฉพาะพื้นที่ที่ยังไม่มีระบบชลประทานเข้าถึง เช่น พื้นที่เกษตรกรรมบนพื้นที่ราบระหว่างภูเขา หรือพื้นที่ที่มีความลาดชัน เกษตรกรจะสามารถทำการเกษตรได้เฉพาะช่วงฤดูฝน หลังจากนั้นปล่อยที่ดินว่างเปล่า เนื่องจากในพื้นที่ไม่มีน้ำเพียงพอสำหรับทำการเกษตร และการขาดแคลนทรัพยากรน้ำ ทำให้พืชผลทางการเกษตรเจริญเติบโตได้ไม่เต็มที่ ผลผลิตที่ได้จึงมีปริมาณน้อยลงและคุณภาพต่ำลง ส่งผลให้ราคาขายลดลง รายได้ของเกษตรกรลดตามไปด้วย จากโครงการตัวอย่าง จำนวน 5 โครงการ ดังนี้ จัดระบบน้ำโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่วัง (ฝายแม่ปุง) ระยะที่ 1, จัดระบบน้ำโครงการลำน้ำยาว-แม่วังตอนล่างฝั่งขวา (ฝายเข้าซ้อนฝั่งขวา), จัดระบบน้ำโครงการอ่างเก็บน้ำแม่กำลัง ระยะที่ 2, จัดระบบน้ำโครงการอ่างเก็บน้ำแม่พริก (ผาวิ่งชู้) ระยะที่ 2 และปรับปรุงคลองส่งน้ำฝั่งซ้าย โครงการอ่างเก็บน้ำบ้านแม่ต๋ำ หากมีโครงการดังกล่าว รายได้ของเกษตรกรต่อครัวเรือนจะเพิ่มขึ้น 30,852, 24,231, 58,519, 32,385 และ 20,860 ตามลำดับ [1] การก่อสร้างโครงการชลประทานมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาทางด้านการเกษตร เพื่อส่งเสริมให้เกษตรกรสามารถทำการเกษตรได้ทั้งช่วงฤดูฝน และฤดูแล้ง แม้ว่าในการก่อสร้างระบบชลประทานจะทำให้เกิดผลกระทบต่อเจ้าของที่ดิน เจ้าของที่ดินต้องมีการเสียสละที่ดินตั้งแต่ 1% ถึง 7% ในการก่อสร้าง และต้องเสียค่าใช้จ่าย 10% ถึง 20% ของค่าก่อสร้าง แต่เจ้าของที่ดินสามารถนำราคาประเมินที่ดิน ที่เสียไปในการก่อสร้างมาหักลบได้ และถึงแม้ในการก่อสร้างจะทำให้สูญเสียที่ดินของตนเอง เกษตรกรแต่ละพื้นที่ต่างมีความต้องการให้กรมชลประทานเข้าไปช่วยเหลือในการก่อสร้างระบบชลประทาน แต่ด้วยเนื่องจากข้อจำกัดด้านงบประมาณ ทำให้ไม่สามารถ

ดำเนินโครงการได้พร้อมกันทั้งหมด โดยในปี 2565 มีงบประมาณกองทุนจัดรูปที่ดิน 935 ล้านบาท [2] และในปี 2566 มีงบประมาณกองทุนจัดรูปที่ดิน 1,035 ล้านบาท [3] แม้ว่ากรมชลประทานจะได้รับการจัดสรรงบประมาณเป็นจำนวนมากในแต่ละปี แต่เนื่องจากมีหน่วยงานย่อยและโครงการที่ต้องดำเนินการเป็นจำนวนมาก ทำให้งบประมาณที่แต่ละโครงการได้รับมีจำกัด จึงจำเป็นต้องมีการจัดลำดับความสำคัญของโครงการ

ดังนั้นเพื่อให้การใช้งบประมาณที่มีอยู่และได้รับเพิ่มเติมมามีประสิทธิภาพ จึงต้องมีความจำเป็นในการคัดเลือกโครงการในพื้นที่ราบระหว่างภูเขา ที่มีความพร้อมและเหมาะสม เกษตรกรในพื้นที่ได้รับความเดือดร้อนต้องการใช้น้ำเพื่อการเกษตร ผู้วิจัยจึงศึกษาการคัดเลือกโครงการในพื้นที่ที่ราบระหว่างภูเขา โดยใช้ข้อมูลจากสำนักงานจัดรูปที่ดินและจัดระบบน้ำเพื่อเกษตรกรรมที่ 2 ซึ่งครอบคลุมพื้นที่จังหวัดลำปาง และจังหวัดพะเยา สภาพพื้นที่ในเขตนี้มีความพิเศษ พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นภูเขาสูงสลับกับพื้นที่ราบ มีความลาดชันสูง ทำให้การส่งน้ำมายังพื้นที่การเกษตรยากลำบาก บางพื้นที่ไม่สามารถทำเกษตรได้ หรือทำได้เพียงแค่ช่วงฤดูฝนเท่านั้น ทำให้รายได้ของเกษตรกรไม่มั่นคง ส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจของชุมชนในพื้นที่ ประชากรในพื้นที่อาจต้องย้ายถิ่นฐานไปยังพื้นที่ที่มีโอกาสทางเศรษฐกิจมากกว่า

เนื่องจากงบประมาณจำกัด การจัดลำดับโครงการอย่างเหมาะสมจึงเป็นเรื่องจำเป็นอย่างยิ่ง การจัดลำดับโครงการช่วยเพิ่มโอกาสในการพัฒนาภูมิภาค มีระบบชลประทานที่เพียงพอทำให้เกษตรกรสามารถปลูกพืชได้ตลอดทั้งปี เพิ่มผลผลิตทางการเกษตร สร้างงานให้กับชุมชนในพื้นที่ ยกระดับคุณภาพชีวิตของชุมชน และช่วยกระตุ้นเศรษฐกิจ ทั้งนี้ การจัดลำดับโครงการอย่างเหมาะสมมีความสำคัญ เนื่องจากการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพสามารถช่วยลดความเหลื่อมล้ำและสนับสนุนการพัฒนาเศรษฐกิจในพื้นที่ที่ขาดแคลน การวิจัยนี้จึงวิเคราะห์การจัดลำดับความสำคัญของโครงการ ศึกษาปัจจัยที่มีความเหมาะสม เพื่อให้โครงการที่มีประโยชน์สูงกว่าได้รับความสำคัญตามความเป็นจริง โดยพิจารณาจากข้อมูลด้านวิศวกรรม ด้านเศรษฐศาสตร์ ด้านสังคม และด้านเกษตร ของโครงการที่เป็นข้อเท็จจริงจากแผนโครงการ โดยใช้วิธีกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP) และวิธีกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบฟัซซี (FAHP) มาเปรียบเทียบผลการจัดลำดับช่วยในการวิเคราะห์หาน้ำหนักของปัจจัยที่มีผลต่อการคัดเลือกและจัดลำดับความสำคัญโครงการ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการคัดเลือกโครงการ และนำไปใช้วางแผนในการเลือกโครงการก่อสร้างของสำนักงานจัดรูปที่ดินและจัดระบบน้ำเพื่อเกษตรกรรมที่มีพื้นที่ในลักษณะเดียวกัน ในอนาคต

Related Theories

งานวิจัยนี้วิเคราะห์การเลือกโครงการโดยใช้วิธีการวิเคราะห์ลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP) และวิธีการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบฟัซซี (FAHP) มาช่วยในการหาปัจจัยที่มีความสำคัญ และจัดลำดับโครงการก่อสร้าง วิธีการวิเคราะห์ลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP) เป็นเครื่องมือที่เรียบง่ายและเหมาะกับสถานการณ์ที่มีข้อมูลครบถ้วน

เช่น การเปรียบเทียบเชิงปริมาณที่ชัดเจน เป็นวิธีการที่ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อตัดสินใจแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนให้ดูง่ายขึ้น เป็นเทคนิคที่ถูกนำมาใช้ในการตัดสินใจ โดยสร้างลำดับชั้นของปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาเริ่มจากเป้าหมายหลัก แล้วแบ่งออกเป็นเกณฑ์ย่อยๆ เปรียบเทียบความสำคัญระหว่างปัจจัยต่าง ๆ ในแต่ละระดับ โดยใช้ขนาดมาตราส่วน (1-9) ในการเปรียบเทียบ ผลลัพธ์ของ AHP ช่วยให้เข้าใจลำดับความสำคัญของปัจจัยได้ง่าย เพราะเป็นค่าที่แน่นอน ลักษณะเด่น คือ เหมือนความคิดของมนุษย์ ซึ่งแสดงออกเป็นขั้นตอน ผลลัพธ์ที่ได้แสดงเป็นปริมาณตัวเลข ทำให้ง่ายต่อการจัดลำดับ [4] ข้อจำกัดของ AHP การใช้ค่าเดี่ยว (crisp values) ในการตัดสินใจ อาจไม่เหมาะสมกับข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์ ความแม่นยำของผลลัพธ์ขึ้นอยู่กับความถูกต้องของข้อมูลเบื้องต้น ส่วนวิธีการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบฟัซซี (FAHP) เหมาะสำหรับสถานการณ์ที่ข้อมูลมีความไม่แน่นอน หรือมีความคลุมเครือ เพราะสามารถจัดการกับความไม่แน่นอนได้ เป็นเครื่องมือช่วยการตัดสินใจที่มีความสามารถในการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ [5] ซึ่งเกณฑ์ดังกล่าวสามารถเป็นได้ทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ช่วยลดอคติที่อาจเกิดขึ้นจากการประเมินปัจจัยในสถานการณ์ที่ซับซ้อน มีแนวคิดพื้นฐานมาจากวิธีการวิเคราะห์ลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP) [6] ถูกคิดค้นขึ้นโดย Saaty [7] เพื่อจัดการกับความไม่แน่นอนในการตัดสินใจ ทฤษฎีฟัซซีเซต (Fuzzy Set Theory) ได้ถูกเสนอคิดค้นขึ้นโดย Zadeh [8] ในปี ค.ศ. 1965 วิธี FAHP ได้ประยุกต์แนวคิดของทฤษฎีฟัซซีเซตเข้ากับการจับคู่เปรียบเทียบปัจจัย (pairwise) แทนการใช้ค่าทวินัย (crisp value) ที่ใช้ตัวเลขเปรียบเทียบในวิธี AHP ทำให้ FAHP มีความสามารถในการตัดสินใจภายใต้ความไม่ชัดเจน และความไม่แน่นอนของปัจจัยได้คล้ายคลึงกับกระบวนการคิดของมนุษย์ ช่วยให้การตัดสินใจมีประสิทธิภาพมากขึ้น [9] ข้อจำกัดของ FAHP ความซับซ้อนในกระบวนการวิเคราะห์มากกว่า AHP และอาจไม่เหมาะสำหรับผู้ใช้งานที่ไม่คุ้นเคยกับทฤษฎีฟัซซี การใช้ TFNs (Triangular Fuzzy Numbers) อาจทำให้ผู้ใช้งานทั่วไปเข้าใจผลลัพธ์ยาก วิธีการ AHP และ FAHP ถูกออกแบบมาเพื่อจำลองวิธีการที่มนุษย์ใช้ในการตัดสินใจ ช่วยให้สามารถตัดสินใจได้อย่างมีเหตุผลและมีประสิทธิภาพ จึงเหมาะสมที่จะนำใช้ในงานวิจัยนี้

ขั้นตอนการวิเคราะห์ด้วยวิธี FAHP เป็นได้ถูกพัฒนาขั้นตอนขึ้นโดย Chang [10] ประยุกต์ขั้นตอนของ AHP และ Fuzzy เข้าด้วยกัน แต่ยังคงรูปแบบของการเปรียบเทียบระดับความสำคัญเชิงคู่ของปัจจัยไว้ ใช้ตัวเลขฟัซซีแบบสามเหลี่ยมมาแทนตัวเลขเดี่ยว 1 ถึง 9 โดยที่รูปแบบตัวเลขฟัซซีแบบสามเหลี่ยมเป็นแบบ (l, m, u) โดยมี m เป็นค่ากลางของ μM (x) และ l, u เป็นค่าของขอบเขตล่างและขอบเขตบนตามลำดับ ซึ่งแทนแทนได้ดังสมการที่ 1 และแสดงเป็นตัวเลขฟัซซีแบบสามเหลี่ยม (l, m, u) [11-13]

โดยที่ $$\mu_{(x/\widetilde{M})} = \begin{cases} 0, & x < l \\ \frac{(x-l)}{(m-l)}, & l \le x \le m \\ \frac{(u-x)}{(u-m)}, & m \le x \le u \\ 0, & x > u \end{cases} \quad (1)$$

การตัดสินใจเปรียบเทียบปัจจัยรายคู่แสดงการเปรียบเทียบในเชิงปริมาณด้วยตัวเลขฟัซซีแบบสามเหลี่ยม (Triangular Fuzzy Number: TFNs) กำหนดให้ $a_{ij} = [l_{ij}, m_{ij}, u_{ij}]$ โดยที่ a_{ij} เป็นตัวเลขเดี่ยว 1 ถึง 9 ที่ใช้เปรียบเทียบความสำคัญและ $[l_{ij}, m_{ij}, u_{ij}]$ เป็นช่วงปิดที่มีค่ากลางคือ m_{ij} ซึ่งมีค่าเท่ากับ a_{ij} โดยให้ $m_{ij} - l_{ij} = u_{ij} - m_{ij} = \delta$ ซึ่ง δ เป็นค่าคงที่ ส่งผลให้การตัดสินใจตัวเลขฟัซซีแบบสามเหลี่ยมมีความกว้างของขอบเขตบนและขอบเขตล่างเท่ากัน เมื่อ $0 < \delta < 0.5$ ช่วงของตัวเลขฟัซซีแบบสามเหลี่ยมจะไม่เกิดการซ้อนทับกัน ซึ่งไม่ได้แสดงถึงการตัดสินที่คลุมเครือ เมื่อ $\delta > 1$ ความคลุมเครือในการตัดสินใจจะเพิ่มขึ้นส่งผลให้การตัดสินใจมีค่าลดลง โดยค่าที่เหมาะสมสำหรับการตัดสินใจแบบคลุมเครือในการตัดสินใจของมนุษย์ในสามเหลี่ยมฟัซซี คือ $0.5 < \delta < 1$ [14-16] ในงานวิจัยนี้ ใช้ค่า $\delta = 0.75$ [17] อยู่ในรูปสามเหลี่ยมฟัซซีและค่าแสดงเป็นตัวเลขฟัซซีแบบสามเหลี่ยม

Methodology

การคัดเลือกกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ

ในการคัดเลือกกลุ่มผู้ตอบแบบสอบถาม ใช้เทคนิคการคัดเลือกมาจากผู้เชี่ยวชาญแบบเจาะจง (Purposive Sampling) [18] ในการเลือกกลุ่มตัวอย่าง โดยเลือกผู้บริหารที่มีประสบการณ์ทำงานด้านชลประทานไม่น้อยกว่า 10 ปี สามารถระบุเลือกผู้เชี่ยวชาญตามคุณสมบัติได้ 15 ท่าน จากสำนักงานจัดรูปที่ดินและจัดระบบน้ำเพื่อเกษตรกรรมที่ 2 จำนวน 9 ท่าน เป็นผู้เข้าใจระบบชลประทานในพื้นที่อย่างดี และเป็นผู้เชี่ยวชาญจากสำนักงานจัดรูปที่ดินกลาง จำนวน 6 ท่าน เป็นผู้บริหาร มีความเชี่ยวชาญเช่นกันและมีความเกี่ยวข้องในด้านแผนงานและกำหนดงบประมาณ

การพิจารณาความเหมาะสมของหลักเกณฑ์

จัดทำแบบสอบถาม ต้องกำหนดปัจจัยก่อน โดยในการกำหนดปัจจัยหลัก และปัจจัยรอง มาจากแผนแม่บทการจัดรูปที่ดิน ซึ่งในแผนแม่บทนี้พิจารณาพื้นที่ราบระหว่างภูเขามีเกณฑ์หลักในการสอบถาม 4 ด้าน ประกอบด้วย ด้านวิศวกรรม ด้านสังคม ด้านเศรษฐศาสตร์ และด้านเกษตร ทั้งนี้ได้ตัดปัจจัยหลักด้านสิ่งแวดล้อมออกไป เนื่องจากผลการศึกษาผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมของทุกโครงการแสดงให้เห็นว่ามีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในระดับที่ใกล้เคียงกันมาก จึงไม่มีนัยสำคัญต่อการจัดลำดับความสำคัญของโครงการ จากนั้น

นำแบบสอบถามไปสอบถามความเห็นจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 2 ท่าน เพื่อตรวจสอบแบบสอบถามที่จะใช้เป็นเครื่องมือวิจัย หลังจากปรับปรุงหรือเพิ่มเติมหลักเกณฑ์ตามข้อเสนอแนะแล้ว จึงนำแบบสอบถามไปเก็บข้อมูลจริงกับผู้เชี่ยวชาญอีกกลุ่มหนึ่งจำนวน 15 ท่าน

การเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ

นำแบบสอบถามที่สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญจากกลุ่มที่คัดเลือกไว้โดยให้ผู้เชี่ยวชาญให้ความสำคัญโดยการเปรียบเทียบปัจจัยด้านต่าง ๆ ทีละคู่ และให้ผู้เชี่ยวชาญจัดลำดับโครงการจากโครงการตัวอย่าง จำนวน 5 โครงการ ดังนี้ จัดระบบน้ำโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่วัง (ฝายแม่ปุง) ระยะที่ 1, จัดระบบน้ำโครงการลำน้ำยาว-แม่วังตอนล่างฝั่งขวา (ฝายเข้าซ้อนฝั่งขวา), จัดระบบน้ำโครงการอ่างเก็บน้ำแม่กำลัง ระยะที่ 2, จัดระบบน้ำโครงการอ่างเก็บน้ำแม่พริก (ผาวิ่งชู้) ระยะที่ 2 และ ปรับปรุงคลองส่งน้ำฝั่งซ้าย โครงการอ่างเก็บน้ำบ้านแม่ต๋ำ

การวิเคราะห์ความเหมาะสมของหลักเกณฑ์

วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP) และวิธีการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบฟัซซี (FAHP) ตรวจสอบความเป็นเหตุผลของคำตอบ ดังนี้

1. วิเคราะห์ลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP) และตรวจหาค่าของความสอดคล้องกันของเหตุผล (Consistency Ratio: C.R.) [19-20]

(1) เปรียบเทียบคะแนนเกณฑ์ในแต่ละคู่ โดยเปรียบเทียบในรูปของตารางเมทริกซ์ เปรียบเทียบเกณฑ์ทั้งในแนวตั้งและแนวนอน

(2) หาค่าสังเคราะห์ตัวเลขจากการเปรียบเทียบรายคู่ คำนวณหาค่า Eigenvector ของเมตริกซ์ในแต่ละแถว โดยการหา Normalized นี้ ซึ่งได้จากการหาค่าเฉลี่ยความสำคัญของแต่ละแถว

(3) ตรวจหาค่าของความสอดคล้องกันของเหตุผล คำนวณหาค่า λ_{max} ดังสมการที่ 2 หากการวินิจฉัยในเกณฑ์นั้นมีความสอดคล้องกันอย่างสมบูรณ์จะทำให้ $\lambda_{max}=n$

$$\lambda_{max} = \sum_{i=1}^{n} \left[\sum_{j=1}^{n} a_{ij} W_j \right] \quad (2)$$

เมื่อ a_{ij} คือ ค่าวินิจฉัยของแต่ละหลักเกณฑ์ในแถวแนวตั้งแต่ละแถว

W_j คือ ค่าเฉลี่ยในแถวแนวนอนแต่ละแถว

(4) คำนวณค่าดัชนีวัดความสอดคล้อง (Consistency Index: $C.I.$) ซึ่งหาได้จากสมการ 3

$$C.I. = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n-1)} \quad (3)$$

เมื่อ n คือ จำนวนปัจจัย

(5) หาค่า $R.I.$ จากตารางค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงสุ่ม (Random Consistency Index: $R.I.$) ที่ได้จากการทดลองในแต่ละมิติของเมทริกซ์

(6) คำนวณค่าความสอดคล้องกันของเหตุผล ($C.R.$) จากสมการ 4

$$C.R. = (C.I.)/(R.I.) \quad (4)$$

เมื่อ $C.R.$ คือ อัตราส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio)

$C.I.$ คือ ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Consistency Ratio)

$R.I.$ คือ ค่าดัชนีเชิงสุ่ม (Random Ratio)

หากค่าของ $C.R. \leq 0.10$ ถือว่าอยู่ในขั้นยอมรับได้

2. วิเคราะห์กระบวนการลำดับชั้นแบบฟัซซี (FAHP) ด้วยวิธี Extent Analysis Method (EAM) Chang และ Wang และ Durugbo [21] ได้อธิบายถึงขั้นตอนการวิเคราะห์ไว้ดังนี้

(1) กำหนดขอบเขตการพิจารณาเป็นเป้าหมายในการวิเคราะห์ จากสมการที่ 5 แปลงผลการประเมินแต่ละทางเลือกให้อยู่ในรูปแบบการให้คะแนนที่เป็นเลขฟัซซีแบบสามเหลี่ยม (TFN) (Table 1)

Table 1 Pairwise comparison matrix using triangular fuzzy numbers (l,m,u)

Factor	Engineering			Social			Economic			Agriculture		
Engineering	1.00	1.00	1.00	0.21	0.25	0.31	1.25	2.00	2.75	0.21	0.25	0.31
Social	3.25	4.00	4.75	1.00	1.00	1.00	2.25	3.00	3.75	2.25	3.00	3.75
Economics	0.36	0.50	0.80	0.27	0.33	0.44	1.00	1.00	1.00	0.27	0.33	0.44
Agriculture	3.25	4.00	4.75	0.27	0.33	0.44	2.25	3.00	3.75	1.00	1.00	1.00

$$\left(M_{gi}^{j}\right)_{n\times m} = \begin{bmatrix} M_{g1}^{1} & M_{g1}^{2} & d \ldots & M_{g1}^{1m} \\ M_{g2}^{1} & M_{g2}^{2} & \ldots & M_{g2}^{m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ M_{gn}^{1} & M_{gn}^{2} & \ldots & M_{gn}^{m} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (1,1,1) & (l_{12}, m_{12}, u_{12}) & i \ldots & (l_{1m}, m_{1m}, u_{1m}) \\ (l_{21}, m_{21}, u_{21}) & (1,1,1) & \ldots & (l_{2m}, m_{2m}, u_{2m}) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ (l_{n1}, m_{n1}, u_{n1}) & (l_{n2}, m_{n2}, u_{n2}) & \ldots & (1,1,1) \end{bmatrix} \quad (5)$$

โดยที่ $\left(l_{ij}\, m_{ij}, u_{ij}\right) = \left(\frac{1}{u_{ji}}, \frac{1}{m_{ji}}, \frac{1}{l_{ji}}\right)$ สำหรับ $i = 1, 2, \ldots, n$ และ $j = 1, 2, \ldots, m$ และ

และ $\left(l_{ij}\, m_{ij}, u_{ij}\right) = (1, 1, 1)$ สำหรับ $i = j$

(2) คำนวณค่าขอบเขตสังเคราะห์ฟัซซี S_i เพื่อหาค่าขอบเขตสังเคราะห์ของปัจจัยที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจ จากสมการ 6

$$S_i = \sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j} \times \left[\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j}\right]^{-1} \quad (6)$$

เมื่อ S_i คือ ขอบเขตสังเคราะห์ของปัจจัยที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจ

$\left(\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j}\right)$ คือ ผลรวมของตัวเลขฟัซซีแบบสามเหลี่ยม

$\left[\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j}\right]^{-1}$ คือ ค่าผลต่างตอบแทนรวมของ *l, m, u* ทุกเกณฑ์การตัดสินใจ

(3) คำนวณระดับของความเป็นไปได้ โดยคำนวณหาระดับความเป็นไปได้ของ $S_i \geq S_j$ เมื่อ $S_i = (l_i, m_i, u_i)$, $S_j = (l_j, m_j, u_j)$; $i \neq j$ ตามสมการที่ 7

$$V(S_i \geq S_j) = \begin{Bmatrix} 1, & m_i \geq m_j \\ 0, & l_j \geq u_i \\ \dfrac{(l_j - u_i)}{(m_i - u_i) - (m_j - l_j)}, & Other \end{Bmatrix} \quad (7)$$

(4) คำนวณหาค่าน้ำหนักของปัจจัย โดยเลือกค่าของระดับความเป็นไปได้ตัวที่น้อยที่สุดมาใช้ในการคำนวณ

คำนวณหาเวกเตอร์ความสำคัญ ด้วยสมการที่ 8

$$W'_i = \min V(S_i \geq S_j | \, j = 1, \, 2, \ldots, m; i \neq j) \quad (8)$$

จะได้เวกเตอร์ความสำคัญ W'_i ของเมทริกซ์ ดังสมการที่ 9

$$W'_i = (W'_1, W'_2, \ldots, W'_n)^T \quad (9)$$

ทำการ Normalization เพื่อหาค่าน้ำหนักของปัจจัย ด้วยสมการที่ 10

$$W'_i = \frac{W'_i}{\sum_{i=1}^{n} W'_i} \quad (10)$$

ได้เวกเตอร์ความสำคัญ ตามสมการที่ 11

$$W = (W_1, W_2, \ldots, W_n)^T \quad (11)$$

โดยที่ $W_1, W_2, \ldots, W_n$ คือค่าถ่วงน้ำหนักความสำคัญและ W_i เป็นค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยที่วิเคราะห์ หาค่าน้ำหนักทั้งปัจจัยหลักและปัจจัยรอง และนำค่าน้ำหนักของปัจจัยรองมาเปรียบเทียบให้อยู่ภายใต้ค่าน้ำหนักของปัจจัยหลัก จะได้ค่าของน้ำหนักปัจจัยที่ผลต่อการคัดเลือกโครงการ

(5) คำนวณหาค่าน้ำหนักของโครงการก่อสร้างภายใต้ปัจจัยหลัก โดยเปรียบเทียบจากข้อมูลของโครงการ ภายใต้ปัจจัยด้านวิศวกรรม ด้านสังคม ด้านเศรษฐศาสตร์ และด้านเกษตร เพื่อหาค่าน้ำหนักของเกณฑ์การประเมินหลักของโครงการในแต่ละด้าน

(6) จัดลำดับความสำคัญของโครงการก่อสร้าง โดยนำค่าน้ำหนักของโครงการก่อสร้างที่เปรียบเทียบภายใต้ปัจจัยหลักมาคูณกับค่าน้ำหนักของปัจจัยหลักในแต่ละด้าน หาผลรวมค่าน้ำหนักของความสำคัญและจัดลำดับโครงการก่อสร้าง

Results and Discussion

ผลการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย

จากผลการวิเคราะห์หาค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยหลักและปัจจัยรองด้วยวิธีการวิเคราะห์ลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP) และวิธีการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบฟัซซี (FAHP) พบว่าปัจจัยหลักที่มีความสำคัญในการคัดเลือกโครงการ 2 ลำดับแรก คือ ด้านเกษตรกรรม ด้วยค่าน้ำหนักตามแบบจำลอง AHP มีค่าเท่ากับ 0.364 ส่วนแบบจำลอง FAHP มีค่าเท่ากับ 0.577 เพราะสามารถเพิ่มพื้นที่ปลูกพืชในช่วงฤดูแล้ง ส่งผลให้ผลผลิตทางการเกษตรเพิ่มขึ้น และด้านวิศวกรรมมีจำนวนอาคารชลประทานมาก สามารถส่งน้ำไปยังพื้นที่ราบระหว่างภูเขาได้ทั่วถึง ทำให้พื้นที่การเกษตรได้รับประโยชน์จากระบบชลประทานมากขึ้น ค่าน้ำหนักตามแบบจำลอง AHP มีค่าเท่ากับ 0.259 ส่วนแบบจำลอง FAHP มีค่าเท่ากับ 0.332 ตามที่แสดงใน Figure 1 ความแตกต่างของค่าน้ำหนักระหว่าง AHP และ FAHP เกิดจากวิธี FAHP จัดการกับความลังเลในการตัดสินใจ FAHP ช่วยจัดการการตัดสินใจให้ใช้ได้ในสถานการณ์ที่มีความลังเลในการให้คำตอบ ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Numnaphol และ Ditthaki [22] ที่พบว่าปัจจัยการจัดลำดับความสำคัญของการพัฒนาโครงการชลประทานเน้นไปด้านเศรษฐกิจและสังคม และด้านวิศวกรรม และงานวิจัยของ Duangkert และคณะ [23] ในการจัดลำดับความสำคัญของเกณฑ์ในการบำรุงรักษา ด้านวิศวกรรมมีความสำคัญมากที่สุด ส่วนปัจจัยรองบางปัจจัยมีค่าน้ำหนักความสำคัญที่ใกล้เคียงกัน จากการวิเคราะห์ปัจจัยรองได้ลำดับความสำคัญ 4 ลำดับแรกทั้ง 2 วิธี คือ พื้นที่ปลูกพืชฤดูแล้งที่เพิ่มขึ้นหลังจากมีโครงการ, จำนวนอาคารชลประทาน, แหล่งน้ำต้นทุน และพื้นที่ได้รับประโยชน์ ด้วยค่าน้ำหนักตามแบบจำลอง AHP 0.276, 0.100, 0.101 และ 0.100 ตามลำดับ และค่าน้ำหนักตามแบบจำลอง FAHP 0.306, 0.111, 0.108 และ 0.105 ตามลำดับ ดังแสดงใน Figure 2 โดยจากรูปพบว่าปัจจัยปริมาณพื้นที่ปลูกพืชฤดูแล้งที่เพิ่มขึ้นหลังจากมีโครงการ มีค่าน้ำหนักสูงที่สุด และมากกว่าปัจจัยอื่นทั้งหมดกว่าเท่าตัว

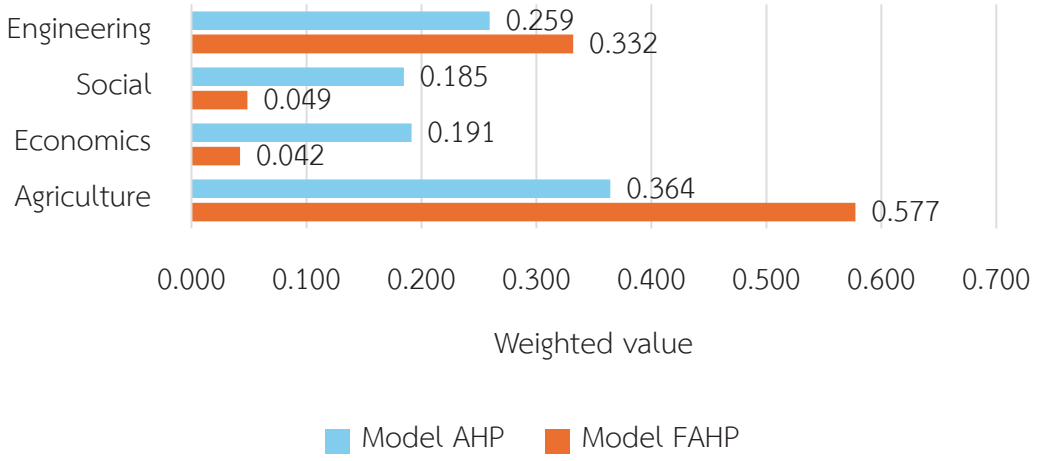

Figure 1 Comparison of main factor weights between AHP and FAHP methods

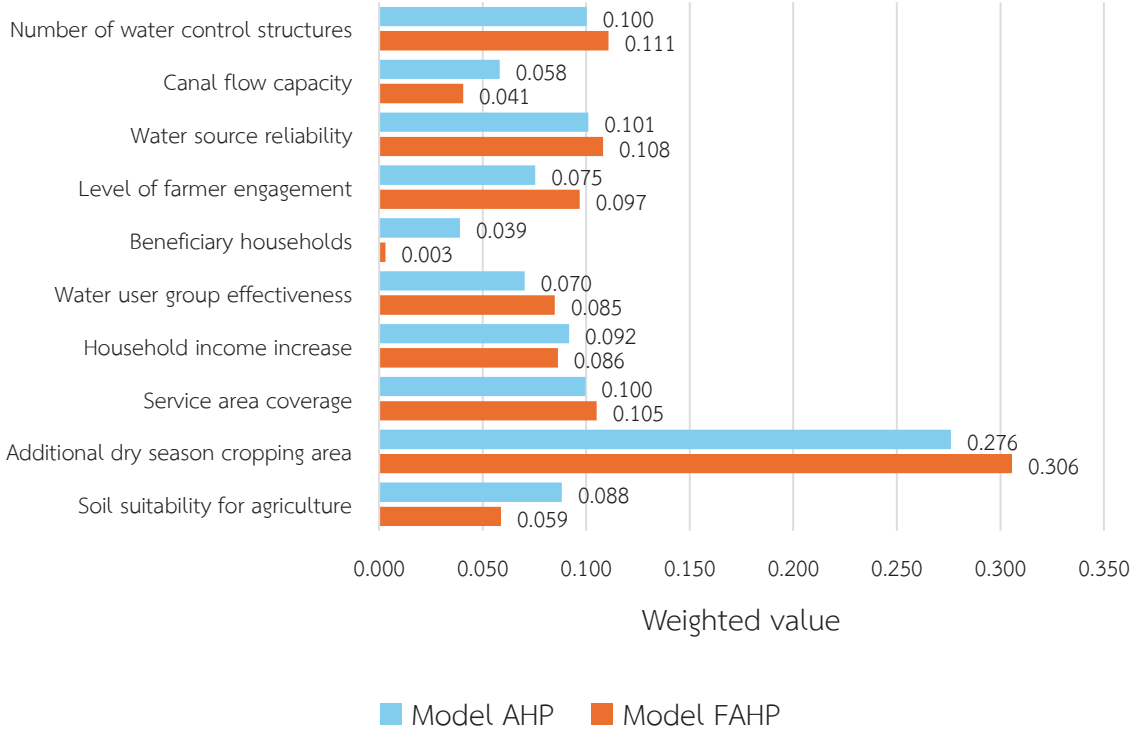

Figure 2 Comparison of secondary factor weights between AHP and FAHP methods

ส่วนการตรวจสอบความสอดคล้องของข้อมูล (ค่า $C.R.$) ของปัจจัยหลักและปัจจัยรองในแต่ละด้าน ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลมีความสอดคล้องสมเหตุสมผล โดยมีค่าความสอดคล้องน้อยกว่า 0.10 (Table 2) จากการวิเคราะห์ข้อมูลสามารถนำค่าน้ำหนักของปัจจัยไปใช้เป็นเกณฑ์ในการจัดลำดับโครงการก่อสร้างชลประทาน เพื่อคัดเลือกโครงการที่มีความเหมาะสมในการพัฒนาระบบชลประทานได้

เมื่อพิจารณาแต่ละปัจจัย โดยคิดถึงผลของปัจจัยจากการคำนวณทั้ง 2 วิธีแล้ว พบว่าปัจจัยที่มีความสำคัญโดดเด่น ได้แก่ ปัจจัยหลักด้านเกษตร ส่วนปัจจัยรองที่สำคัญมาก ได้แก่ พื้นที่ปลูกพืชฤดูแล้งที่เพิ่มขึ้นหลังจากมีโครงการ จากรูป (Figure 2) พบว่าปัจจัยที่มีความสำคัญมากจากการวิเคราะห์แบบ AHP นั้น จะได้รับคะแนนปัจจัยจาก FHAP ยิ่งสูงมากขึ้น

Table 2 Weighted values and ranking of factors affecting project selection

Main factors	Secondary factors	C.R.		Model AHP				Model FAHP			
		Main factors	Secondary factors	Main factor weighting	Within factor weighting	Overall weighting	Rank	Main factor weighting	Within factc weighting	Overall weighting	Rank
1. Engineering	Number of watercontrol structures	0.012	0.004	0.259	0.386	0.100	3	0.332	0.427	0.111	2
	Canal flow capacity				0.224	0.058	9		0.156	0.041	9
	Water source reliability				0.390	0.101	2		0.417	0.108	3
2. Social	Level of farmer engagement		0.001	0.185	0.408	0.075	7	0.049	0.524	0.097	5
	Beneficiary households				0.211	0.039	10		0.017	0.003	10
	Water user group effectiveness				0.381	0.070	8		0.459	0.085	7
3. Economic	Household income increase		0.000	0.191	0.479	0.092	5	0.042	0.451	0.086	6
	Service area coverage				0.521	0.100	4		0.549	0.105	4
4. Agriculture	Additional dry season cropping area		0.000	0.364	0.758	0.276	1	0.577	0.839	0.306	1
	Soil suitability for agriculture				0.242	0.088	6		0.161	0.059	8

ผลการจัดลำดับความสำคัญของโครงการ

จากผลการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยหลัก สามารถจัดลำดับความสำคัญของโครงการก่อสร้าง โดยใช้ค่าถ่วงน้ำหนักของโครงการในแต่ละด้าน นำมาคำนวณกับค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัยและนำค่าน้ำหนักที่ได้มารวมกัน สามารถวิเคราะห์หาโครงการที่มีค่าน้ำหนักความสำคัญรวมมากที่สุดและ

เหมาะสมในการคัดเลือกโครงการก่อสร้างชลประทานเป็นลำดับแรก

จากผลการวิเคราะห์วิธีการวิเคราะห์ลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP) ได้ผลการจัดลำดับ 5 โครงการ ตามลำดับดังนี้ 1. จัดระบบน้ำโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่วัง (ฝายแม่ปุง) ระยะที่1, 2. จัดระบบน้ำโครงการลำน้ำยาว-แม่วังตอนล่างฝั่งขวา (ฝายเข้าซ้อนฝั่งขวา), 3. ปรับปรุงคลองส่งน้ำฝั่งซ้าย โครงการอ่างเก็บน้ำบ้านแม่ต๋ำ, 4.จัดระบบน้ำโครงการอ่างเก็บน้ำแม่กำลัง ระยะที่ 2 และ 5. จัดระบบน้ำโครงการอ่างเก็บน้ำแม่พริก (ผาวิ่งชู้) ระยะที่ 2 ด้วยค่าน้ำหนัก 0.292, 0.238, 0.172, 0.151 และ 0.147 ตามลำดับ

วิธีการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบฟัซซี (FAHP) ได้ผลการจัดลำดับ 5 โครงการ ตามลำดับ ดังนี้ 1. จัดระบบน้ำโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่วัง (ฝายแม่ปุง) ระยะที่ 1, 2. จัดระบบน้ำโครงการลำน้ำยาว-แม่วังตอนล่างฝั่งขวา (ฝายเข้าซ้อนฝั่งขวา), 3. จัดระบบน้ำโครงการอ่างเก็บน้ำแม่กำลัง ระยะที่ 2, 4. ปรับปรุงคลองส่งน้ำฝั่งซ้าย โครงการอ่างเก็บน้ำบ้านแม่ต๋ำ และ 5. จัดระบบน้ำโครงการอ่างเก็บน้ำแม่พริก (ผาวิ่งชู้) ระยะที่ 2 ด้วยค่าน้ำหนัก 0.375, 0.318, 0.138, 0.094 และ 0.075 ตามลำดับ จากนั้นนำผลที่ได้จากการจัดลำดับทั้ง 2 วิธีมาเปรียบเทียบกัน

เมื่อพิจารณาผลการคัดเลือกโครงการ จากการคำนวณทั้ง 2 วิธีแล้ว ผลลัพธ์ที่ได้จาก AHP เป็นค่าตัวเลขเดียว แสดงให้เห็นถึงค่าความสำคัญของแต่ละปัจจัยอย่างชัดเจน แต่ว่าผลลัพธ์ที่ได้จาก FAHP จะอยู่ในรูปของช่วงค่าหรือฟัซซีเซต ทำให้เห็นช่วงของค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัย

การเลือกใช้ AHP หรือ FAHP ขึ้นอยู่กับลักษณะของปัญหาและความพร้อมของข้อมูล หากข้อมูลมีความแน่นอนและชัดเจน AHP จะเป็นตัวเลือกที่เหมาะสมเพียงพอ แต่หากข้อมูลมีความไม่แน่นอน เกิดความลังเลแล้ว FAHP จะเป็นตัวเลือกที่เหมาะสมกว่า จากการคำนวณทั้ง 2 วิธี พบว่าโครงการที่มีความสำคัญจะให้ค่าผลลัพธ์ที่โดดเด่น ได้แก่ จัดระบบน้ำโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่วัง (ฝายแม่ปุง) ระยะที่ 1 และจัดระบบน้ำโครงการลำน้ำยาว-แม่วังตอนล่างฝั่งขวา (ฝายเข้าซ้อนฝั่งขวา) ดังแสดงใน Figure 3 จากรูปพบเช่นเดียวกันกับผลลัพธ์เรื่องปัจจัยว่า ในการจัดลำดับโครงการนั้น โครงการที่มีความสำคัญมากและได้รับการคัดเลือกนั้น จะได้รับคะแนนในการคัดเลือกจากวิธี FHAP ยิ่งสูงมากขึ้น กว่า AHP และในทางเดียวกัน โครงการที่ได้รับความสำคัญน้อยจาก AHP ก็จะได้รับคะแนนยิ่งน้อยจากวิธี FAHP

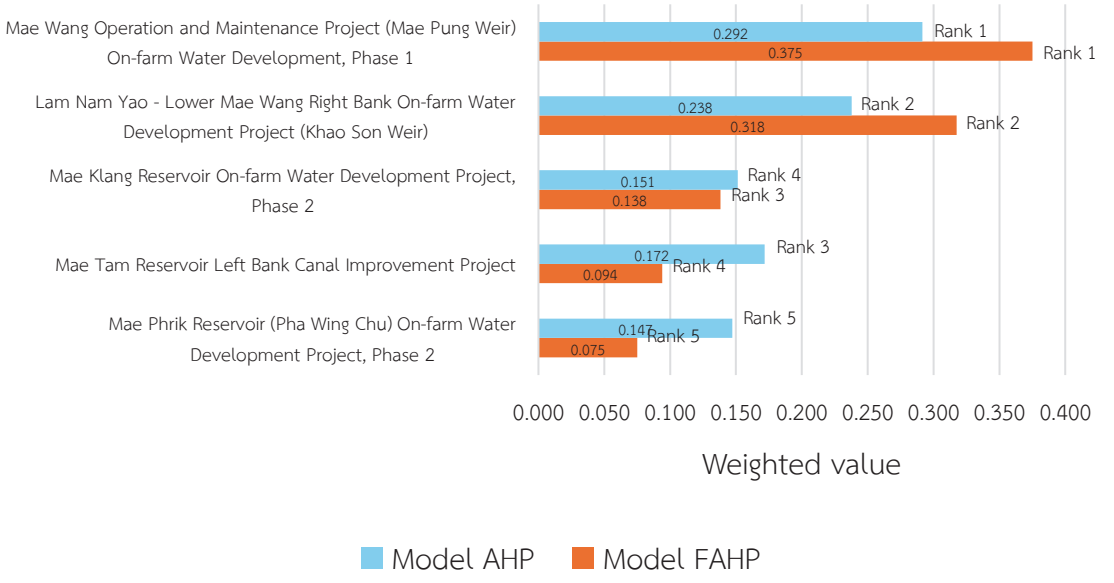

Figure 3 Comparison of project priority weights between AHP and FAHP methods

Conclusion

จากผลของการคำนวณทั้ง 2 วิธี พบว่าหากผู้ตอบแบบสอบถามตัดสินใจภายใต้สภาวะที่มีความลังเลไม่แน่นอนในการตัดสินใจ (กรณี FAHP) ผู้ตอบจะยิ่งให้ค่าน้ำหนักความสำคัญกับโครงการที่คิดว่ามีความสำคัญอยู่แล้ว ให้สำคัญมากเพิ่มขึ้นไปอีก จากการศึกษานี้พบว่าวิธีการ FAHP นั้น ส่งผลให้โครงการที่มีความโดดเด่น ได้มีความโดดเด่นชัดขึ้น และโครงการที่มีความโดดเด่นน้อย ให้มีความโดดเด่นน้อยลงไป การที่ FAHP จะช่วยให้ผู้ตัดสินใจสามารถเลือกทางเลือกที่เหมาะสมได้มากขึ้นเหมาะในสถานการณ์ที่ข้อมูลไม่พร้อมทำให้การตัดสินใจทำได้ยากที่จะตอบได้แน่นอน แต่หากมีข้อมูลโครงการที่ชัดเจนและสมบูรณ์เพียงพอแล้วการทำวิธี AHP ซึ่งเป็นวิธีที่พื้นฐานกว่าสามารถใช้ได้ ผลลัพธ์ยังคงใกล้เคียงกัน ซึ่งในที่นี้ผลของการคัดเลือกโครงการอันดับ 1 และอันดับ 2 ได้ผลเหมือนกันจากการคัดเลือกทั้ง 2 วิธี

จากผลการวิเคราะห์นั้นพบว่าปัจจัยหลักที่ผลต่อค่าน้ำหนักมากที่สุด คือ ปัจจัยด้านเกษตร และด้านวิศวกรรม ซึ่งเพียง 2 ปัจจัยรวมกันมีค่าน้ำหนักเกินกว่า 50% ด้วยวิธี AHP และมากกว่า 90% ด้วยวิธี FAHP จากปัจจัยทั้งหมด โดยทั้งสองปัจจัยข้างต้นมีความสำคัญทิ้งห่างจากปัจจัยที่เหลืออย่างมาก สำหรับด้านปัจจัยรองที่มีความโดดเด่นอย่างมาก คือ พื้นที่ปลูกพืชฤดูแล้งที่เพิ่มขึ้นหลังจากมีโครงการ ซึ่งมีความสำคัญมากกว่าปัจจัยอื่นทั้งหมดแบบเท่าตัว ซึ่งสอดคล้องกับข้อเท็จจริงที่จากเดิมการทำเกษตรในบางพื้นที่สามารถทำได้เฉพาะในฤดูฝนเท่านั้น ไม่สามารถปลูกพืชในฤดูแล้งได้ เพราะไม่มีน้ำใช้ในการเกษตร หากมีการจัดตั้งโครงการก่อสร้าง เกษตรกรจะสามารถทำการเกษตรได้อีกมาก ส่งผลให้มีรายได้เพิ่มขึ้นตามมา

โดยปกติการขอตั้งโครงการของหน่วยงานนี้ในกรมชลประทาน จะได้รับงบประมาณจำกัด ทำให้มีเพียงไม่กี่โครงการที่จะสามารถก่อสร้างได้จริง จากผลวิเคราะห์จัดลำดับโครงการ พบว่าโครงการทั้งหมดมี 2 โครงการที่ได้รับความสำคัญโดดเด่นสูงกว่าโครงการที่ 3, 4 และ 5 แบบเท่าตัว ได้แก่ จัดระบบน้ำโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่วัง (ฝายแม่ปุง) ระยะที่ 1 และจัดระบบน้ำโครงการลำน้ำยาว-แม่วังตอนล่างฝั่งขวา (ฝายเข้าซ้อนฝั่งขวา) เพราะโครงการทั้งสองมีความเด่นในเรื่องเกษตรสามารถเพิ่มพื้นที่ปลูกพืชในช่วงฤดูแล้ง ส่งผลให้ผลผลิตทางการเกษตรเพิ่มขึ้น รายได้เกษตรกรเพิ่มขึ้น และวิศวกรรมที่มีจำนวนอาคารชลประทานเพิ่มขึ้น ทำให้พื้นที่การเกษตรได้รับประโยชน์จากระบบชลประทานมากขึ้นและทั่วถึง และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบผลลำดับจาก 2 วิธี คือ AHP และ FAHP ยังพบว่าลำดับที่ 1 และ 2 ที่ได้เป็นลำดับเดียวกัน ผลลัพธ์จาก AHP และ FAHP มีความคล้ายคลึงกันในบางกรณี เช่น ลำดับความสำคัญของโครงการที่โดดเด่น แต่ FAHP ช่วยขยายความเด่นชัดในปัจจัยที่มีความสำคัญมาก ทั้งสองวิธีนี้เหมาะสมกับการวิเคราะห์ในบริบทที่แตกต่างกัน และสามารถใช้ควบคู่กัน เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่รอบด้าน แสดงให้เห็นว่าการศึกษานี้นำไปสู่การจัดลำดับความสำคัญได้ดี การคัดเลือกโครงการมีความเหมาะสม แบบจำลองจากการศึกษานี้เป็นเครื่องมือสำหรับจัดลำดับโครงการในพื้นที่ที่มีลักษณะภูมิประเทศใกล้เคียงกันได้ เป็นการเพิ่มความสะดวกในงานจัดลำดับโครงการของกรมชลประทานต่อไป

References

1. Bureau of Central Land Consolidation, 2020, Land Consolidation Master Plan, B.E. 2560-2579 [Online], Available: https://consolidation.rid.go.th/main/index.php/th/ 2019-08-26-03-56-19. [12 June 2023] (In Thai)
2. Royal Thai Government Gazette, 2021, Budget Expenditure Act for Fiscal Year 2022 [Online], Available: https://www.bb.go.th/topic3.php?catID=1364&gid=862&mid=54. [12 June 2023] (In Thai)
3. Royal Thai Government Gazette, 2022, Budget Expenditure Act for Fiscal Year 2023 [Online], Available: https://www.bb.go.th/topic3.php?catID=1382&gid=862&mid=545. [12 June 2023] (In Thai)
4. Tansirikongkol, W., 1999, AHP The Most Popular Decision Process in the World, Graphic and Printing Center, Bangkok, pp. 1-254. (In Thai)

5. Wu, H., Tzeng, G. and Chen, Y., 2009, "A Fuzzy MCDM Approach for Evaluating Banking Performance based on Balanced Scorecard," *Expert Systems with Applications*, 36 (6), pp. 10135-10147.
6. Luenam, P., 2013, "Prioritized Factors using FUZZY Analytic Hierarchy Process: Understanding Concepts and ITS Application," *Modern Management Journal*, 11 (1), pp. 1-12.
7. Saaty, T.L., 1980, The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill, New York, pp. 1-312.
8. Zadeh, L.A., 1965, "Fuzzy Sets," *Information and Control*, 8 (3), pp. 338-353.
9. Chen, Y.C., Lien, H., Tzeng, G.H. and Yang, L.S., 2011, "Fuzzy MCDM Approach for Selecting the Best Environment-watershed Plan," *Applied Soft Computing*, 11 (1), pp. 265-275.
10. Chang, D.Y., 1996, "Applications of the Extent Analysis Method on Fuzzy AHP," *European Journal of Operational Research*, 95 (3), pp. 649-655.
11. Verma, A.K., Srividya, A. and Prabhu Gaonkar, R.S., 2007, Fuzzy-Reliability Engineering, Narosa Publishing House, New Delhi, pp. 1-289.
12. Khanam, S., 2019, "A Fuzzy AHP Approach for Evaluation of TQM Enablers and IT Resources," *International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology*, 8 (8), pp. 386-391.
13. Gopalan, R., Sreekumar. and Satpathy, B., 2015, "Evaluation of Retail Service Quality–A Fuzzy AHP Approach," *Benchmarking: An International Journal*, 22 (6), pp. 1058-1080.
14. Zhu, K.J., Jing, Y. and Chang, D.Y., 1999, "A Discussion on Extent Analysis Method and Applications of Fuzzy AHP," *European Journal of Operational Research*, 116 (2), pp. 450-456.
15. Chan, F.T., Kumar, N., Tiwari, M.K., Lau, H.C. and Choy, K.L., 2008, "Global Supplier Selection: a Fuzzy-AHP Approach," *International Journal of Production Research*, 46 (14), pp. 3825-3857.
16. Saaty, T.L., 1990, "The Analytic Hierarchy Process," *European Journal of Operational Research*, 48 (1), pp. 9-26.
17. Ahmed, F. and Kilic, K., 2018, "Fuzzy Analytic Hierarchy Process: A Performance Analysis of Various Algorithms," *Fuzzy Sets and Systems*, 362, pp. 110-128.

18. Lekaphon, S., Vanichavetin, C. and Sornworng, P., 2021, "Study Factors Affecting the Quality of Small Reservoir Construction," *14th Thaicid National e-Symposium 2021*, 28-30 July 2021, Bangkok, Thailand, pp. 141-150. (In Thai)
19. Gorener, A., 2012, "Comparing AHP and ANP: An Application of Strategic Decisions Making in a Manufacturing Company," *International Journal of Business and Social Science*, 3 (14), pp. 194-208.
20. Ariff, H., Sapuansalit, M., Ismail, N. and Nukman, Y., 2008, "Use of Analytical Hierarchy Process (AHP) for Selecting the Best Design Concept," *Jurnal Teknologi*, 49 (A), pp. 1-18.
21. Wang, X. and Durugbo, C., 2013, "Analyzing Network uncertainty for Industrial Product-Service Delivery: A Hybrid Fuzzy Approach," *Expert Systems with Applications*, 40 (11), pp. 4621-4636.
22. Numnaphol, S. and Ditthaki, P., 2018, "Prioritizationof Irrigation Project Developmentby Analytic Hierachy Process: A CaseStudy of Lower PakphanangWater Transmission and Maintenance Project," *19th National Graduate Conference*, 9 March 2018, Khon Kaen University, Khon Kaen, Thailand, pp. 254-266.
23. Duangkert, P., Thepprasit, C. and Vudhivanich, V., 2022, Prioritization of Floodgate: Pathumthani Provincial Irrigation Office Case Study," *Thai Socity of Agricultural Engineering Journal*, 28 (1), pp. 32-45.