

การศึกษาหาตำแหน่งที่เหมาะสมในการสร้างอ่างเก็บน้ำโดยการวิเคราะห์ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์: กรณีศึกษา อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช

The Study on Suitable Reservoir Locations Case Study of Thung Song District, Nakhon Si Thammarat Province

ปกัสสร นามจิระโชติ^{1,2} และ พันโทสรวิศ สุขเวทย์^{1,2,*}

¹ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, จังหวัดกรุงเทพมหานคร, ประเทศไทย

² Department of Civil, Faculty of Engineering, Kasetsart University, Bangkok, Thailand

*Corresponding author address: fengsvsu@ku.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาพื้นที่ที่เหมาะสมในการสร้างแหล่งเก็บน้ำต้นทุนที่เหมาะสมพอกับปริมาณความต้องการน้ำในการอุปโภคบริโภค และการเกษตรกรรมของประชาชน ในพื้นที่อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับกระบวนการวิเคราะห์แบบศักยภาพเชิงพื้นที่ในการจำลองพื้นที่กักเก็บน้ำ ใช้ปัจจัยสำหรับการทำการศึกษา 5 ปัจจัย ซึ่งหาค่าน้ำหนักปัจจัยโดยการวิเคราะห์ศักยภาพเชิงพื้นที่ ได้ดังนี้ ปริมาณน้ำฝนค่าน้ำหนักเท่ากับ 4 สภาพใช้ที่ดินในปัจจุบันค่าน้ำหนักเท่ากับ 4 การระบายน้ำของดินค่าน้ำหนักเท่ากับ 3 ลักษณะภูมิประเทศค่าน้ำหนักเท่ากับ 2 ลักษณะทางธรณีวิทยาค่าน้ำหนักเท่ากับ 2 นำมาซ้อนทับข้อมูลทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อหาพื้นที่ที่เหมาะสมในการพัฒนาอ่างเก็บน้ำได้ 3 ระดับดังนี้ พื้นที่ที่เหมาะสมมาก คิดเป็นพื้นที่ร้อยละ 14.19 เหมาะสมปานกลาง คิดเป็นพื้นที่ร้อยละ 64.25 และเหมาะสมน้อย คิดเป็นพื้นที่ร้อยละ 21.56 และการนำข้อมูลมาบูรณาการคำนวณหาความจุของพื้นที่อ่างเก็บน้ำ รวมทั้งความต้องการใช้น้ำของประชาชนในพื้นที่นั้น พบว่าควรพัฒนาสร้างอ่างเก็บน้ำ 2 แห่ง ดังนี้ อ่างเก็บน้ำที่ 1 ตั้งอยู่ ตำบลนาหลวง อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช ตั้งอยู่ที่พิกัด WGS 1984 UTM Zone 47N โดยมีพิกัด E: 575728 N: 906188 เก็บกักน้ำจากคลองวังหีบ มีความจุอ่างเก็บน้ำ 109,837,759.45 ลูกบาศก์เมตร และอ่างเก็บน้ำที่ 2 ตั้งอยู่ ตำบลลำใหญ่ อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช ตั้งอยู่ที่พิกัด WGS 1984 UTM Zone 47N โดยมีพิกัด E: 581171 N: 906188 เก็บกักน้ำจากคลองเป็ก มีความจุอ่างเก็บน้ำ 66,584,757.92 ลูกบาศก์เมตร ความจุอ่างเก็บน้ำทั้ง 2 อ่างมีความจุรวมกัน 176,422,517.37 ลูกบาศก์เมตร โดยความต้องการน้ำสูงสุดรายเดือนมีปริมาณ 150,259,910.22 ลูกบาศก์เมตร เหลือปริมาณน้ำเก็บกัก 26,162,607.15 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งปริมาณน้ำเก็บกักมีแนวโน้มของน้ำเพิ่มขึ้นหรือลดลงไปตามฤดูกาล สามารถเก็บกักน้ำไว้ในฤดูแล้งได้อย่างเพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำในพื้นที่อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช

คำสำคัญ: ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์, กระบวนการวิเคราะห์แบบศักยภาพเชิงพื้นที่, การสร้างแหล่งเก็บน้ำ

Abstract

The objective of this research is to study the appropriate area for building water storage sources that able to supply both consumption and agricultural water usage demand in Thung Song district, Nakorn Si Thammarat province, Thailand. By combining both Geographic information system (GIS) and region potential analysis to simulate the catchment area. For this study 5 factors are used as following, rainfall, land use, soil drainage, topography, and geological. The weight of each factor is 4, 4, 3, 2, and 2, respectively. After data collected, each factor will be overlaid by GIS to find the most appropriate part of the area. The most appropriated part of the area is 14.19%, 64.25%, and 21.56% of the total area, respectively. According to the overlaid process, the first appropriated part of the area where water storage sources supposed to build is located at the Na Luong sub-district (WGS84/Zone 47N E: 575728 N: 906188). Where able to store 109,837,759.45 m³ of water from the Wang Heep canal. The second appropriated part of the area is located at the Tum Yai sub-district (WGS84/Zone 47N E: 581171 N: 906188). Where able to store 66,584,757.92 m³ of water from the Perk canal. The capacity of both storages is 176,422,517.37 m³ and the maximum monthly water requirement is 150,259,910.22 m³. As a result, 26,162,607.15 m³ of water will have remained. However, the amount of water that remained in the storage can be increased or decreased is depends on each season. Nevertheless, with full capacity of water storage is sufficient for the water demand of the area.

Keywords: Geographic Information System, Analytic Hierarchy Process, building water storage source

1. บทนำ

ตามที่เกิดอุทกภัยในเขตเทศบาลเมืองทุ่งสงและบริเวณใกล้เคียงเกือบทุกปี ทำให้ราษฎรได้รับความเดือดร้อนในชีวิตและทรัพย์สินเป็นจำนวนมาก จากรายงานโครงการศึกษาความเหมาะสมการแก้ไขปัญหาอุทกภัย อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช พ.ศ. 2555 ปัญหา น้ำท่วมและความเสียหายที่เกิดขึ้นในชุมชนของครัวเรือนพบว่า ครัวเรือนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 77.8) ประสบปัญหาภาวะน้ำท่วม ในปีที่มีน้ำท่วมรุนแรงมากที่สุด ปี พ.ศ. 2554 (ร้อยละ 68.2) รองลงมาคือ ปี พ.ศ. 2553 และปี พ.ศ. 2548 คิดเป็นร้อยละ 10.6 และ 7.8 ตามลำดับ ความเสียหายที่เกิดขึ้นจากน้ำท่วมครั้งที่มีรุนแรงมากที่สุดนานเฉลี่ย 10.8 วัน ระดับน้ำท่วมสูงสุด 1.88 เมตร รวมมูลค่าความเสียหายจากน้ำท่วมทั้งหมด 2,300,150 บาท ปัญญาภัยแล้งและความเสียหายที่เกิดขึ้นในชุมชนของครัวเรือนพบว่า ครัวเรือนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 41.70) ปีที่ประสบปัญหาภัยแล้งรุนแรงที่สุด ปี พ.ศ. 2553 (ร้อยละ 29.2) ความเสียหายที่เกิดขึ้นจากภัยแล้งครั้งที่มีรุนแรงที่สุด มีมูลค่าความเสียหาย 2,256,000 บาท [1]

เนื่องจากปัญหาที่เกิดขึ้นผู้วิจัยจึงมีความคิดที่จะศึกษาเพื่อหาพื้นที่เหมาะสมในการสร้างแหล่งน้ำต้นทุนในอำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช เพื่อแก้ปัญหาด้านการขาดแคลนน้ำด้านการอุปโภค-บริโภค โดยการศึกษาปัจจัยที่มีความเกี่ยวข้องในการสร้างอ่างเก็บน้ำ และให้ค่าน้ำหนักของปัจจัย ซึ่งได้นำข้อมูลจากแบบสอบถามผู้เชี่ยวชาญจำนวน 10 ชุด มาวิเคราะห์ร่วมกับการใช้โปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Arc GIS) แสดงออกมาในรูปแบบของแผนที่ระดับความเหมาะสมในการสร้างอ่างเก็บน้ำ และทำการเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมมาวิเคราะห์เพื่อให้เกิดประโยชน์แก่ประชาชนในพื้นที่อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

- 1) เพื่อหาพื้นที่เหมาะสมในการสร้างแหล่งน้ำต้นทุนในการพัฒนาระบบชลประทาน
- 2) เพื่อศึกษาปริมาณความต้องการน้ำในการอุปโภคและบริโภคของประชากรในพื้นที่อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช
- 3) เพื่อศึกษาปริมาณความต้องการน้ำในเกษตรกรรมของประชากรในพื้นที่อำเภอทุ่งสงจังหวัดนครศรีธรรมราช

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1. การรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับแนวคิด ทฤษฎีจากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับแนวคิด ทฤษฎีจากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยการวิเคราะห์เอกสาร และการสำรวจเก็บข้อมูลในพื้นที่ศึกษาการหาพื้นที่สร้างอ่างเก็บน้ำ โดยมีการรวบรวมเอกสารต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- 1) ปริมาณน้ำฝนปริมาณน้ำฝนรายปี หน่วยมิลลิเมตร/ปี ย้อนหลัง 30 ปี พ.ศ.2533-2563 [21]
- 2) ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ.2563 ความละเอียดมาตราส่วน 1:50,000 [3]
- 3) ข้อมูลภูมิประเทศ ความละเอียดมาตราส่วน 1:50,000 [21]
- 4) ข้อมูลธรณีวิทยา ความละเอียดมาตราส่วน 1:50,000 [21]

3.2. การวิเคราะห์หาพื้นที่ที่เหมาะสมเพื่อการหาพื้นที่เหมาะสมในการสร้างแหล่งน้ำต้นทุนการพัฒนาระบบชลประทาน

ในการกำหนดพื้นที่ที่เหมาะสมเพื่อการหาพื้นที่ที่เหมาะสมในการสร้างแหล่งน้ำต้นทุนในการพัฒนาระบบชลประทานนั้นเป็นการนำเอาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการทำการศึกษหาพื้นที่ที่มีศักยภาพหรือพื้นที่ที่มีความเหมาะสม ในการสร้างแหล่งน้ำต้นทุนในการพัฒนาระบบชลประทาน มีขั้นตอนการศึกษา ดังนี้

3.2.1. การศึกษาข้อมูลต่างๆ จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และการกำหนดปัจจัยความเหมาะสมของพื้นที่เพื่อการสร้างแหล่งน้ำต้นทุนในการพัฒนาระบบชลประทาน

ในการศึกษาปัจจัยต่าง ๆ จากงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแหล่งน้ำต้นทุนในการพัฒนาระบบชลประทาน ทำให้สามารถสรุปได้ว่า ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเลือกพื้นที่เพื่อการสร้างแหล่งน้ำต้นทุนในการพัฒนาระบบชลประทาน ประกอบด้วย 5 ปัจจัย สำคัญ

- 1) สภาพการใช้ดินในปัจจุบัน 2) ลักษณะภูมิประเทศ 3) ปริมาณน้ำฝน 4) ลักษณะทางธรณีวิทยา และ 5) การระบายน้ำของดิน

3.2.2. นำปัจจัยต่างๆ มาประเมินค่าความเหมาะสมของพื้นที่เพื่อการสร้างแหล่งเก็บน้ำต้นทุนในการพัฒนาระบบชลประทาน

การประเมินนี้จะพิจารณาปัจจัยต่างๆ ที่กำหนดขึ้นจากปัจจัยที่มีความสำคัญมากที่สุด ซึ่งเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความเป็นไปได้และองค์ประกอบทางกายภาพขั้นพื้นฐานของการสร้างแหล่งน้ำต้นทุนในการพัฒนาระบบชลประทาน ไปจนถึงปัจจัยทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับลักษณะการจัดการการใช้ประโยชน์พื้นที่ ซึ่งสามารถกำหนดค่าคะแนนของปัจจัยหลักและปัจจัยย่อยในแต่ละปัจจัยหลัก โดยให้คะแนนอยู่ในช่วงระดับ 1 – 4 ซึ่งถ้าคะแนนมากหมายความว่า ปัจจัยนั้นมีความเหมาะสมในการสร้างแหล่งน้ำต้นทุนในการพัฒนาระบบชลประทานมาก แต่ถ้าคะแนนน้อยหมายความว่า ปัจจัยนั้นมีความเหมาะสมต่อการสร้างแหล่งน้ำต้นทุนในการพัฒนาระบบชลประทาน ซึ่งในการศึกษาค้นคว้าได้กำหนดค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัยหลักและปัจจัยย่อย แบ่งออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

โดยในการกำหนดค่าน้ำหนักและค่าคะแนนของปัจจัยเพื่อใช้ใน

การวิเคราะห์ความเหมาะสมในการพัฒนาแหล่งน้ำในการพัฒนาระบบชลประทานนั้น ผู้วิจัยได้ขอความอนุเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญสำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ ในการกำหนดค่าน้ำหนักและค่าคะแนนของปัจจัยจำนวน 5 ปัจจัยที่กล่าวจากข้างต้น หาค่าเฉลี่ยค่าน้ำหนักจากวิธี The Geometric Mean Formula

3.2.3. การวิเคราะห์ข้อมูลการถ่วงน้ำหนักปัจจัยหลักและปัจจัยย่อยเพื่อการประเมินหาพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการสร้างแหล่งต้นทุนในการพัฒนาระบบชลประทาน

โดยในการกำหนดค่าน้ำหนักและค่าคะแนนของปัจจัยเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ความเหมาะสมในการพัฒนาแหล่งน้ำในการพัฒนาระบบชลประทานนั้น ผู้วิจัยได้ขอความอนุเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญสำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ ในการกำหนดค่าน้ำหนักและค่าคะแนนของปัจจัยจำนวน 5 ปัจจัย หาค่าเฉลี่ยค่าน้ำหนักจากวิธี The Geometric Mean Formula ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าน้ำหนักปัจจัย

ปัจจัยที่ใช้วิเคราะห์	ประเภทข้อมูล	ค่าถ่วงน้ำหนัก		S
		ปัจจัยหลัก	ปัจจัยย่อย	
1. สภาพการใช้ที่ดิน	พื้นที่ชุมชน	1	4	4
	พื้นที่เกษตร	2	8	
	พื้นที่ป่าไม้	2	8	
	พื้นที่แหล่งน้ำ	4	3	
	อื่น ๆ	2	8	
2. ลักษณะภูมิประเทศ (เปอร์เซ็นต์ความลาดเอียง)	ความลาดชัน 0 - 2%	1	2	2
	ความลาดชัน 2 - 5%	2	4	
	ความลาดชัน 5 - 10%	3	6	
	ความลาดชันมากกว่า 10%	2	4	
3. ปริมาณน้ำฝน	น้อยกว่า 2,800 มล./ปี	1	4	4
	2,800 - 3,000 มล./ปี	2	8	
	3,000 - 3,100 มล./ปี	4	3	
	3,100 - 3,200 มล./ปี	4	1	
	มากกว่า 3,200 มล./ปี	4	1	
	มากกว่า 3,200 มล./ปี	4	6	
4. ลักษณะทางธรณีวิทยา	หินตะกอน	2	4	2
	หินแกรนิต	4	8	
	หินแปร	3	6	
	หินปูน	2	4	

ตารางที่ 1 ค่าน้ำหนักปัจจัย (ต่อ)

ปัจจัยที่ใช้วิเคราะห์	ประเภทข้อมูล	ค่าถ่วงน้ำหนัก		S
		ปัจจัยหลัก	ปัจจัยย่อย	
5. การระบายน้ำของดิน	ระบายน้ำดี	3	1	3
	ระบายน้ำปานกลาง		1	
	ระบายน้ำเลว		3	

ผู้วิจัยเลือกแนวทางเทคนิคการวิเคราะห์ศักยภาพของพื้นที่ (Potential Surface Analysis , PSA) เป็นวิธีวิเคราะห์ซึ่งเป็นการวิเคราะห์โดยใช้สมการเชิงเส้นตรง หรือสมการแบบจำลองดัชนี (Index Model) เป็นเทคนิคที่คิดขึ้นมาเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ศักยภาพของการพัฒนาพื้นที่ [17] เทคนิคนี้สามารถแปรสภาพพื้นที่เป็นรูปภาพให้เป็นตัวเลขได้และวิเคราะห์ข้อมูลได้ง่าย ด้วยการคำนวณทางคณิตศาสตร์อย่างง่าย ซึ่งผลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค PSA การวิเคราะห์รูปแบบดัชนีเขียนในรูปสมการได้ดังนี้

$$S = W_1R_1 + W_2R_2 + W_3R_3 + \dots + W_nR_n \quad (1)$$

เมื่อ S = ค่าคะแนนรวมศักยภาพของพื้นที่

W = ค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัย

R = ค่าคะแนนความเหมาะสมของปัจจัย

การศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัยหลักและปัจจัยย่อย แบ่งออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

คะแนน 4 หมายถึง ปัจจัยดังกล่าวมีความเหมาะสมสำหรับการสร้างแหล่งน้ำต้นทุนในการพัฒนาระบบชลประทาน สูง

คะแนน 3 หมายถึง ปัจจัยดังกล่าวมีความเหมาะสมสำหรับการสร้างแหล่งน้ำต้นทุนในการพัฒนาระบบชลประทาน ปานกลาง

คะแนน 2 หมายถึง ปัจจัยดังกล่าวมีความเหมาะสมสำหรับการสร้างแหล่งน้ำต้นทุนในการพัฒนาระบบชลประทาน ต่ำ

คะแนน 1 หมายถึง ปัจจัยดังกล่าวมีความเหมาะสมสำหรับการสร้างแหล่งน้ำต้นทุนในการพัฒนาระบบชลประทาน ไม่เหมาะสม

3.2.4. การวิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่

ใช้เทคนิคซ้อนทับ (Overlay) ของข้อมูลทั้งหมดที่นำมาศึกษาแล้วนำมาประมวลผลโดยการคำนวณค่าคะแนนรวมที่ได้จะถูกนำมาจัดกลุ่มเพื่อแบ่งพื้นที่ด้วยวิธีทางสถิติเพื่อให้ได้เนื้อที่ของแต่ละกลุ่มในสัดส่วนที่เหมาะสมในการจัดกลุ่มจะใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) ของชุดข้อมูลหลักแล้วนำค่าการกระจายข้อมูล (Standard Deviation) มากำหนดความกว้างในแต่ละช่วงความเหมาะสม การศึกษาครั้งนี้ได้แบ่งความเหมาะสมเป็น 3 ระดับ ได้แก่

1) พื้นที่ที่เหมาะสมต่อการสร้างแหล่งน้ำต้นทุนในการพัฒนาระบบชลประทานน้อย

$$\bar{X} - SD \quad (2)$$

2) พื้นที่ที่เหมาะสมต่อการสร้างแหล่งน้ำต้นทุนในการพัฒนา

ระบบชลประทานปานกลาง

$$\bar{X} - SD \leq S\bar{X} + SD \quad (3)$$

3) พื้นที่ที่เหมาะสมต่อการสร้างแหล่งน้ำต้นทุนในการพัฒนา

ระบบชลประทาน [6]

$$\bar{X} + SD \quad (4)$$

3.2.5. แสดงผลกระทบและการนำเสนอข้อมูล

เป็นการนำเสนอผลที่ได้จากการวิเคราะห์ในรูปแบบแผนที่แสดงพื้นที่ที่เหมาะสมเพื่อการสร้างแหล่งเก็บน้ำต้นทุนในการพัฒนาระบบชลประทาน

3.3. คำนวณหาความจุอ่างเก็บน้ำ

$$V = L/6 \times (A1+4A2+A3) \quad (5)$$

เมื่อ V = ปริมาตรของดินขุดมีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร

L = ระยะห่างของเส้นความสูงหน่วยเป็นเมตร

A = ขนาดพื้นที่ของเส้นชั้นความสูงหน่วยเป็นตาราง

เมตร [2]

3.4. คำนวณอัตราการใช้น้ำของข้าวนาปี

3.4.1. ช่วงตกกล้า ใช้น้ำสำหรับพื้นที่ 1 ไร่

พื้นที่ปลูกข้าว x น้ำตกกล้าต่อพื้นที่ปลูก 1 ไร่ = ใช้น้ำการตกกล้าและน้ำใช้ในการเตรียมแปลง พื้นที่ 1 ไร่ ใช้น้ำเตรียมแปลง [14]

3.4.2. แยกน้ำที่ใช้ในการปลูกข้าวของเดือนพฤษภาคมถึงเดือนสิงหาคม

พื้นที่ปลูกข้าว x ค่าเฉลี่ยใช้น้ำของนาข้าว 10.5 มิลลิเมตรต่อวัน x จำนวนวัน [10]

3.4.3. น้ำฝนที่สามารถใช้การได้ในแต่ละเดือน

พื้นที่ปลูกข้าว x ค่าเฉลี่ยน้ำฝนต่อเดือน x 0.6

เมื่อ 0.6 = ค่า Kc ของผลไม้ และปาล์มน้ำมัน [22]

3.4.4. ปริมาณน้ำที่ต้องส่งเพิ่มพื้นที่ปลูกข้าวนาปี

การใช้น้ำของข้าวนาปีของแต่ละเดือน - ฝนที่สามารถใช้การได้ของแต่ละเดือน

3.5. คำนวณอัตราการใช้น้ำของผลไม้ หรือน้ำของปาล์ม น้ำมัน

$$0.6 \times Ep \times D^2 \quad (6)$$

เมื่อ Ep = ค่าการใช้น้ำของพืชหน่วยมิลลิเมตรต่อวัน

D = เส้นผ่าศูนย์กลางทรงพุ่ม

คำนวณอัตราการใช้น้ำอุปโภค-บริโภคของประชากรในอำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช

จำนวนผู้ใช้น้ำ x 120 ลิตร

4. ผลการวิจัยและวิเคราะห์ผล

4.1. ผลศึกษาพื้นที่ที่เหมาะสมในการสร้างแหล่งน้ำต้นทุนในระบบชลประทาน

4.1.1. การศึกษาหาพื้นที่ที่เหมาะสมในการสร้างแหล่งน้ำต้นทุนในการพัฒนาระบบชลประทาน

ในการศึกษาหาพื้นที่ที่เหมาะสมในการสร้างแหล่งน้ำต้นทุนในการพัฒนาระบบชลประทานนั้น มีปัจจัยที่ใช้ในการพิจารณาความเหมาะสมของพื้นที่ 5 ปัจจัยด้วยกัน ได้แก่

1) สภาพการใช้ที่ดิน

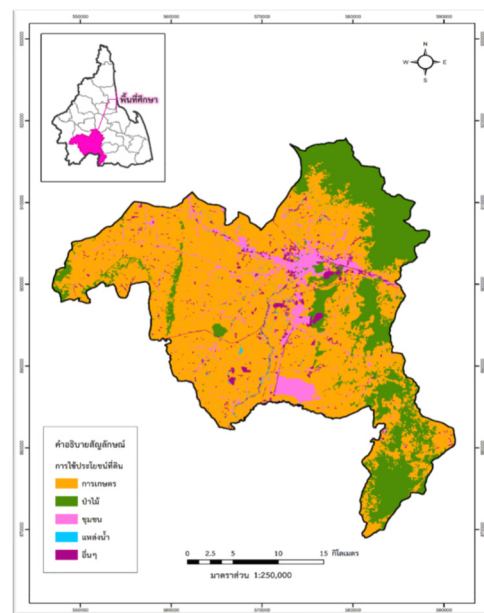
ตารางที่ 2 ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่อำเภอทุ่งสง

การใช้ประโยชน์ที่ดิน	เนื้อที่		ระดับความเหมาะสม
	ตารางกิโลเมตร	ร้อยละ	
เกษตร	605,960.62	66.60%	น้อย
ป่าไม้	215,240.99	23.66%	น้อย
ชุมชน	58,113.57	6.39%	ไม่เหมาะสม
แหล่งน้ำ	3,864.92	0.42%	ปานกลาง
อื่น ๆ	26,704.00	2.93%	น้อยมาก
รวม	909,884.10	100.00%	

พื้นที่เกษตรมีความเหมาะสมน้อยเนื่องจากเป็นพื้นที่ราบทำให้สร้างขอบเขตในการกักเก็บน้ำได้ยาก

พื้นที่ป่าไม้มีความเหมาะสมน้อยเนื่องจากมีข้อจำกัดในการก่อสร้างและผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม

พื้นที่ชุมชนไม่เหมาะสมในการสร้างอ่างเก็บน้ำเพราะมีผลกระทบต่อทรัพย์สินของประชาชน



รูปที่ 1 แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช

แหล่งน้ำมีความเหมาะสมปานกลางเพราะเมื่อทำการก่อสร้าง
ห้วงงานจะต้องสร้างปิดกั้นเส้นลำน้ำแต่ต้องวิเคราะห์ถึงระดับพื้นที่
โดยรอบด้วย

พื้นที่อื่นประกอบด้วย พื้นที่ทุ่งหญ้า ที่รกร้าง ปศุสัตว์ กระจาย
ตัวห่างกันและมักอยู่ในพื้นที่ราบจึงเหมาะสมน้อยมาก

2) ลักษณะภูมิประเทศ

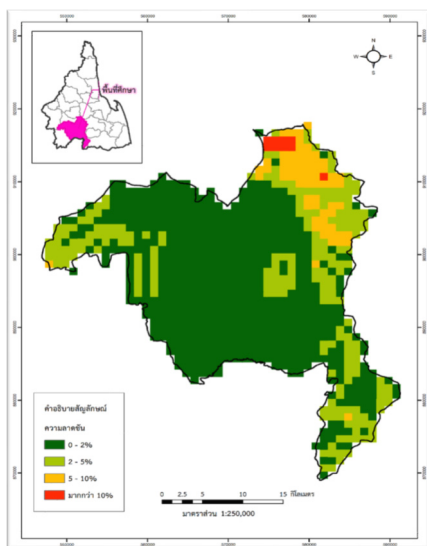
ตารางที่ 3 ข้อมูลเปอร์เซ็นต์ความลาดเอียงในพื้นที่อำเภอทุ่งสง

ความลาดชัน	เนื้อที่		ระดับความ เหมาะสม
	ตาราง กิโลเมตร	ร้อยละ	
ความลาดชัน 0 - 2%	623,000.00	68.24 %	ไม่เหมาะสม
ความลาดชัน 2 - 5%	217,000.00	23.77 %	น้อย
ความลาดชัน 5 - 10%	64,000.00	7.01%	ปานกลาง
ความลาดชันมากกว่า 10%	9,000.00	0.99%	น้อย
รวม	913,000.00	100%	

ความลาดชันเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้เกิดความเคลื่อนไหวตัวพังทลาย
จากที่สูงลงมาภายใต้แรงดึงดูดโลก อันจะมีผลทำให้เกิดความ
เสียหายต่อตัวเขื่อนดังนั้นจึงต้องพิจารณาค่าความลาดชันให้
เหมาะสม

พื้นที่ที่มีความลาดชันในช่วง 5-10 % เหมาะสมปานกลางขึ้นอยู่กับ
ภูมิประเทศโดยรอบมีสันเขาเป็นพื้นที่กักเก็บน้ำในการก่อสร้าง
อ่างเก็บน้ำ

พื้นที่ลาดชันน้อยกว่า 5 % มีลักษณะเป็นพื้นที่ราบไม่เหมาะสม
ในการสร้างอ่างเก็บน้ำ



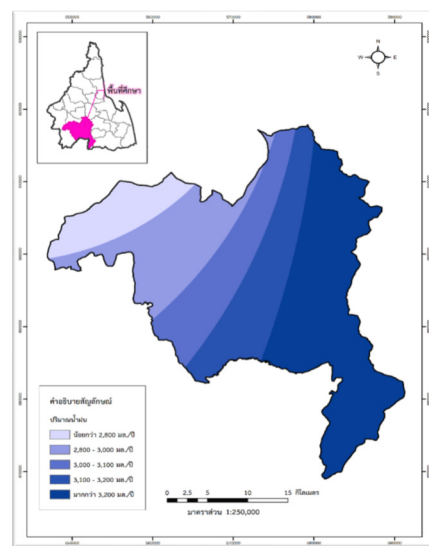
รูปที่ 2 แผนที่แสดงเปอร์เซ็นต์ความลาดเอียงในพื้นที่อำเภอ
ทุ่งสงจังหวัดนครศรีธรรมราช

3) ปริมาณน้ำฝน

ตารางที่ 4 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนในพื้นที่อำเภอทุ่งสง

ปริมาณฝน	เนื้อที่		ระดับความ เหมาะสม
	ตารางกิโลเมตร	ร้อยละ	
น้อยกว่า 2,800 มม./ปี	87,167.07	9.58%	ไม่เหมาะสม
2,800 - 3,000 มม./ปี	162,525.82	17.86%	น้อย
3,000 - 3,100 มม./ปี	148,944.31	16.37%	ปานกลาง
3,100 - 3,200 มม./ปี	165,663.42	18.21%	มาก
มากกว่า 3,200 มม./ปี	345,588.08	37.98%	มาก
รวม	909,888.71	100.00%	

พื้นที่ที่มีปริมาณฝนตก 3,000-3,200 มม./ปี มีโอกาสทำให้เกิด
น้ำท่วมสูงจึงเหมาะสมในการสร้างพื้นที่อ่างเก็บน้ำ



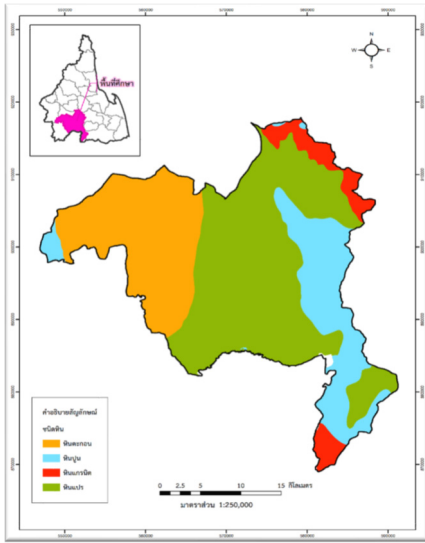
รูปที่ 3 แผนที่แสดงปริมาณน้ำฝนในพื้นที่อำเภอทุ่งสงจังหวัด
นครศรีธรรมราช

4) ลักษณะทางธรณีวิทยา

ตารางที่ 5 ข้อมูลลักษณะทางธรณีวิทยาในพื้นที่อำเภอทุ่งสง

ชนิดหิน	เนื้อที่		ระดับความ เหมาะสม
	ตารางกิโลเมตร	ร้อยละ	
หินแกรนิต	441,541.24	48.66%	มาก
หินแปร	242,064.66	26.68%	ปานกลาง
หินตะกอน	170,132.72	18.75%	น้อย
หินปูน	53,613.64	5.91%	น้อย

หินแกรนิตและหินแปร มีความแข็งแรงสูงจึงเหมาะสมในการ
สร้างอ่างเก็บน้ำสูงมากกว่าหินตะกอนและหินปูน



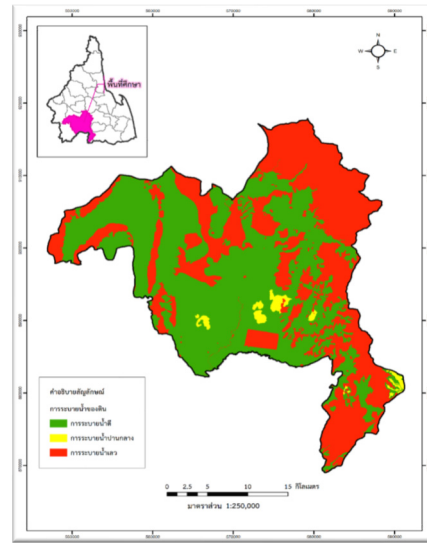
รูปที่ 4 แผนที่แสดงลักษณะทางธรณีวิทยาในพื้นที่อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช

5) การระบายน้ำของดิน

ตารางที่ 6 ข้อมูลการระบายน้ำของดินในพื้นที่อำเภอทุ่งสง

การระบายน้ำ	เนื้อที่		ระดับความเหมาะสม
	ตารางกิโลเมตร	ร้อยละ	
การระบายน้ำดี	497,638.94	54.69%	ไม่เหมาะสม
การระบายน้ำปานกลาง	13,595.41	1.49%	ไม่เหมาะสม
การระบายน้ำเลว	398,649.75	43.81%	ปานกลาง
รวม	909,884.10	100.00%	

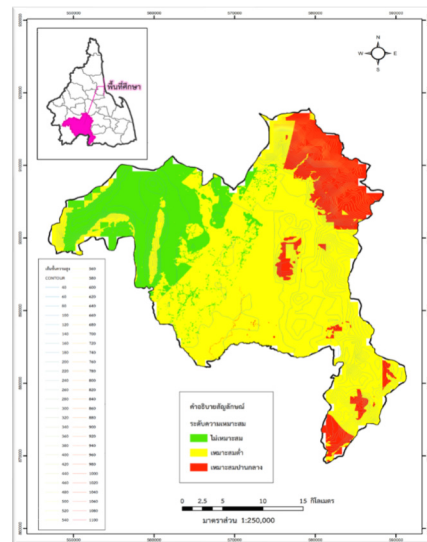
ดินที่ระบายน้ำเลวมีความเหมาะสมปานกลางเพราะดินมีความตึบน้ำสูง เนื่องจากการระบายน้ำดีก็ระบายน้ำปานกลางมีความตึบน้ำต่ำจึงไม่เหมาะสมกับการทำอ่างเก็บน้ำ



รูปที่ 5 แผนที่แสดงการระบายน้ำของดินในพื้นที่อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช

จากการจำแนกระดับหลักเกณฑ์ความเหมาะสมเกิดจากการพิจารณาในการศึกษานี้เท่านั้น

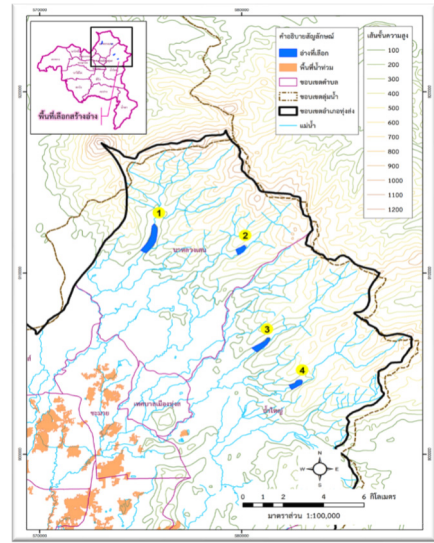
4.1.2. พื้นที่ที่เหมาะสมในการสร้างอ่างเก็บน้ำระดับตำบล



รูปที่ 6 แผนที่แสดงระดับความเหมาะสมในการสร้างอ่างเก็บน้ำในพื้นที่อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช

ตารางที่ 7 พื้นที่ที่เหมาะสมในการสร้างอ่างเก็บน้ำระดับตำบล

ลำดับ	ตำบล	Weighted Areas	
		Total	
		AREA (sq.m)	AREA (%)
	อ.ทุ่งสง	883,156,995.33	100.00%
1	ต.เขาโร	85,897,177.58	9.73%
2	ต.เขาขาว	109,192,184.26	12.36%
3	ต.กะปาง	80,147,852.57	9.08%
4	ต.ควนกรด	45,738,012.07	5.18%
5	ต.ชะมาย	25,176,805.71	2.85%
6	ต.ถ้ำใหญ่	128,042,754.19	14.50%
7	ต.ที่วัง	77,472,598.34	8.77%
8	ต.นาโพธิ์	29,660,003.36	3.36%
9	ต.นาไม้ไผ่	78,801,947.73	8.92%
10	ต.นาหลวงเสน	86,417,383.66	9.79%
11	ต.น้ำตก	102,649,160.82	11.62%
12	ต.ปากแพรก	9,045,758.52	1.02%
	Grand Total	883,156,995.33	100.00%



รูปที่ 7 แผนที่แสดงพื้นที่ตำแหน่งที่เหมาะสมในการสร้างอ่างเก็บน้ำ

4.2. การวิเคราะห์ความจุอ่างเก็บน้ำ

ผลการวิเคราะห์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สามารถทราบพื้นที่ผิวน้ำของอ่างเก็บน้ำในแต่ละระดับความสูง ตามลักษณะภูมิประเทศภูมิศาสตร์และระดับสันทำนบ โดยค่าที่ได้จะสามารถทำการหาปริมาณน้ำเก็บกักได้จากปริมาณดินชุดในการทำอ่างเก็บน้ำสูตร

$$V = 1/3 H (A1+A2+\sqrt{A1+A2}) \quad (7)$$

เมื่อ V = ปริมาตร (ลบ.ม.)

H = ค่าความต่างระดับเส้นคอนทิวร์ (เมตร)

A = ขนาดพื้นที่ของเส้นชั้นความสูง(ตารางเมตร)

ได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 8 แสดงความจุอ่างเก็บน้ำ

ลำดับ	เส้นชั้นความสูง		$V=1/3H(A1+A2+\sqrt{A1+A2})$
	สูง A1	สูง A2	
อ่างเก็บน้ำ 1	100	200	109,837,759.45
อ่างเก็บน้ำ 2	300	400	40,756,004.48
อ่างเก็บน้ำ 3	100	200	66,584,757.92
อ่างเก็บน้ำ 4	200	300	32,191,811.14
	รวม		249,370,332.99

4.3. ผลการศึกษาปริมาณความต้องการน้ำในการอุปโภค-บริโภคของประชากรในพื้นที่อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช



รูปที่ 8 กราฟความต้องการน้ำในแต่ละเดือน

ความต้องการน้ำทั้งหมดของอำเภอทุ่งสงจังหวัดนครศรีธรรมราชวิเคราะห์ได้จากผลรวมการปลูกข้าว ไม้ผลและไม้ยืนต้น ปาล์ม อุปโภค-บริโภค โดยปริมาณการใช้น้ำที่มากในช่วงเดือน เมษายนถึงสิงหาคมเนื่องจากการเพาะปลูกข้าวในช่วงเดือนดังกล่าว

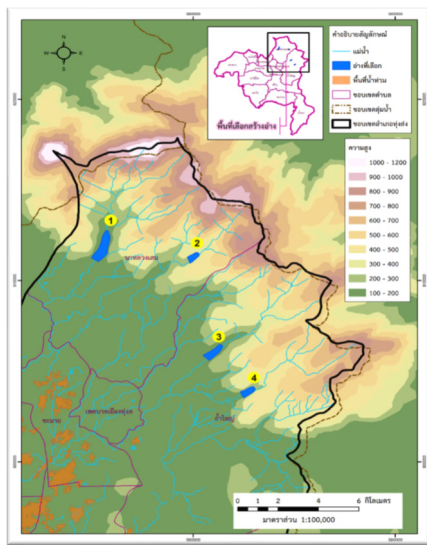
4.4. ผลวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมในการสร้างแหล่งน้ำต้นทุนในการพัฒนาระบบชลประทาน

จากการศึกษาเพื่อหาพื้นที่เหมาะสมในการสร้างแหล่งน้ำต้นทุนในการพัฒนาระบบชลประทาน และเพื่อศึกษาปริมาณความต้องการน้ำในการอุปโภคบริโภคของประชาชนในพื้นที่อำเภอทุ่งสงจังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งในครั้งนี้ พบว่าปัจจัยที่นำมาใช้ในการศึกษาหาพื้นที่อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช มีทั้งหมด 5 ปัจจัยด้วยกัน ดังนี้ 1) สภาพไฟที่ดินในปัจจุบัน 2) ลักษณะภูมิ

ประเทศ 3) ปริมาณน้ำฝน 4) ลักษณะทางธรณีวิทยา 5) การระบายน้ำของดิน นำมาซ้อนทับข้อมูลทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการนำข้อมูลมาบูรณาการคำนวณหาความจุของพื้นที่อ่างเก็บน้ำ รวมทั้งความต้องการใช้น้ำของประชาชนในพื้นที่นั้น พบว่า อ่างเก็บน้ำทั้ง 4 อ่าง สามารถกักเก็บน้ำได้ทั้งหมด 249,370,332.99 ลูกบาศก์เมตร สามารถส่งน้ำเพื่อใช้ในการเกษตร และอุปโภคบริโภค ในพื้นที่อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช ได้อย่างเพียงพอทั้งหมด ปริมาณน้ำเก็บกักมีแนวโน้มของน้ำเพิ่มขึ้นหรือลดลงตามฤดูกาล สามารถแสดงกราฟปริมาณน้ำเก็บกักได้ดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 กราฟความต้องการน้ำแต่ละเดือน



รูปที่ 10 แผนที่แสดงที่ตั้งอ่างเก็บน้ำจำนวน 4 อ่าง

ซึ่งในการคำนวณหาพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการพัฒนาในการสร้างแหล่งน้ำต้นทุนในการพัฒนาระบบชลประทาน นั้นจำเป็นต้องมีการคำนวณหาความจุอ่างเก็บน้ำ และความต้องการใช้น้ำของชุมชนในช่วงระยะเวลา 1 ปี เพื่อดูความต้องการใช้น้ำของประชาชนในพื้นที่กับพื้นที่ที่สามารถเก็บกักน้ำได้เหมาะสมมากที่สุด ซึ่งจากการคำนวณแล้วพบว่า ความจุอ่างสามารถกักเก็บน้ำได้ 249,370,332.99 ลูกบาศก์เมตร ความต้องการน้ำของประชาชนสูงสุด 150,259,910.22 ลูกบาศก์เมตร และปริมาณน้ำที่กักเก็บที่เหลือจากการใช้น้ำของประชาชนสามารถกักเก็บไว้ได้สูงสุด

99,110,422.77 ลูกบาศก์เมตร ดังแสดงในรูปที่ 10

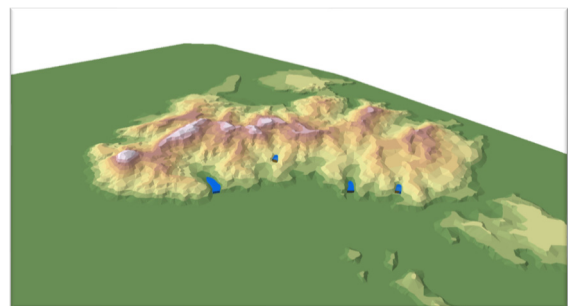
จากผลการศึกษาพัฒนาอ่างเก็บน้ำ 4 อ่าง อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช พบว่า มีความจุอ่างเก็บน้ำรวม 249,370,332.99 ลูกบาศก์เมตร เมื่อใช้น้ำตามความต้องการน้ำสูงสุดในพื้นที่ยังคงเหลือปริมาณน้ำกักเก็บต่อเดือน 99,110,422.77 ลูกบาศก์เมตร

ซึ่งมีปริมาณน้ำกักเก็บสูงเกินความจำเป็นจากการวิเคราะห์จึงควรเลือกพัฒนาอ่างเก็บน้ำอ่างที่ 1 และอ่างที่ 3 ก็เพียงพอต่อความต้องการน้ำในพื้นที่ อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราชดังรูปที่ 11

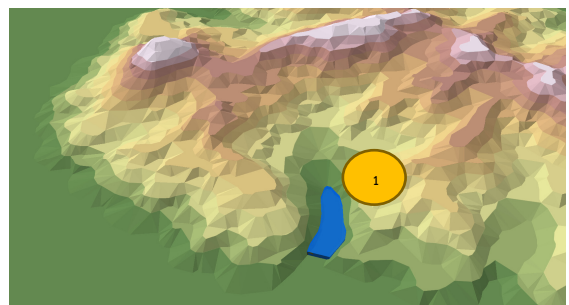


รูปที่ 11 กราฟปริมาณน้ำเก็บกักจำนวน 2 อ่าง

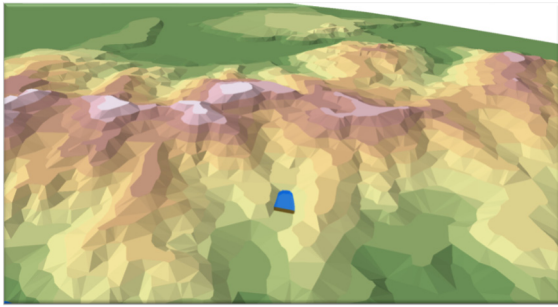
การแสดงผลแผนที่ 3D Model ใน ArcMap สร้างชั้นข้อมูล TIN จากข้อมูลเส้นชั้นความสูง (Contour) โดยให้ครอบคลุมพื้นที่อำเภอทุ่งสง ดังนี้



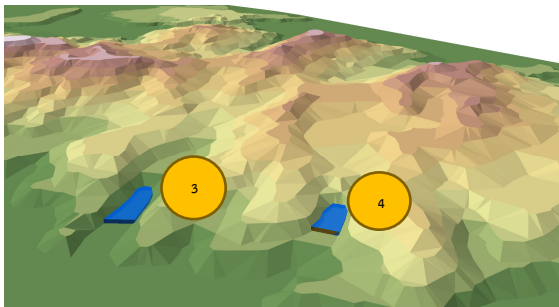
รูปที่ 12 แผนที่แสดงที่ตั้งอ่างเก็บน้ำจำนวน 4 อ่าง



รูปที่ 13 แบบจำลอง 3 มิติของอ่างเก็บน้ำอ่างที่ 1



รูปที่ 14 แบบจำลอง 3 มิติของอ่างเก็บน้ำอ่างที่ 2



รูปที่ 15 แบบจำลอง 3 มิติของอ่างเก็บน้ำอ่างที่ 3 และอ่างที่ 4

5. สรุปผลการศึกษา

ในการศึกษาการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อพัฒนาแหล่งเก็บกักน้ำในการวิเคราะห์ช่วยเหลือพื้นที่การเกษตรและอุปโภค-บริโภคของราษฎร อำเภอทุ่งสงจังหวัดนครศรีธรรมราชครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ของการศึกษาเพื่อหาพื้นที่ที่เหมาะสมในการสร้างแหล่งเก็บน้ำต้นทุนในการพัฒนาระบบชลประทาน และเพื่อศึกษาปริมาณความต้องการน้ำในการอุปโภคบริโภคของประชาชนในพื้นที่อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งในครั้งนี้พบว่าปัจจัยที่นำมาใช้ในการศึกษาหาพื้นที่อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช มีทั้งหมด 5 ปัจจัยและมีค่าน้ำหนัก ดังนี้ สภาพใช้ที่ดินในปัจจุบัน ค่าน้ำหนัก 4 ลักษณะภูมิประเทศ ค่าน้ำหนัก 2 ปริมาณน้ำฝน ค่าน้ำหนัก 4 ลักษณะทางธรณีวิทยา ค่าน้ำหนัก 2 การระบายน้ำของดิน ค่าน้ำหนัก 3 นำมาซ้อนทับข้อมูลทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อหาพื้นที่ที่เหมาะสมในการพัฒนาอ่างเก็บน้ำได้ 3 ระดับ ดังนี้ พื้นที่เหมาะสมมาก 125,280,155.52 ตารางเมตรคิดเป็นพื้นที่ร้อยละ 14.19 เหมาะสมปานกลาง 567,449,443.56 ตารางเมตรคิดเป็นพื้นที่ร้อยละ 64.25 และเหมาะสมน้อย 190,427,396.25 ตารางเมตรคิดเป็นพื้นที่ร้อยละ 21.56 และการนำข้อมูลมาบูรณาการคำนวณหาความจุของพื้นที่อ่างเก็บน้ำ รวมทั้งความต้องการใช้น้ำของประชาชนในพื้นที่นั้น พบว่า ควรพัฒนาสร้างอ่างเก็บน้ำ 2 แห่ง ดังนี้ อ่างเก็บน้ำที่ 1 ตั้งอยู่ ตำบล นาหลวง อำเภอ ทุ่งสง จังหวัด นครศรีธรรมราช ตั้งอยู่ที่พิกัด WGS 1984 UTM Zone 47N โดยมีพิกัด X 575726 พิกัด Y 0912307 เก็บกักน้ำจากคลอง

วังทีบ มีความจุอ่างเก็บน้ำ 109,837,759.45 ลูกบาศก์เมตร และ อ่างเก็บน้ำที่ 2 ตั้งอยู่ ตำบล ถ้ำใหญ่ อำเภอ ทุ่งสง จังหวัด นครศรีธรรมราช ตั้งอยู่ที่พิกัด WGS 1984 UTM Zone 47N โดยมีพิกัด E: 581171 N: 906188 เก็บน้ำจากคลองเป็ก มีความจุอ่างเก็บน้ำ 66,584,757.92 ลูกบาศก์เมตร ความจุอ่างเก็บทั้ง 2 อ่างมีความจุรวมกัน 176,422,517.37 ลูกบาศก์เมตร โดยความต้องการน้ำสูงสุดรายเดือนมีปริมาณ 150,259,910.22 ลูกบาศก์เมตร เหลือปริมาณน้ำเก็บกัก 26,162,607.15 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งปริมาณน้ำเก็บกักมีแนวโน้มของน้ำเพิ่มขึ้นหรือลดลงไปตามฤดูกาล สามารถเก็บกักน้ำไว้ในฤดูแล้งได้อย่าง เพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำในพื้นที่อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช

6. ข้อเสนอแนะ

1) งานวิจัยในครั้งนี้มี 5 ปัจจัยในการศึกษาด้วยกัน ดังนี้ 1) สภาพใช้ที่ดินในปัจจุบัน 2) ลักษณะภูมิประเทศ 3) ปริมาณน้ำฝน ควรมีข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากจำนวนสถานีวัดน้ำฝนที่มากกว่านี้ ซึ่งจะทำให้ขอบเขตการกระจายของฝนใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด เมื่อนำมาทำการวิเคราะห์ฝนจากเครื่องมือในโปรแกรม Arc GIS 4) ลักษณะทางธรณีวิทยา 5) การระบายน้ำของดิน

ทั้งนี้ข้อมูลแต่ละปัจจัยควรเป็นข้อมูลจากการสำรวจที่เป็นปัจจุบัน ยังมีปัจจัยอีกหลายส่วนที่ผู้วิจัยไม่ได้นำมาใช้ในการวิเคราะห์ เช่น ปริมาณน้ำที่ระเหยออกไป ปริมาณน้ำไหลลงสู่อ่างเก็บน้ำ ซึ่งผลที่ได้เน้นในส่วนของการวิเคราะห์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เท่านั้น

2) ความละเอียดของข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์แต่ละปัจจัยควรมีความละเอียดมากกว่านี้ เนื่องจากผลการหาพื้นที่ที่เหมาะสมในการพัฒนาอ่างเก็บน้ำ อำเภอ ทุ่งสง จังหวัด นครศรีธรรมราช มีขอบเขตพื้นที่กระจายตัวมากเกินไป ซึ่งถ้ามีความละเอียดของข้อมูลมากกว่านี้จะส่งผลให้สามารถระบุขอบเขตพื้นที่ที่เหมาะสมในการพัฒนาอ่างเก็บน้ำได้เจาะจงมากขึ้น

3) ความถูกต้องของชั้นข้อมูลต่าง ๆ ที่เป็นข้อมูลทุติยภูมิที่ได้จากความอนุเคราะห์ของหน่วยงานต่าง ๆ ซึ่งมีการจัดทำมาหลายปี ทำให้ข้อมูลไม่เป็นปัจจุบัน จึงอาจส่งผลให้วิเคราะห์ข้อมูลคลาดเคลื่อนได้

4) ข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่นำมาวิเคราะห์ควรมีความละเอียดในมาตราส่วนเดียวกันเมื่อนำมาซ้อนทับหาพื้นที่ที่เหมาะสมในการสร้างอ่างเก็บน้ำจะทำให้มีความถูกต้องและแม่นยำมากขึ้น

5) ควรศึกษาปัจจัยทางอุทกวิทยาและปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาเพิ่มเติม

6) ควรวิเคราะห์ปริมาณน้ำหลากซึ่งทำให้เกิดน้ำท่วมในพื้นที่เพื่อหาความจุอ่างเก็บน้ำในการช่วยบรรเทาอุทกภัย

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน ที่ได้ให้การศึกษาและการสนับสนุนต่าง ๆ ครอบคลุมกระบวนการพัฒนาที่ดิน และกรมอุตุนิยมวิทยา สำหรับข้อมูลในการดำเนินการวิจัย และขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการทำแบบสอบถามเพื่อให้คะแนนปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการเกิดอุทกภัย

8. การอ้างอิง

- [1] กรมชลประทาน. (2555). *สภาพทั่วไปของพื้นที่โครงการ*. โครงการศึกษาความเหมาะสมการแก้ไขปัญหามหาภัย อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดนครราชสีมา.
- [2] กรมชลประทาน. (2558). *คำนวณหาความจุอ่างเก็บน้ำ*. การเพิ่มประสิทธิภาพการจัดทำประมาณการเพื่อขออนุมัติงบประมาณประจำปีของสำนักงานชลประทานที่ 10.
- [3] กรมพัฒนาที่ดิน. (2563). ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ.2563. จาก <https://www.ldd.go.th>.
- [4] เกริกพงษ์ ชาญประทีป. (2532). การหาบริเวณที่เหมาะสมสำหรับการป้องกันอุทกภัย. *งานสัมมนาเรื่องการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในประเทศไทย*. ม.ป.ท.
- [5] แก้ว นวลฉวี. (2544). *เอกสารประกอบคำบรรยายวิชา ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์*. สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย, ปทุมธานี
- [6] จิตรพา วุ่นบัว พงศ์ศักดิ์ ปานบัว. (2556) การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อพัฒนาแหล่งเก็บกักน้ำในการวิเคราะห์ช่วยเหลือพื้นที่เกษตรและการอุปโภค-บริโภค อำเภอสระบัวชัย จังหวัดสงขลา.
- [7] ชรัตน์ มงคลสวัสดิ์ และ ภาณี ถิรังกูร. (2532). การประยุกต์ใช้ข้อมูลระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการวางแผนพัฒนาภาพของระบบเกษตรกรรมสำหรับภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. *เอกสารการประชุมสัมมนา "ดร. สถิต วัชรกิตติอนุสรณ์ ครั้งที่ 2 การประชุมใช้ข้อมูลจากระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ตามแนวแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 7*. โรงแรมขอนแก่นไฮเต็ล, ขอนแก่น
- [8] ขวเลิศ นวลโคกสูง. (2531). การใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์วางแผนการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรอำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท

- [9] นิมิตร เติตฉันทพิพัฒน์. (2555). *การออกแบบระบบชลประทานไร่นา*. จาก <http://irre.ku.ac.th/books/pdf/25.pdf>.
- [10] นิตยา รื่นสุข และ กฤษณ์กมล เปาทอง. (2558). *การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าวของเกษตรกรด้วยรูปแบบน้ำแบบเปียกสลับแห้ง*.
- [11] บุญฤทธิ์ สิริกาญจนชัยกุล. (2554). *การพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อการเกษตร*. จาก <http://kmcenter.rid.go.th/kmc13/km/send/kaset02.pdf>
- [12] ปิ่นเพชร สุกสองบุญศิริ. (2547). *การพัฒนาฐานข้อมูลสารสนเทศเพื่อการจัดลำดับความสำคัญของลุ่มน้ำ*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- [13] พลกฤษณ์ คลังบุญคลอง. (2543). การประเมินผลกระทบจากสิ่งแวดล้อมจากการจราจรของโครงข่ายถนนในเมือง. *การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 6*. โรงแรมดุสิตริสอร์ท แอนด์ โปโลคลับ, เพชรบุรี
- [14] มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (2542). *วิธีการคำนวณประสิทธิภาพการชลประทาน*. www.lib.kps.ku.ac.th/SpecialProject/Irrigation_Engineering/2542/Bs/T_haweeratCj/chapter3.pdf
- [15] วรณศิลป์ พิรพันธุ์. (2549). *การวิเคราะห์ศักยภาพในการพัฒนาของพื้นที่: Potential Surface Analysis*. จาก <http://pioneer.chula.ac.th~pwannasipsa.pdf>
- [16] วราวุธ วุฒิมัชย. (2535). การประยุกต์ใช้โมเดลของยูเอสบีอาร์ สำหรับการควบคุมการไหลของน้ำในโครงการชลประทานสองพี่น้อง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- [17] วิเชียร ฝอยพิกุล. (2547). *ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ด้วย Arcview*. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา, นครราชสีมา
- [18] ศุภชัย แสงนาค. (2534). ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการวางผังเมือง. การสัมมนาวิชาการเรื่องระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อการพัฒนาประเทศ. ม.ป.ท.
- [19] ศูนย์ติดตามและแก้ไขปัญหาภัยพิบัติด้านการเกษตร จังหวัดนครราชสีมา. (2563). *แผนป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยด้านการเกษตรในช่วงฤดูแล้ง ปี 2563/64 จังหวัดนครราชสีมา*. จาก <https://www.opsmoac.go.th/nakhonsithammara-t-dwl-files-431891791229>
- [20] สรรคใจ กลิ่นดาว. (2542). *ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์: หลักการเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 2)*. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ

[21] สำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ. (2563). *ปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำฝนรายปี หน่วยมิลลิเมตร/ปีย้อนหลัง 30 ปี พ.ศ.2533- 2563*. จาก <http://www.onwr.go.th>.

[22] Allen, R.G., L.S. Pereir, D. Raes, and M. Smith. 1998. *Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements*. FAO