

Research Article

บูรณาการระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อพัฒนาระบบส่งน้ำหยด เพื่อการเกษตร

Integrated geographic information systems for agricultural drip system development

ธีรเวทย์ ลิ้มโกมลวิลาส^{1*}

Teerawate Limgomonvilas^{1*}

¹ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

¹Department of Geography, Faculty of Social Sciences, Srinakharinwirot University, Watthana, Bangkok 10110

*E-mail: teerawate@gmail.com

Received: 7/09/2017; Accepted: 15/11/2017

บทคัดย่อ

ปัญหาที่สำคัญในการทำการเกษตร คือ ราคาผลผลิตการเกษตรที่ตกต่ำ และการเพิ่มขึ้นของประชากรในหมู่บ้าน ด้วยสภาพปัญหาดังกล่าว เกษตรกรจึงมีแนวคิดในการปรับเปลี่ยนรูปแบบการเพาะปลูก เช่น การส่งเสริมอาชีพปลูกผักที่สร้างรายได้สูงตลอดทั้งปี และใช้ที่ดินน้อยกว่าการทำเกษตรแบบดั้งเดิม การปรับเปลี่ยนนี้นำไปสู่การแก้ปัญหาราคา ผลผลิต และปัญหาเรื่องที่ดินทำกิน ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) เป็นเครื่องมือที่มีบทบาทสำคัญในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ เช่น การหาพื้นที่ที่เหมาะสมในการปลูกผักเศรษฐกิจ เป็นต้น นอกจากนี้ GIS ยังเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการหาที่ตั้งที่เหมาะสมของถังสำรองน้ำสำหรับระบบน้ำหยด อีกทั้งยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและลดการสูญเสียในในระบบหยด การศึกษานี้ใช้วิธีการเก็บข้อมูลจุดความสูงโดยการหาค่าระดับจำนวน 29 จุด ด้วยกล้องระดับ แล้วนำมาคำนวณหาความสูงของพื้นที่ด้วยแบบจำลองประมาณค่าช่วงด้วยเทคนิค inverse distance weighting (IDW) ในระบบ GIS เพื่อติดตั้งถังสำรองน้ำในตำแหน่งที่เหมาะสม ท้ายที่สุดเปรียบเทียบและวัดประสิทธิภาพของระบบ ผลการศึกษาพบว่า การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สามารถหาตำแหน่งความสูงที่เหมาะสมสำหรับถังสำรองน้ำ และกำหนดแนววางระบบท่อและแถบน้ำหยดตามความลาดชันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ประสิทธิภาพของระบบการให้น้ำหยดแบบกำหนดที่ตั้งถังสำรองน้ำด้วยระบบ GIS, การให้

น้ำหยดแบบไม่กำหนดที่ตั้ง การให้น้ำผ่านสปริงเกลอร์ และการให้น้ำจากสายยางรดน้ำ มีค่าเท่ากับ 0.81, 0.74, 0.53 และ 0.49 ตามลำดับ

คำสำคัญ: ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์, ระบบน้ำหยด, inverse distance weighting (IDW)

Abstract

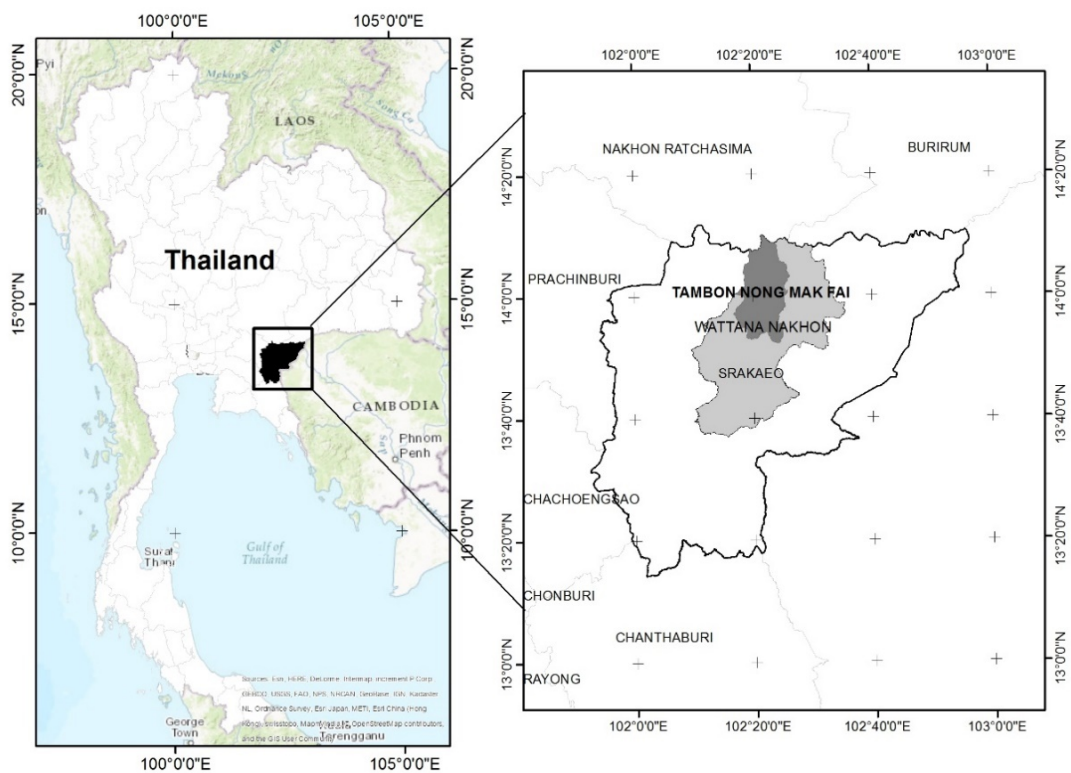
The declining in agricultural product prices and the increasing of village population were the major problems in agriculture. In these problems, the farmer had the idea to modify their cultivation patterns, such as the promotion of high-yielding vegetables throughout the year while using less area than traditional cultivation. This change led to the problem solving of price, yield and land plight. Geographic Information System (GIS) is an important tool for spatial data analysis, such as finding the suitable areas for growing vegetables etc. GIS is also an effective tool in determining the optimal location of water tank for a drip irrigation system as well as increasing the efficiency and reducing water loss in drip system. This study used survey instrument (levelling) for collecting the height from 29 points. Then, the topography was calculated by interpolation model with inverse distance weighting (IDW) technique to find suitable water tank position. Finally, system performance and efficiency were compared. The results showed that GIS application was able to find the appropriate height for water tank. The pipeline system and drip strips could be effectively set based on existing slope. The system efficiency of drip irrigation by GIS-marking position for water tank, drip irrigation by non-optimized position, springer and hose were 0.81, 0.74, 0.53 and 0.49, respectively.

Keywords: geographic information system (GIS), drip system, inverse distance weighting (IDW)

บทนำ

ปัญหาราคาผลผลิตการเกษตรที่ตกต่ำ เช่น มันสำปะหลัง และปัญหาการขาดที่ดินทำกินของชาวบ้านจากการเพิ่มขึ้นของประชากร ส่งผลให้ชาวบ้านตระหนักถึงปัญหาดังกล่าว โดยเฉพาะชาวบ้านบ้านกักดีแผ่นดิน ตำบลหนองหมากฝ้าย อำเภอดงหลวง จังหวัดสระแก้ว (รูปที่ 1) พบว่าพื้นที่ดังกล่าวประสบปัญหาหลักในการประกอบอาชีพดั้งเดิม ได้แก่ การทำนาและการปลูกมันสำปะหลัง ที่ให้ผลผลิตต่ำและรายได้น้อย โดยผลผลิตข้าวมีพอเพียงสำหรับบริโภคแต่ไม่พอเพียงสำหรับจำหน่าย ส่วนมันสำปะหลังมีรายได้ประมาณปีละ 40,000 บาท ต่อพื้นที่ 7 ไร่ เมื่อรายได้มีน้อยแต่รายจ่ายมาก ชาวบ้านจึงหันมากู้ยืมเงินจากหน่วยงานของรัฐและนายทุนในพื้นที่ และสุดท้ายก็ต้องขายที่ดินให้กับนายทุนเนื่องจากไม่สามารถชำระหนี้ได้ทันตามกำหนด นอกจากนั้นการเพิ่มขึ้นของประชากรในชุมชนทำให้ชาวบ้านบางส่วนมีที่ทำกินไม่เพียงพอ ชาวบ้านพบว่า การส่งเสริมอาชีพปลูกผักสามารถสร้างรายได้สูง

ตลอดทั้งปีและใช้ที่ดินน้อยกว่าการทำเกษตรแบบดั้งเดิมในหมู่บ้าน ชาวบ้านจึงมีความเห็นร่วมกันให้พัฒนาพื้นที่สาธารณะของหมู่บ้านเพื่อปลูกผักเศรษฐกิจนำสู่การแก้ปัญหาการขาดแคลนอาหารและปัญหาเรื่องที่ดินทำกิน โดยนาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) มาวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมในการปลูกผักของหมู่บ้าน จากการศึกษาพบว่าพื้นที่สาธารณะปลายคลองส่งน้ำท้ายหมู่บ้าน ขนาดพื้นที่ประมาณ 44 ไร่ มีความเหมาะสมในการพัฒนาเป็นพื้นที่ปลูกผักเศรษฐกิจของหมู่บ้าน โดยจัดสรรพื้นที่ขนาด 2 งาน (กำหนดโดยการประชุมรับฟังความคิดเห็นจากชาวบ้าน) ได้จำนวน 70 แปลง สำหรับ 70 ครัวเรือน (Limgomonvilas, 2016) ชาวบ้านให้ความร่วมมือในการปรับและเตรียมพื้นที่กำหนดขอบเขตแปลงที่ดิน ช่องทางเข้า-ออกแปลงผักที่สะดวก แต่ยังขาดระบบจัดการน้ำที่มีประสิทธิภาพในพื้นที่ดังกล่าวซึ่งถือเป็นอุปสรรคที่สำคัญในการพัฒนาอย่างยั่งยืน



รูปที่ 1. พื้นที่ศึกษาบริเวณบ้านภักดีแผ่นดิน ตำบลหนองหมากฝ้าย อำเภอพัฒนานคร จังหวัดสระแก้ว

ระบบน้ำหยดเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพในการให้น้ำแก่แปลงเกษตร เป็นระบบที่ให้น้ำแก่พืชโดยตรง ช่วยลดการสูญเสียบางส่วนเกิน มีต้นทุนด้านพลังงานในการให้น้ำต่ำ เนื่องจากอาศัยแรงดึงดูดของโลกในการส่งน้ำเท่านั้น ดังนั้นตำแหน่งที่ตั้งของถังสำรองน้ำจึงต้องอยู่ตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุด สามารถจ่ายน้ำได้ทั่วถึงและ

สม่ำเสมอทุกจุดปล่อยน้ำหยด ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงต้องการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับการหาค่าระดับของพื้นที่ เพื่อให้สามารถกำหนดที่ตั้งที่เหมาะสมของถังสำรองน้ำสำหรับติดตั้งระบบส่งน้ำแบบน้ำหยดที่มีประสิทธิภาพสูงสุด นอกจากนี้ยังต้องการเปรียบเทียบระบบน้ำหยดกับระบบให้น้ำแบบอื่น ๆ เช่น ระบบสปริงเกลอร์ ระบบรดน้ำด้วยสายยาง หรือระบบน้ำหยดที่ติดตั้งโดยไม่ได้กำหนดที่ตั้งถังสำรองที่เหมาะสม เพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพและระบบในการให้น้ำที่เหมาะสมที่สุด เพื่อช่วยผลักดันให้เกิดการเกษตรสมัยใหม่ และประยุกต์ใช้นวัตกรรมในการแก้ปัญหาการเกษตรของไทยตามนโยบายไทยแลนด์ 4.0

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1. การเลือกพื้นที่เป้าหมาย เลือกโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) ซึ่งเป็นกระบวนการทำงานเกี่ยวกับข้อมูลในเชิงพื้นที่ด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ซึ่งใช้กำหนดข้อมูลและสารสนเทศ ที่มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งในเชิงพื้นที่ เชื่อมโยงกับสภาพภูมิศาสตร์อื่น ๆ ทั้งข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงบรรยายสามารถอ้างอิงถึงตำแหน่งที่มีอยู่จริงบนพื้นโลกได้ เช่น ตำแหน่งอาคาร ถนน เป็นต้น (Geo-Informatics center for Thailand, 2017) โดยพื้นที่ศึกษากำหนดจากการวิจัยเรื่อง “บูรณาการระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อหาพื้นที่เหมาะสมในการปลูกผักเศรษฐกิจ” (Limgomonvilas, 2016) ด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลแบบหลายปัจจัย (Multi-Criteria Analysis: MCA) มาเป็นพื้นที่เป้าหมายในการศึกษา แล้วประชุมชาวบ้านอย่างมีส่วนร่วม จัดสรรแปลงที่ดินให้เหมาะสมกับความต้องการของชุมชน และเลือกแปลงพื้นที่ศึกษาจำนวน 1 แปลง เพื่อทดลองหาที่ตั้งที่เหมาะสมของถังสำรองสำหรับระบบน้ำหยด และวัดประสิทธิภาพของระบบต่อไป

2. การเลือกระบบน้ำเพื่อการเกษตร เลือกใช้ระบบการให้น้ำหยด เนื่องจากเป็นระบบการให้น้ำที่มีประสิทธิภาพ (Jiracheewee et al., 2013; Jha et al., 2016; Hochmuth, 2017) ถึงแม้ว่าการให้น้ำที่นิยมใช้กันทั่วไปมีหลายวิธี ได้แก่ การให้น้ำทางผิวดิน การใช้สปริงเกลอร์แบบใช้น้ำน้อยหรือเฉพาะจุด (มินิสปริงเกลอร์/หัวพ่นฝอย) แต่วิธีต่าง ๆ ดังกล่าว (ยกเว้นการให้น้ำทางผิวดิน) ใช้หัวจ่ายน้ำที่ต้องใช้แรงดันน้ำ และมีความจำเป็นต้องส่งน้ำผ่านท่อ แม้แต่การให้น้ำทางผิวดินก็ได้มีการพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการส่งน้ำและลดการสูญเสียในระบบส่งน้ำ (Kupawanichapong, 2012)

3. การหาที่ตั้งถังสำรองน้ำที่เหมาะสมในระบบส่งน้ำหยด ประกอบด้วยการหาค่าระดับความสูงในพื้นที่ศึกษาและประมาณค่าความสูงด้วยเทคนิค Inverse Distance Weight (IDW) (Boutheina & Abdelhamid, 2012)

3.1 การหาค่าระดับความสูง คือ การหาค่าระดับใด ๆ โดยใช้วิธีการหาค่าต่างระดับของจุดนั้นเทียบกับจุดที่ทราบค่าระดับอยู่แล้ว เรียกว่าหาค่าระดับ ด้วยการวัดระยะตั้งระหว่างสองจุดดังกล่าว ไม่ว่าจะเป็นการวัดโดยตรงด้วยเทป วิธีการใช้กล้องระดับ การวัดโดยอ้อมด้วยการรังวัดแบบตรีโกณมิติ เป็นต้น (Yiengveerachon, 2015) ในการศึกษาใช้กล้องระดับเพื่อเก็บค่าความสูงในพื้นที่ศึกษา ระยะห่างระหว่างจุด 50 เมตร ซึ่งเป็นระยะห่างมากที่สุดสำหรับการรังวัดชั้นที่ 1 (class I) โดยอ้างอิงความสูงจากหอคอยวัดความสูงบริเวณอ่างเก็บน้ำคลองเกลือ รวมเก็บจุด

ความสูงทั้งหมด 29 จุด ครอบคลุมพื้นที่ ขนาด 44 ไร่ โดยมีสูตรในการคำนวณหาความสูงจากการตั้งกล้องระดับแต่ละครั้งดังสมการ (1) และค่าความสูงได้แสดงไว้ในตารางที่ 1

$$\Delta H_i = BS_i - FS_i \quad (1)$$

เมื่อ ΔH_i = ค่าความต่างระดับระหว่างจุด 2 จุด
 BS_i = ค่าความสูงจุดก่อนหน้า
 FS_i = ค่าความสูงจุดหลัง

ตารางที่ 1. แสดงค่าระดับที่ได้จากกล้องระดับจำนวน 29 จุดในพื้นที่ศึกษา

จุดที่	ค่าระดับ (เมตร)	หมายเหตุ	จุดที่	ค่าระดับ (เมตร)	หมายเหตุ
1	7.35	TP1	16	1.69	TP17
2	5.58	TP2	17	2.28	TP18
3	4.14	TP3	18	4.83	TP19
4	2.57	TP4	19	7.64	TP21
5	1.04	TP5	20	6.73	TP20
6	-	TP6	21	7.70	TP22
7	2.01	TP7	22	5.38	TP23
8	4.20	TP8	23	2.79	TP24
9	6.09	TP9	24	2.24	TP25
10	7.97	TP10	25	3.93	TP26
11	9.45	TP11	26	6.19	TP27
12	9.45	TP12	27	8.10	TP28
13	7.08	TP13	28	9.10	TP29
14	6.87	TP14	29	1.69	TP17
15	4.76	TP15			

3.2 การประมาณค่าเชิงพื้นที่ (spatial interpolation) โดยเทคนิค IDW เป็นกระบวนการของการใช้ข้อมูลจุดที่ทราบค่า ไปใช้ในการประมาณค่าพื้นที่ที่ยังไม่ทราบของจุด (พื้นที่) อื่น ๆ ข้อมูลที่นิยมใช้ในการประมาณค่าเชิง

พื้นที่ เช่น ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา (meteorological data) หรือ ข้อมูลภูมิประเทศ (topography) เป็นต้น โดยกำหนดจุดควบคุมหรือจุดที่ทราบค่า สำหรับการนำค่าเหล่านั้นมาคำนวณเพื่อประมาณค่าจุดพื้นที่อื่น ๆ ที่ยังไม่ทราบค่า จำนวนและการกระจายของจุดควบคุมมีผลต่อความถูกต้องของการประมาณค่า สมมติฐานของการประมาณค่า คือจุดควบคุมที่อยู่ใกล้มีอิทธิพลต่อค่าที่ถูกประมาณมากกว่าจุดควบคุมที่อยู่ไกล บริเวณที่มีจำนวนข้อมูลที่ทราบน้อยหรือไม่มีข้อมูลที่ทราบค่า (data-poor area) มักมีปัญหาต่อการประมาณค่าเชิงพื้นที่ โดยใช้เทคนิค IDW เป็นการประมาณค่าบนสมมติฐานที่ว่าจุดที่ยังไม่ทราบค่านั้นควรจะมีอิทธิพลจากจุดควบคุมที่อยู่ใกล้มากกว่าจุดควบคุมที่อยู่ไกล ระดับของอิทธิพล (degree of influence, or the weight) แสดงในรูปผลกลับ (inverse) ของระยะทางระหว่างจุดซึ่งเพิ่มขึ้นตามค่ากำลัง (power number) ค่ากำลังแสดงถึงอัตราการเปลี่ยนแปลงค่าจากจุดใกล้ไปยังจุดไกล ดังสมการ (2) (Chang, 2004)

$$Z_0 = \frac{\sum_{i=1}^s Z_i \frac{1}{d_i^k}}{\sum_{i=1}^s \frac{1}{d_i^k}} \quad (2)$$

เมื่อ Z_0 = ค่าโดยประมาณที่ตำแหน่ง 0
 Z_i = ค่าที่ตำแหน่ง i
 d_i = คือค่าระยะห่างระหว่างตำแหน่ง 0 และ i
 S = จำนวนของตำแหน่งที่ทราบค่าทั้งหมด
 K = ค่ายกกำลังแสดงความสำคัญของตำแหน่งตามระยะห่างของตำแหน่งที่ไม่ทราบค่าในการศึกษานี้มีค่าเท่ากับ 1

4. การประเมินประสิทธิภาพการให้น้ำของระบบ (Evans & Sadler, 2008) ดำเนินการโดยการเปรียบเทียบปริมาณน้ำที่พืชต้องการต่อปริมาณน้ำที่ใช้จริง (da Silva et al., 2013; Multsch et al., 2017) งานวิจัยนี้ต้องการเปรียบเทียบกับกรให้น้ำ 4 แบบ ได้แก่ 1) ระบบน้ำหยดแบบไม่กำหนดที่ตั้งถึงสำรองน้ำ 2) ระบบน้ำหยดแบบกำหนดที่ตั้งถึงสำรองน้ำ 3) การให้น้ำโดยผ่านสปริงเกลอร์ และ 4) การให้น้ำแบบสายยางรดน้ำ ค่าประสิทธิภาพสูงสุดมีค่าเท่ากับ 1 และต่ำสุดเท่ากับ 0 ปริมาณน้ำที่พืชต้องการมีค่าเท่ากันทั้ง 4 รูปแบบ ในการศึกษาเลือกแปลงดินหม่อนซึ่งมีการปลูกอยู่ในพื้นที่ศึกษา โดยดินหม่อนมีความต้องการน้ำเฉลี่ยประมาณต้นละ 0.49 ลิตรต่อวัน จากการคำนวณขนาดพื้นที่ทดลองขนาด 2 งาน หรือ 800 ตารางเมตร (ความกว้าง 20 เมตร ยาว 40 เมตร) ชาวบ้านปลูกดินหม่อนมีระยะห่างระหว่างต้น 60 เซนติเมตร และระยะห่างระหว่างแถว 100 เซนติเมตร ได้จำนวน 1,235 ต้น (19 แถว ๆ ละ 65 ต้น)

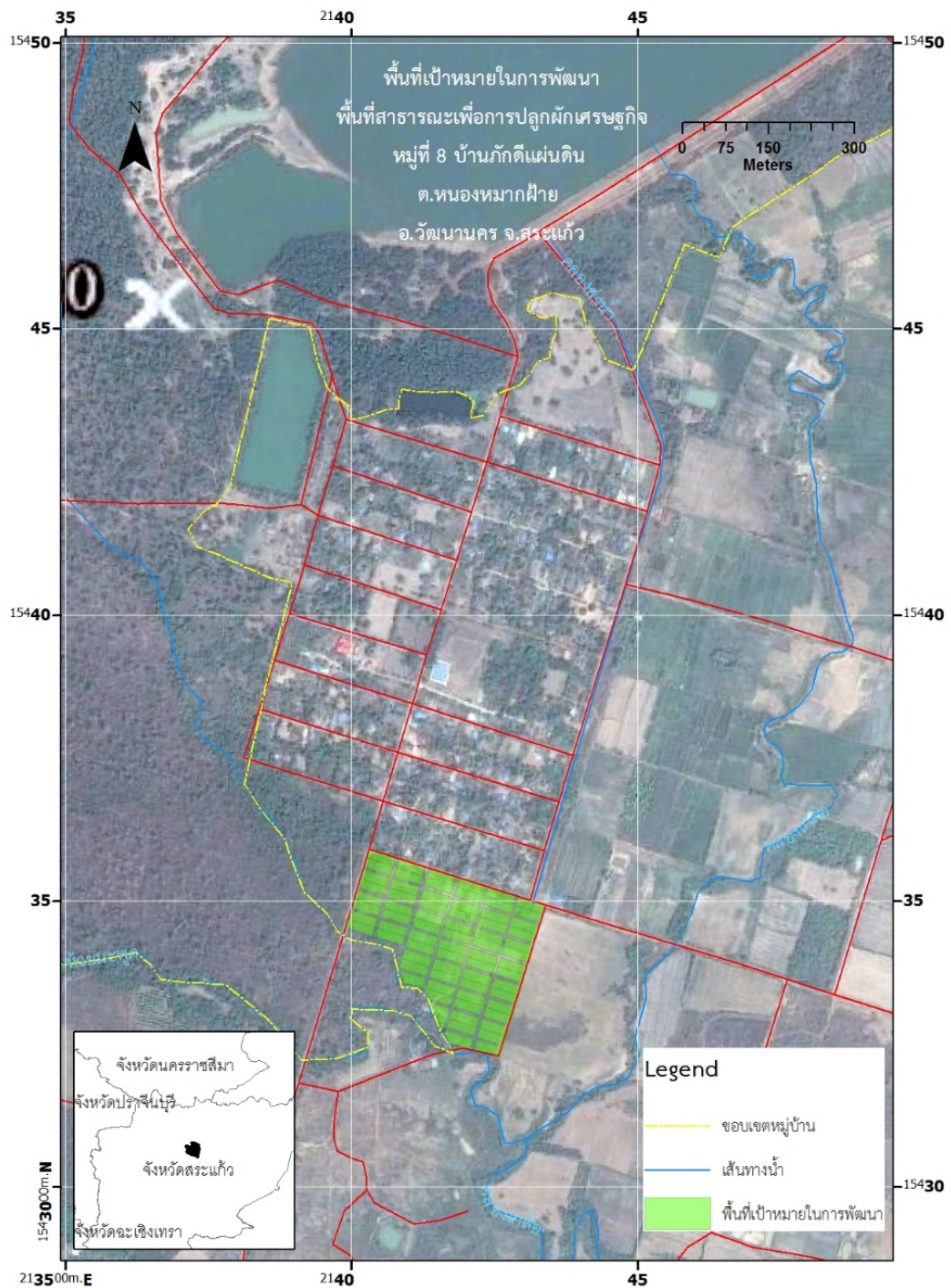
ผลการทดลอง

1. การเลือกพื้นที่ศึกษา หลังจากได้พื้นที่เป้าหมายในการวางระบบส่งน้ำเพื่อการเกษตรบริเวณอ่างเก็บน้ำปลายคลองส่งน้ำคลองเกลือ (รูปที่ 2) จึงจัดสรรที่ดินโดยการประชุมชาวบ้านอย่างมีส่วนร่วม ชาวบ้านมีความเห็นร่วมกันในกำหนดขนาดพื้นที่ขนาด 2 งาน หรือ 800 ตารางเมตร ซึ่งเป็นขนาดที่เหมาะสมที่สุดสำหรับ 70 ครัวเรือนแล้วประชุมเลือกแปลงตัวอย่างในการทดลอง 1 แปลง จากจำนวน 70 แปลง ได้แปลงแถวที่ 6 แปลง ที่ 1 ดังแสดงในรูปที่ 3 เนื่องจากแปลงดังกล่าวอยู่ใกล้แหล่งน้ำ ดิถนนหลัก และมีการปลูกต้นหม่อนซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของหมู่บ้าน

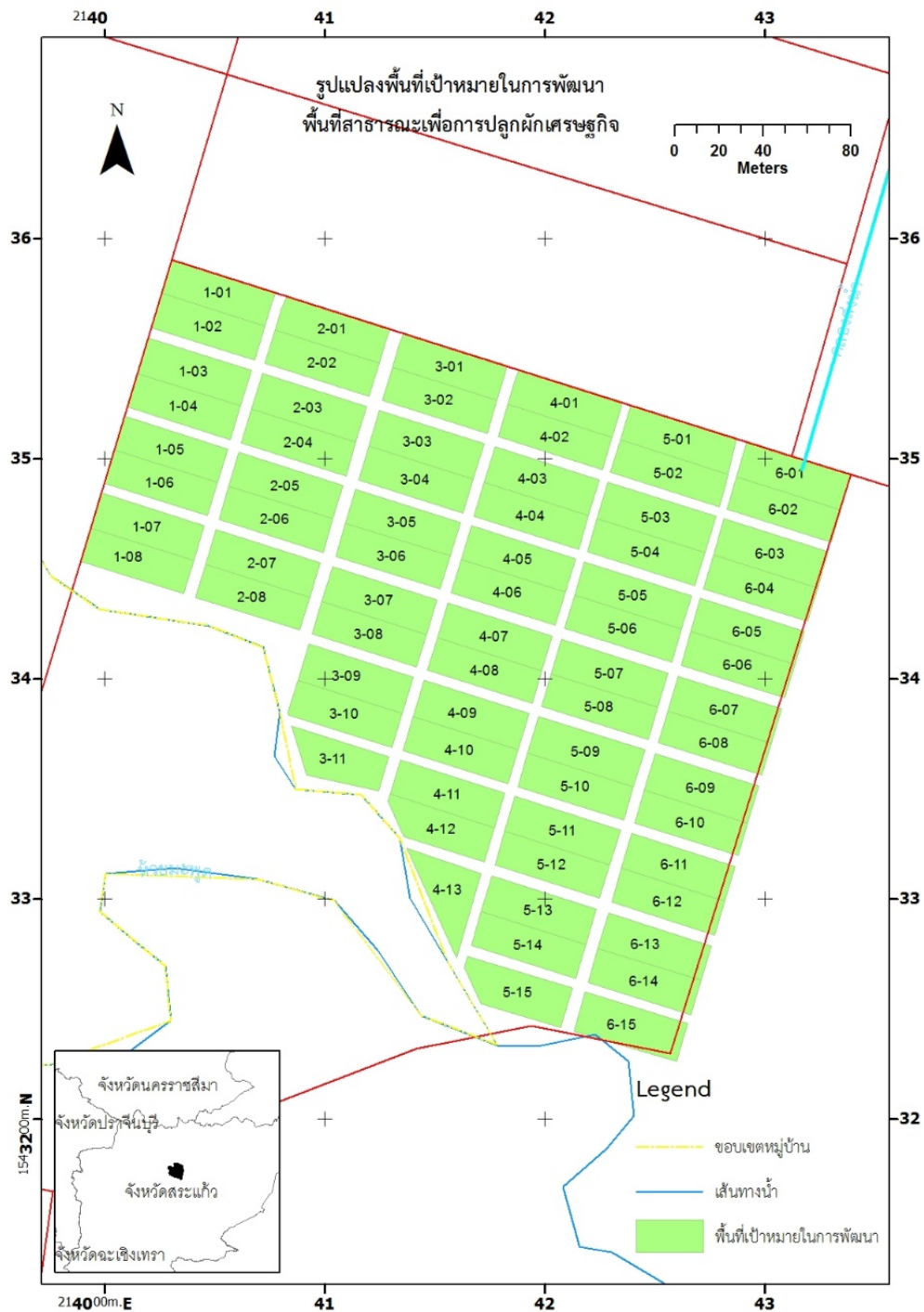
2. การเลือกระบบน้ำที่ใช้ในการศึกษา จากการรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ปริมาณการใช้น้ำ เทียบกับค่าใช้จ่าย พบว่าระบบน้ำหยดมีการใช้น้ำปริมาณน้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 750 ลิตร ระบบสปริงเกลอร์ มีปริมาณน้ำใช้ระดับปานกลางมีค่าเท่ากับ 1,150 ลิตร และการรดน้ำด้วยสายยางมีปริมาณน้ำใช้มากที่สุดเท่ากับ 1,530 ลิตร ต่อครั้งต่อพื้นที่ 800 ตารางเมตร โดยใช้เวลาในการรดน้ำครั้งละประมาณ 18, 15 และ 50 นาที ตามลำดับ (สำหรับต้นหม่อนจำนวน 1,235 ต้น) ต้นทุนของระบบน้ำหยด ได้แก่ ถังสำรองน้ำ ระบบท่อหลักและแถบน้ำหยด ต้นทุนของระบบสปริงเกลอร์ ได้แก่ ระบบท่อและหัวสปริงเกลอร์รวมค่าพลังงานในการเพิ่มแรงดันน้ำ และค่าใช้จ่ายในการรดน้ำด้วยสายยาง ได้แก่ ค่าอุปกรณ์และค่าแรงสำหรับรดน้ำ (ประมาณวันละ 100 บาท) ปริมาณน้ำและค่าใช้จ่ายในการวางระบบแสดงในตารางที่ 2 เมื่อเปรียบเทียบระบบทั้ง 3 ทั้งปริมาณน้ำและต้นทุนการติดตั้งระบบ พบว่าระบบน้ำหยดเป็นระบบที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากมีการใช้น้ำน้อยที่สุดถึงแม้ว่าจะมีต้นทุนในการติดตั้ง แต่สามารถใช้ได้ต่อเนื่องประมาณ 3 ปี ซึ่งคุ้มค่าในการลงทุน นอกจากนั้นพื้นที่ศึกษามีพื้นที่ต่างระดับประมาณร้อยละ 5 ระบบส่งน้ำที่เหมาะสมที่สุดจึงเป็นระบบน้ำหยด เนื่องจากใช้พลังงานในการกระจายน้ำโดยใช้แรงโน้มถ่วงของโลกเข้าช่วย และเป็นวิธีการที่ประหยัดน้ำมากที่สุด โดยการติดตั้งระบบน้ำหยดต้องกำหนดตำแหน่งที่ตั้งของถังสำรองน้ำและจุดเดินท่อและแถบน้ำหยดตามความสูงจากมากไปหาน้อย

ตารางที่ 2. เปรียบเทียบปริมาณน้ำ เวลาและต้นทุนสำหรับระบบน้ำหยด สปริงเกลอร์ และการรดด้วยสายยาง

ระบบน้ำ	ปริมาณน้ำ (ลิตร) ต่อครั้ง	เวลา (นาที) ต่อครั้ง	ต้นทุน (บาท) ต่อ 1 ปี
1. ระบบน้ำหยด	750	18	9,800
2. ระบบสปริงเกลอร์	1,150	15	12,500
3. การรดด้วยสายยาง	1,530	50	9,000



รูปที่ 2 พื้นที่เป้าหมายบริเวณอ่างเก็บน้ำปลายคลองส่งน้ำคลองเกลือ

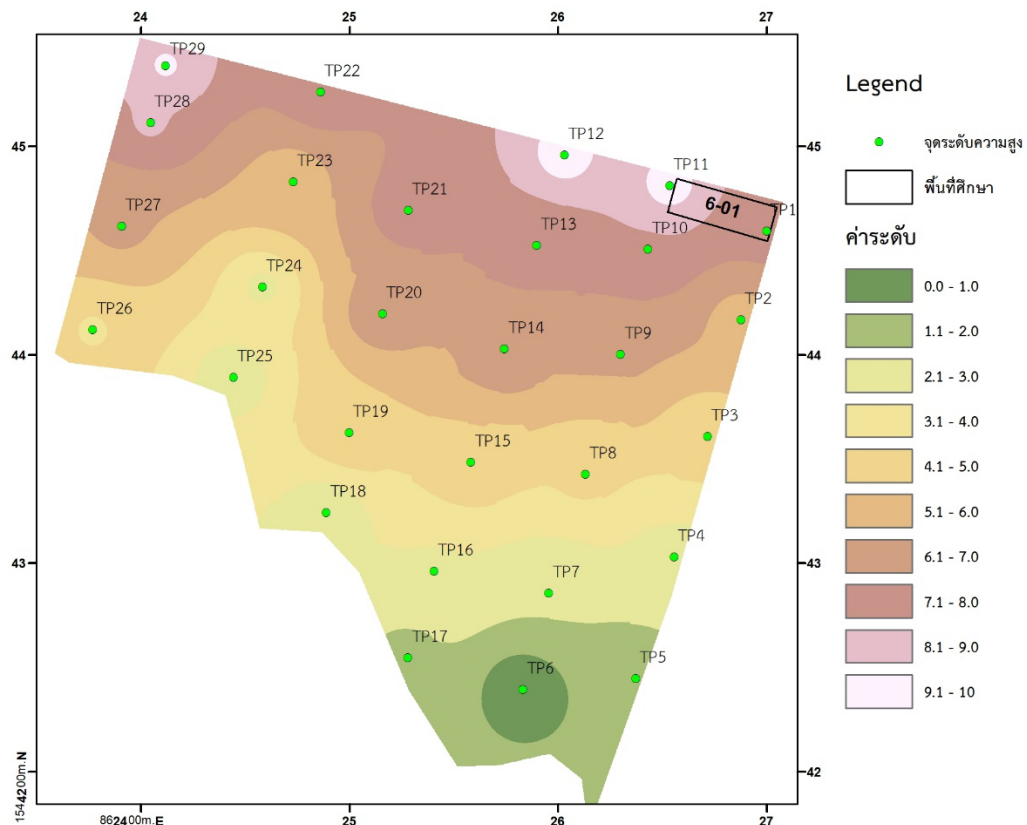


รูปที่ 3. การแบ่งแปลงในพื้นที่เป้าหมายโดยการประชุมชาวบ้านอย่างมีส่วนร่วม (เลือกแปลง 6-01 เป็นพื้นที่ศึกษา)

3. การหาที่ตั้งถังสำรองน้ำที่เหมาะสมในการติดตั้งระบบน้ำหยด โดยการวิเคราะห์ GIS ด้วยเทคนิค IDW ในการประมาณค่าระดับความสูงที่ได้จากการหาค่าระดับจำนวน 29 จุด พบว่าจุดที่เหมาะสมในการติดตั้งถังสำรองน้ำเพื่อระบบน้ำหยดมากที่สุดมี 3 จุด คือจุด TP11, TP12 และ TP29 ซึ่งเป็นจุดสูงสุดในพื้นที่ศึกษาที่มีความสูงเฉลี่ย 9.1-10 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง (รทก.) แต่ตำแหน่งที่ TP11 เป็นตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดเนื่องจากมีระยะห่างจากอ่างเก็บน้ำน้อยที่สุด คือมีระยะห่างเท่ากับ 25 เมตร ความสูงของจุดสำรวจระดับแสดงในตารางที่ 1 และผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค IDW แสดงในรูปที่ 4 พบว่าพื้นที่แปลงทดลองที่ 6-01 ควรติดตั้งถังสำรองน้ำไว้ด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือของแปลง เนื่องจากมีความสูงมากที่สุด (TP11) จุดที่มีความสูงที่สุดในพื้นที่ที่มีความสูงเท่ากับ 9.45 เมตร รทก. จำนวน 2 จุด และจุดต่ำสุดมีความสูงเท่ากับ 0.00 เมตร ซึ่งติดกับคลองปลายพื้นที่ศึกษา พื้นที่ด้านเหนือมีความสูงลาดเทไปทางด้านทิศใต้ และพื้นที่ต่ำสุดอยู่ทิศตะวันออกเฉียงใต้ โดยตำแหน่งวางถังสำรองดังกล่าวเป็นตำแหน่งที่เหมาะสมเนื่องจากไม่จำเป็นต้องตั้งถังสำรองน้ำสูงจนเกินไป ซึ่งอาจทำให้เกิดอันตราย และต้องใช้พลังงานเพิ่มขึ้นในการสูบน้ำเข้าถังสำรอง โดยความสูง (head) แปรผันตรงต่อกำลังในการสูบน้ำ ดังนั้นจึงสามารถเลือกเครื่องสูบน้ำที่มีขนาดเล็กลงเพื่อเป็นการประหยัดพลังงานงานและลดค่าใช้จ่ายพลังงานในการสูบน้ำ ในทำนองเดียวกันระยะทางในการเดินท่อสูบน้ำส่งผลโดยตรงต่อการเลือกเครื่องสูบน้ำ เช่นเดียวกับความสูงของถังสำรองน้ำ โดยระยะทางที่สั้นที่สุดย่อมส่งผลให้ประสิทธิภาพในการสูบน้ำเข้าถังสำรองสูงสุดเช่นกัน

ค่าความสูงที่ได้จากการประยุกต์ใช้ GIS ด้วยเทคนิค IDW ยังแสดงลักษณะความลาดเอียงของพื้นที่ศึกษาซึ่งมีความลาดเอียงจากทิศตะวันตกเฉียงเหนือไปทางตะวันออกเฉียงใต้ ดังนั้นการวางท่อส่งน้ำจากถังน้ำสำรองควรวางในแนวดังกล่าวเป็นหลัก โดยวางท่อหลัก (ท่อพีวีซี) ทางด้านตะวันตกของแปลง และต่อแถบน้ำหยดจำนวน 19 แถบ วางไปในแนวทิศตะวันออก ห่างกัน 1 เมตร (ระยะห่างระหว่างแถวคันหม่อน) วางจุดน้ำหยดตรงตำแหน่งโคนต้นหม่อนพอดี ระยะเท่ากับ 60 เซนติเมตร (ระยะห่างระหว่างต้น) การกำหนดแนวดังกล่าวส่งผลให้น้ำไหลอย่างสม่ำเสมอทั่วพื้นที่ ทำให้ต้นหม่อนได้รับน้ำปริมาณเท่า ๆ กัน เพิ่มประสิทธิภาพการให้น้ำมากกว่าการวางแนวท่อหรือแถบน้ำหยดในทิศทางอื่น (รูปที่ 4)

4. การประเมินประสิทธิภาพการให้น้ำทั้ง 4 ระบบ พบว่าระบบน้ำหยดแบบกำหนดที่ตั้งมีประสิทธิภาพสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ ระบบน้ำหยดแบบไม่กำหนดที่ตั้ง ระบบน้ำผ่านสปริงเกลอร์ และการให้น้ำแบบสายยางรดน้ำ โดยมีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 0.81, 0.74, 0.53 และ 0.49 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 3



รูปที่ 4. ระดับความสูงในพื้นที่ศึกษาที่ได้จากการประมาณค่าด้วยเทคนิค IDW

ตารางที่ 3. เปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบส่งน้ำเข้าพื้นที่เกษตรกรรมในพื้นที่ศึกษา

ระบบ	ปริมาณน้ำที่พืชต้องการ (ลิตร)	ปริมาณน้ำที่ใช้จริง (ลิตร)	ค่าประสิทธิภาพ
1. น้ำหยดแบบกำหนดที่ตั้ง	605	750	0.81
2. น้ำหยดแบบไม่กำหนดที่ตั้ง	605	820	0.74
3. สปริงเกอร์	605	1,150	0.53
4. สายยางรดน้ำ	605	1,230	0.49

วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง

การบูรณาการระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อพัฒนาระบบส่งน้ำเพื่อการเกษตร เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการจัดการทรัพยากรน้ำที่มีอยู่อย่างจำกัดในประเทศไทย สามารถแก้ไขปัญหที่เกิดจากภาวะภัยแล้งหรือฝนทิ้งช่วงโดยที่ไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตที่ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการทำการเกษตรแบบน้ำหยดจากการทดลองพบว่าระบบน้ำหยดเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพในการเกษตร แต่ต้องได้รับการติดตั้งที่ถูกต้องและมีรายละเอียดในการติดตั้งมาก เช่น ในพื้นที่ที่มีความลาดชันมากหรือการติดตั้งที่จุดปล่อยน้ำสูงเกินไป ระบบน้ำหยดต้องมีการชดเชยแรงดัน เนื่องจากการเพิ่มหรือลดแรงดันในระบบเนื่องจากความลาด เพื่อไม่ให้ส่วนปลายท่อน้ำหยดมีแรงดันสูงหรือต่ำเกินไป ที่ส่งผลให้ปริมาณน้ำในจุดปลายทางไหลมากกว่าหรือไหลอ่อนกว่าจุดอื่น ๆ (Wu & Gitlin, 1974) ดังนั้นการหาพื้นที่เหมาะสมในการติดตั้งถังสำรองน้ำที่ให้แรงดันน้ำสม่ำเสมอทั่วพื้นที่ จึงมีความจำเป็นเพื่อลดการชดเชยแรงดันน้ำและการสิ้นเปลืองอุปกรณ์ในการปรับแรงดัน นอกจากนี้เทคนิคในการหาความสูงในพื้นที่โดยการสำรวจจริงวัดด้วยกล้องระดับร่วมกับการประมาณค่าความสูงด้วยเทคนิค IDW เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการหาค่าระดับความสูงได้ความละเอียดถูกต้องสูง และสามารถแสดงผลความชันระดับต่าง ๆ ในแผนที่อย่างชัดเจน (El-Hallaq, 2012; Fotopoulos, 2003) เป็นประโยชน์ในการวางแผนการวางระบบน้ำหยดในพื้นที่สอดคล้องกับผลการทดลองที่สามารถกำหนดระดับความสูงในพื้นที่ศึกษาได้ทั่วทั้งพื้นที่จากการเก็บข้อมูลระดับ 29 จุด ร่วมกับการประมาณค่าโดยเทคนิค IDW ได้ค่าความละเอียดระดับเซนติเมตร

ผลจากการวิจัยครั้งนี้จึงสามารถสรุปได้ว่าระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) สามารถนำมาบูรณาการเพื่อพัฒนาระบบส่งน้ำหยดเพื่อการเกษตรได้เป็นอย่างดี โดยมีส่วนสำคัญที่ช่วยในการวางแผนระบบส่งน้ำหยดเพื่อให้ได้ตำแหน่งที่ตั้งถังสำรองน้ำที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากการประยุกต์ใช้ GIS ในการประมาณค่าระดับความสูงที่ได้จากการหาค่าระดับด้วยกล้องระดับ ตามมาตรฐานงานขั้นที่ 1 เป็นวิธีการที่ได้มาซึ่งความสูงที่มีความผิดพลาดน้อย ดังนั้นข้อมูลจุดความสูงที่ได้นำมาวิเคราะห์ด้วย GIS โดยเทคนิค IDW จึงช่วยประมาณค่าความสูงค่าของภูมิประเทศได้ครอบคลุมบริเวณกว้าง แสดงลักษณะทิศทางการลาดเทในพื้นที่ศึกษาอย่างชัดเจน เกษตรกรสามารถวางแผนการวางระบบที่มีประสิทธิภาพก่อนติดตั้งจริง ช่วยให้ระบบการส่งน้ำหยดมีประสิทธิภาพสูงขึ้น การกำหนดที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับถังสำรองน้ำและการวางแนวท่อและแถบน้ำหยดเพื่อให้จุดน้ำหยดทุกจุดจ่ายน้ำในอัตราที่สม่ำเสมอและทั่วถึงตลอดทั้งแปลง อีกทั้งยังช่วยประหยัดเวลาและพลังงาน เพราะตำแหน่งที่ตั้งของถังสำรองน้ำและระยะห่างจากแหล่งน้ำต้นทุน มีความสัมพันธ์โดยตรงต่อประสิทธิภาพการจ่ายน้ำเข้าระบบ ได้แก่ ความสูง ทิศทางความลาดเท ความชัน และปริมาณน้ำต่อจุด นอกจากนี้งานวิจัยนี้ยังช่วยยืนยันประสิทธิภาพของระบบน้ำหยดในการให้น้ำแก่พืช โดยเฉพาะการใช้ระบบน้ำหยดแบบกำหนดที่ตั้งด้วย GIS เมื่อเทียบกับการจ่ายน้ำในระบบอื่น ๆ อย่างไรก็ตาม การประยุกต์ใช้ระบบดังกล่าวนี้ก็ยังมียังข้อจำกัด คือ เครื่องมือที่ใช้เป็นเครื่องมือที่เกษตรกรทั่วไปไม่สามารถนำมาใช้ได้โดยตรง จึงควรมีการอบรมการใช้เครื่องมือในการหาค่าระดับ หรือเครื่องมือการวิเคราะห์ประมาณค่าความสูงด้วยเทคนิค IDW ผ่านช่องทางที่เข้าถึงได้ง่าย เช่น ผ่านระบบ WEB Based หรือผ่านระบบ Application จาก

โทรศัพท์ Smart Phone ในปัจจุบัน จะช่วยให้เกษตรกรยุคใหม่สามารถปรับตัวและวางแผนการเกษตรได้อย่าง
ชาญฉลาด ตามนโยบาย 4.0 ของประเทศ โดยปรับตัวจากเกษตรกรดั้งเดิม ไปเป็น Smart Farmer ได้อย่างยั่งยืน

เอกสารอ้างอิง

- Bouthaina, D. & Abdelhamid, B. (2012). Subsurface drip irrigation and water management under semiarid climate. In J. A. Daniels (Ed.), *Advances in Environmental Research*, Volume 22 pp. 181-197. New York: Nova science Publishers, Inc.
- Chang, K.-T. (2004). Introduction to *Geographic Information Systems*. Boston: McGraw-Hill Higher Education.
- da Silva, A. J. P., Coelho, E. F. & de Miranda, J. H. (2013). Efficiency of water application of irrigation systems based on microsprinkling in banana plantations. *Scientia Agricola*, 70(3), 139-146. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162013000300001>
- El-Hallaq, M. (2012). Development of a local GPS-leveling geoid model for the Gaza Strip area. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 2(3), 268-273.
- Evans, R. G. & Sadler E. J. (2008). Methods and technologies to improve efficiency of water use. *Water Resources Research*, 44(7), W00E04. doi: 10.1029/2007WR006200
- Fotopoulos, G. (2003). *An analysis on the optimal combination of geoid, orthometric and ellipsoidal height data* (Ph.D. thesis) Department of Geomatics Engineering, Schulich School of Engineering, University of Calgary, Calgary, Alberta, Canada.
- Geo-Informatics center for Thailand. (2017). *Meaning of Geographic Information System*. Retrieved February 16, 2017, from <http://www.gisthai.org/v2/index.php/2015-02-04-07-56-20/2015-02-04-08-53-13/2015-02-04-08-55-33>
- Hochmuth, G. (2017). Drip irrigation. In M. D. Orzolek (Ed.), *A Guide to the Manufacture, Performance, and Potential of Plastics in Agriculture* pp. 79-105. Oxford: Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102170-5.00005-1>
- Jha, A. K., Malla, R., Sharma, M., Panthi, J., Lakhankar, T., Krakauer, N. Y. et al. (2016) Impact of irrigation method on water use efficiency and productivity of fodder crops in Nepal. *Climate*, 4(1), 4. doi: 10.3390/cli4010004

- Jiracheewee, N., Panton, S., Nakwattananukul, S., Chansraku, W., Suayluex, S. & Kirasak, K. (2013). Testing and evaluation of drip irrigation for rainfed sugarcane plantations in Central Thailand. pp. 733-737. In The 14th TSAE National Conference and the 6th TSAE International Conference, 1-4 April 2013, Hua Hin, Thailand. (in Thai)
- Kupawanichapong, W. (2012). *Design of Piping Systems in Agricultural Engineering Research*. Retrieved December 1, 2016, from http://www.doa.go.th/aeri/files/KM/doc_km_pipe_irrigation.pdf
- Limgomonvilas, T. (2016). Integrated geographic information system for vegetable production. *Journal of Social Research*, 39(2), 75-108. (in Thai)
- Multsch, S., Elshamy, M. E., Batarseh, S., Seid, A. H., Frede, H.-G., Breuer, L. (2017). Improving irrigation efficiency will be insufficient to meet future water demand in the Nile Basin, *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 12, 315-330. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejrh.2017.04.007>
- Wu, I.-P. & Gitlin, H. M. (1974). *Design of Drip Irrigation Lines*. Technical Bulletin No. 96, Hawaii Agricultural Experiment Station, College of Tropical Agriculture, University of Hawaii.
- Yiengveerachon, V. (2015). *Surveying Theories and Applications*. Bangkok, Thailand: Chulalongkorn University Press. (in Thai)