

การศึกษาสมดุลน้ำในฤดูแล้งของบึงบอระเพ็ด

DRY SEASON WATER BALANCE STUDY OF BORAPHET LAKE

กฤษณ์ สุกิตย์ (Kritsanat Surakit)

นิสิตปริญญาเอก ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

s_kritsanat@yahoo.com

นุชนารถ ศรีวงสิตานนท์ (Nutchanart Sriwongsitanon)

รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

fengnns@ku.ac.th

บทคัดย่อ: การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์สมดุลน้ำรายวันในช่วงหลังฤดูน้ำหลาก ระหว่างวันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ. 2545 ถึงวันที่ 30 เมษายน พ.ศ. 2546 ซึ่งกระทำได้โดยการใช้ข้อมูลระดับน้ำที่เปลี่ยนแปลงรายวันและกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรระดับ-พื้นที่ผิว ของบึงบอระเพ็ดในช่วงเวลาที่พิจารณา โดยการสูญเสียน้ำในบึงบอระเพ็ดเป็นผลมาจากการระเหยสุทธิ การรั่วซึมสุทธิ และการสูบน้ำไปใช้เพื่อพื้นที่เกษตรกรรม ผลการศึกษาสมดุลน้ำรายวันสรุปได้ว่าการสูญเสียน้ำเพื่อกิจกรรมดังกล่าวเท่ากับ 28, 0.1 และ 79 ล้าน ลบ.ม. ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 26, 0.001 และ 74 ของปริมาณน้ำที่สูญเสียทั้งหมด ตามลำดับ สำหรับปริมาณการสูบน้ำไปใช้เพื่อการเกษตรกรรมที่ได้จากการศึกษาสมดุลน้ำ ได้นำมาเปรียบเทียบกับผลการศึกษาที่ได้จากการสำรวจแบบสอบถามกลุ่มตัวอย่างเกษตรกรจำนวน 252 ราย ที่มีการใช้น้ำรอบบึงบอระเพ็ด ผลจากการสำรวจแบบสอบถามนำมาประเมินปริมาณการใช้น้ำเพื่อการทำนาปรังสำหรับพื้นที่ 55,000 ไร่ ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 95 ของพื้นที่ที่มีการใช้น้ำรอบบึงบอระเพ็ด มีค่าโดยประมาณ 89 ล้าน ลบ.ม. จากนั้นทำการประเมินประสิทธิภาพการชลประทานได้เท่ากับ 64 เปอร์เซ็นต์ โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีความต้องการน้ำของพืช กิจกรรมการเพาะปลูกที่ได้จากแบบสอบถาม และปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการเกษตรกรรมที่ได้จากสมดุลน้ำ

ABSTRACT: This study has an objective to investigate daily water balance after the flooding period between 1st December 2002 and 30th April 2003. It was carried out using daily stage records and the volume-area-elevation curve of Boraphet Lake. Water losses mainly resulted from net evaporation, net seepage, and pumping water for agricultural areas. The result of daily water balance study shows that water losses for those activities are approximately 26, 0.01, and 79 MCM, respectively. These are 26, 0.001, and 74 percent of the total water losses, respectively. Water uses for agricultural area resulting from the water balance study were then compared with the questionnaires of 252 farmers who used water from Boraphet Lake for agricultural areas. The result from the questionnaires shows that the water uses for the paddy farms for the area of approximately 55,000 rai, which is around 95% of all the areas that used the water from Boraphet Lake, are approximately 89 MCM. The irrigation efficiency was found to be 64 percent. This was carried out using the theory of water demand, cropping pattern from the questionnaires, and the water uses for the agricultural area resulting from the water balance study.

KEYWORDS: BORAPHET LAKE, WATER BALANCE

1. บทนำ

บึงบอระเพ็ดเป็นทะเลสาบน้ำจืดและพื้นที่ชุ่มน้ำ (wetland) ขนาดใหญ่ ตั้งอยู่ในจังหวัดนครสวรรค์ มีเนื้อที่ 132,732 ไร่ หรือ ประมาณ 212.38 ตร.กม. [1] บึงบอระเพ็ดเป็นแหล่งน้ำที่มีความสำคัญ เพื่อประโยชน์ในด้านต่าง ๆ มากมาย นอกจากนั้นแล้วในอนาคตยังมีโอกาสที่จะขจัดน้ำท่วมเป็น “พื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระดับนานาชาติ” หรือ “เป็นมรดกโลก” อย่างไรก็ตามในช่วงเวลาที่ผ่านมามีบึงบอระเพ็ดมักประสบปัญหาความเสื่อมโทรมของสภาพแวดล้อมเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณตะกอน ซึ่งทำให้บึงตื้นเขินและพื้นที่น้ำลดลง นอกจากนี้ยังมีการบุกรุกของประชาชนเข้ามาในเขตพื้นที่บึงบอระเพ็ดอีกด้วย ดังนั้นในปี พ.ศ. 2534 กรมประมงจึงได้ทำการบูรณะบึงบอระเพ็ด โดยการขุดลอกพื้นที่ดินบางบริเวณ รวมทั้งก่อสร้างประตูระบายน้ำที่เชื่อมต่อกับแม่น้ำน่านทางคลองบอระเพ็ดด้านทิศเหนือและฝายทดน้ำปิดกั้นคลองบางปรองด้านทิศตะวันตก ขึ้นใหม่ เพื่อให้มีระดับเก็บกักน้ำสูงสุดที่ +24.00 ม.รทก. และมีความจุประมาณ 156 ล้าน ลบ.ม. (เดิมอยู่ที่ +23.80 ม.รทก.) โดยได้ดำเนินการแล้วเสร็จในปีพ.ศ. 2536 [6] อย่างไรก็ตามเนื่องจากพื้นที่รอบบึงบอระเพ็ดเป็นพื้นที่เกษตรกรรมซึ่งปัจจุบันได้มีการจัดระบบชลประทานให้กับพื้นที่เหล่านี้ประมาณ 16,000 ไร่ และมีแผนการที่จะพัฒนาพื้นที่การชลประทานเพิ่มขึ้นเป็น 100,000 ไร่ [2] ซึ่งแผนการดังกล่าวจะต้องมีการดึงน้ำจากบึงบอระเพ็ดไปใช้ ส่งผลให้ปริมาณน้ำในบึงลดลงโดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงฤดูแล้ง ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศโดยรวมของบึงบอระเพ็ดอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ดังนั้นการศึกษาสมมูลน้ำของบึงบอระเพ็ดในช่วงฤดูแล้งเพื่อให้เกิดความเข้าใจ ต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งการศึกษาดังกล่าวนี้เป็นพื้นฐานที่สำคัญ ในงานวิจัยเรื่อง “การจัดการด้านแหล่งน้ำในบึงบอระเพ็ดอย่างยั่งยืน” ที่มีวัตถุประสงค์หลักในการศึกษาเพื่อจัดการด้านการใช้น้ำและคุณภาพน้ำ รวมทั้งเสนอแผนการจัดการที่เป็นรูปธรรมต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อการดำรงอยู่อย่างยั่งยืนของระบบนิเวศที่สมบูรณ์ในบึงบอระเพ็ดต่อไป

2. พื้นที่ศึกษา

บึงบอระเพ็ดเป็นแหล่งน้ำจืดธรรมชาติขนาดใหญ่ที่สุดของประเทศไทย ตั้งอยู่ระหว่างละติจูด $15^{\circ} 40'$ เหนือ ถึง $15^{\circ} 45'$ เหนือ และลองจิจูด $100^{\circ} 10'$ ตะวันออก ถึง $100^{\circ} 23'$ ตะวันออก ครอบคลุมพื้นที่บางส่วนใน 3 อำเภอ คือ อำเภอเมือง อำเภอชุมแสง และ อำเภอท่าตะโก โดยขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดแสดงในรูปที่ 1 [1] ซึ่งได้แสดงรายละเอียดของลำน้ำที่ไหลลงสู่บึงบอระเพ็ดในทิศทางต่าง ๆ สรุปได้ดังนี้

ก. ด้านทิศเหนือ มีคลองบอนและลำน้ำสาขา ซึ่งมีต้นน้ำอยู่ในอำเภอชนแดน จังหวัดเพชรบูรณ์

ข. ด้านทิศตะวันออก มีคลองลำเจ็ดและคลองท่าตะโก ซึ่งมีต้นน้ำอยู่ในอำเภอไพศาลี และอำเภอท่าตะโก จังหวัดนครสวรรค์

ค. ด้านทิศใต้ มีห้วยหิน ห้วยลาด และห้วยเขว้าง ซึ่งมีต้นน้ำอยู่ในอำเภอยุหะคีรี จังหวัดนครสวรรค์

นอกจากนี้บึงบอระเพ็ดยังสามารถรับน้ำจากแม่น้ำน่านผ่านคลองบอระเพ็ด อย่างไรก็ตามในช่วงเวลาปกติปริมาณน้ำจากแม่น้ำน่านจะไม่สามารถไหลเข้าสู่บึงบอระเพ็ดได้เนื่องจากมีประตูระบายน้ำปิดกั้นอยู่ โดยปริมาณน้ำในแม่น้ำน่านจะไหลเข้าสู่บึงบอระเพ็ดได้ก็ต่อเมื่อระดับน้ำในแม่น้ำน่านเพิ่มสูงขึ้นจนถึงระดับที่อาจสร้างความเสียหายให้แก่ประตูระบายน้ำหรือมีการเปิดประตูระบายน้ำเพื่อระบายน้ำจากแม่น้ำน่านเข้าสู่บึงบอระเพ็ดเพื่อลดปัญหาอุทกภัยทางด้านท้ายน้ำ ซึ่งส่วนใหญ่การเปิดประตูระบายน้ำจะกระทำในช่วงของปลายเดือนสิงหาคมและในเดือนกันยายน ซึ่งเป็นฤดูน้ำหลาก

3. การศึกษาสมมูลน้ำของอ่างเก็บน้ำ

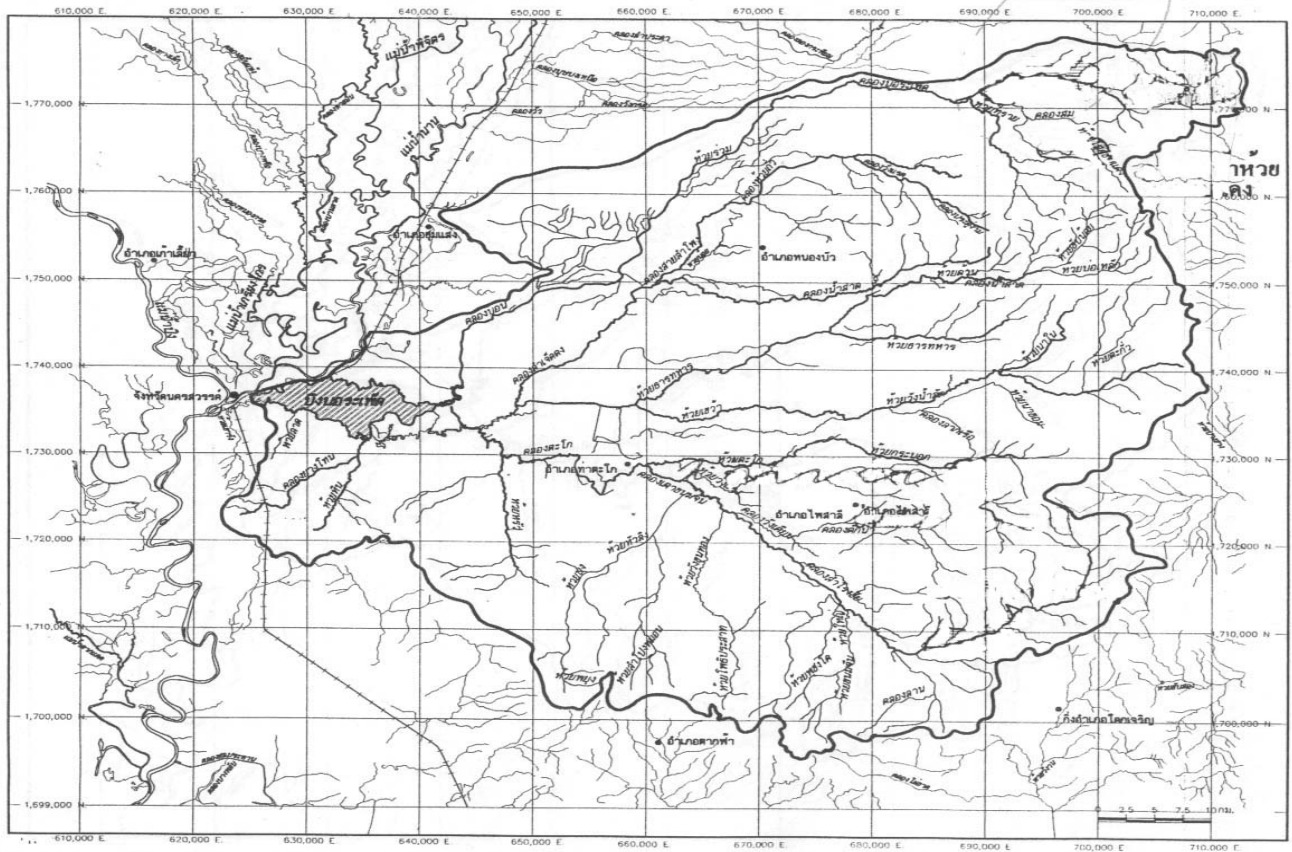
การศึกษาสมมูลน้ำของอ่างเก็บน้ำวัตถุประสงค์เพื่อจัดการน้ำให้เหมาะสมระหว่างปริมาณน้ำที่มีอยู่ (supply) กับปริมาณความต้องการน้ำ (demand) ซึ่งมีพื้นฐานมาจากกฎความต่อเนื่อง (principle of continuity) [8] โดยสมการความต่อเนื่องของสมมูลน้ำในบึงบอระเพ็ด สามารถแสดงได้ดังนี้

$$\frac{\Delta S}{\Delta t} = \sum I(t) - \sum O(t) + \{(I_r - ET - SL) \times 10^{-3}\} A_s \quad (1)$$

เมื่อ ΔS คือ การเปลี่ยนแปลงของปริมาตรน้ำในบึงบอระเพ็ดในช่วงเวลาที่พิจารณา (ล้าน ลบ.ม.), Δt คือ ช่วงเวลาที่พิจารณา (วัน), $\sum I(t)$ คือ ผลรวมของปริมาณน้ำที่ไหลเข้าทั้งหมดของบึงบอระเพ็ดที่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลา (ล้าน ลบ.ม.), $\sum O(t)$ คือ ผลรวมของปริมาณน้ำที่ไหลออกทั้งหมดของบึงบอระเพ็ดที่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลา (ล้าน ลบ.ม.), I_r คือ ปริมาณฝนที่ตกลงมาบนพื้นที่บึงบอระเพ็ดโดยตรง (มม.), ET คือ ปริมาณการระเหยของน้ำจากบึงบอระเพ็ด (มม.), SL คือ ปริมาณการสูญเสียเนื่องจากการรั่วซึม (มม.) และ A_s คือ พื้นที่ผิวน้ำของบึงบอระเพ็ด (ตร.กม.) สำหรับในช่วงเวลาที่ทำการศึกษายู่ในช่วงของฤดูแล้งพบว่าไม่มีปริมาณน้ำไหลเข้าสู่บึงบอระเพ็ด ดังนั้น $\sum I(t)$ ในช่วงเวลาดังกล่าวจึงมีค่าเป็นศูนย์

4. วิธีการศึกษา

การศึกษาสมมูลน้ำในฤดูแล้งของบึงบอระเพ็ดซึ่งศึกษาในระหว่างวันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ. 2545 ถึง วันที่ 30 เมษายน พ.ศ. 2546 มีวิธีการดังต่อไปนี้

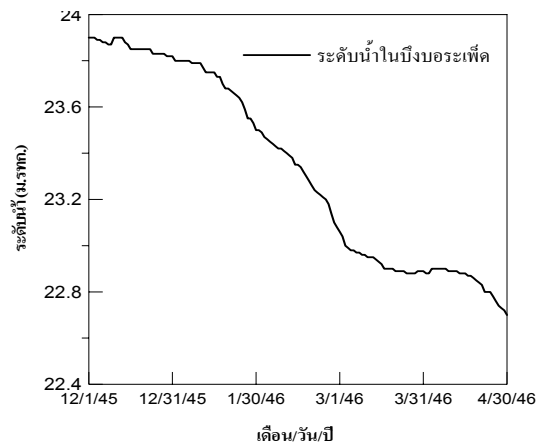


รูปที่ 1 ขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด

4.1 การเก็บรวบรวมและสำรวจข้อมูลภาคสนาม

4.1.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลระดับน้ำรายวัน

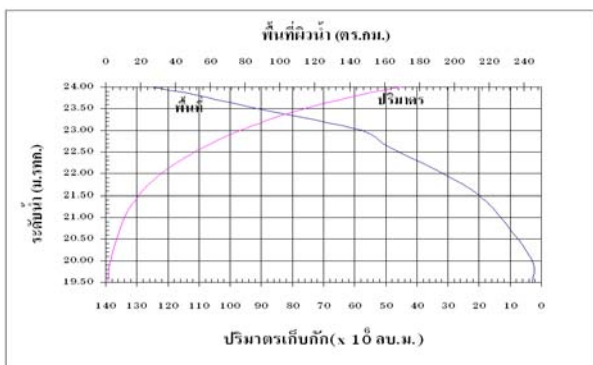
ระดับน้ำรายวันของบึงบอระเพ็ดสามารถนำมาใช้ในการคำนวณการเปลี่ยนแปลงปริมาตรน้ำในบึงบอระเพ็ด โดยใช้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำ พื้นที่ผิว และปริมาตรเก็บกักของบึงบอระเพ็ด ซึ่งสำรวจไว้โดยกรมชลประทานในปี พ.ศ. 2545 [1] ดังแสดงในรูปที่ 2 สำหรับระดับน้ำรายวันของบึงบอระเพ็ดในช่วงเวลาที่ทำการศึกษา แสดงได้ดังรูปที่ 3 โดยข้อมูลดังกล่าวสามารถอ่านได้จากไม้วัดระดับน้ำที่ประตูระบายน้ำคลองบอระเพ็ด และไม้วัดระดับน้ำซึ่งติดตั้งเพิ่มเติมโดยคณะผู้วิจัยที่ฝายน้ำล้นคลองบางปรอง ซึ่งพบว่าระดับน้ำในบึงบอระเพ็ดที่อ่านได้จากทั้งสองตำแหน่งมีค่าใกล้เคียงกันมาก



รูปที่ 3 การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำในบึงบอระเพ็ดในช่วงเวลาที่ทำการศึกษา

4.1.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลฝนและอัตราการระเหยรายวัน

ข้อมูลฝนและอัตราการระเหยจากถาดรายวัน (pan evaporation) ทำการเก็บรวบรวมจากสถานีอุตุนิยมวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ ซึ่งเป็นสถานีที่ใกล้เคียงบึงบอระเพ็ดมากที่สุด โดยมีหน่วยเป็นความลึกเมื่อนำมาคูณกับพื้นที่ผิวน้ำ (water surface area) รายวัน ที่อ่านได้จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำ พื้นที่ผิว และปริมาตรเก็บกักของบึงบอระเพ็ด ก็จะได้เป็นปริมาณน้ำที่เพิ่มเข้ามาจากฝนที่ตกลงมาโดยตรงและปริมาณน้ำที่สูญเสียไปจากการระเหย ตามลำดับ สำหรับข้อมูลการระเหยจากถาดจะต้องมีการปรับแก้เพื่อใช้ประมาณค่าการระเหยจากอ่างเก็บน้ำ โดยนำมาคูณด้วยสัมประสิทธิ์ของถาด (pan coefficient) ซึ่งโดยทั่วไปมีค่าเท่ากับ 0.7 [4]



รูปที่ 2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำ พื้นที่ผิว และ ปริมาตรเก็บกักของบึงบอระเพ็ด

4.1.3 การประเมินการสูญเสียน้ำในบึงบอระเพ็ดเนื่องจากการรั่วซึม (Seepage Loss) โดยการสำรวจข้อมูลภาคสนาม

สำหรับการศึกษานี้ได้ทำการประเมินปริมาณน้ำที่สูญเสียจากการรั่วซึมตามวิธีการที่ใช้ในการศึกษาโครงการการวางแผนจัดการน้ำในกลุ่มน้ำเจ้าพระยาโดย Asian Institute of Technology [7] โดยนำท่อ PVC ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว มีความยาวระหว่าง 1.7 ถึง 4.0 ม. (ในช่วงเวลาที่ทำการศึกษาระดับน้ำในบึงต่ำกว่า 4 ม.) ทำการติดตั้งใน 10 จุด กระจายทั่วบึงบอระเพ็ด โดยทำการตอกท่อ PVC ดังกล่าวลงไปในดินลึกประมาณ 30 ซม. โดยให้ปลายท่อ PVC โผล่พ้นผิวน้ำขึ้นมาพอสมควร จากนั้นใช้พลาสติกชนิดหนาปิดปากท่อเพื่อป้องกันการสูญเสียจากการระเหย แล้วปล่อยให้ระดับน้ำในท่อลดลงจากระดับเริ่มต้น โดยใช้เวลานานเพียงพอที่จะสามารถสังเกตเห็นความแตกต่างของระดับน้ำที่ลดลง จากนั้นนำข้อมูลของอัตราการรั่วซึมในแต่ละจุดมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อนำมาใช้เป็นอัตราการรั่วซึมเฉลี่ยในบึงบอระเพ็ดต่อไป

4.2 การสำรวจแบบสอบถามสำหรับประชาชนที่มีการใช้ประโยชน์โดยตรงจากบึงบอระเพ็ด

การสำรวจแบบสอบถามจากประชาชนที่มีการใช้ประโยชน์จากบึงบอระเพ็ด เพื่อนำมาใช้ประเมินปริมาณน้ำที่ถูกใช้ไปสำหรับกิจกรรมต่าง ๆ ของประชาชนที่อาศัยอยู่รอบบึงบอระเพ็ด จากข้อมูลทางด้านกรเกษตรของสำนักงานเกษตรจังหวัดนครสวรรค์ [5] พบว่า พื้นที่เกษตรกรรมที่มีการใช้น้ำจากบึงบอระเพ็ดในช่วงดังกล่าวมีประมาณ 58,000 ไร่ โดยเป็นพื้นที่ทำนาปรังประมาณร้อยละ 95 หรือ 55,000 ไร่ ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ใน 59 หมู่บ้าน โดยการสำรวจแบบสอบถามนั้น กระทำในช่วงระหว่าง วันที่ 26 ถึง วันที่ 30 มีนาคม พ.ศ. 2546 ซึ่งได้ทำการสุ่มตัวอย่างหมู่บ้านจำนวน 28 หมู่บ้าน และสัมภาษณ์ประชาชนทั้งหมด 252 คน ซึ่งข้อมูลที่ทำการศึกษาเพื่อนำมาใช้ในการประเมินการใช้น้ำของประชาชนประกอบด้วย

ก. ข้อมูลด้านการเพาะปลูก เป็นการสอบถามเกี่ยวกับชนิดและพันธุ์พืชรวมทั้งพฤติกรรมการเพาะปลูกของเกษตรกร โดยเฉพาะข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการทำนา ทั้งนี้ข้อมูลที่ได้นำมาใช้ในการประเมินสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (crop coefficient, K_c) และกิจกรรมการเพาะปลูก (cropping pattern)

ข. ข้อมูลการใช้น้ำเพื่อการเกษตรกรรม สามารถนำมาประเมินปริมาณน้ำจากบึงบอระเพ็ดที่ถูกใช้ไปในการทำเกษตรกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งเพื่อการทำนา ซึ่งข้อมูลที่ทำการศึกษาประกอบด้วย พฤติกรรมการเก็บกักน้ำในแปลงนา และพฤติกรรมการสูบน้ำเติมในแปลงนา ซึ่งข้อมูลปริมาณน้ำที่ถูกใช้ไปเพื่อการเกษตรกรรมจะนำมาเปรียบเทียบกับผลการศึกษา

สมมูลน้ำ นอกจากนี้ข้อมูลของการเก็บกักน้ำที่ระดับต่าง ๆ ในแปลงนาก็จะนำมาใช้เป็นข้อมูลในการคำนวณฝนใช้การ (effective rainfall) ตามทฤษฎีต่อไป

4.3 การประเมินปริมาณความต้องการใช้น้ำของพืชตามทฤษฎี

ฉลอง [3] กล่าวว่า ปริมาณน้ำที่พืชต้องการ (consumptive use) คือ การระเหยรวมการคายน้ำของพืช ซึ่งเรียกว่า การคายระเหย (evapotranspiration, E_t) ซึ่งสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$E_t = K_c \cdot ET_p \quad (2)$$

เมื่อ K_c คือ สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชชนิดต่าง ๆ (crop coefficient), ET_p คือ ศักยภาพการคายระเหย (potential evapotranspiration)

ปริมาณน้ำที่ต้องส่งให้แก่พื้นที่ชลประทานสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (3) ดังนี้ คือ

$$\text{ปริมาณน้ำที่ส่ง} = (\text{ปริมาณน้ำที่พืชต้องการตามทฤษฎี} + \text{การรั่วซึม} - \text{ฝนใช้การ}) / \text{ประสิทธิภาพชลประทาน} \quad (3)$$

สำหรับปริมาณฝนใช้การสามารถคำนวณได้โดยขึ้นอยู่กับเงื่อนไขใน 3 กรณี [3] คือ

$$1) St_n > ST_{MAX}; RE = ST_{MAX} + a_m - St_{n-1} \quad (4)$$

$$2) St_n \leq ST_{MAX}; RE = R \quad (5)$$

$$3) St_n < ST_{MIN}; RE = R \text{ และต้องมีการส่งน้ำให้แก่พื้นที่ชลประทาน ให้เท่ากับ } ST_0 \quad (6)$$

เมื่อ St_n คือ ระดับน้ำในแปลงนาที่สิ้นสุดของวันที่ n , St_{n-1} คือ ระดับน้ำในแปลงนาที่เริ่มต้นของวันที่ n , ST_{MAX} คือ ระดับเก็บกักสูงสุดในแปลงนา, ST_0 คือ ระดับเก็บกักปกติในแปลงนา, ST_{MIN} คือ ระดับเก็บกักต่ำสุดในแปลงนา, a_m คือ ปริมาณน้ำที่พืชต้องการ, RE คือ ปริมาณฝนใช้การ และ R คือ ปริมาณฝน

ในการศึกษานี้ได้นำข้อมูลพันธุ์ข้าว กิจกรรมการเพาะปลูก และพฤติกรรมการเก็บกักน้ำในแปลงนาจากแบบสอบถามรวมทั้งปริมาณน้ำที่ใช้ไปเพื่อการเกษตรกรรมจากผลการศึกษาสมมูลน้ำ มาประเมินประสิทธิภาพการชลประทาน โดยการประยุกต์ใช้ทฤษฎีความต้องการน้ำของพืช และเมื่อทราบพารามิเตอร์ต่าง ๆ ก็จะได้นำไปประยุกต์ใช้กับแบบจำลองความต้องการน้ำของพืชเพื่อพยากรณ์ความต้องการใช้น้ำในอนาคตเมื่อมีการเพิ่มพื้นที่เกษตรกรรมรอบบึงบอระเพ็ดต่อไป

5. ผลการศึกษา

5.1 การศึกษาสมมูลน้ำของบึงบอระเพ็ด

จากสมการที่ (1) สามารถแสดงรายละเอียดของปริมาณการระเหย ปริมาณฝน และ ปริมาณการรั่วซึม แบบรายวัน ในช่วงเวลาที่ศึกษาได้ดังรูปที่ 4 ซึ่งสรุปได้ดังนี้

5.1.1 ปริมาณฝนที่ตกโดยตรงสู่บึงบอระเพ็ด

จากข้อมูลฝนรายวันในบึงบอระเพ็ดระหว่างช่วงเวลาที่ศึกษาพบว่าปริมาณน้ำฝนตกทั้งสิ้น 19 วัน ซึ่งมีค่าความลึกน้ำฝนอยู่ระหว่าง 0.1 ถึง 35.4 มม.ต่อวัน โดยมีค่าฝนเฉลี่ยรายวันเฉพาะวันที่มีฝนตกเท่ากับ 9.17 มม. สำหรับปริมาณฝนรายวันมีค่าระหว่าง 0.006 ถึง 2.81 ล้าน ลบ.ม. โดยมีปริมาณฝนตกทั้งหมดสู่บึงบอระเพ็ดโดยตรง ประมาณ 11.14 ล้าน ลบ.ม.

5.1.2 ปริมาณการสูญเสียเนื่องจากการระเหย

จากข้อมูลการระเหยรายวันในช่วงเวลาที่ศึกษาพบว่า อัตราการระเหยรายวันมีค่าระหว่าง 1.31 ถึง 6.54 มม. โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.27 มม. ต่อวัน สำหรับปริมาณการสูญเสียเนื่องจากการระเหยรายวันมีค่าระหว่าง 0.116 ถึง 0.429 ล้าน ลบ.ม. โดยมีปริมาณการสูญเสียจากการระเหยรวมทั้งสิ้น 39.1 ล้าน ลบ.ม.

5.1.3 ปริมาณการสูญเสียเนื่องจากการรั่วซึม

จากการตรวจวัดปริมาณการรั่วซึม ระหว่างวันที่ 10 ธันวาคม พ.ศ. 2545 จนถึงวันที่ 11 กรกฎาคม พ.ศ. 2546 พบว่าอัตราการรั่วซึมรายวันมีค่าอยู่ระหว่าง 0.001 ถึง 0.0189 มม. และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0072 มม.ต่อวัน สำหรับปริมาณการสูญเสียเนื่องจากการรั่วซึมรายวันในช่วงเวลาที่ทำการศึกษานี้ มีค่าระหว่าง 0.00022 ถึง 0.00046 ล้าน ลบ.ม. โดยคิดเป็นปริมาณการสูญเสียจากการรั่วซึมรวมทั้งสิ้น 0.1 ล้าน ลบ.ม.

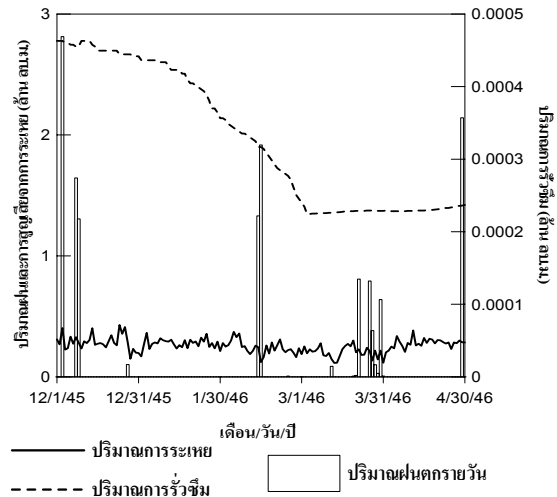
5.1.4 ปริมาณการไหลออกจากบึงบอระเพ็ด

ปริมาณการไหลออกจากรายวันของบึงบอระเพ็ดซึ่งเป็นตัวแปรที่ไม่ทราบค่าสามารถคำนวณได้จากสมการสมมูลน้ำ(สมการที่ 1) เนื่องจากทราบค่าตัวแปรอื่น ๆ ในสมการทั้งหมด ซึ่งผลการศึกษาแสดงดังรูปที่ 5 โดยพบว่า ปริมาณการไหลออกจากบึงบอระเพ็ดมีค่าระหว่าง 0 ถึง 2.86 ล้าน ลบ.ม. มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.53 ล้าน ลบ.ม. ต่อวัน และพบว่าปริมาณน้ำในบึงบอระเพ็ดจากวันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ. 2545 ถึงวันที่ 30 เมษายน พ.ศ. 2546 มีการไหลออกจากบึงรวมทั้งสิ้น 79 ล้าน ลบ.ม.

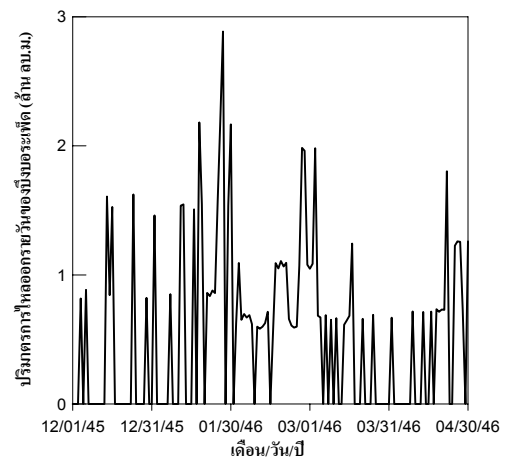
5.2 ผลการสำรวจแบบสอบถามประชาชนที่มีการใช้ประโยชน์โดยตรงจากบึงบอระเพ็ด

5.2.1 ข้อมูลด้านการเพาะปลูก

จากการสอบถามข้อมูลการเพาะปลูกของเกษตรกรพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ทำนา โดยเป็นนาหว่านน้ำตมทั้งหมด พันธุ์ข้าวโดยส่วนใหญ่เป็น ข้าวพันธุ์สุพรรณและ ข้าวพันธุ์ชัยนาท สำหรับกิจกรรมการเพาะปลูกประกอบด้วย การเตรียมแปลงใช้เวลาเฉลี่ย 7.85 วัน และการสูบน้ำเดิมเข้าแปลงนาเพื่อเลี้ยงต้นข้าวเฉลี่ย 2.7 วัน ต่อครั้ง และใช้เวลาในการสูบน้ำเฉลี่ย 21.4 ชั่วโมงต่อวัน โดยมีจำนวนการสูบน้ำเฉลี่ย ประมาณ 6 ครั้ง ใน 1 ฤดูกล และมียุทธเวลาการเพาะปลูกเฉลี่ย 112 วัน



รูปที่ 4 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝน การระเหย และการรั่วซึมในบึงบอระเพ็ดในช่วงเวลาที่ศึกษา



รูปที่ 5 กราฟแสดงปริมาณการไหลออกจากรายวันของบึงบอระเพ็ด ในช่วงเวลาที่ศึกษา

5.2.2 ข้อมูลการใช้น้ำเพื่อการเกษตรกรรม

ก. ปริมาณการสูบน้ำของเกษตรกร

จากผลการสำรวจกลุ่มเกษตรกรได้นำข้อมูลของขนาดพื้นที่เพาะปลูกโดยเฉลี่ย ข้อมูลการเก็บกักน้ำในแปลงนา ข้อมูลการสูบน้ำ และจำนวนครั้งในการสูบน้ำตลอดฤดูกลเพาะปลูกมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำที่ถูกใช้ไปตลอดฤดูกลเพาะปลูก พบว่าปริมาณน้ำที่ใช้ในการทำนามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,620 ลบ.ม.ต่อไร่ เมื่อนำมาคูณกับพื้นที่การทำนาปริงทั้งหมด

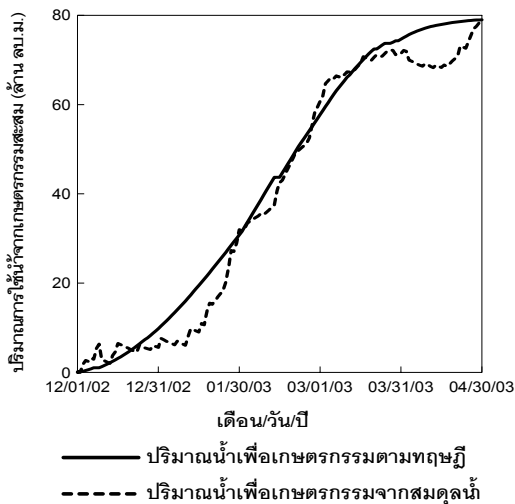
รอบบึงบอระเพ็ดประมาณ 55,000 ไร่ ดังนั้นปริมาณน้ำจากบึงบอระเพ็ดที่ถูกนำมาใช้เพื่อการเกษตรกรรมจึงมีค่าประมาณ 89 ล้าน ลบ.ม.

ข. พฤติกรรมการเก็บกักน้ำในแปลงนา

จากการสำรวจพฤติกรรมการเก็บกักน้ำในแปลงนาของกลุ่มตัวอย่างพบว่า มีระดับน้ำเก็บกักปกติ (ST_0) ระดับเก็บกักสูงสุด (ST_{MAX}) และระดับเก็บกักต่ำสุด (ST_{MIN}) เฉลี่ยเท่ากับ 23.5 ซม. 57 ซม. และ 7.6 ซม. ตามลำดับ จากข้อมูลดังกล่าวสามารถนำมาใช้ในการคำนวณฝนใช้การตามทฤษฎี

5.3 ผลการประเมินประสิทธิภาพการชลประทานของพื้นที่นาปรัง โดยการใช้ทฤษฎีความต้องการน้ำของพืช

การใช้ทฤษฎีความต้องการน้ำของพืชตามสมการที่ (2) ถึง (6) โดยใช้ค่าระดับเก็บกักน้ำในแปลงนาและ กิจกรรมการเพาะปลูกซึ่งได้จากแบบสอบถาม รวมทั้งข้อมูลฝนรายวัน เพื่อนำมาประเมินประสิทธิภาพการชลประทาน และคิดการสูญเสียเนื่องจากการรั่วซึมในแปลงนาเท่ากับ 1 มม.ต่อวัน ทั้งนี้เพื่อให้ผลรวมของปริมาณน้ำที่ต้องส่งให้แก่พื้นที่เกษตรกรรมตลอดช่วงเวลาการศึกษา มีค่าเท่ากับผลรวมของปริมาณน้ำที่ไหลออกจากบึงบอระเพ็ดที่ได้จากการศึกษาสมมูลน้ำ (79 ล้าน ลบ.ม.) จากผลการศึกษาพบว่า ประสิทธิภาพการชลประทานมีค่าเท่ากับ 64 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 6 กราฟสะสมของปริมาณน้ำที่ส่งรายวันที่คำนวณได้จากทฤษฎีความต้องการน้ำของพืช เปรียบเทียบกับกราฟสะสมของปริมาณการไหลออกรายวันที่ได้จากการศึกษาสมมูลน้ำ

รูปที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างกราฟสะสมของปริมาณน้ำที่ส่งรายวันที่คำนวณได้จากทฤษฎีกับกราฟสะสมของปริมาณการไหลออกรายวันที่ได้จากสมมูลน้ำ ซึ่งเห็นได้ว่ากราฟทั้งสองมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน ทำให้เกิดความเชื่อมั่นต่อผลการศึกษาว่าอยู่ในเกณฑ์ที่เชื่อถือได้

6. สรุปผลการศึกษา

การศึกษาสมมูลน้ำในฤดูแล้งของบึงบอระเพ็ดมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำในบึงบอระเพ็ดในช่วงฤดูแล้ง ซึ่งมีการใช้น้ำโดยเฉพาะอย่างยิ่งเพื่อการทำนาปรังของพื้นที่โดยรอบบึงบอระเพ็ดในปริมาณมาก ขณะที่ไม่มีปริมาณน้ำไหลเข้าสู่บึงบอระเพ็ด ยกเว้นปริมาณฝนซึ่งมีน้อยมาก การศึกษาเริ่มจากการเก็บรวบรวมและสำรวจข้อมูลภาคสนามของปริมาณฝน ปริมาณการรั่วซึม ปริมาณการระเหย แบบรายวัน รวมทั้ง กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระดับ พื้นที่ผิว และปริมาณเก็บกักของบึงบอระเพ็ด จากนั้นใช้หลักของสมมูลน้ำประเมินปริมาณการไหลออกรายวันจากบึงบอระเพ็ด พบว่าผลรวมของปริมาณน้ำที่ไหลออกจากบึงบอระเพ็ดเท่ากับ 79 ล้าน ลบ.ม. จากนั้นนำมาเปรียบเทียบกับผลการศึกษาปริมาณความต้องการน้ำทางทฤษฎีซึ่งใช้ข้อมูลจากแบบสอบถาม เพื่อประเมินประสิทธิภาพการใช้น้ำเพื่อการชลประทานของพื้นที่นาปรังที่มีการใช้น้ำโดยตรงจากบึงบอระเพ็ด ซึ่งมีประมาณ 55,000 ไร่ ผลการศึกษาพบว่า ประสิทธิภาพการชลประทานมีค่าประมาณ 64 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการศึกษาทั้งหมดสามารถนำไปใช้ประกอบการประเมินปริมาณการใช้น้ำจากบึงบอระเพ็ดเพื่อพื้นที่ชลประทานที่จะเพิ่มขึ้นในอนาคต ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำตลอดจนระบบนิเวศของบึงบอระเพ็ด ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำการศึกษาในทุกด้านที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าพัฒนาจะไม่ส่งผลกระทบต่อภารกิจดำรงอยู่อย่างยั่งยืนของบึงบอระเพ็ด

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมชลประทาน, การศึกษาโครงการพัฒนาบึงบอระเพ็ดจังหวัดนครสวรรค์, รายงานฉบับกลาง, 2545.
- [2] กรมชลประทาน, การศึกษาโครงการพัฒนาบึงบอระเพ็ดจังหวัดนครสวรรค์, รายงานความก้าวหน้าฉบับที่ 2 , 2545.
- [3] ฉลอง เกิดพิทักษ์, การจัดการน้ำในลุ่มน้ำของประเทศไทย, 2538"
- [4] วีระพล เต็มสมบัติ, หลักอุทกวิทยา, 2538.
- [5] สำนักงานเกษตรจังหวัดนครสวรรค์, ข้อมูลศูนย์ถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตรประจำจังหวัดนครสวรรค์, 2543.
- [6] สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, รายงานการจัดทำแผนการจัดการสิ่งแวดล้อมธรรมชาติบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์, 2537.
- [7] Asian Institute of Technology, Water Management Plan in Chao Phraya River Basin, Main Report, 1983.
- [8] Warren Viessman, Jr. and Claire Welty, Water Management, 1985.