

ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำใต้ดินกับอุทกวิทยาและการใช้น้ำในพื้นที่จังหวัดสุโขทัย

Relationship between groundwater, hydrology and water use in Sukhothai

ทวนทัน กิจไพศาลสกุล¹ และอาทิตย์ หล้าพิมพ์สิงห์^{1*}

บทคัดย่อ

ในเวลาที่ผ่านมามาจนถึงปัจจุบันในหลายพื้นที่ที่มีความจำเป็นในการใช้น้ำใต้ดินร่วมกับน้ำผิวดินอันเนื่องจากปริมาณจำกัดของน้ำผิวดินโดยเฉพาะในฤดูแล้งหากมีการใช้น้ำใต้ดินมากเกินไปกว่าศักยภาพการให้น้ำของน้ำใต้ดินจะส่งผลทำให้ระดับน้ำใต้ดินลดลงอย่างต่อเนื่อง และทำให้เพิ่มค่าใช้จ่ายในการสูบน้ำใต้ดินขึ้นมาใช้ ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาสภาพของน้ำใต้ดินในพื้นที่จังหวัดสุโขทัยที่อยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำยม ซึ่งมักประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำผิวดินในช่วงฤดูแล้ง โดยมีการศึกษาโดยใช้วิธีทางสถิติวิเคราะห์ข้อมูลระดับน้ำใต้ดินเพื่อหาแนวโน้มของระดับน้ำใต้ดินรวมทั้งความสัมพันธ์ระหว่างน้ำใต้ดินกับปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ระดับน้ำท่าในแม่น้ำยมกับอัตราการใช้น้ำใต้ดินในพื้นที่จากผลการศึกษาพบว่าระดับน้ำใต้ดินมีแนวโน้มลดลงเฉลี่ย 0.69 เมตรต่อปี นอกจากนี้ พบว่าระดับน้ำใต้ดินมีความสัมพันธ์สอดคล้องกับระดับน้ำแม่น้ำยมแสดงถึงการที่แม่น้ำยมเป็นแหล่งเติมน้ำสำคัญของน้ำใต้ดิน และพบว่าระดับน้ำใต้ดินมีความสัมพันธ์กับอัตราการใช้น้ำใต้ดินในพื้นที่แสดงถึงการใช้น้ำใต้ดินมากเกินไปจะทำให้ระดับน้ำใต้ดินลดลงอย่างต่อเนื่อง

คำสำคัญ: น้ำใต้ดิน, ระดับน้ำท่าในแม่น้ำยม, การใช้น้ำใต้ดิน

Abstract

From the past up to the present, in several areas, it is necessary to utilize groundwater in conjunctive use with surface water due to limitation of surface water in dry seasons. If groundwater is used excessively more than groundwater safe yield, it will cause groundwater to decline continuously and increase the cost of groundwater pumping. Therefore, this study is carried out to investigate the status of groundwater in Sukhothai province located in Yom river basin, often encountering water shortage in dry seasons. The study is done using the statistical analysis to the groundwater data to determine the trend of groundwater and the relationships between groundwater and related factors such as Yom river water level and water uses in the area. It is found that the trend of groundwater declines on the average of 0.69 m./year. In addition, the groundwater level is found to be closely related to Yom river water level, showing the role of recharging groundwater. Also, the groundwater level is related to groundwater uses, warning the excessive groundwater uses causing the groundwater to become the overdraft in the near future.

Keywords: groundwater, Yom river water level, groundwater uses

บทนำ

น้ำใต้ดินเป็นแหล่งน้ำธรรมชาติอีกแหล่งหนึ่งนอกเหนือจากแหล่งน้ำผิวดินหรือน้ำฝนน้ำท่า โดยทั่วไปการใช้น้ำจะใช้ น้ำผิวดินเป็นแหล่งน้ำหลักและมีน้ำใต้ดินเป็นแหล่งน้ำเสริมสุโขทัยเป็นจังหวัดที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง โดยมีแม่น้ำยม ไหลผ่าน มีการใช้น้ำทั้งจากน้ำผิวดินและน้ำใต้ดินน้ำผิวดินขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำท่าในแม่น้ำยม ซึ่งไม่มีแหล่งเก็บกักน้ำขนาดใหญ่

¹ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

*Corresponding author, Email: athit40413@yahoo.com

ในพื้นที่ต้นน้ำทำให้ปริมาณน้ำท่าหรือแหล่งน้ำผิวดินมีค่อนข้างจำกัดในฤดูแล้ง ดังนั้นจึงมีการสูบน้ำใต้ดินขึ้นมาใช้เป็นจำนวนมาก ซึ่งอาจจะมากกว่าศักยภาพของน้ำใต้ดินที่มีให้ส่งผลทำให้ระดับน้ำใต้ดินลดลงอย่างต่อเนื่องเป็นเวลาหลายปี จากการศึกษาของกรมทรัพยากรน้ำใต้ดิน พบว่าในพื้นที่ภาคเหนือตอนล่างซึ่งครอบคลุมจังหวัดสุโขทัยพิษณุโลกและพิจิตร ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาระดับน้ำใต้ดินมีค่าลดลงอย่างต่อเนื่องในอัตราเฉลี่ย 0.10 - 0.25 เมตรต่อปี ทำให้เกิดพื้นที่วิกฤติที่มีระดับน้ำใต้ดินลึกมากกว่า 8 เมตรจากผิวดิน [1]

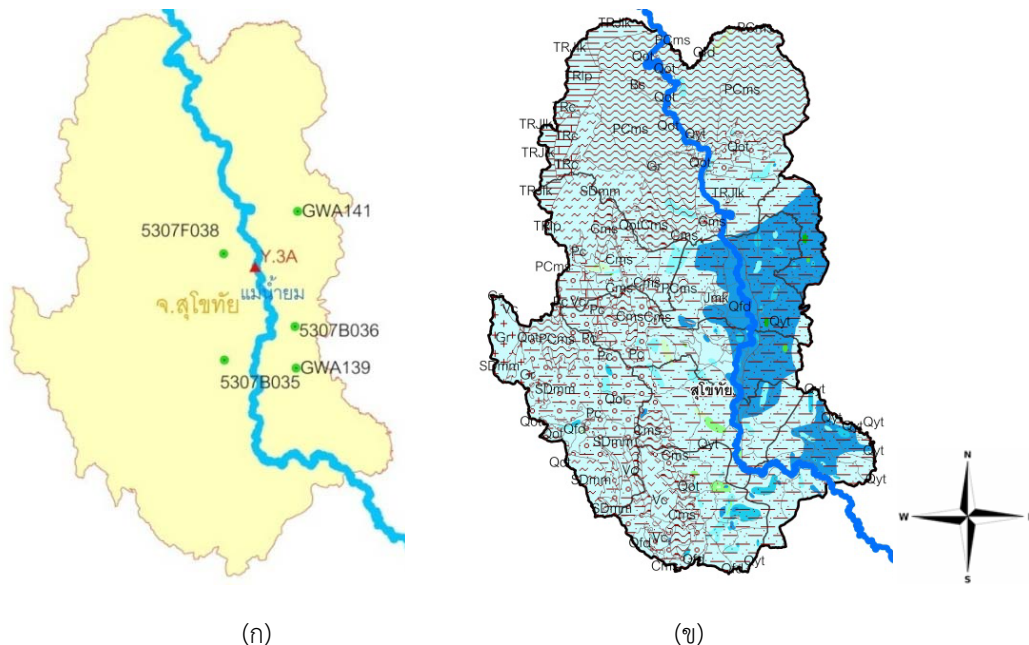
ดังนั้นการศึกษานี้จึงมุ่งเน้นศึกษาข้อมูลของน้ำใต้ดินที่เกิดขึ้นจริงในพื้นที่โดยศึกษาถึงสภาพและแนวโน้มของน้ำใต้ดินและความสัมพันธ์ระหว่างน้ำใต้ดินกับปัจจัยที่เกี่ยวข้อง เช่น ระดับน้ำท่าในแม่น้ำยมกับอัตราการใช้น้ำในพื้นที่เพื่อให้ทราบว่ามีความสัมพันธ์กับระดับน้ำใต้ดินมากน้อยเพียงใด นอกจากนี้ยังสามารถใช้เป็นแนวทางในการหามาตรการที่เหมาะสมในการบรรเทาและแก้ไขปัญหาการลดลงของน้ำใต้ดินในอนาคต

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ในการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้คือ วิเคราะห์สถิติและแนวโน้มของระดับน้ำใต้ดินในพื้นที่หาความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำใต้ดินกับระดับน้ำท่าในแม่น้ำยม และหาความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำใต้ดินกับอัตราการใช้น้ำโดยใช้ข้อมูลระดับน้ำใต้ดินจากบ่อสังเกตการณ์ของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล

พื้นที่ศึกษา

สุโขทัยเป็นจังหวัดที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ภาคเหนือตอนล่างรูปภาพที่ 1 (ก) แสดงแผนที่ขอบเขตของจังหวัดสุโขทัย แม่น้ำยม และตำแหน่งที่ตั้งของบ่อสังเกตการณ์ของระดับน้ำใต้ดิน รูปภาพที่ 1 (ข) แสดงแผนที่อุทกธรณีวิทยาครอบคลุมพื้นที่จังหวัดสุโขทัย ซึ่งตั้งอยู่ในแอ่งน้ำใต้ดินเจ้าพระยาตอนบน มีชั้นให้น้ำ (aquifer) 2 ชั้น โดยชั้นบนและชั้นล่างมีความลึกวัดจากผิวดินลงไปอยู่ในช่วงความลึกประมาณ 0 - 80 เมตร และ 80 - 200 เมตร ตามลำดับ



รูปภาพที่ 1 (ก) แผนที่แสดงขอบเขตของจังหวัดสุโขทัย ตำแหน่งที่ตั้งของบ่อสังเกตการณ์ และ (ข) แผนที่อุทกธรณีวิทยา

ทฤษฎีและวิธีการที่ใช้ในการศึกษา

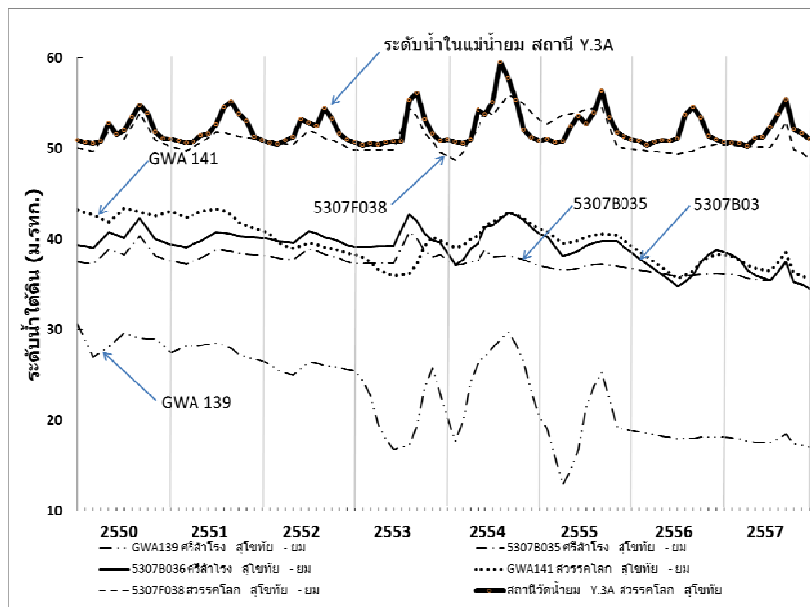
1. วิธีวิเคราะห์สถิติ (statistical analysis) ซึ่งวิเคราะห์ข้อมูลระดับน้ำใต้ดินในพื้นที่ศึกษาเพื่อหาความลึกน้ำใต้ดินเฉลี่ย ระดับน้ำใต้ดินลดเฉลี่ยทุกบ่อทุกปี (GW drawdown) ระดับน้ำใต้ดินฟื้นตัวเฉลี่ยทุกบ่อทุกปี (GW recovery) และแนวโน้มระดับน้ำใต้ดินลดลง

2. วิธีวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบถดถอย (regression analysis) ใช้หาความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำใต้ดินกับระดับน้ำแม่น้ำยม และใช้หาความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำใต้ดินกับอัตราการใช้น้ำ โดยมีการคำนวณอัตราการใช้น้ำใน 3 ด้าน ได้แก่ เกษตรกรรม อุตสาหกรรม และอุปโภคบริโภค

มีการจัดเตรียมข้อมูลต่าง ๆ ให้อยู่ในรูปของข้อมูลรายเดือน ได้แก่ ข้อมูลระดับน้ำใต้ดิน [2] ข้อมูลฝน [3] ข้อมูลระดับน้ำแม่น้ำยม [4] ข้อมูลพื้นที่การเกษตร [5, 6, 7] ข้อมูลอุตสาหกรรม [8, 9] และข้อมูลอุปโภคบริโภคจากข้อมูลจำนวนประชากร [10, 11]

ผลการวิจัย

1. สถิติและแนวโน้มของระดับน้ำใต้ดินในพื้นที่



รูปภาพที่ 2 ข้อมูลของระดับน้ำใต้ดินของบ่อสังเกตการณ์ในพื้นที่เทียบกับระดับน้ำของแม่น้ำยม

จากรูปภาพที่ 2 พบว่าระดับน้ำใต้ดินมีการเปลี่ยนแปลง ในช่วงเวลาต่าง ๆ ในรอบปี โดยมีค่าเพิ่มขึ้นในช่วงฤดูฝน อันเนื่องมาจากการเติมน้ำและลดลงในช่วงฤดูแล้งอันเนื่องมาจากการสูบน้ำใต้ดินขึ้นมาใช้ และพบว่าระดับน้ำใต้ดินมีการเปลี่ยนแปลงสอดคล้องกับระดับน้ำของแม่น้ำยม

จากตารางที่ 1 พบว่าระดับน้ำใต้ดินของบ่อสังเกตการณ์ 5 บ่อในพื้นที่ มีแนวโน้มลดลงเหมือนกัน โดยมีค่าเฉลี่ย 0.69 เมตร/ปี และช่วงพิสัย 0.12 - 1.57 เมตร/ปี

ตารางที่ 1 ค่าสถิติและแนวโน้มลดลงของระดับน้ำใต้ดินของบ่อสังเกตการณ์ในจังหวัดสุโขทัย

บ่อ	ระดับน้ำใต้ดิน (ม.รทก.)								ระดับน้ำใต้ดิน ลดลง ปี 2550- 2557 (เมตร)	แนวโน้ม ลดลง เฉลี่ย ปี 2550- 2557 (เมตร/ปี)
	ปี พ.ศ. 2550	ปี พ.ศ. 2551	ปี พ.ศ. 2552	ปี พ.ศ. 2553	ปี พ.ศ. 2554	ปี พ.ศ. 2555	ปี พ.ศ. 2556	ปี พ.ศ. 2557		
GWA139	28.76	27.84	25.87	21.08	25.00	19.22	18.29	17.73	-11.03	-1.57
5307B035	38.39	38.11	38.14	38.24	37.78	36.94	36.23	35.73	-2.66	-0.38
5307B036	40.28	39.99	40.02	40.08	40.50	39.37	36.89	36.42	-3.86	-0.55
GWA141	42.77	42.56	39.40	37.61	41.13	40.26	37.38	37.06	-5.71	-0.81
5307F038	51.26	50.88	50.92	50.93	52.81	53.02	49.81	50.36	-0.90	-0.12
ค่าเฉลี่ย	40.29	39.88	38.87	37.59	39.44	37.76	35.72	35.46	-4.83	-0.69

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยของความลึกน้ำใต้ดินระดับน้ำใต้ดินลด ระดับน้ำใต้ดินพื้นผิวและแนวโน้มของระดับน้ำใต้ดินในจังหวัดสุโขทัย

ลำดับ	รายการ	(เมตร)
1	ความลึกน้ำใต้ดินเฉลี่ย = ระดับพื้นดิน - ระดับน้ำใต้ดิน	18.27
2	ระดับน้ำใต้ดินลดเฉลี่ยทุกบ่อทุกปี (GW drawdown)	2.95
3	ระดับน้ำใต้ดินพื้นผิวเฉลี่ยทุกบ่อทุกปี (GW recovery)	2.14
4	แนวโน้มระดับน้ำใต้ดินลดลง (ต่อปี)	-0.69

จากตารางที่ 2 สามารถวิเคราะห์ได้ดังต่อไปนี้

ความลึกน้ำใต้ดิน (GW depth) วัดจากระดับพื้นดินลงมาจนถึงระดับน้ำใต้ดิน พบว่ามีความลึกเพิ่มขึ้นจาก 16.11 เมตร ในปี พ.ศ. 2550 มาเป็น 20.94 เมตร ในปี พ.ศ. 2557 ซึ่งสอดคล้องกับแนวโน้มลดลงของระดับน้ำใต้ดิน

ระดับน้ำใต้ดินลด (GW drawdown) คือระดับน้ำที่ลดลง ในช่วงต้นฤดูถึงท้ายฤดูแล้งในแต่ละปี พบว่ามีค่าระดับน้ำลดอยู่ในช่วงพิสัย 1.43 เมตร ถึง 4.74 เมตรและมีค่าเฉลี่ย 2.95 เมตร อันอาจเกิดจากการสูบน้ำใต้ดินขึ้นมาใช้ผ่านบ่อบาดาล

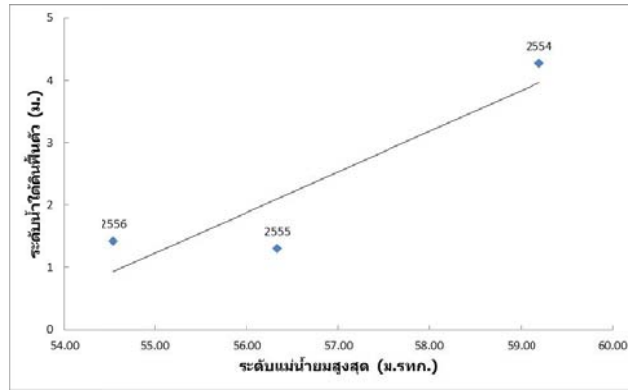
ระดับน้ำใต้ดินพื้นผิว (GW recovery) คือระดับน้ำที่พื้นผิวเพิ่มขึ้นในช่วงต้นฤดูถึงท้ายฤดูฝน ในแต่ละปี พบว่ามีค่าระดับน้ำลดอยู่ในช่วงพิสัย 0.54 เมตรถึง 4.31 เมตรและมีค่าเฉลี่ย 2.14 เมตรอันเกิดจากการเติมน้ำของน้ำฝนและน้ำท่า

ระดับน้ำใต้ดิน (GW trend) มีแนวโน้มลดลงในอัตราเฉลี่ย 0.69 เมตรต่อปี โดยมีระดับน้ำใต้ดินอยู่ที่ 40.29 ม.รทก. ในปี พ.ศ. 2550 ลดลงมาอยู่ที่ 35.46 ม.รทก. ในปี พ.ศ. 2557

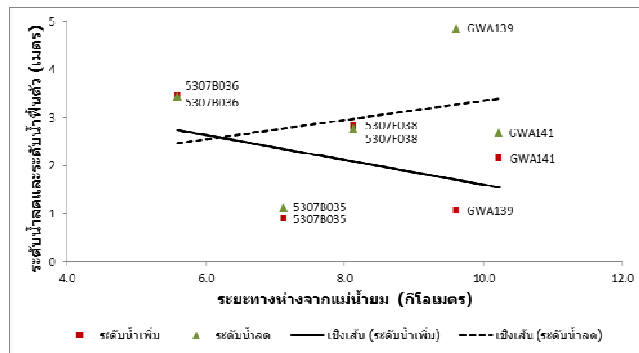
2. ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำใต้ดินกับระดับน้ำแม่น้ำยม

รูปภาพที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำใต้ดินพื้นผิว (GW recovery) กับระดับน้ำแม่น้ำยม พบว่าระดับน้ำใต้ดินพื้นผิวมีความสัมพันธ์สอดคล้องกับระดับน้ำแม่น้ำยมสูงสุดในรอบปี โดยระดับน้ำใต้ดินพื้นผิวมีค่าต่ำเมื่อระดับน้ำแม่น้ำยมต่ำ เช่นปี พ.ศ. 2556 และระดับน้ำใต้ดินพื้นผิวมีค่าสูงขึ้นเมื่อระดับน้ำแม่น้ำยมมีค่าสูง เช่นปี พ.ศ. 2554 แสดงว่าแม่น้ำยมเป็นปัจจัยที่ช่วยในการเติมน้ำลงสู่ระดับน้ำใต้ดิน

จากรูปภาพที่ 4 พบว่าระดับน้ำลดมีความสัมพันธ์สอดคล้องกับระยะทางห่างจากแม่น้ำยม ระดับน้ำลดมีค่าน้อยในบริเวณที่อยู่ใกล้กับแม่น้ำยม และมีค่าเพิ่มมากขึ้นเมื่ออยู่ห่างจากแม่น้ำยมเพิ่มขึ้น ในทางกลับกัน พบว่าระดับน้ำพื้นผิว มีความสัมพันธ์ผกผันกับระยะทางห่างจากแม่น้ำยม ระดับน้ำพื้นผิวมีค่ามากในบริเวณที่อยู่ใกล้กับแม่น้ำยม และมีค่าลดลงเมื่ออยู่ห่างจากแม่น้ำยมเพิ่มขึ้น แสดงว่าระยะทางห่างจากแม่น้ำยมมีผลต่อระดับน้ำลดและระดับน้ำพื้นผิว



รูปภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำใต้ดินพื้นผิวกับระดับน้ำแม่บ่อน้ำดื่ม

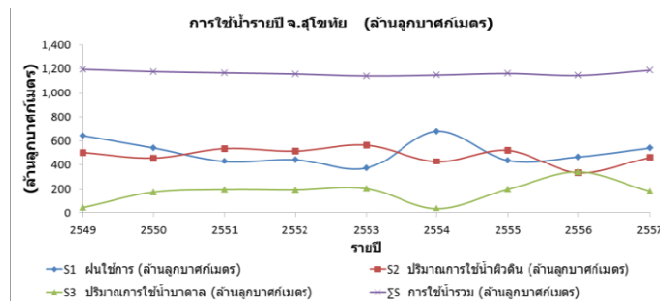


รูปภาพที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำลดและระดับน้ำพื้นผิวของระดับน้ำใต้ดิน เทียบกับระยะห่างจากแม่บ่อน้ำดื่ม

3. ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำใต้ดินกับอัตราการใช้น้ำ

ความต้องการใช้น้ำ

พบว่าในจังหวัดสุโขทัยมีความต้องการใช้น้ำรวม 1,163 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี แบ่งออกเป็นด้านเกษตรกรรม 1,067 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี (91.7%) อุปโภคบริโภค 85 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี (7.3%) และอุตสาหกรรม 11 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี (1%) ในพื้นที่จังหวัดสุโขทัย

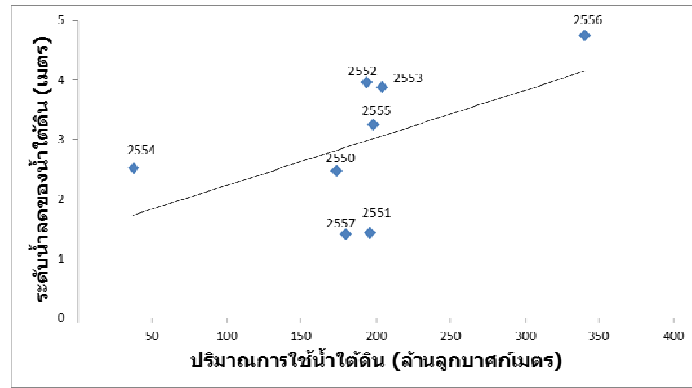


รูปภาพที่ 5 การใช้น้ำรายปี (ล้านลูกบาศก์เมตร) จ.สุโขทัย

แหล่งน้ำใช้

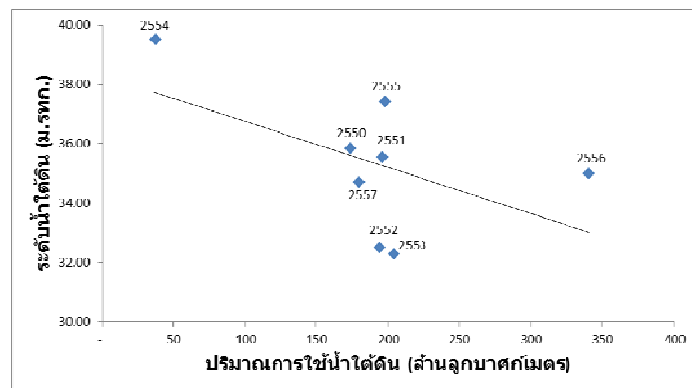
รูปภาพที่ 5 แสดงถึงสัดส่วนการใช้น้ำจากแหล่งน้ำต่าง ๆ มีค่ารวม 1,163 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปีพบว่า สัดส่วนการใช้น้ำจากฝนใช้การ 507 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี (43.6%) แหล่งน้ำผิวดิน 482 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี (41.4%) และแหล่งน้ำใต้ดิน 174 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี (15%)

ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำลดของน้ำใต้ดิน (GW Drawdown) กับปริมาณการใช้น้ำใต้ดิน



รูปภาพที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำลดของน้ำใต้ดินกับปริมาณการใช้น้ำใต้ดินเฉลี่ยรายปี

รูปภาพที่ 6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำลดของน้ำใต้ดินกับปริมาณการใช้น้ำใต้ดินพบว่าระดับน้ำลดของน้ำใต้ดินมีความสัมพันธ์กับอัตราการใช้น้ำใต้ดิน น้ำใต้ดินจะมีค่าระดับน้ำลดมากเมื่อมีการใช้น้ำใต้ดินมาก แสดงว่าอัตราการใช้น้ำใต้ดินมีผลต่อระดับน้ำลดของน้ำใต้ดินในพื้นที่



รูปภาพที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำใต้ดินกับปริมาณการใช้น้ำใต้ดินเฉลี่ยรายปี

รูปภาพที่ 7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำใต้ดินกับปริมาณการใช้น้ำใต้ดิน พบว่าระดับน้ำใต้ดินมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับอัตราการใช้น้ำใต้ดิน เมื่อมีอัตราการใช้น้ำใต้ดินมากจะทำให้ระดับน้ำใต้ดินมีค่าต่ำ

บทสรุป

1. ระดับน้ำใต้ดินในมีแนวโน้มลดลง ส่งผลทำให้ความลึกของระดับน้ำใต้ดินในขอมมีค่ามากขึ้น ทำให้ค่าใช้จ่ายของเครื่องสูบน้ำเพิ่มขึ้น

2. ระดับน้ำใต้ดินมีความสัมพันธ์สอดคล้องกับระดับน้ำท่าในแม่น้ำยมพบว่าแม่น้ำยมมีระดับน้ำท่าเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันค่อนข้างมากระหว่างฤดูฝนกับฤดูแล้งอันเนื่องจากขาดแหล่งน้ำขนาดใหญ่ในพื้นที่ต้นน้ำจึงควรมีแหล่งน้ำขนาดใหญ่ในพื้นที่ต้นน้ำ เพื่อช่วยการบริหารควบคุมปริมาณน้ำท่าในแม่น้ำยมให้มีปริมาณมากเพียงพออย่างสม่ำเสมอต่อเนื่อง
3. ความต้องการใช้น้ำรวม 1,163 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปีโดยใช้น้ำด้านเกษตรกรรมมากที่สุด 1,067 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี (91.7%) โดยใช้น้ำจากแหล่งต่างๆแบ่งเป็นฝนใช้การ 507 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี (43.6%) รองลงมาคือใช้น้ำจากแหล่งน้ำผิวดิน 482 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี (41.4%) และน้อยสุดคือแหล่งน้ำใต้ดิน 174 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี (15%)
4. ระดับน้ำใต้ดินมีความสัมพันธ์กับอัตราการใช้น้ำใต้ดินเมื่อมีอัตราการใช้น้ำใต้ดินมากจะทำให้ระดับน้ำใต้ดินลดลงหากอัตราการใช้น้ำใต้ดินมีค่ามากกว่าศักยภาพให้น้ำของแหล่งน้ำใต้ดินจะทำให้ระดับน้ำใต้ดินลดลงอย่างต่อเนื่อง

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อมูลระดับน้ำใต้ดินมีอย่างจำกัด ควรมีข้อเสนอแนะการสำรวจและควรมีการตรวจวัดข้อมูลระดับน้ำใต้ดินอย่างต่อเนื่อง
2. แม่น้ำยมมีบทบาทสำคัญต่อการเติมน้ำลงสู่ระดับน้ำใต้ดินในพื้นที่จังหวัดสุโขทัยควรมีแหล่งน้ำขนาดใหญ่เพื่อช่วยในการบริหารควบคุมปริมาณน้ำท่าในแม่น้ำยมให้มีความสม่ำเสมออย่างต่อเนื่อง
3. ควรมีการศึกษาถึงศักยภาพการให้น้ำของแหล่งน้ำใต้ดิน ว่าสามารถจะให้น้ำใช้ในอัตราเท่าใดที่จะเหมาะสมและยั่งยืน รวมทั้งควรมีการควบคุมอัตราการใช้น้ำใต้ดินไม่ให้เกินศักยภาพการให้น้ำของแหล่งน้ำใต้ดิน
4. ควรมีการศึกษามาตรการในการเติมน้ำลงสู่ระดับน้ำใต้ดิน ในปี พ.ศ.2554 กรมทรัพยากรน้ำบาดาลได้ทำการศึกษการเติมน้ำผ่านสระเติมน้ำ เพื่อแก้ไขปัญหาการลดลงของระดับน้ำใต้ดิน ปัญหาของการขาดแคลนน้ำ และปัญหาน้ำท่วม [1]

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ และบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้การสนับสนุนการทำวิจัย รวมทั้งหน่วยงานภาครัฐ ได้แก่ กรมทรัพยากรน้ำบาดาล กรมชลประทาน กรมส่งเสริมการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กรมอุตุนิยมวิทยา กรมพัฒนาที่ดินกรมการปกครอง กรมโรงงานอุตสาหกรรม สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร การประสานส่วนภูมิภาคและกรมทรัพยากรน้ำ ที่สนับสนุนข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

เอกสารอ้างอิง

- [1] Department of Groundwater Resources. (2011). Pilot Study and Experiment on Managed Aquifer Recharge Using Ponding System in the Lower North Region River Basin, Phitsanulok, Sukhothai, and Pichit Provinces. Department of Groundwater Resources, Ministry of Natural Resources & Environment.
- [2] กรมทรัพยากรน้ำบาดาล. (2557). ข้อมูลบ่อบาดาลจังหวัดสุโขทัยและสถิติจำนวนบ่อน้ำบาดาลและปริมาณการใช้น้ำบาดาล. กรุงเทพฯ: สำนักควบคุมกิจการน้ำบาดาลกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- [3] กรมอุตุนิยมวิทยา. (2557). ชุดข้อมูลปริมาณฝนรวมรายเดือนจังหวัดสุโขทัย. กรุงเทพฯ: ฝ่ายบริการข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ศูนย์ภูมิอากาศ สำนักพัฒนาอุตุนิยมวิทยา.
- [4] กรมชลประทาน. (2557). ข้อมูลระดับน้ำแม่น้ำยมศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคเหนือตอนล่าง. ค้นเมื่อวันที่ 18 พฤศจิกายน 2557 จาก <http://hydro-2.com>.
- [5] กรมส่งเสริมการเกษตร. (2557). ข้อมูลรายงานผลพื้นที่ทำการเกษตร. กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- [6] ศูนย์สารสนเทศการเกษตร. (2557). ข้อมูลเอกภาพภาคเหนือ. กรุงเทพฯ: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- [7] สำนักงานเกษตรจังหวัดสุโขทัย. (2557). สถิติการปลูกพืช. ค้นเมื่อวันที่ 16 กรกฎาคม 2558 จาก <http://www.sukhothai.doae.go.th/index1.html>

- [8] กรมพัฒนาที่ดิน. (2557). ระบบตรวจสอบการใช้ประโยชน์ที่ดิน. ค้นเมื่อวันที่ 25 สิงหาคม 2558 จาก <http://eis.ldd.go.th/lddeis/PLM.aspx>.
- [9] สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร. น้ำใช้เพื่อการอุตสาหกรรม. ค้นเมื่อวันที่ 18 กรกฎาคม 2558 จาก <http://www.haii.or.th/wiki/index.php>
- [10] กรมการปกครอง. (2557). ระบบสถิติทางการทะเบียนสถิติประชากรและบ้าน-จำนวนประชากรแยกอายุ. ค้นเมื่อวันที่ 3 ตุลาคม 2558 จาก http://stat.dopa.go.th/stat/statnew/upstat_age.php.
- [11] การประปาส่วนภูมิภาค. ข้อมูลการประปาส่วนภูมิภาคแยกตามจังหวัด. ค้นเมื่อวันที่ 17 กรกฎาคม 2558 จาก <http://www.pwa.co.th/province/provincereport.php>.