

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินกับสมดุลน้ำ
ในพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดด้วยแบบจำลอง Soil and Water Assessment Tool
A Study of Relationship between Land Use Change and Water Balance on
the Wetland of Bung Boraphet using Soil and Water Assessment Tool model

ปวิวิช สาระพิน¹ อูรา บุนผาชาติ¹ และ ณพล อนุตตรังกูร²

¹สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์
จังหวัดนครสวรรค์ 60000

²ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมบึงบอระเพ็ด โครงการจัดตั้งวิทยาเขตนครสวรรค์ มหาวิทยาลัยมหิดล
จังหวัดนครสวรรค์ 60000

*Email: pativit.sa@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินกับสมดุลน้ำในพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ โดยการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินใช้ข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT- 5 ระบบ TM ในปี พ.ศ. 2542, 2547 และ 2552 ร่วมกับแบบจำลองมาร์คอฟ สำหรับคาดการณ์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยแบ่งการใช้ประโยชน์ที่ดินออกเป็น 5 ประเภท คือ พื้นที่อยู่อาศัย พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ป่าไม้ แหล่งน้ำ และพื้นที่อื่นๆ สำหรับการวิเคราะห์สมดุลน้ำเพื่อศึกษาศักยภาพของปริมาณน้ำต้นทุนและความต้องการใช้น้ำเพื่อการเกษตรกรรม การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ปศุสัตว์ การอุปโภคบริโภค และการรักษาสุขภาพธรรมชาติลำน้ำของบึงบอระเพ็ด ทั้งในปัจจุบันและอนาคตด้วยแบบจำลอง SWAT และแบบจำลอง HEC 3 จากนั้นวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินกับสมดุลน้ำด้วยการวิเคราะห์สมการถดถอยพหุคูณแบบเป็นขั้นตอน (Stepwise Multiple Regression Analysis) ผลการวิจัยพบว่า

1. รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินใน พ.ศ. 2562 ของพื้นที่เกษตรกรรม ชุมชน และพื้นที่อื่นๆ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ส่วนป่าไม้ และแหล่งน้ำมีแนวโน้มลดลง

2. การศึกษาสมดุลน้ำใน พ.ศ. 2552 พบว่า มีปริมาณน้ำที่ขาดแคลนรวมโดยเฉลี่ยเท่ากับ 65.57 ลูกบาศก์เมตร และคาดการณ์ใน พ.ศ. 2562 พบว่า มีปริมาณน้ำที่ขาดแคลนโดยเฉลี่ยที่ 56.96 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี

3. ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินกับสมดุลน้ำ พบว่า สมดุลน้ำมีความสัมพันธ์มากที่สุดกับพื้นที่เกษตรกรรมอย่างมีนัยสำคัญ

คำสำคัญ : การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน สมดุลน้ำ บึงบอระเพ็ด การสำรวจข้อมูลระยะไกล

Abstract

In this study is aimed to analyze a relationship between land use change and water balance on the wetland of Bung Boraphet in Nakhon Sawan Province based on LANDSAT-5 TM system. The data were acquired in 1999, 2004 and 2009, respectively. Moreover, Markov model was forecasted the future land use change. In the study, land use was classified into five categories as following: Residential area, Agricultural field, Forest, Water bodies and Miscellaneous. Water balance was analyzed the demand and supply of water through an activity of agriculture, aqua cultural area, livestock, consumer goods and environmental flow. Specifically the current and future situations of Bung Boraphet were tested by Soil and Water Assessment Tool (SWAT) and HEC 3 model. Multiple regression analysis, particularly the stepwise method was the statistical analysis of the study. The results indicated that:

1. In 2019, land use seemingly increased in terms of agricultural, residential area and miscellaneous. In turn, both of forest and reservoirs were slightly decreased.
2. In 2009, the water shortage was approximately 65.57 mcm. Moreover, in 2019 the water shortage was forecasted about 56.96 mcm.
3. Relationship between Land Use Change and Water Balance showed that the highest water balance occurred in an agricultural field.

Keywords: Land Use Change, Water Balance, Bung Boraphet, Remote Sensing

บทนำ

การดำรงชีวิตของสังคมไทย ไม่ว่าจะเป็นในเมืองหรือในชนบทได้อาศัยพึ่งพาและมีความเป็นอยู่ผูกพันกับพื้นที่ชุ่มน้ำมานานหลายชั่วอายุคน ทั้งนี้เนื่องจากพื้นที่ชุ่มน้ำเป็นแหล่งรวมคุณค่าและผลประโยชน์มากมายหลายอย่าง ซึ่งแต่ละพื้นที่ชุ่มน้ำจะมีบทบาทหน้าที่ ผลผลิต และคุณสมบัติพิเศษที่แตกต่างกันไป (ตันสนีย์ ชูแวว, 2549) ประโยชน์และคุณค่าของพื้นที่ชุ่มน้ำมีทั้งที่สามารถประเมินออกมาเป็นตัวเลขได้และไม่ได้ ส่วนคุณค่าที่ไม่สามารถประเมินเป็นตัวเลขได้คาดว่าจะมีมากกว่าหลายเท่า ซึ่งมูลค่าเหล่านี้ได้แก่ คุณค่าทางวัฒนธรรม วิถีชีวิต การตั้งถิ่นฐาน การทำหน้าที่เป็นแหล่งกักเก็บน้ำฝนและน้ำทำป้องกันชะล้างพังทลายของหน้าดิน การดักจับสารพิษตะกอนและแร่ธาตุ เป็นแหล่งอพยพ วางไข่ สืบพันธุ์

และอนุบาลของนกและปลาหลายชนิด เป็นแหล่งสมุนไพรมะพร้าว แหล่งประกอบอาชีพ ตลอดจนการคมนาคมและการศึกษาวิจัยทางธรรมชาติ

พื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดเป็นบึงน้ำจืดขนาดใหญ่ที่สุดของประเทศมีน้ำขังตลอดปีและมีที่ลุ่มชื้นแฉะโดยรอบเป็นแหล่งรับและเก็บกักน้ำจากน้ำฝนตามธรรมชาติและน้ำป่าจากที่ราบสูงทางทิศตะวันออก เมื่อพิจารณาจากเกณฑ์ของอนุสัญญาว่าด้วยพื้นที่ชุ่มน้ำและข้อมูลจากการสำรวจเบื้องต้นของสำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม (2546) พบว่าบึงบอระเพ็ดมีคุณค่าและความสำคัญทางด้านระบบนิเวศ กล่าวคือเป็นแหล่งที่มีคุณค่าพิเศษในการดำรงความหลากหลายของพันธุ์พืชและพันธุ์สัตว์เป็นแหล่งอาหาร แหล่งเพาะพันธุ์วางไข่และเป็นแหล่งอนุบาลตัวอ่อนของประชากรปลาที่สำคัญเป็นแหล่งพักพิงของนก นานาชนิดรวมทั้งนกน้ำที่หายากและมีแนวโน้มใกล้จะสูญพันธุ์นอกจากนี้บึงบอระเพ็ดยังมีความสำคัญทางด้านเศรษฐกิจและสังคมของชุมชนจากรายงานของสำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม (2546) พบว่า พื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดกำลังประสบปัญหาระดับน้ำในบึงลดลงจากเดิมความลึกเฉลี่ยประมาณ 3 เมตรแต่ปัจจุบันลดลงเหลือ 1.5-2.5 เมตรนอกจากนี้ปัญหาที่สำคัญของบึงบอระเพ็ดคืออัตราการตกตะกอนและการตื้นเขินของบึงอยู่ในระดับสูงทำให้ประชาชนบุกรุกเข้าครอบครองพื้นที่เพื่อเข้าไปทำประโยชน์และอาศัยในพื้นที่บึงบอระเพ็ดเพิ่มมากขึ้นเกิดการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่โดยรอบและบึงถูกนำมาใช้ประโยชน์อย่างไม่เหมาะสมซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวส่งผลต่อสมดุลน้ำของพื้นที่ชุ่มน้ำและส่งผลต่อเนื่องต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศของบึงบอระเพ็ดได้ และเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อลักษณะอุทกวิทยาในพื้นที่ชุ่มน้ำโดยลักษณะอุทกวิทยานั้นมีความสำคัญต่อโครงสร้างและหน้าที่ของพื้นที่ชุ่มน้ำซึ่งการเปลี่ยนแปลงระบบอุทกวิทยานั้นจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะของดินและพืชพรรณในพื้นที่ชุ่มน้ำได้ (Mitsch & Gosselink, 2000)

จากปัญหาและผลกระทบที่เกิดขึ้นกับพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดจะเห็นได้ว่าสาเหตุหนึ่งมาจากการขาดการจัดการพื้นที่ชุ่มน้ำ ไม่ว่าจะเป็นการจัดการทรัพยากรน้ำ การใช้ประโยชน์ที่ดินและทรัพยากรอื่นๆ ทั้งภาครัฐและเอกชน ตลอดจนประชาชนทั่วไปยังขาดความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องและเพียงพอในคุณลักษณะทางธรรมชาติของระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำรวมทั้งขาดความตระหนักในบทบาทหน้าที่คุณค่าและคุณประโยชน์ที่แท้จริงของพื้นที่ชุ่มน้ำ

ดังนั้นในการวางแผนพัฒนาพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดจึงควรศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินทั้งในและโดยรอบพื้นที่ชุ่มน้ำกับสมดุลน้ำในพื้นที่ชุ่มน้ำซึ่งจะทำให้ทราบถึงความสัมพันธ์ในการใช้ประโยชน์พื้นที่ชุ่มน้ำกับผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นอย่างแท้จริงและทราบถึงทิศทางความสัมพันธ์ รวมทั้งคาดการณ์แนวโน้มที่จะเกิดในอนาคตเพื่อเป็นข้อมูลและแนวทางในการ

ป้องกันแก้ไขผลกระทบและวางแผนการจัดการในการใช้ทรัพยากรในพื้นที่ชุ่มน้ำเพื่อให้เรามีทรัพยากรธรรมชาติในพื้นที่ชุ่มน้ำใช้อย่างยั่งยืนและรักษาพื้นที่ชุ่มน้ำให้คงอยู่ตลอดไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1.1 โปรแกรมด้านภูมิสารสนเทศ ประกอบด้วย ArcGIS 9.3.1 และ Multispec

1.2 แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา ประกอบด้วย

- 1) CROPWAT 4 for WINDOWS version 4.3
- 2) HEC-3
- 3) BASINS 3.0 (Better Assessment Science Integrating Point and Nonpoint Sources)
- แบบจำลองย่อย SWAT (Soil and Water Assessment Tool)
- 4) Markov Model

2. ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

2.1 ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5 ระบบ TM ครอบคลุมการถ่ายภาพพื้นที่บึงบอระเพ็ด ใน แนว/แถว 129/49 และ 130/49 ของเดือนมกราคม พ.ศ. 2542 เดือนเมษายน พ.ศ. 2547 และเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2552 จากสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (GISTDA)

2.2 ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ของจังหวัดนครสวรรค์ ของกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม และข้อมูลหมุดหลักฐานเขตบึงบอระเพ็ด จากสำนักงานธนารักษ์พื้นที่จังหวัด นครสวรรค์

2.3 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ประกอบด้วย อุณหภูมิ การระเหย ความชื้น ความเร็วลมรายเดือน ข้อมูลย้อนหลัง 30 ปี ถึงปัจจุบัน (พ.ศ. 2522-2552) ของสถานีตรวจอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยา

2.4 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือน ข้อมูลย้อนหลัง 30 ปี ถึงปัจจุบัน (พ.ศ. 2522-2552) ของสถานีวัดน้ำฝน 16 สถานี

2.5 ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายเดือน ข้อมูลย้อนหลัง 30 ปี ถึงปัจจุบัน (พ.ศ. 2516-2545) ของสถานีวัดปริมาณน้ำท่า 14 สถานี

2.6 ข้อมูลการเกษตร ได้แก่ แผนการเพาะปลูก พื้นที่ ชนิดของพืช การปศุสัตว์ และการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำระหว่างปี พ.ศ. 2542-2552

2.7 ข้อมูลประชากรและโรงงานอุตสาหกรรม ระหว่างปี พ.ศ. 2542-2552

2.8 ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินและลักษณะของดิน ระหว่างปี พ.ศ. 2542-2552 ของกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อมและสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 นครสวรรค์

3. ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

3.1 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยการแปลภาพจากดาวเทียม

ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ได้ใช้ข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT-5 ระบบ TM ที่บันทึกภาพบึงบอระเพ็ดไว้ในปี พ.ศ. 2542 พ.ศ. 2547 และ พ.ศ. 2552 จากสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศและทำการแปลข้อมูลจากดาวเทียม โดยใช้โปรแกรม MultiSpec ด้วยวิธีการจำแนกภาพแบบกำกับดูแล (Supervised Classification) โดยจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็น 5 ประเภทคือพื้นที่แหล่งน้ำ พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่ชุมชน พื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่อื่นๆ

แบบจำลองมาร์คอฟสำหรับคาดการณ์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

การศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินโดยการประยุกต์ใช้การรับรู้จากระยะไกลร่วมกับทฤษฎี Markov Model และเทคนิค Cellular Automata ได้ดำเนินการศึกษาโดยใช้ข้อมูลหลายช่วงเวลา (Multi-date Analysis) ซึ่งได้กำหนดช่วงระยะเวลาในการเปรียบเทียบ 3 ช่วงเวลา คือ ปี พ.ศ. 2542, 2547 และ พ.ศ. 2552 เพื่อศึกษารูปแบบและแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินของปี พ.ศ. 2562 โดยมีขั้นตอนการศึกษาดังนี้

- 1) สร้างตารางความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนแปลง (Transition Probabilities Matrix: P)
- 2) วิเคราะห์แนวโน้มภายใต้อนุกรมเวลา ด้วยแบบจำลองมาร์คอฟ (Markov Model Projection) ปี พ.ศ. 2542 และ ปี พ.ศ. 2547
- 3) ทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Model Validation) ด้วยข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2552 ด้วยวิธีทางสถิติ ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) และค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (RMSE)
- 4) นำแบบจำลองในปี พ.ศ. 2542, 2547 และปี พ.ศ. 2552 ไปใช้ในการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในปี พ.ศ. 2562

3.2 การประเมินปริมาณน้ำต้นทุนและความต้องการน้ำในกิจกรรมต่างๆ

3.2.1 การประเมินปริมาณน้ำต้นทุน

ในการหาความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำท่า เพื่อประเมินศักยภาพปริมาณน้ำต้นทุนในการศึกษาครั้งนี้โดยใช้แบบจำลอง Soil and Water Assessment Tool (SWAT) ซึ่งเป็น

แบบจำลองย่อยของโปรแกรม BASINS 3.0 ในการคำนวณหาปริมาณน้ำท่าของพื้นที่บึงบอระเพ็ดเพื่อใช้เป็นปริมาณน้ำต้นทุนในแบบจำลองการวิเคราะห์สมดุลของน้ำ

3.2.2 การประเมินปริมาณความต้องการน้ำในกิจกรรมต่างๆ

การประเมินปริมาณความต้องการน้ำใช้แบบจำลอง HEC 3 วิเคราะห์ปริมาณการใช้น้ำด้านต่างๆ ซึ่งประกอบด้วย การใช้น้ำเพื่อการเกษตรกรรม การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ อุปโภคบริโภค และปริมาณน้ำสำหรับการรักษาสภาพธรรมชาติในลำน้ำ ซึ่งในการศึกษานี้กำหนดการวิเคราะห์เป็น 2 ระยะ คือ การวิเคราะห์สถานการณ์ในปัจจุบันปี พ.ศ. 2552 และอนาคต ปี พ.ศ. 2562

3.3 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินกับสมดุลน้ำในบึงบอระเพ็ด

การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (การใช้ประโยชน์ที่ดินทั้ง 5 ประเภท) กับตัวแปรตาม (สมดุลน้ำในบึงบอระเพ็ด) โดยใช้การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) ด้วยการคัดเลือกตัวแปรที่ละตัวตามลำดับค่าความสัมพันธ์ตามโปรแกรมคอมพิวเตอร์ SPSS for windows เพื่อสร้างสมการการผันแปรของตัวแปรตามที่เกิดจากอิทธิพลของตัวแปรต้นเพื่อคาดการณ์แนวโน้มที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่โดยรอบบึงบอระเพ็ดโดยใช้ข้อมูลจากดาวเทียม LANDSAT-5ระบบ TM

จากการตรวจสอบความถูกต้องของการวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียม ด้วยระบบคอมพิวเตอร์แบบกำกับดูแล พบว่ามีความถูกต้องรวม 89.65% ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ ซึ่งโดยทั่วไปต้องการความถูกต้องที่ 85% ขึ้นไปดังตารางที่ 1

หลังจากนั้นดำเนินการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในแต่ละปีด้วยเทคนิคการซ้อนทับข้อมูล (Overlay Technique) ดังตารางที่ 2-3 และรูปที่ 1-2

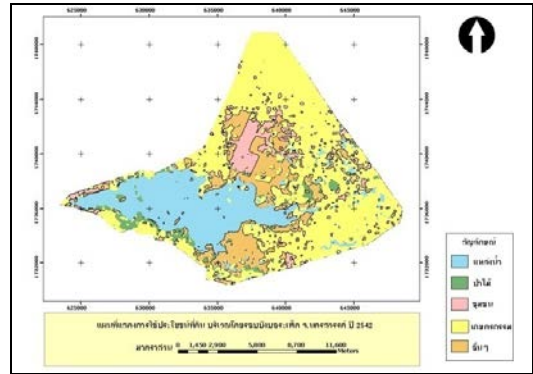
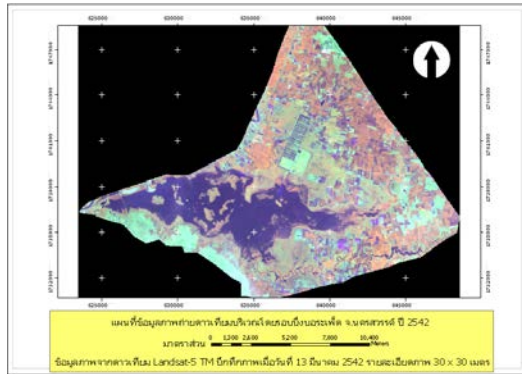
ตารางที่ 1 การตรวจสอบความถูกต้องของการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ข้อมูลพื้นที่จริง							
ข้อมูลจาก การแปลภาพ	แหล่งน้ำ	ป่าไม้	ชุมชน	เกษตรกรรม	อื่น ๆ	รวม ทั้งหมด	ความ ถูกต้อง
แหล่งน้ำ	52	-	-	1	-	53	98.11%
ป่าไม้	-	3	-	-	-	3	100.00%
ชุมชน	-	-	41	7	1	49	83.67%
เกษตรกรรม	-	-	1	25	-	26	96.15%
อื่นๆ	-	1	3	1	9	14	64.29%
จำนวนจุดสำรวจ	52	4	45	34	10	145	89.65%

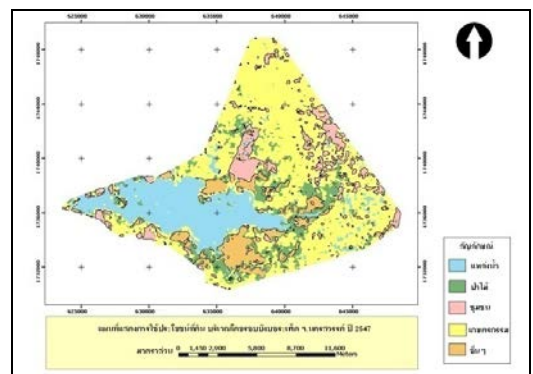
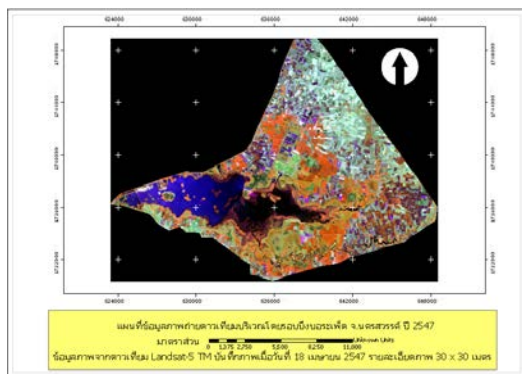
ตารางที่ 2 การใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณโดยรอบบึงบอระเพ็ดปี พ.ศ. 2542, 2547 และ 2552

ประเภท	การใช้ ประโยชน์ ที่ดิน	ปี พ.ศ.2542		ปี พ.ศ.2547		ปี พ.ศ.2552	
		เนื้อที่(ไร่)	ร้อยละ	เนื้อที่(ไร่)	ร้อยละ	เนื้อที่(ไร่)	ร้อยละ
1	แหล่งน้ำ	31,210.99	23.53	29,657.64	22.35	26,889.20	20.27
2	พื้นที่ป่าไม้	12,579.72	9.48	7,689.01	5.80	4,667.19	3.52
3	พื้นที่ชุมชน	8,218.97	6.20	8,538.32	6.44	12,495.76	9.42
4	พื้นที่ เกษตรกรรม	65,622.69	49.46	66,480.39	50.11	67,467.86	50.86
5	พื้นที่อื่นๆ	15,034.42	11.33	20,301.43	15.30	21,146.78	15.94
	รวม	132,666.79	100.0	132,666.79	100.0	132,666.79	100.0

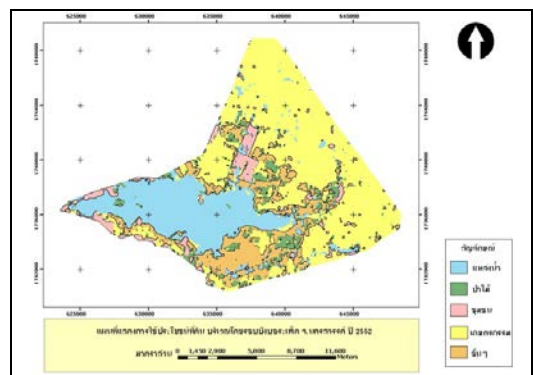
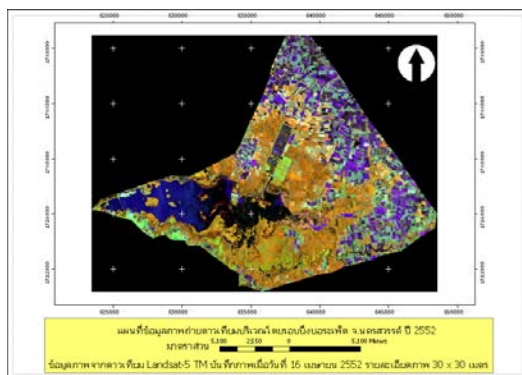
ที่มา: การวิเคราะห์ภาพจากดาวเทียมLANDSAT-5 ระบบ TM ปี พ.ศ. 2542, 2547 และ 2552



พ.ศ. 2542



พ.ศ. 2547



พ.ศ. 2552

รูปที่ 1 แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ ปี พ.ศ. 2542, 2547 และ 2552

จากผลการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน ดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ระหว่างปี พ.ศ. 2542 และปี พ.ศ. 2547 เพื่อสร้างแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินรายปีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2542 ถึง ปี พ.ศ. 2547 และทำนายการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินรายปีในอนาคต 10 ปี ด้วยแบบจำลองมาร์คอฟ (Markov Model) โดย

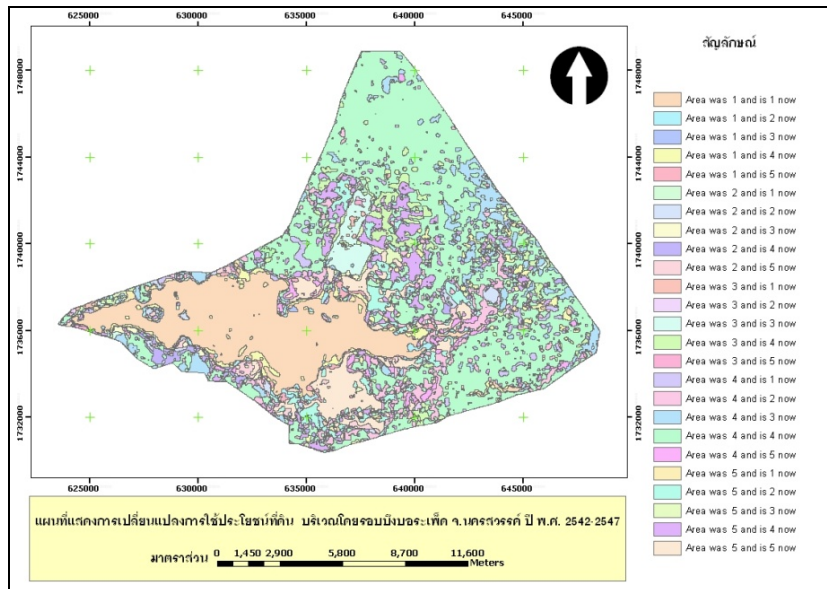
ใช้แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ในปี พ.ศ. 2552 ที่ได้จากการแปลภาพถ่ายดาวเทียมและวิเคราะห์ความถูกต้องแล้ว เป็นค่าสอบเทียบแบบจำลอง (Model Verification)

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณโดยรอบบึงบอระเพ็ด ระหว่างแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2542 กับปี พ.ศ. 2547 มาตราส่วน 1:50,000 ที่ได้จากการแปลและวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียมพบว่า รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ได้แก่ พื้นที่อื่น ๆ พื้นที่เกษตรกรรม และชุมชน 5,267.01 ไร่ 857.70 ไร่ และ 319.35 ไร่ ตามลำดับ และรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีแนวโน้มลดลง ได้แก่ ป่าไม้และแหล่งน้ำ 4,890.71 ไร่ และ 1,553.35 ไร่ตามลำดับโดยสามารถแสดงผลการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินบริเวณโดยรอบบึงบอระเพ็ด โดยทำการเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างปี พ.ศ. 2542 กับ ปี พ.ศ. 2547 วิธีการซ้อนทับข้อมูล (Overlay Analysis)

ปี พ.ศ. 2547	แหล่งน้ำ	พื้นที่ป่าไม้	พื้นที่ชุมชน	พื้นที่เกษตรกรรม	พื้นที่อื่น ๆ	รวม
ปี พ.ศ. 2542						
แหล่งน้ำ	29,583.10	0.00	0.00	46.12	28.42	29,657.64
พื้นที่ป่าไม้	0.00	7,430.14	0.00	53.07	205.80	7,689.01
พื้นที่ชุมชน	0.00	57.20	8,085.63	80.71	314.78	8,538.32
พื้นที่เกษตรกรรม	1,022.56	159.66	92.64	62,047.63	3,157.90	66,480.39
พื้นที่อื่น ๆ	605.33	4,932.71	40.70	3,395.17	11,327.52	20,301.43
รวม	31,210.99	12,579.71	8,218.97	65,622.69	15,034.42	132,666.79
การเปลี่ยนแปลง	-1,553.35	-4,890.71	+319.35	+857.70	+5,267.01	

หมายเหตุ: 1. พื้นที่มีหน่วยเป็นไร่ 2. การเปลี่ยนแปลงที่มีค่าเป็นบวก (+) หมายถึงมีพื้นที่เพิ่มขึ้น และการเปลี่ยนแปลงที่มีค่าเป็นลบ (-) หมายถึงมีพื้นที่ลดลง



รูปที่ 2 แผนที่แสดงการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณโกลนบึงบอระเพ็ดปี พ.ศ. 2542-2547

1.1 การศึกษาคาดการณ์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยการประยุกต์ใช้การสำรวจระยะไกล ร่วมกับทฤษฎี แบบจำลองมาร์คอฟและเทคนิค Cellular Automata

การศึกษาคาดการณ์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยการประยุกต์ใช้การสำรวจระยะไกลร่วมกับทฤษฎี แบบจำลองมาร์คอฟและเทคนิค Cellular Automata ได้ดำเนินการศึกษาโดยใช้ข้อมูลหลายช่วงเวลา (Multi-date Analysis) ซึ่งได้กำหนดช่วงระยะเวลาในการเปรียบเทียบ คือ ปี พ.ศ. 2542 กับ พ.ศ. 2547 เพื่อศึกษารูปแบบและแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในแต่ละประเภท เพื่อคาดการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินในปี พ.ศ. 2562 หรืออีก 10 ปี ข้างหน้า ซึ่งสามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

1.1.1 การคาดการณ์แนวโน้มการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยใช้แบบจำลองมาร์คอฟ

แบบจำลองมาร์คอฟเป็นการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน เพื่อดูแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินรายปีทั้งในอดีตและอนาคต โดยในการศึกษาได้นำข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณโกลนบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ ในปี พ.ศ. 2542 และปี พ.ศ. 2547 มาพัฒนาแบบจำลอง และใช้ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินในปี พ.ศ. 2552 มาใช้ในการสอบเทียบแบบจำลอง โดยผลการสอบเทียบแบบจำลองมาร์คอฟ ซึ่งเป็นการนำข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินในปี พ.ศ. 2552 ที่ได้จากแบบจำลอง และ

การใช้ประโยชน์ที่ดินในปี พ.ศ. 2552 ที่ได้จากการแปลภาพถ่ายดาวเทียม มาวิเคราะห์ด้วยค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (Root Mean Square Error: RMSE) แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการสอบเทียบแบบจำลองมาร์คอฟการใช้ประโยชน์ที่ดินในปี พ.ศ. 2552 ที่ได้จากแบบจำลอง และการใช้ประโยชน์ที่ดินในปี พ.ศ. 2552 ที่ได้จากภาพถ่ายดาวเทียม

ปีพ.ศ.	ร้อยละของประเภทการใช้ที่ดิน					ที่มา
	แหล่งน้ำ	พื้นที่ป่าไม้	พื้นที่ชุมชน	พื้นที่เกษตรกรรม	พื้นที่อื่นๆ	
2552	0.235	0.058	0.057	0.495	0.155	* ข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม
2552	0.185	0.102	0.135	0.482	0.097	ข้อมูลจากแบบจำลอง
RMSE	0.061					

หมายเหตุ:* เป็นข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ได้จากภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5 ระบบ TM ปี พ.ศ. 2552

1.1.2 การคาดการณ์แนวโน้มการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยการใช้แบบจำลองมาร์คอฟร่วมกับเทคนิค Cellular Automata

โดยผลการศึกษาคาดการณ์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ระหว่างปี พ.ศ. 2552 กับปี พ.ศ. 2562 พบว่า รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ได้แก่ พื้นที่ชุมชน พื้นที่เกษตรกรรมและ พื้นที่อื่นๆ และรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีแนวโน้มลดลง ได้แก่ แหล่งน้ำและพื้นที่ป่าไม้ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณโดยรอบบึงบอระเพ็ดในปี พ.ศ. 2552 และปี พ.ศ. 2562

ประเภท	การใช้ประโยชน์ที่ดิน	ปี พ.ศ. 2552		ปี พ.ศ. 2562	
		เนื้อที่ (ไร่)	ร้อยละ	เนื้อที่ (ไร่)	ร้อยละ
1	แหล่งน้ำ	26,889.20	20.27	25,351.20	19.11
2	พื้นที่ป่าไม้	4,667.19	3.52	4,489.32	3.38
3	พื้นที่ชุมชน	12,495.76	9.42	12,841.66	9.68
4	พื้นที่เกษตรกรรม	67,467.86	50.86	68,479.26	51.62
5	พื้นที่อื่นๆ	21,146.78	15.94	21,505.35	16.21
	รวม	132,666.79	100.00	132,666.79	100.00

2. ผลการประเมินปริมาณน้ำต้นทุน

เนื่องจากพื้นที่ลุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดไม่มีสถานีวัดน้ำท่าตั้งอยู่ ในการศึกษาคั้งนี้จึงเลือกสถานีวัดน้ำท่าที่อยู่ใกล้กับบึงบอระเพ็ดและยังคงเก็บข้อมูลจนถึงปัจจุบันคือ สถานีวัดน้ำท่า N.37 ซึ่งตั้งอยู่ที่บ้านทับกฤช อำเภอลือชัย จังหวัดนครสวรรค์ (ลุ่มน้ำย่อยคลองบอน) ดังนั้นในการศึกษาปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยสุทธิที่ไหลลงสู่บึงบอระเพ็ดจึงใช้ข้อมูลจากงานวิจัยของสาวิตรี นาคหอม (2550) ได้ศึกษา ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการจัดการด้านแหล่งน้ำของลุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด ผลการศึกษพบว่า ปริมาณน้ำท่าตามธรรมชาติเฉลี่ย (Natural Flow) และปริมาณน้ำท่าที่ผ่านการใช้เฉลี่ย (Regulated Flow) เท่ากับ 120 และ 38 ล้านลูกบาศก์เมตร ซึ่งปริมาณน้ำท่าที่ถูกใช้ไปสำหรับกิจกรรมต่างๆ ในพื้นที่ลุ่มน้ำเฉลี่ย (Natural Flow - Regulated Flow) มีปริมาณ 82 ล้านลูกบาศก์เมตร ดังนั้นปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยสุทธิที่ไหลลงสู่บึงบอระเพ็ดมีค่าเท่ากับ 32 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณน้ำท่าที่เกิดขึ้นในลุ่มน้ำย่อยคลองบอนทั้งหมด

ผลการเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าจากแบบจำลอง SWAT กับข้อมูลจากการตรวจวัดของสถานีวัดน้ำ N.37 แสดงดังตารางที่ 6 และรูปที่ 3-4

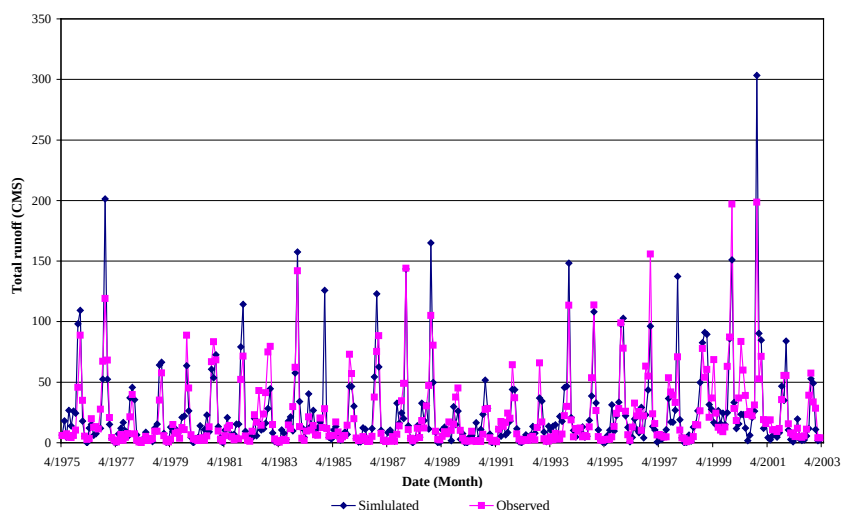
ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าจากแบบจำลอง SWAT กับข้อมูลจากการตรวจวัดของสถานีวัดน้ำ N.37

ลุ่มน้ำย่อย	สถานีวัดน้ำ	Total runoff (cms)		Relative Difference (%)	R ^{2*}	IS**
		Observed	Simulated			
คลองบอน	N.37	21.94	22.93	-4.51	0.73	0.65

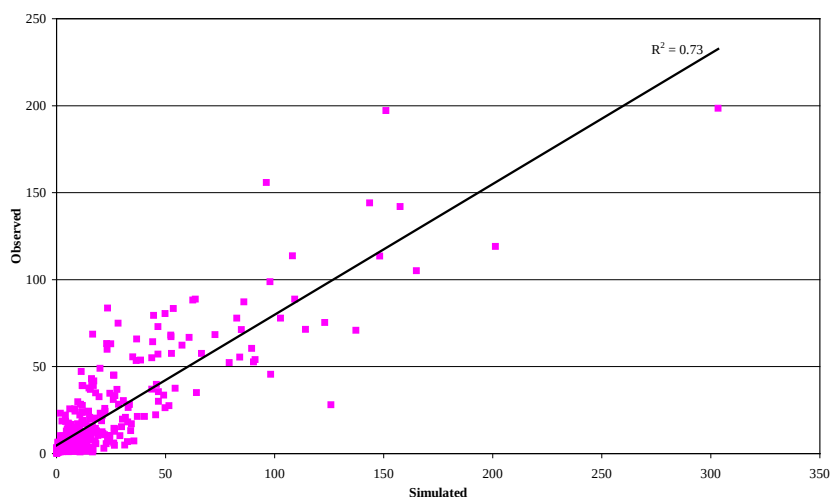
*Correlation Coefficient

**Nash-Sutcliffe Efficiency Coefficient

จากการเทียบปรับและทดสอบการประยุกต์ใช้งานของแบบจำลอง SWAT ในลุ่มน้ำย่อยของกลุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด จำนวน 1 ลุ่มน้ำย่อย คือ ลุ่มน้ำย่อยคลองบอน ซึ่งผลจากการประยุกต์ใช้แบบจำลอง SWAT พบว่า แบบจำลองสามารถประเมินปริมาณน้ำท่าได้ดีเมื่อทำการเปรียบเทียบกับผลจากการตรวจวัดที่ได้มีการบันทึกไว้ ในลุ่มน้ำย่อยคลองบอน ซึ่งแสดงได้จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) มีค่าเท่ากับ 0.73 ค่าสัมประสิทธิ์ประสิทธิผล (Nash- Sutcliffe Efficiency Coefficient) มีค่าเท่ากับ 0.65 และมีค่าความแตกต่างสัมพัทธ์ (Relative Difference) เท่ากับ -4.51 %



รูปที่ 3 การเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลอง SWAT กับข้อมูลการตรวจวัดจากสถานี N.37 ระหว่างปี พ.ศ. 2518-2546



รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลอง SWAT กับข้อมูลการตรวจวัดจากสถานี N.37 ระหว่างปี พ.ศ. 2518-2546

3. ความต้องใช้น้ำเพื่อการเกษตรกรรม ปศุสัตว์ อุปโภคบริโภค และการรักษาสภาพธรรมชาติในลำน้ำ ในบึงบอระเพ็ด ทั้งในสภาพปัจจุบันและอนาคต

ความต้องการใช้น้ำในเขตบึงบอระเพ็ดทำการวิเคราะห์หาปริมาณความต้องการใช้น้ำแบ่งเป็น 5 ประเภท ได้แก่ความต้องการใช้น้ำเพื่อการเกษตรกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ การปศุสัตว์การอุปโภคบริโภค รักษาสภาพธรรมชาติในลำน้ำมีรายละเอียดดังนี้

จากผลการศึกษาความต้องการใช้น้ำดังกล่าวข้างต้น ในสภาพปัจจุบัน ปี พ.ศ. 2552 บึงบอระเพ็ด จะมีความต้องการปริมาณน้ำเฉลี่ยทั้งหมด 247.13 ล้าน ลูกบาศก์เมตรต่อปี ซึ่งจะประกอบไปด้วยความต้องการใช้น้ำเพื่อการเกษตร เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ปศุสัตว์ อุปโภคบริโภค และการรักษาสภาพธรรมชาติในลำน้ำ มีค่าเฉลี่ยรายปีเท่ากับ 221.66, 2.05, 0.74, 8.28 และ 14.35 ล้านลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ

ส่วนในกรณีอนาคต ปี พ.ศ. 2562 บึงบอระเพ็ดจะมีความต้องการปริมาณน้ำเฉลี่ยทั้งหมด 267.90 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี ซึ่งจะประกอบไปด้วยความต้องการใช้น้ำเพื่อการเกษตร เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ปศุสัตว์ อุปโภคบริโภค อุตสาหกรรม และการรักษาสภาพธรรมชาติในลำน้ำ มีค่าเฉลี่ยรายปีเท่ากับ 241.01, 2.57, 0.76, 9.15 และ 14.35 ล้านลูกบาศก์เมตร ตามลำดับแสดงดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 สรุปผลความต้องการน้ำใช้น้ำรวมในเขตบึงบอระเพ็ด

ความต้องการใช้น้ำ	ปริมาณความต้องการใช้น้ำเฉลี่ย (ล้านลบ.ม.ต่อปี)		
	สภาพปัจจุบัน ปี พ.ศ. 2552	อนาคต ปี พ.ศ. 2562	เปลี่ยนแปลง (%)
ความต้องการใช้น้ำของภาคส่วนต่างๆ			
- การเกษตรกรรม	221.66	241.01	0.19
- การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	2.05	2.57	0.01
- การปศุสัตว์	0.74	0.76	0.00
- การอุปโภคบริโภค	8.28	9.15	0.01
- รักษาสภาพธรรมชาติในลำน้ำ	14.35	14.35	0.00
ความต้องการน้ำรวม	247.13	267.90	0.21
ปริมาณน้ำที่ได้รับ	181.56	210.94	0.29
ปริมาณน้ำที่ขาด	65.57	56.96	-0.09

4. ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินกับสมมูลน้ำในพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดจังหวัดนครสวรรค์

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงเส้นแบบหลายตัวแปร (Multiple Regressions) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ได้แก่ แหล่งน้ำ ป่าไม้ ชุมชน เกษตรกรรมและพื้นที่อื่น ๆ กับสมมูลน้ำ ในเขตบึงบอระเพ็ด

ซึ่งจากข้อมูลดังกล่าวสามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ ดังกล่าว โดยใช้ค่าทางสถิติคือ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ในรูปแบบตารางความสัมพันธ์ ได้ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์การใช้ประโยชน์ที่ดินและสมมูลน้ำในเขตบึงบอระเพ็ด

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	แหล่งน้ำ	พื้นที่ป่าไม้	พื้นที่ชุมชน	พื้นที่เกษตรกรรม	พื้นที่อื่น ๆ	สมมูลน้ำ
แหล่งน้ำ	1.000	-0.657	-0.987	-0.475	-0.754	-0.218
พื้นที่ป่าไม้	-0.657	1.000	-0.997	-0.457	0.982	-0.290
พื้นที่ชุมชน	-0.987	-0.997	1.000	0.541	0.975	0.370
พื้นที่เกษตรกรรม	-0.475	-0.457	0.541	1.000	0.439	0.968
พื้นที่อื่น ๆ	-0.754	0.982	0.975	0.439	1.000	0.287
สมมูลน้ำ	-0.218	-0.290	0.370	0.968	0.287	1.000

ผลการศึกษาพบว่าสมมูลน้ำมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับพื้นที่แหล่งน้ำ และป่าไม้ และมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกับพื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ชุมชน และพื้นที่อื่นๆ ส่วนผลการวิเคราะห์แบบ Stepwise Method พบว่าสมมูลน้ำมีความสัมพันธ์มากที่สุดกับพื้นที่เกษตรกรรมอย่างมีนัยสำคัญ ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์ Multiple regression โดยใช้วิธี Stepwise

Variation	B	Beta	T	Significant T
พื้นที่เกษตรกรรม	522.087	0.976	5.372	0.002
(Constant)	1162.087	-	20.226	0.34

เมื่อ $\Delta R = 0.976$, $R^2 = 0.942$, Adjust $R^2 = 0.879$ และ $SE = 101.87$

โดยผลการวิเคราะห์เชิงเส้นแบบหลายตัวแปร (Multiple Regressions) จะได้สมการความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินกับสมมูลน้ำในพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด ดังนี้

$$S = 1,162.087 + 522.087 (\text{พื้นที่เกษตรกรรม})$$

อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สามารถสรุปผลการศึกษาออกเป็น 3 ด้าน ดังต่อไปนี้

1. การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เกิดขึ้นบริเวณพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากข้อมูลดาวเทียม LANDSAT- 5 ระบบ TM ร่วมกับ แบบจำลองมาร์คอฟ กรณีศึกษาบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ ผลการศึกษาคาดการณ์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ระหว่างปี พ.ศ. 2552 กับปี พ.ศ. 2562 พบว่ารูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ได้แก่ พื้นที่อื่นๆพื้นที่เกษตรกรรมและชุมชน เท่ากับ 5,267.01 ไร่ 857.70 ไร่ และ 319.35 ไร่ ตามลำดับ และรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีแนวโน้มลดลง ได้แก่ป่าไม้และแหล่งน้ำเท่ากับ 4,890.71 ไร่ และ 1,553.35 ไร่ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของกรมชลประทาน (2547) ที่ทำการศึกษาคำโครงการพัฒนาบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์พบว่า ในช่วงฤดูแล้ง ประชาชนบางส่วนบุกรุกพื้นที่แหล่งน้ำบริเวณรอบๆ บึงบอระเพ็ด เพื่อจับจองเป็นพื้นที่เกษตรกรรมของตน

2. ผลการประเมินปริมาณน้ำต้นทุนและความต้องใช้น้ำเพื่อการเกษตรกรรม ปศุสัตว์ อุปโภคบริโภค และการรักษาสภาพธรรมชาติในลำน้ำ ในบึงบอระเพ็ด ทั้งในสภาพปัจจุบันและอนาคต

2.1 การประเมินปริมาณน้ำทำโดยใช้แบบจำลอง SWAT

จากการเปรียบเทียบผลของการจำลองปริมาณน้ำทำโดยแบบจำลอง SWAT กับข้อมูลจากการตรวจวัดของสถานีวัดปริมาณน้ำทำ (N.37) ของกรมชลประทาน พบว่าปริมาณน้ำทำที่ได้จากแบบจำลองมีทิศทางเดียวกับข้อมูลจากการตรวจวัด โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.73 และให้ผลการเปรียบเทียบสอดคล้องกับงานวิจัยของสวดิรี นาคหอม (2550) ที่ทำการศึกษาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการจัดการด้านแหล่งน้ำของลุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด พบว่าปริมาณน้ำทำที่ไหลลงสู่บึงบอระเพ็ดโดยใช้แบบจำลองด้านอุทกวิทยา (แบบจำลอง URBS) ให้ค่าใกล้เคียงกับแบบจำลอง SWAT ดังนั้น กล่าวโดยรวมแล้ว แบบจำลอง SWAT สามารถใช้ในการหาปริมาณน้ำทำในพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด ได้แม่นยำพอสมควร

2.2 ผลการศึกษาสมมูลน้ำในเขตบึงบอระเพ็ด

จากศึกษาสมมูลน้ำในเขตบึงบอระเพ็ด จากปริมาณน้ำทำและปริมาณน้ำฝนใน พ.ศ. 2552 พบว่ามีปริมาณน้ำต้นทุน 181.56 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี มีความต้องการน้ำรวม 247.13 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อ

ปี และมีปริมาณน้ำที่ขาดแคลนรวมโดยเฉลี่ย 65.57 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี ส่วนใน พ.ศ. 2562 พบว่า มีปริมาณน้ำต้นทุน 210.94 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี มีความต้องการน้ำรวม 267.90 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี และมีปริมาณน้ำที่ขาดแคลนเฉลี่ยรวม 56.96 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี

3. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินกับสมดุลน้ำในพื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด

จากผลการศึกษาพบว่าสมดุลน้ำมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกับพื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ชุมชน และพื้นที่อื่นๆ แต่มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับพื้นที่แหล่งน้ำ และป่าไม้ ส่วนผลการวิเคราะห์แบบ Stepwise Method พบว่าสมดุลน้ำมีความสัมพันธ์มากที่สุดกับพื้นที่เกษตรกรรมอย่างมีนัยสำคัญซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของจุฑารัตน์ ไตรโพธิ์ (2547) ที่พบว่าสมดุลน้ำในบึงบอระเพ็ดมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกับพื้นที่เมือง พื้นที่นาข้าว พื้นที่ไร่ พื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและแหล่งน้ำและความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับพื้นที่ป่าไม้และพื้นที่ว่างเปล่า

ข้อเสนอแนะ

1. ในการเทียบปรับค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองควรมีการสำรวจข้อมูลจากภาคสนามเพิ่มเติมเพื่อจะได้ค่าที่ถูกต้องมากยิ่งขึ้นเนื่องจากในการศึกษานี้ใช้ค่าคุณสมบัติของดิน เช่น จำนวนชั้นของดิน ความลึกของชั้นดิน ชนิดดิน ได้จากใช้ข้อมูลที่เป็นค่าเฉลี่ยจากผลการศึกษาในอดีต
2. ในการศึกษานี้ ความต้องการใช้น้ำเพื่อรักษาสภาพธรรมชาติในลำน้ำเป็นค่าที่ได้จากการประมาณจากปริมาณน้ำท่าต่ำสุดที่ลำดับร้อยละ 90 ข้อมูลน้ำท่าทั้งหมด ซึ่งในสภาพความเป็นจริงอาจจะไม่เพียงพอที่จะรักษาสภาพของสภาพธรรมชาติได้ ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาความต้องการใช้น้ำเพื่อรักษาสภาพธรรมชาติในลำน้ำเพิ่มเติม
3. แบบจำลองที่นำมาใช้ในการศึกษานี้เป็นแบบจำลองที่ใช้กระบวนการของการจำลอง (Simulation) เพื่อการศึกษาสมดุลน้ำ จากเกณฑ์ที่กำหนดสภาพในปัจจุบันและอนาคตเพื่อศึกษาสภาพของลุ่มน้ำเท่านั้น แต่ยังไม่ได้พิจารณาทางเลือกที่เหมาะสมในการจัดการตามวัตถุประสงค์และข้อจำกัดต่างๆ ดังนั้นจึงควรที่จะมีการศึกษาโดยใช้แบบจำลองที่ใช้กระบวนการหาคำตอบที่ดีที่สุด เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบทางเลือกของการจัดการน้ำร่วมกันระหว่างปริมาณน้ำท่าและความต้องการใช้น้ำผิวดินกับความต้องการใช้น้ำใต้ดินในกิจกรรมต่างๆ
4. ควรวิเคราะห์โดยการเปรียบเทียบภาพรวมของการขาดน้ำในปีที่มีปริมาณน้ำไหลเข้าบึงบอระเพ็ดน้อย ปานกลาง และมาก เพื่อวิเคราะห์ระบบและการสร้างมาตรการในการจัดการน้ำโดยเฉพาะการพิจารณาใช้เป็นทางเลือกหนึ่งในการจัดการน้ำเมื่อเกิดสภาวะการขาดแคลนน้ำ

5. การศึกษาด้านสมดุลของน้ำในอนาคตควรวางแผนการศึกษาในระยะยาว เนื่องจากปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณน้ำในบึงบอระเพ็ดบางปัจจัยในแต่ละปีอาจส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำในบึงบอระเพ็ดเป็นระยะเวลา มากกว่า 1 ปี เช่น นโยบายภาครัฐ เป็นต้น
6. การศึกษานี้จะเป็นแนวทางในการเสนอแนะการบริหารจัดการน้ำให้กับหน่วยงานราชการได้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ และสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ ที่ให้งบประมาณสนับสนุน ขอขอบคุณสถาบันพัฒนาและส่งเสริมการอนุรักษ์สัตว์ป่าบึงบอระเพ็ด สำนักพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (GISTDA) สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยากรมชลประทาน อุตุณิยมวิทยานครสวรรค์ สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 9 (นครสวรรค์) ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดนครสวรรค์ สำนักงานประมงจังหวัดนครสวรรค์ สำนักงานปศุสัตว์จังหวัดนครสวรรค์ สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดนครสวรรค์ และสำนักงานสถิติจังหวัดนครสวรรค์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลมาใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กรมชลประทาน. (2547). การศึกษาโครงการพัฒนาบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์: รายงานฉบับสมบูรณ์. กรุงเทพฯ: บริษัทพอลคอนซัลแตนท์จำกัด, บริษัทเอเชีย คอนซัลแตนท์.
- จุฑารัตน์ ไตรโพธิ์. (2547). ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินกับสมดุลน้ำในพื้นที่ชุ่มน้ำ กรณีศึกษา เขตห้ามล่าสัตว์ป่าบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ ประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการวางแผนสิ่งแวดล้อมเพื่อพัฒนาชุมชนและชนบท มหาวิทยาลัยมหิดล, นครปฐม.
- คันสนีย์ ชูแวว. (2549). การจัดการพื้นที่ชุ่มน้ำเพื่อรักษามรดกทางวัฒนธรรม. เอกสารสัมมนาวิชาการ คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์. นครปฐม: มหาวิทยาลัยมหิดล.
- คันสนีย์ ชูแวว. (2557). การวิจัยแบบมีส่วนร่วมเพื่อการจัดการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์พื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดอย่างยั่งยืน. นครปฐม: ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านการจัดการพื้นที่ชุ่มน้ำ คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- สาวิตรี นาคหอม. (2550). ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการจัดการด้านแหล่งน้ำของลุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.
- สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2546). ความหลากหลายทางชีวภาพ พื้นที่ชุ่มน้ำบึงบอระเพ็ด. กรุงเทพฯ: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- Mitsch, W. J., & Gosselink, J. G. (2000). *Wetland*. (3rd ed.). New York: John Wiley & Son. Inc.