

## การประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกที่มีต่อปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำห้วยหลวง The assessment of climate change impacts on runoff in Huai Luang watershed

กรรณิการ์ บุตรคำ,<sup>1</sup> รัตนา หอมวิเชียร,<sup>2\*</sup>

Kannika Buthkham,<sup>1</sup> Rattana Hormwichian,<sup>2\*</sup>

Received: 13 May 2016 ; Accepted: 12 September 2016

### บทคัดย่อ

ในช่วงเวลาที่ผ่านมากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำในแหล่งน้ำระหว่างช่วงฤดูฝนและฤดูแล้ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งแหล่งน้ำที่ใช้ประโยชน์สำหรับการส่งน้ำเพื่อเกษตรกรรมและการผลิตน้ำประปา การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคาดการณ์ปริมาณฝนในอนาคตของพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยหลวง โดยใช้แบบจำลอง PRECIS เพื่อคาดการณ์ปริมาณฝนกรณี A2 และ B2 และการวิเคราะห์ข้อมูลในอดีตด้วยสมการถดถอยเพื่อสร้างสมการประเมินปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำระหว่างปี พ.ศ.2546-2558 ผลการศึกษาพบว่าพื้นที่ศึกษามีปริมาณฝนเฉลี่ยที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงเวลา 30 ปีอนาคตข้างหน้า จากการนำค่าพารามิเตอร์ของสถานีวัดน้ำท่า KH.53 และ KH.103 มาคำนวณปริมาณน้ำท่า พบว่าปริมาณน้ำท่าในปีอนาคตมีน้ำท่ารายปีของกรณีคาดการณ์ A2 เท่ากับ 79.57 และ 246.75 ล้านลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ และน้ำท่าเฉลี่ยรายปีของกรณีคาดการณ์ B2 เท่ากับ 81.25 และ 271.58 ล้านลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ จากผลการศึกษาพบว่าน้ำท่าเฉลี่ยรายปีในอนาคตมีค่ามากกว่าน้ำท่าเฉลี่ยรายปีในปัจจุบัน ทั้งกรณีคาดการณ์ A2 เท่ากับ 30.70 และ 33.10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และ กรณีคาดการณ์ B2 เท่ากับ 37.82 และ 32.19 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การศึกษาในครั้งนี้จึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อที่จะทำได้ข้อมูลสำหรับการตัดสินใจ และวางแผนการจัดการทรัพยากรน้ำในพื้นที่ศึกษาเพื่อการจัดการน้ำสำหรับการอุปโภค-บริโภค และการเกษตรกรรมได้ในอนาคต

**คำสำคัญ :** การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ปริมาณน้ำท่า ปริมาณน้ำฝน คาดการณ์

### Abstract

In the past, climate changes affect the amount of water during the rainy season and dry season, especially the water use for agricultural irrigation, and water supply. This study aimed to predict the amount of rainfall in Huai Luang watershed by using the PRECIS model in case A2 and B2. And data analysis with regression coefficient to assess the amount of water in the watershed during the year 2003-2015. The results revealed that the average rainfall trends upward in the next 30 years. The parameter value of the station KH.53 and KH.103 in case A2 and B2 is used to calculate runoff. In the future the runoff of case A2 equals 79.57 and 246.75 MCM respectively, and case B2 equal to 81.25 and 271.58 MCM respectively. The study found that the average annual runoff of future in case A2 is greater than the average annual runoff of present were 33.10 percent and 4.39 percent respectively, and case B2 were 32.19 percent and 12.33 percent respectively. This study can be applied to therefore, is expected to lead to analyze problems, planning and management of water resources in the study area for consumption, and agriculture in the future.

**Keywords :** climate change, runoff, rainfall, forecasting

<sup>1</sup> นิสิตปริญญาโท, <sup>2</sup> อาจารย์, สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150

<sup>1</sup> Graduate student, <sup>2</sup> Lecturer, Civil Engineering, Faculty of Engineering, Mahasarakham University, Kamriang, Kantarawichai District, Mahasarakham Province 44150.

\* Corresponding author; Rattana Hormwichian, Ph.D., Faculty of Engineering Mahasarakham University, Kamriang, Kantarawichai District, Mahasarakham Province 44150, Thailand. E-mail: rathom@gmail.com

## บทนำ

วิกฤตการณ์สิ่งแวดล้อมระดับโลกที่กำลังสร้างความเสียหายและเป็นภัยต่อมนุษย์มากที่สุดในปัจจุบันคือการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (climate change) ซึ่งหมายถึงการเปลี่ยนแปลงลักษณะอากาศเฉลี่ยในพื้นที่หนึ่ง เช่น อุณหภูมิ ลม ฝน เป็นต้น ไม่ว่าจะเนื่องมาจากความผันแปรตามธรรมชาติ หรือกิจกรรมของมนุษย์ก็ตาม โดยเฉพาะสภาวะที่อุณหภูมิเฉลี่ยบนพื้นผิวโลกเพิ่มสูงขึ้น หรือที่เรียกว่า ภาวะโลกร้อน (global warming) ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดจากการที่โลกไม่สามารถระบายความร้อนที่ได้รับจากดวงอาทิตย์ออกไปได้อย่างที่เคยเป็น ทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกเพิ่มสูงขึ้น แม้ว่าในช่วงศตวรรษที่ผ่านมาอุณหภูมิมีทั้งค่าสูงขึ้นไปบ้างก็ลดลง แต่ก็ทำให้สภาพอากาศของโลกเปลี่ยนแปลงไปอย่างมาก และส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตบนโลกอย่างรุนแรง<sup>1</sup>

จากการเปลี่ยนแปลงนี้จะนำไปสู่การเกิดผลกระทบอย่างมากต่อวัฏจักรอุทกวิทยาในระบบลุ่มน้ำโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ปริมาณน้ำฝนและอัตราการระเหย ซึ่งจะทำให้ปริมาณน้ำท่าในแหล่งน้ำธรรมชาติเกิดการเปลี่ยนแปลงรวมถึงปริมาณตะกอนที่เกิดขึ้นในลำน้ำ<sup>2</sup> จากการศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกที่ผ่านมาพบว่า ทรัพยากรน้ำได้รับผลกระทบจากเหตุดังกล่าว มีผลทำให้ระบบอุทกวิทยาเกิดการเปลี่ยนแปลง ปริมาณน้ำที่ใช้การได้ (water yield) ในแหล่งน้ำธรรมชาติ หรืออ่างเก็บน้ำในช่วงฤดูร้อนอาจลดลงเนื่องจากมีอัตราการระเหยที่สูงขึ้น<sup>3</sup> ประกอบกับการเพาะปลูกพืชเกษตรกรรมในช่วงเวลาดังกล่าว มีความต้องการน้ำต้นทุน<sup>4</sup> ในช่วงเวลาที่ผ่านมามีการศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกที่ส่งผลกระทบต่อพื้นที่กักเก็บน้ำในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยส่วนใหญ่จะมุ่งเน้นศึกษาคาดการณ์สถานการณ์น้ำในแหล่งน้ำหรืออ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ แต่ในบางพื้นที่การศึกษาจะยังไม่ครอบคลุมถึงอ่างเก็บน้ำขนาดกลางหรือขนาดเล็กที่มีอยู่เป็นจำนวนมากโดยเฉพาะในพื้นที่ชนบทที่ใช้ประโยชน์สำหรับการผลิตน้ำประปา การอุปโภค-บริโภค การเกษตรกรรมในช่วงฤดูแล้ง หรืออ่างเก็บน้ำเอนกประสงค์ทั่วไป (multi-purpose reservoir) ซึ่งจำเป็นต้องพึ่งพาน้ำฝนตามธรรมชาติในช่วงฤดูมรสุมเพื่อเพิ่มปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำเป็นหลัก ทั้งนี้ยังรวมถึงการนำเสนอข้อมูลแนวโน้มน้ำท่วมที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำ ในอดีตที่ผ่านมา นำมาประยุกต์ใช้ให้เป็นประโยชน์หรือการนำมาสื่อสารกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย เพื่อการปรับตัวหรือเตรียมตัวต่อการใช้ทรัพยากรน้ำในทางตรงหรือทางอ้อม

ลุ่มน้ำห้วยหลวง เป็นลุ่มน้ำสายสำคัญของจังหวัดอุดรธานี ในระยะเวลาที่ผ่านมาจนถึงปัจจุบัน จังหวัดอุดรธานี

และพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยหลวง เผชิญกับความเสี่ยงที่เป็นผลจากความแปรปรวนสภาพอากาศ เกิดน้ำท่วมชุมชนเมืองและพื้นที่รอบเมือง โดยเฉพาะในปี พ.ศ. 2554 ส่งผลให้เกิดฝนตกหนัก ปริมาณฝนที่ตกมากในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยหลวง ทำให้ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำห้วยหลวงเกินระดับกักเก็บซึ่งทำให้เกิดสภาพน้ำท่วม<sup>5</sup> เขตเทศบาลนครอุดรธานีและพื้นที่โดยรอบจัดว่ามีความเสี่ยงจากภาวะน้ำท่วมเป็นประจำ เนื่องจากปริมาณฝนตกหนักในเขตเมืองและพื้นที่รอบเมืองซึ่งเป็นพื้นที่ลุ่ม รวมถึงพื้นที่ที่อยู่ติดลำน้ำสายหลักซึ่งเกิดน้ำเอ่อล้นตลิ่งในยามที่ฝนตกหนัก ประกอบกับเป็นพื้นที่รับน้ำจากพื้นที่สูงทางด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ และการพัฒนาที่ก่อให้เกิดสิ่งปลูกสร้างต่างๆ ซึ่งรวมถึงโครงข่ายถนนบางส่วนก็เป็นอุปสรรคต่อการระบายน้ำ นอกจากนี้การเกษตรในจังหวัดอุดรธานีเผชิญกับความเสียหายจากสภาพอากาศที่ไม่เหมาะสมซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิตหลายประการทั้งในด้านความผันผวนของปริมาณน้ำเพื่อการเพาะปลูกพืช โดยเฉพาะการขาดแคลนน้ำในช่วงฤดูแล้ง และพื้นที่ดินเค็มซึ่งครอบคลุมเกือบครึ่งหนึ่งของจังหวัดอุดรธานี ก็เป็นปัญหาใหญ่อีกประการหนึ่ง ซึ่งปัญหาพื้นที่ดินเค็มนี้มีความรุนแรงมากขึ้นในปีที่มีอากาศแล้งจัดและหน้าร้อนที่ยาวนาน เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำใต้ดิน จังหวัดอุดรธานีมีความเสี่ยงต่อการขาดแคลนน้ำจากภัยแล้ง ครอบคลุมพื้นที่เป็นบริเวณกว้างเกือบทั้งจังหวัด ซึ่งส่งผลกระทบต่อภาคส่วนต่างๆ ที่มีความจำเป็นต้องใช้น้ำ ทั้งในเขตชุมชนเมืองที่ต้องการน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคและภาคเกษตรกรรมในพื้นที่รอบเมืองที่ต้องใช้น้ำจากแหล่งเดียวกัน คือ อ่างเก็บน้ำห้วยหลวง ซึ่งในปีที่ฝนตกน้อยนั้น มักจะเกิดปัญหาในการจัดสรรน้ำระหว่างชุมชนและพื้นที่เกษตรโดยรอบ โดยเฉพาะเป็นแหล่งน้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภคของพื้นที่อุดรธานี

ในการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อคาดการณ์ปริมาณฝนในอนาคตของพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยหลวง ศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำฝนและน้ำท่าสำหรับการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำห้วยหลวง และเพื่อศึกษาพฤติกรรมปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำห้วยหลวงเนื่องจากผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก ซึ่งจะนำมาวิเคราะห์เพื่อคาดการณ์ปริมาณน้ำในอนาคต นำไปสู่การวิเคราะห์ปัญหา เพื่อที่จะทำให้ได้ข้อมูลสำหรับการตัดสินใจ และวางแผนการจัดการทรัพยากรน้ำในพื้นที่ศึกษาได้อย่างเหมาะสม

## วิธีการศึกษา

การศึกษานี้จะเชื่อมโยงการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก กับปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยหลวง โดยศึกษาข้อมูลปริมาณฝนรายวัน การระเหยรายวัน และปริมาณ

น้ำท่ารายวัน ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2550-2558 ซึ่งประยุกต์ใช้แบบจำลอง PRECIS (Providing REgional Climates for Impacts Studies) สำหรับการศึกษากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกของ Intergovernmental Panel on Climate Change Special Report on Emission Scenario (IPCC SRES) คัดการณ์ปริมาณฝนในอนาคตครอบคลุมพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยหลวง จังหวัดอุดรธานี ใช้แบบจำลอง NAM Model ในการประเมินปริมาณน้ำท่ารายวัน และทำการปรับเทียบแบบจำลอง (calibration) โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำท่าจากการตรวจสอบจริง ตั้งแต่ ปี พ.ศ.2550-2554 และตรวจสอบแบบจำลอง (validation) ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2555-2558 สถานที่ที่ใช้ในการศึกษาปริมาณน้ำท่า คือ สถานีบ้านหนองวัวซอ อ.หนองวัวซอ จ.อุดรธานี (รหัสสถานี KH.53) และสถานีบ้านท่าตูม อ.เมือง จ.อุดรธานี (รหัสสถานี KH.103) ซึ่งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยหลวง

### พื้นที่ศึกษา

ลุ่มน้ำห้วยหลวง เป็นลุ่มน้ำสายสำคัญของจังหวัดอุดรธานี มีต้นกำเนิดจากเทือกเขาภูพานในเขตอำเภอหนองวัวซอ จังหวัดอุดรธานี ประกอบด้วย ห้วยโขง ห้วยตาลเหี้ยม ห้วยคำป่าไหลมารวมกันเป็นห้วยหลวง มีทิศทางการไหลของน้ำจากทิศใต้ไปทิศเหนือ ไหลผ่านเทศบาลนครอุดรธานี และไหลไปรวมกับแม่น้ำโขงที่บ้านวัดหลวง ตำบลจุมพล อำเภอโพนพิสัย จังหวัดหนองคาย มีความยาวตลอดลำน้ำหลักกว่า 100 กิโลเมตร มีพื้นที่ลุ่มน้ำคาบเกี่ยว 3 จังหวัดคือ หนองบัวลำภู อุดรธานี และหนองคาย มีพื้นที่ลุ่มน้ำประมาณ 3,933 ตารางกิโลเมตร ความยาวของลำน้ำ 1,497.5 กิโลเมตร มีอ่างเก็บน้ำห้วยหลวงที่เป็นแหล่งน้ำที่สำคัญในการอุปโภค-บริโภคของชุมชนเมืองจังหวัดอุดรธานี ภายในลุ่มน้ำมีสถานีตรวจอากาศจังหวัดอุดรธานี ของกรมอุตุนิยมวิทยา Figure 1

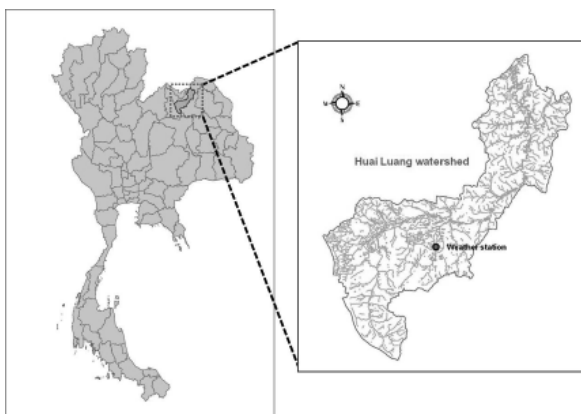


Figure 1 Location of Huai Luang watershed

### การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (climate change)

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (climate change) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงสภาวะอากาศอันเป็นผลจากกิจกรรมของมนุษย์ที่เปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของบรรยากาศโลกโดยตรงหรือโดยอ้อมและที่เพิ่มเติมจากความแปรปรวนของสภาวะอากาศตามธรรมชาติที่สังเกตได้ในช่วงระยะเวลาเดียวกัน ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณน้ำฝน ฤดูกาล ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงอยู่ของสิ่งมีชีวิตที่จะต้องปรับตัวให้เข้ากับสภาพภูมิอากาศในบริเวณที่มีชีวิตนั้นอาศัยอยู่

ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศในอนาคตเป็นข้อมูลสำคัญที่ใช้เป็นข้อมูลนำเข้าให้กับแบบจำลองภูมิอากาศ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกอาจจะเปลี่ยนแปลงไปในอนาคต ตามแนวทางการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมในทิศทางต่างๆ กัน ซึ่งคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ climate change (Intergovernmental Panel on Climate Change หรือ IPCC) ได้กำหนดความเป็นไปได้ของการพัฒนาเป็น 4 รูปแบบหลัก<sup>6</sup>

1. แบบ A เป็นการพัฒนาโดยให้ความสำคัญกับการเติบโตทางเศรษฐกิจเป็นหลัก โดยแบ่งย่อยเป็น

แบบ A1 คือ อนาคตการเติบโตทางเศรษฐกิจสูง ประชากรโลกสูงสุดในกิ่งศตวรรษและลดลงเล็กน้อย หลังจากนั้นเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพสูง มีการพัฒนาบุคลากร มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวัฒนธรรม ความแตกต่างของรายได้ ประชาชาติระหว่างภูมิภาคลดลง ภาพจำลองการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (emission scenario)

แบบ A2 คือ การพัฒนาในอนาคตของโลกมีความหลากหลายพึ่งตนเองมากขึ้นภายในภูมิภาค มีการอนุรักษ์เอกลักษณ์ท้องถิ่น จำนวนประชากรเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง การพัฒนาเศรษฐกิจขึ้นอยู่กับภูมิภาค การเติบโตทางเศรษฐกิจและการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีช้ากว่าแบบอื่น และกระจายตามท้องถิ่นและภูมิภาค

2. แบบ B เป็นการพัฒนาโดยให้ความสำคัญกับสิ่งแวดล้อมมากกว่าการพัฒนาแบบ A โดยแบ่งย่อยเป็น

แบบ B1 เป็นภาพจำลองการพัฒนาที่ในอนาคตประชากรเพิ่มสูงในตอนกิ่งกลางศตวรรษเช่นเดียวกับแบบ A1 และลดลงหลังจากนั้น แต่โครงสร้างเศรษฐกิจเปลี่ยนอย่างรวดเร็วไปเป็นภาคบริการและสารสนเทศ ลดการใช้วัตถุ มีการใช้เทคโนโลยีที่สะอาด เน้นที่การแก้ปัญหาเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืนในระดับนานาชาติมีความเสมอภาค แต่ไม่มีการนำประเด็นด้านภูมิอากาศเป็นแรงจูงใจ

แบบ B2 เป็นภาพจำลองการพัฒนาที่เน้นการแก้ปัญหาด้านเศรษฐกิจสังคมและสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืนในระดับ

ท้องถิ่นหรือภูมิภาค ประชากรเพิ่มขึ้นต่อเนื่องแต่น้อยกว่า A2 มีการพัฒนาเศรษฐกิจปานกลาง การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีหลากหลายและช้าลงกว่า B1 และ A1 โดยมีการปกป้องสิ่งแวดล้อม และความเสมอภาคของสังคมที่เน้นที่ท้องถิ่นและภูมิภาค<sup>7</sup>

ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้จะเลือกใช้กรณีคาดการณ์ A2 และ B2 เนื่องจากพื้นที่ศึกษาในกรณี A2 มีการพัฒนาในขนาดของโลกมีความหลากหลายพึ่งตนเองมากขึ้นภายในภูมิภาค มีการอนุรักษ์เอกลักษณ์ท้องถิ่น จำนวนประชากรเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง การพัฒนาเศรษฐกิจขึ้นอยู่กับภูมิภาค การเติบโตทางเศรษฐกิจและการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีช้ากว่าแบบอื่น และกระจายตามท้องถิ่นและภูมิภาค กรณี B2 เป็นภาพจำลองการพัฒนาที่เน้นการแก้ปัญหาด้านเศรษฐกิจสังคม และสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืนในระดับท้องถิ่นหรือภูมิภาค ประชากรเพิ่มขึ้นต่อเนื่องแต่น้อยกว่า A2 มีการพัฒนาเศรษฐกิจปานกลาง การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีหลากหลายและช้าลงกว่า A1 และ B1 โดยมีการปกป้องสิ่งแวดล้อม และความเสมอภาคของสังคมที่เน้นที่ท้องถิ่นและภูมิภาค ในขณะที่ A1 และ B1 เน้นปัญหาภาพรวมในระดับโลก

### แบบจำลองเชิงตัวเลข PRECIS (Providing Regional Climates for Impacts Studies)

เป็นแบบจำลองภูมิอากาศระดับภูมิภาค (Regional Climate Models; RCMs) ที่พัฒนาขึ้นที่ The met office hadley centre for climate prediction and research ประเทศอังกฤษ โดยมีเป้าหมายเพื่อสร้างแบบจำลองที่สามารถนำไปใช้ได้กับทุกพื้นที่ทั่วโลกโดยคำนวณได้บนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลประสิทธิภาพสูงเพื่อตอบสนองความต้องการของประเทศต่างๆ ที่มีความประสงค์จะศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของภูมิภาคตัวเอง โดยมีพื้นฐานการพัฒนามาจากแบบจำลองภูมิอากาศระดับภูมิภาค รุ่นที่ 3 ของ Hadley Centre โดยเน้นการพัฒนาที่ความสะดวกของการใช้งาน และการแสดงผลแก่ผู้ใช้แบบจำลอง PRECIS สามารถให้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสภาพอากาศที่ดีกว่าแบบจำลอง GCMs โดยมีความละเอียดของข้อมูลเชิงพื้นที่ประมาณ 0.22 องศา หรือประมาณ 25 กิโลเมตร และสามารถลดขนาด (downscale) ได้ถึงประมาณ 20x20 ตารางกิโลเมตร<sup>8</sup>

ข้อมูลที่ต้องการจากแบบจำลอง PRECIS จะมีทั้งหมด 43 ปี ซึ่งจะแบ่งเป็นปีฐาน จำนวน 13 ปี คือระหว่าง พ.ศ. 2546-2558 สำหรับการเปรียบเทียบ และการตรวจสอบ ปีอนาคต จำนวน 30 ปี คือระหว่าง พ.ศ.2559-2589 แบบจำลอง PRECIS จะแสดงข้อมูลปริมาณฝนเป็นรายวันใน 1 ปี ที่ตำแหน่ง

ตามพิกัดกริดแบบละติจูด (latitude) และลองจิจูด (longitude) โดยพื้นที่ศึกษาจะอยู่ระหว่างพิกัด 18° 00'00" N, 102° 12'00" E และ 16° 48'00" N, 103° 24'00" E และใช้ตำแหน่งพิกัดกริดจำนวน 22 จุด Figure 2 เป็นตำแหน่งที่จำลองคาดการณ์ปริมาณฝน

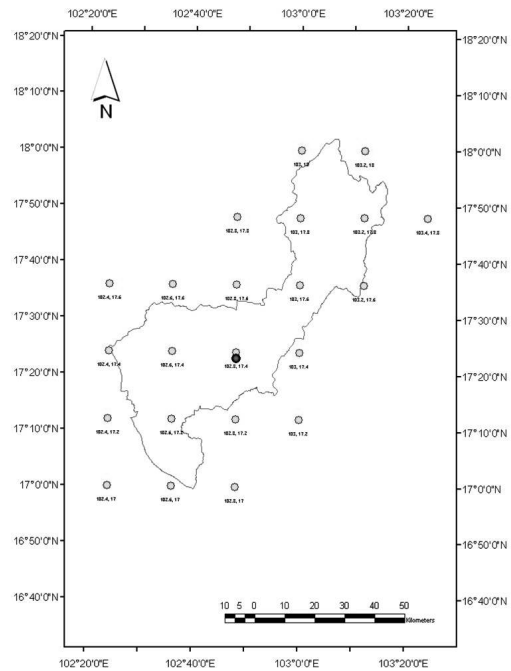


Figure 2 Location of grid point

เนื่องจากการคาดการณ์ปริมาณฝนบนพื้นฐานของแบบจำลองนั้นจะมีข้อจำกัดที่อาจทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้ ดังนั้นการทดสอบความถูกต้องของผลการคำนวณจากแบบจำลองจึงมีความจำเป็น<sup>8,9</sup> ด้วยเหตุนี้ข้อมูลที่ได้จากแบบจำลอง PRECIS ที่จะนำมาใช้ในการศึกษาจะต้องมีการทดสอบความถูกต้องโดยการใช้ข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดจริงจากสถานีตรวจอากาศ โดยการเปรียบเทียบผลการจำลองปริมาณฝนจะต้องใช้ข้อมูลที่ตำแหน่งเดียวกัน วิธีการเปรียบเทียบและตรวจสอบข้อมูลสภาพภูมิอากาศสามารถแสดงได้ดังต่อไปนี้

1. ผู้ศึกษาได้เลือกพื้นที่สำหรับทำการเปรียบเทียบและตรวจสอบข้อมูลคือพื้นที่ลุ่มห้วยหลวง ซึ่งจะทำการศึกษาเปรียบเทียบกับสถานีตรวจอากาศจังหวัดอุดรธานี ณ ตำแหน่งพิกัด 17° 23' N, 102° 48' E เนื่องจากเป็นสถานีตรวจอากาศที่ใกล้กับตำแหน่งที่มีข้อมูลคาดการณ์มากที่สุด ดังแสดงใน Figure 2
2. ข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดจริงระหว่างปี พ.ศ. 2546 - 2558 จะทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองในปีเดียวกัน โดยจะต้องทำการเฉลี่ยข้อมูลเป็นรายเดือนสำหรับแต่ละปีจากการเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลที่ตรวจวัด

จริง และข้อมูลจากแบบจำลอง พบว่าปริมาณฝนจากการตรวจวัดจริงมีค่ามากกว่าปริมาณฝนจากแบบจำลองจึงควรมีการปรับแก้

3. จากความแตกต่างของข้อมูลที่พบในข้อ 2. ผู้ศึกษาจึงได้นำข้อมูลปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ยในปีเดียวกันมาคำนวณหาค่าความแตกต่างระหว่างข้อมูลจริงกับแบบจำลอง ซึ่งจะทำให้ได้ค่าคงที่ ( $C_R$ ) สำหรับใช้ในการปรับแก้ที่ได้จากแบบจำลองเป็นรายเดือนที่ตำแหน่งนั้น ๆ ดังแสดงในสมการที่ 1

$$C_R = \frac{R_{\text{scenario}}}{R_{\text{baseline}}} \quad (1)$$

โดยที่  $C_R$  = ค่าคงที่สำหรับการปรับแก้ข้อมูลฝน  
 $R_{\text{scenario}}$  = ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนจากแบบจำลอง (มิลลิเมตร)  
 $R_{\text{baseline}}$  = ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนปีฐาน

4. ค่าที่ได้จากการปรับเทียบข้อมูลจากสถานีตรวจวัดจริงกับแบบจำลองจะถูกนำไปใช้ปรับความคลาดเคลื่อนผลการคำนวณ ปริมาณฝนที่ได้จากแบบจำลองเพื่อทดสอบค่าความถูกต้องระหว่างปี พ.ศ.2556 – 2558 (จำนวน 3 ปี) โดยจะต้องมีการปรับแต่งค่า  $C_R$  เพื่อให้ได้ค่าความถูกต้องระหว่างข้อมูลตรวจวัดจริง และข้อมูลจากแบบจำลองมากที่สุด และสมการที่ 2 เป็นสมการสำหรับปรับลดความคลาดเคลื่อนปริมาณฝนที่ได้จากแบบจำลอง ดังนี้

$$R_{\text{rev}} = R_{\text{model}} \times C_R \quad (2)$$

โดยที่  $R_{\text{rev}}$  = ปริมาณฝนที่ปรับแก้แล้ว (มิลลิเมตร)  
 $R_{\text{model}}$  = ปริมาณฝนจากแบบจำลอง (มิลลิเมตร)  
 $C_R$  = ค่าคงที่สำหรับการปรับแก้ข้อมูลฝน

นำค่า  $C$  ที่ผ่านการปรับเทียบแล้วไปทดสอบกับข้อมูลตรวจวัดจริงในปี พ.ศ.2556 - 2558 จากนั้นจึงนำผลที่ปรับแก้ความคลาดเคลื่อนไปเปรียบเทียบกับข้อมูลในปี พ.ศ.2556 - 2558 สำหรับการประเมินประสิทธิภาพของข้อมูลปริมาณฝนที่ได้ผ่านการปรับลดความคลาดเคลื่อน เปรียบเทียบกับข้อมูลสภาพภูมิอากาศจากสถานีตรวจวัด ข้อมูลทั้งสองชุดจะมีการ

ประเมินด้วยค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (coefficient of determination:  $R^2$ ) และค่าความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ (Relative Error, RE )

5. เมื่อค่า  $C$  ที่ได้ผ่านการปรับแต่งค่าด้วยวิธีลองผิด – ลองถูก จนทำให้ได้ค่าความสมบูรณ์ของข้อมูล (goodness of fit) ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจและค่าความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ เป็นที่น่าพอใจแล้ว ข้อมูลปริมาณฝนรายวันระหว่าง พ.ศ.2559 – 2589 จะถูกนำมาปรับลดค่าความคลาดเคลื่อนโดยใช้ค่า  $C$  ตามวิธีการที่ได้แสดงในสมการที่ 2 ข้อมูลปริมาณฝนที่ได้ผ่านการปรับลดค่าความคลาดเคลื่อนแล้ว จะถือว่าเป็นข้อมูลที่น่าไปใช้เพื่อการวิเคราะห์ปริมาณน้ำทำในอนาคตด้วยแบบจำลองทางอุทกวิทยา

### แบบจำลองสำหรับคำนวณปริมาณน้ำท่า

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ใช้แบบจำลอง NAM Model ในการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่า ซึ่งการปรับเทียบแบบจำลองเป็นการหาค่าพารามิเตอร์เฉพาะถิ่นของแบบจำลองที่ไม่ทราบค่าที่แน่นอน แต่ในเบื้องต้นได้มีการกำหนดช่วงของค่าพารามิเตอร์เฉพาะถิ่นแต่ละตัว โดยมีการกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับแบบจำลองซึ่งในขั้นสุดท้ายแล้วค่าพารามิเตอร์เฉพาะถิ่นที่จะนำมาเป็นตัวแทนของกลุ่มน้ำได้นั้น จะได้จากการปรับเทียบระหว่างข้อมูลที่คำนวณได้จากแบบจำลองกับข้อมูลที่ตรวจวัดได้จริงในสนามโดยใช้หลักเกณฑ์ทางสถิติมาพิจารณาในการตัดสินใจเลือกผลการปรับเทียบแบบจำลอง<sup>10</sup>

รายละเอียดการเทียบมาตรฐานแบบจำลอง ดำเนินการดังนี้

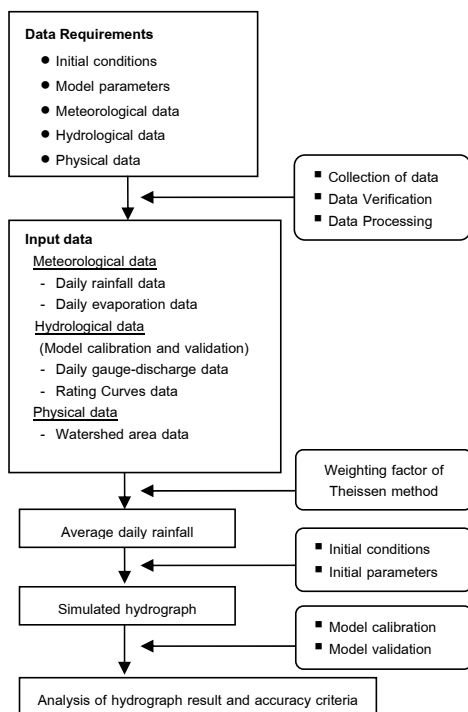
1. พิจารณาเลือกช่วงเวลาการปรับเทียบแบบจำลอง โดยใช้ช่วงพ.ศ. 2550-2557
2. นำเข้าข้อมูลขอบเขต (boundary) ของแบบจำลอง ซึ่งได้แก่ ข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากสถานีวัดน้ำฝน ค่าแพกเตอร์ถ่วงน้ำหนักด้วยวิธีซีสเซนซึ่งการหาฝนเฉลี่ยด้วยวิธีซีสเซนจะมีการหาค่าถ่วงน้ำหนัก โดยพิจารณาพื้นที่ของสถานีฝนที่แบ่งโดยวิธีซีสเซนเทียบกับพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด พื้นที่ลุ่มน้ำย่อย 2 ลุ่มน้ำย่อยโดยแบ่งตามตำแหน่งสถานี KH.53 และ KH.103 ค่าการระเหย และปริมาณการไหลที่ตรวจวัดจากสถานีวัดน้ำท่า ของกรมชลประทาน ช่วงปี พ.ศ. 2550-2557
3. ในขั้นต้นได้ทำการปรับเทียบแบบจำลองในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยหลวงสถานี KH.53 และ KH.103 Figure 3



**Figure 3** Location of gauging stations in Huai Luang watershed

4. ทำการปรับเทียบแบบจำลอง โดยใช้วิธีการปรับเทียบในการ trial and error เพื่อหาค่าพารามิเตอร์เริ่มต้น
5. ปรับแก้ค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีปรับเทียบ เพื่อให้ได้ผลการคำนวณปริมาณน้ำท่าจากปริมาณน้ำฝนที่ติขึ้น โดยเลือกช่วงเวลา (time step) ที่เหมาะสม
6. ทำการปรับเทียบแบบจำลองขั้นสุดท้าย โดยประยุกต์ใช้ค่าพารามิเตอร์ที่ปรับเทียบได้กับพื้นที่ลุ่มน้ำของสถานี โดยมีสรุปขั้นตอนการดำเนินงานของแบบจำลอง

**Figure 4**



**Figure 4** Flow chart of modeling process

การตรวจสอบแบบจำลองเพื่อตรวจสอบค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองที่ได้จากการปรับเทียบมาแล้วว่ามีความเหมาะสมหรือไม่ โดยใช้วิธีนำค่าพารามิเตอร์จากการปรับเทียบแบบจำลองในขั้นสุดท้ายมาใช้สร้างข้อมูลปริมาณน้ำท่าเปรียบเทียบกับข้อมูลปริมาณน้ำท่าที่สถานีวัดน้ำบนที่กไว้ในช่วงปีข้อมูลนอกเหนือจากช่วงปีที่ทำการปรับเทียบ เพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งสอง โดยใช้หลักเกณฑ์ในการตัดสินใจเลือกผลการตรวจสอบแบบจำลองเช่นกับแบบจำลองภูมิอากาศ ซึ่งในศึกษานี้จะพิจารณาช่วงปี พ.ศ. 2555 – 2557 มาใช้ในการตรวจสอบแบบจำลอง

**ผลการศึกษาและอภิปรายผล**

**ผลการจำลองสภาพภูมิอากาศ**

การปรับลดความคลาดเคลื่อนของข้อมูลจากแบบจำลองขั้นตอนแรกในการเตรียมข้อมูลปริมาณฝนในช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษาระหว่าง พ.ศ.2546 - 2558 (ปีฐาน) และ พ.ศ.2559 - 2589 (ปีคาดการณ์) จากแบบจำลอง PRECIS กรณีคาดการณ์ A2 และ B2 จำเป็นจะต้องมีการปรับลดความคลาดเคลื่อนของข้อมูลก่อนโดยการนำข้อมูลปริมาณฝนจากแบบจำลองนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลปริมาณฝนที่ตรวจวัดจริงจากสถานีตรวจอากาศจังหวัดอุดรธานี ผลการเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างปริมาณฝนจากแบบจำลองและสถานีตรวจอากาศ ดังแสดงใน Figure 5 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าปริมาณฝนปีฐานเฉลี่ยรายเดือนจากแบบจำลอง PRECIS (เส้นประสีแดง) มีค่าสูงกว่าค่าปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนที่ตรวจวัดจากสถานีตรวจอากาศ (เส้นทึบสีน้ำเงิน) ดังนั้นจึงควรมีการปรับลดค่าปริมาณฝนจากแบบจำลองเพื่อให้มีความใกล้เคียงกับค่าที่ตรวจวัดจริงมากที่สุด จากผลความแตกต่างของข้อมูลจากแบบจำลอง และข้อมูลตรวจวัดจริง ผู้ศึกษาจึงได้นำข้อมูลปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ยในปีเดียวกันมาคำนวณหาความแตกต่างระหว่างข้อมูลจริงกับแบบจำลองแยกเป็น 2 กรณีคาดการณ์ A2 และ B2 โดยใช้ข้อมูลปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ยระหว่างปี พ.ศ.2546 - 2558 เป็นฐานสำหรับการคำนวณค่าความแตกต่างระหว่างข้อมูลทั้งสอง โดยใช้สมการ 1 ซึ่งจะทำให้ได้ค่าคงที่ ( $C_r$ ) สำหรับใช้ในการปรับค่าที่ได้จากแบบจำลองกรณีคาดการณ์ A2 และ B2 เป็นรายเดือนที่ตำแหน่งนั้นๆ ผลการปรับเทียบและตรวจสอบข้อมูลปริมาณฝนสามารถแสดงดังรูป Figure 6 และ Figure 7

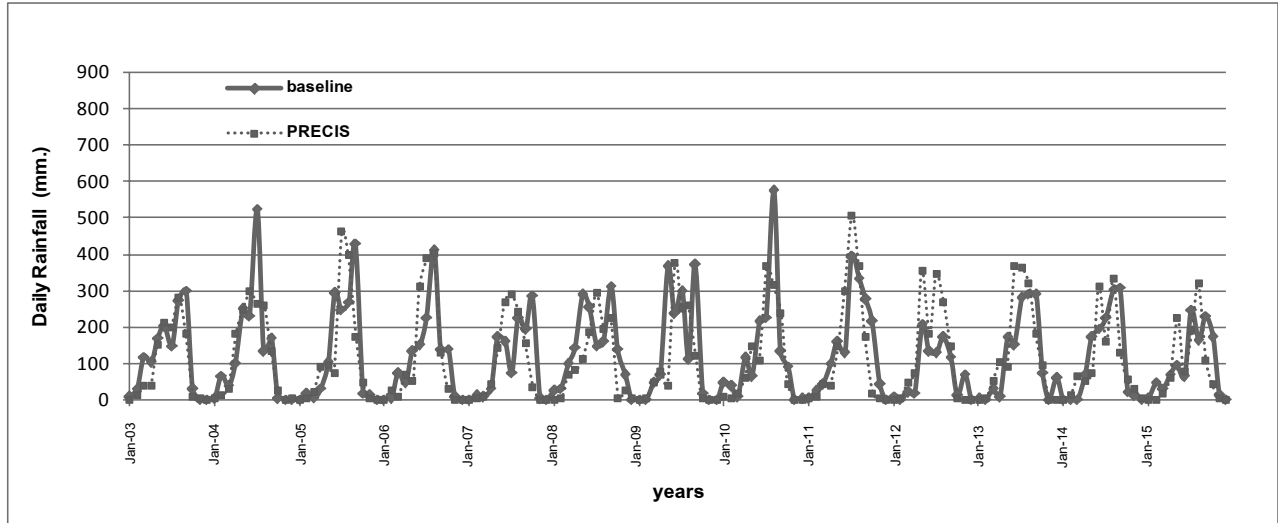


Figure 5 Rainfall data from baseline and PRECIS model

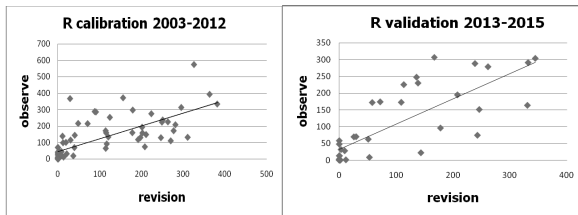


Figure 6 Calibration and validation results (A2)

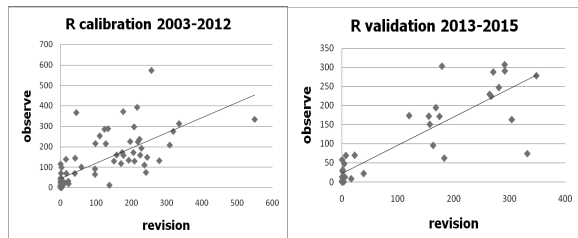


Figure 7 Calibration and validation results (B2)

**ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่า**

ผลการเปรียบเทียบและตรวจสอบแบบจำลอง สำหรับ สถานีวัดน้ำท่าการปรับเทียบแบบจำลอง สำหรับสถานีวัดน้ำท่าจำนวน 2 สถานี ในลุ่มน้ำห้วยหลวง จากสถานี KH.53 และ KH.103 แยกเป็นกรณีคาดการณ์ A2 และ B2 ได้พิจารณาเลือกช่วงเวลาปีฐานของแบบจำลอง โดยใช้ช่วง ค.ศ. 2003 - 2015 (พ.ศ. 2546 - 2558) การปรับเทียบระหว่าง ค.ศ. 2003 - 2012 (พ.ศ. 2546 - 2555) และตรวจสอบแบบจำลอง ค.ศ. 2013 - 2015 (พ.ศ. 2556 - 2558) นำเข้าข้อมูลขอบเขตของแบบจำลอง ซึ่งได้แก่ ข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากสถานีวัดน้ำฝน โดยหาค่าสัดส่วนการถ่วงน้ำหนักของสถานีน้ำฝนโดยวิธีสี่เส้นพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยจากพิกัดกริดของ PRECIS ค่าการระเหยและปริมาณการไหลที่ตรวจวัดจากสถานีวัดน้ำท่า นำข้อมูลที่

ได้จากการรวบรวมมาประยุกต์ใช้กับแบบจำลองปริมาณน้ำท่าทำการปรับเทียบแบบจำลองปริมาณน้ำท่า ค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากวิธีปรับเทียบเพื่อให้ได้ผลการคำนวณปริมาณน้ำท่าจากปริมาณน้ำฝนรายวันที่ดีขึ้น โดยเลือกช่วงเวลาที่เหมาะสมทำการปรับเทียบแบบจำลองขั้นสุดท้ายโดยประยุกต์ใช้ค่าพารามิเตอร์ที่ปรับเทียบได้กับพื้นที่ลุ่มน้ำของสถานี

การตรวจสอบแบบจำลอง เพื่อตรวจสอบค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองที่ได้จากการปรับเทียบมาแล้วว่ามีความเหมาะสมหรือไม่ โดยใช้วิธีหาค่าพารามิเตอร์เฉลี่ยจากการสอบเทียบมาตรฐานแบบจำลองมาใช้สร้างข้อมูลปริมาณน้ำท่าเปรียบเทียบกับข้อมูลปริมาณน้ำท่าที่สถานีวัดน้ำฝนที่กักไว้ในช่วงปีข้อมูลนอกเหนือจากช่วงปีที่ทำการปรับเทียบเพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งสอง โดยใช้หลักเกณฑ์ค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ เลือกผลการตรวจสอบแบบจำลองมาพิจารณา จากการพิจารณาได้เลือกช่วงปี พ.ศ. 2555 - 2557 มาใช้ในการตรวจสอบแบบจำลองคำนวณปริมาณน้ำท่า ดังกล่าวไว้ในหัวข้อวิธีการศึกษาต่อไปนี้เป็นารแสดงผลการปรับเทียบและตรวจสอบแบบจำลองปริมาณน้ำท่าสำหรับแต่ละสถานีวัดน้ำท่า ดังนี้

1. สถานีวัดน้ำท่า KH.53

สถานี KH.53 เป็นสถานีวัดน้ำท่าที่ตั้งบ้านหนองวัวซอ อ.หนองวัวซอ จ.อุดรธานี สถานี KH.53 มีพื้นที่รับน้ำฝน 421 ตารางกิโลเมตร จากผลการศึกษาผลการสอบเทียบแบบจำลอง กรณีคาดการณ์ A2 และ B2 ช่วงพ.ศ. 2550-2554 เพื่อหาค่าพารามิเตอร์เริ่มต้น ได้ค่าพารามิเตอร์เฉลี่ยและค่า R<sup>2</sup> เฉลี่ย (Table 1) พบว่าค่าพารามิเตอร์เฉลี่ยจากการปรับเทียบแบบจำลอง กรณีคาดการณ์ A2 ช่วงปี พ.ศ. 2550

- 2554 ค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ  $R^2$  มีค่าเท่ากับ 0.870 กรณีคาดการณ์ B2 ค่า  $R^2$  มีค่าเท่ากับ 0.855 การตรวจสอบแบบจำลองกรณีคาดการณ์ A2 ช่วงปี พ.ศ. 2555 - 2557 ค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ  $R^2$  มีค่าเท่ากับ 0.921 กรณีคาดการณ์ B2 ค่า  $R^2$  มีค่าเท่ากับ 0.916

2. สถานีวัดน้ำท่า KH.103

สถานี KH.103 เป็นสถานีวัดน้ำท่าที่ตั้งบ้านท่าตูม อ.เมือง จ.อุตรธานี สถานี KH.103 มีพื้นที่รับน้ำฝน 1,656 ตารางกิโลเมตร จากผลการศึกษาผลการเปรียบเทียบแบบ

จำลอง กรณีคาดการณ์ A2 และ B2 ช่วงพ.ศ. 2550-2554 เพื่อหาค่าพารามิเตอร์เริ่มต้น ได้ค่าพารามิเตอร์เฉลี่ย และค่า  $R^2$  เฉลี่ย (Table 1) พบว่าค่าพารามิเตอร์เฉลี่ยจากการเปรียบเทียบแบบจำลอง กรณีคาดการณ์ A2 ช่วงปี พ.ศ. 2550 - 2554 ค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ  $R^2$  มีค่าเท่ากับ 0.851 กรณีคาดการณ์ B2 ค่า  $R^2$  มีค่าเท่ากับ 0.877 การตรวจสอบแบบจำลองกรณีคาดการณ์ A2 ช่วงปี พ.ศ. 2555 - 2557 ค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ  $R^2$  มีค่าเท่ากับ 0.933 กรณีคาดการณ์ B2 ค่า  $R^2$  มีค่าเท่ากับ 0.920

Table 1 Correlation coefficient in simulated runoff

Station	Calibration Period	Correlation Coefficient	Validation Period	Correlation Coefficient
<b>KH.53</b>				
Scenario A2	2007-2011	0.870	2012-2015	0.921
Scenario B2	2007-2011	0.885	2012-2015	0.916
<b>KH.103</b>				
Scenario A2	2007-2011	0.851	2012-2015	0.933
Scenario B2	2007-2011	0.877	2012-2015	0.920

จากค่า  $R^2$  ที่คำนวณได้ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ดี ดังนั้นนำค่าพารามิเตอร์ที่ได้ไปใช้ในการคำนวณหาปริมาณน้ำท่าในอนาคตจากข้อมูลฝนและการระเหย ของ PRECIS ช่วงเวลาการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าในอนาคต 30 ปี โดยใช้ช่วงข้อมูลทุกๆ 5 ปี คือ พ.ศ. 2564, พ.ศ. 2569, พ.ศ. 2574, พ.ศ. 2579, พ.ศ. 2584 และ พ.ศ. 2589

3. ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าในปีอนาคต

การวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าในปีอนาคต สำหรับสถานีวัดน้ำท่าจำนวน 2 สถานี ในลุ่มน้ำห้วยหลวงจากสถานี

KH.53 และ KH.103 แยกเป็นกรณีคาดการณ์ A2 และ B2 ได้พิจารณาเลือกช่วงเวลาการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าในอนาคต 30 ปี โดยใช้ช่วงข้อมูลทุกๆ 5 ปี คือ พ.ศ. 2564, พ.ศ. 2569, พ.ศ. 2574, พ.ศ. 2579, พ.ศ. 2584 และ พ.ศ. 2589 นำเข้าข้อมูลขอบเขตของแบบจำลองปริมาณน้ำท่า ซึ่งได้แก่ ข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากสถานีวัดน้ำฝน PRECIS ค่าการระเหย โดยใช้ค่าพารามิเตอร์เฉลี่ยจากการเปรียบเทียบแบบจำลองปีฐาน มาใช้ในการการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่า ในปีอนาคต Figure 8 - 11

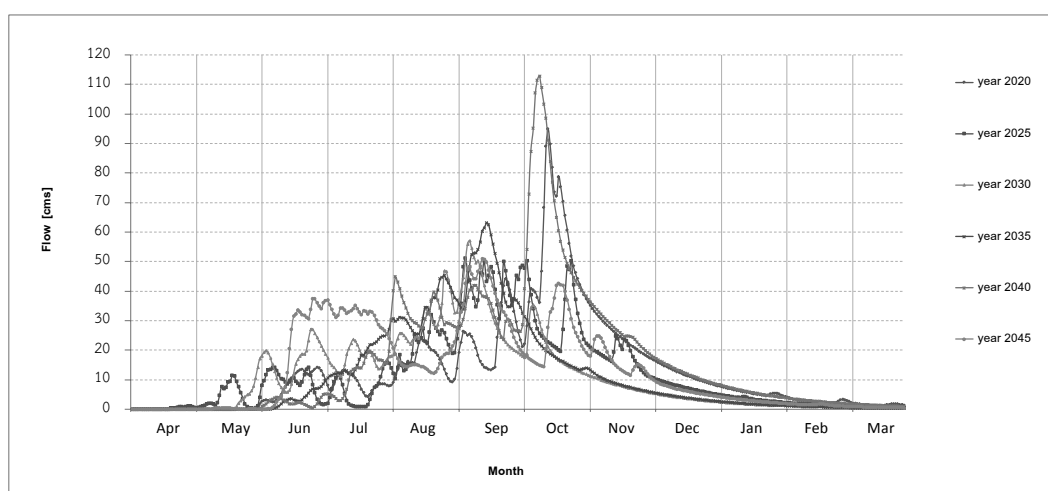


Figure 8 Simulated hydrographs of station KH.53 (Scenario A2)



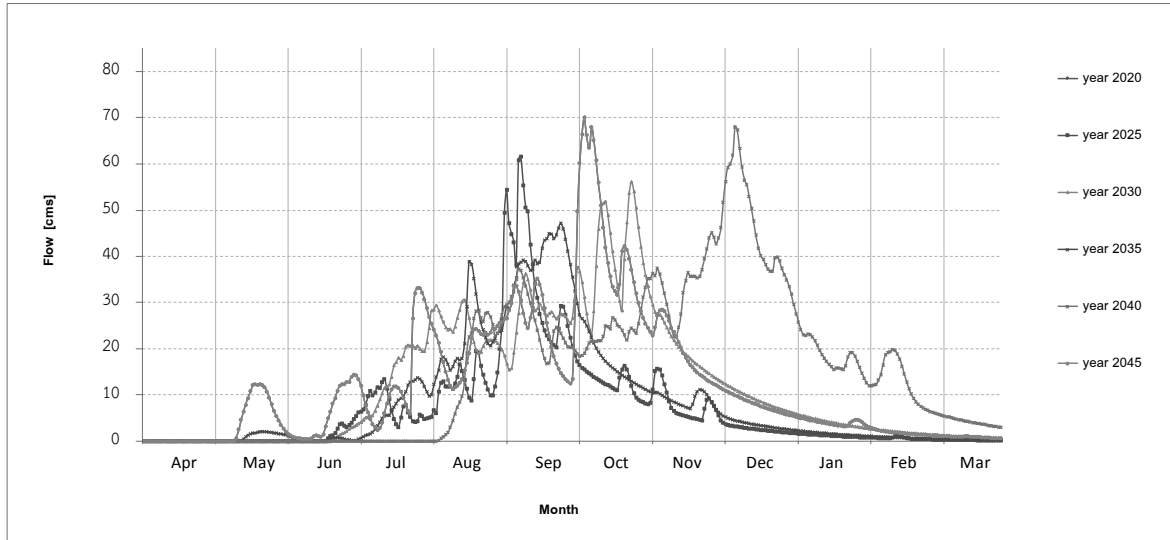


Figure 9 Simulated hydrographs of station KH.53 (Scenario B2)

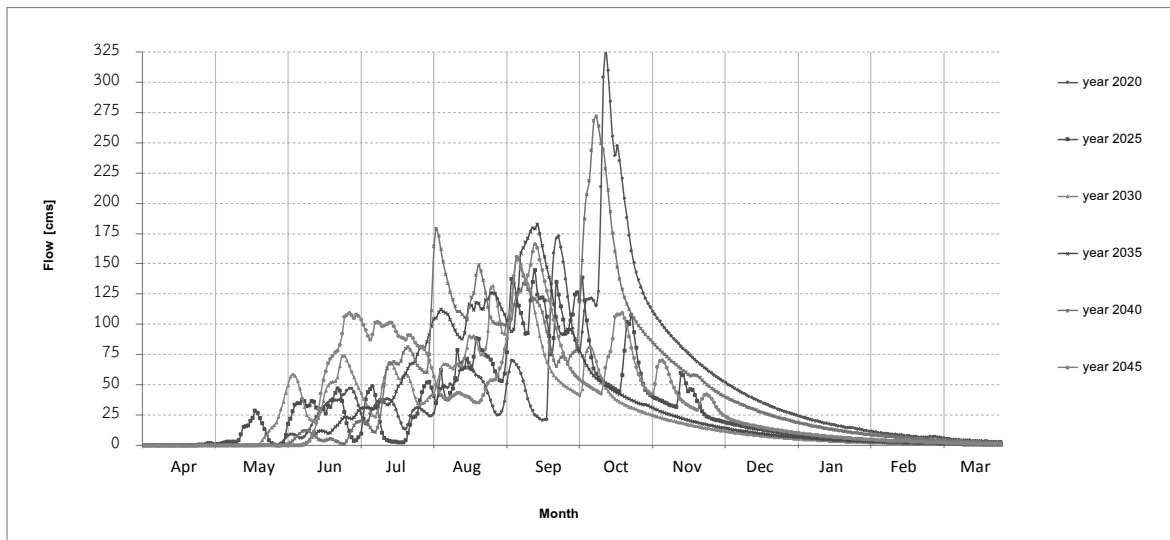


Figure 10 Simulated hydrographs of station KH.103 (Scenario A2)

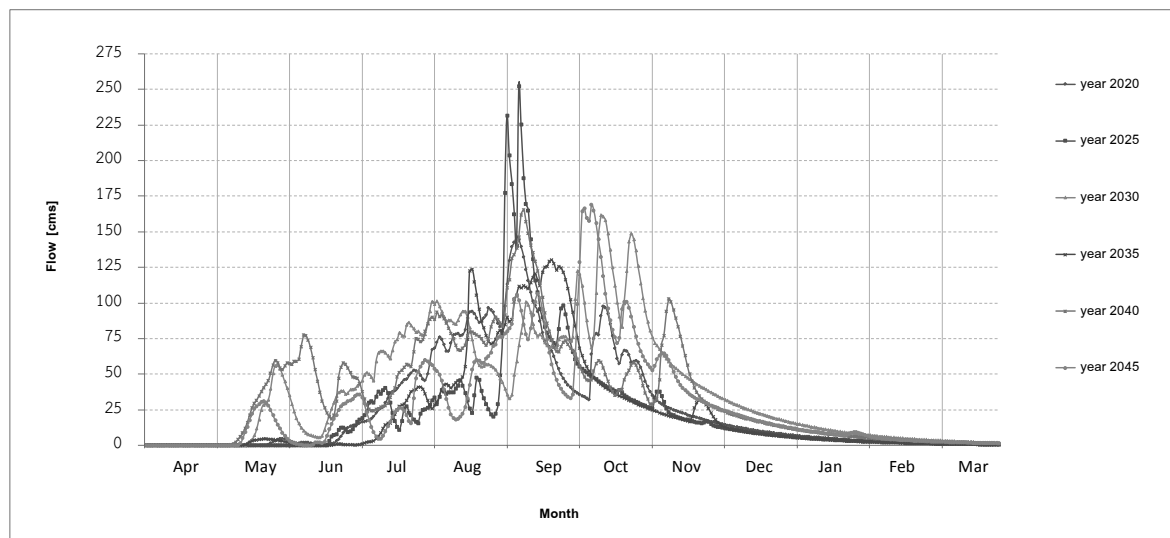


Figure 11 Simulated hydrographs of station KH.103 (Scenario B2)

**Table 2** Runoff and peak flow of station KH.53

	Base	2020	2025	2030	2035	2040	2045
<b>Scenario A2</b>							
Runoff (mm./year)	114	145	138	134	127	178	171
Difference from baseline (mm./year)		31	24	20	13	64	57
Peak flow (m <sup>3</sup> /s)	55	95	50	57	63	113	51
Difference from baseline (m <sup>3</sup> /s)		40	-5	2	8	58	-4
<b>Scenario B2</b>							
Runoff (mm./year)	119	162	156	159	143	184	179
Difference from baseline (mm./year)		43	37	40	24	65	60
Peak flow (m <sup>3</sup> /s)	59	70	62	56	47	68	68
Difference from baseline (m <sup>3</sup> /s)		11	3	-3	-12	9	9

**Table 3** Runoff and peak flow of station KH.103

	Base	2020	2025	2030	2035	2040	2045
<b>Scenario A2</b>							
Runoff (mm./year)	142	186	193	159	155	242	201
Difference from baseline (mm./year)		44	51	17	13	100	59
Peak flow (m <sup>3</sup> /s)	161	326	145	155	183	272	167
Difference from baseline (m <sup>3</sup> /s)		165	-16	-6	22	111	6
<b>Scenario B2</b>							
Runoff (mm./year)	146	209	187	168	163	234	197
Difference from baseline (mm./year)		63	41	22	17	88	51
Peak flow (m <sup>3</sup> /s)	162	146	252	162	130	166	169
Difference from baseline (m <sup>3</sup> /s)		-16	90	0	-32	4	7

จากกราฟผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่า กรณีคาดการณ์ A2 และ B2 มีความแตกต่างกัน ค่าที่ติดลบเกิดจากในบางปี peak ต่ำจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต กรณีคาดการณ์ A2 มีปริมาณน้ำสูงสุด (peak) รุนแรงกว่ากรณีคาดการณ์ B2 ในปี ค.ศ. 2020 (พ.ศ.2563), ค.ศ. 2025 (พ.ศ.2568) และ ค.ศ. 2040 (พ.ศ.2583) ปริมาณน้ำสูงสุด (peak) จะสูงมากมีแนวโน้มว่าน้ำท่าจะมีปริมาณมาก มีโอกาสเกิดน้ำท่วมฉับพลัน ควรที่จะระวังเรื่องน้ำท่วม ในปี ค.ศ. 2030 (พ.ศ.2573) peak จะต่ำมากๆ มีแนวโน้มว่าน้ำท่าจะมีปริมาณน้อย ให้ระวังในเรื่องน้ำแล้ง และในปีค.ศ. 2040 (พ.ศ.2583) เกิดฤดูกาลเปลี่ยนมีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างมาก มีฝนตกมากในเดือนธันวาคมซึ่งเป็นฤดูหนาวกลับมีฝนตกช่วงฤดูฝนไม่มีฝนตกเกิดภาวะน้ำแล้ง ดังแสดงใน Table 2 และ 3 ผลการวิเคราะห์น้ำท่า และปริมาณน้ำสูงสุด (peak) ในอนาคต

การวิเคราะห์ข้อมูลในอดีตด้วยสมการถดถอยเพื่อสร้างสมการประเมินปริมาณน้ำในลุ่มน้ำระหว่างปี พ.ศ.2546-2558 ผลการศึกษาพบว่าพื้นที่ศึกษามีปริมาณฝนเฉลี่ยที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงเวลา 30 ปีอนาคตข้างหน้า จากการนำค่าพารามิเตอร์ของสถานีวัดน้ำท่า KH.53 และ KH.103 มาคำนวณปริมาณน้ำท่า พบว่าปริมาณน้ำท่าในอนาคตมีน้ำท่ารายปีของกรณีคาดการณ์ A2 เท่ากับ 79.57 และ 246.75 ล้านลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ และน้ำท่าเฉลี่ยรายปีของกรณีคาดการณ์ B2 เท่ากับ 81.25 และ 271.58 ล้านลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ จากผลการศึกษาพบว่าน้ำท่าเฉลี่ยรายปีในอนาคตมีค่ามากกว่าน้ำท่าเฉลี่ยรายปีในปัจจุบันทั้งกรณีคาดการณ์ A2 เท่ากับ 30.70 และ 33.10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และ กรณีคาดการณ์ B2 เท่ากับ 37.82 และ 32.19 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

## สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษา พบว่าผลกระทบจากสภาวะโลกร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในลุ่มน้ำห้วยหลวง โดยใช้แบบจำลอง PRECIS ในเงื่อนไขการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซเรือนกระจกประเภท A2 และ B2 ของ IPCC SRES และใช้ข้อมูลตั้งต้นจากแบบจำลองระดับ GCMs ECHAM4 โดยมีจุดประสงค์เพื่อต้องการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศล่วงหน้า โดยได้มีการปรับลดความคลาดเคลื่อนจากข้อมูลที่วิเคราะห์ได้จาก PRECIS ด้วยวิธีการสร้างค่าสัมประสิทธิ์จากการ rescale ของผลต่างระหว่างข้อมูลที่ตรวจวัดจริงจากสถานีตรวจอากาศในพื้นที่และข้อมูลจากแบบจำลอง ผลสรุปจากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยหลวง มีปริมาณฝนเฉลี่ยมีแนวโน้มสูงขึ้น และปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีในอนาคตมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ปริมาณน้ำท่าสถานี KH.53 กรณีคาดการณ์ A2 ต่ำกว่ากรณีคาดการณ์ B2 สอดคล้องกับกรณีคาดการณ์ A2 ที่การพัฒนาในอนาคตของโลกมีความหลากหลาย จำนวนประชากรเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง มีการเติบโตทางเศรษฐกิจ และการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี การพัฒนาที่ก่อให้เกิดสิ่งปลูกสร้างต่างๆ และการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ทำให้ปริมาณน้ำท่าในอนาคตมีแนวโน้มลดลง จะเห็นว่านอกจากปริมาณฝนที่เพิ่มขึ้นจนส่งผลให้น้ำที่ซึมลงสู่ใต้ดินทำให้ปริมาณน้ำท่ามีค่าเพิ่มมากขึ้นตาม อย่างไรก็ตาม ปริมาณฝนยังคงเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดที่ทำให้ปริมาณน้ำท่ามีการเปลี่ยนแปลงในแต่ละปี รวมถึงส่งผลกระทบต่อปัจจัยทางอุทกวิทยาอื่นๆ ส่วนผลกระทบจากปริมาณน้ำท่าสูงสุดกรณีคาดการณ์ A2 จะรุนแรงกว่ากรณีคาดการณ์ B2 จึงมีแนวโน้มว่าจะเกิดน้ำท่าฉับพลัน และเกิดน้ำท่าฉับพลันตามมาอาจส่งผลกระทบต่อชีวิตและทรัพย์สิน ถ้าจะมีการจัดการน้ำควบลดการขยายตัวของชุมชน ประชากร หรือมีการควบคุมการขยายตัวของประชากร เน้นการพัฒนาที่แก้ปัญหาด้านเศรษฐกิจสังคมและสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืน จะส่งผลให้ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยไม่เกิด peak สูง แต่มีปริมาณน้ำท่าตลอดทั้งปีสำหรับใช้งาน

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คณะอาจารย์ และเจ้าหน้าที่ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำ ความสะดวก สนับสนุนเครื่องมือ อุปกรณ์ ตลอดถึงสถานที่ห้องวิจัยแหล่งน้ำและสิ่งแวดล้อม เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

## เอกสารอ้างอิง

1. ชูพันธุ์ ชมภูจันทร์. ภูมิศาสตร์และสภาวะแวดล้อมโลก. คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา [http://www.baanjommyut.com/library/global\\_community/01\\_5\\_3.html](http://www.baanjommyut.com/library/global_community/01_5_3.html), เข้าดูเมื่อวันที่ 27/08/2558.
2. Shrestha B. และคณะ (2013) Impact of climate change on sediment yield in the Mekong River basin: a case study of the Nam Ou basin, Lao PDR. *Hydrology and Earth System Sciences*, 17, 1-20.
3. Feng Jiang (2013, April) Impact of climate change on water supply of off-stream reservoir. 2013 Georgia Water Resource Conference, Georgia, USA.
4. Wei Xiong, et al. (2010) Climate change, water availability and future cereal production in China. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 135, 58-69..
5. สถาบันแหล่งน้ำและสิ่งแวดล้อม (2558) สํารวจจัดทำรายงานความเหมาะสม โครงการศึกษาแผนพัฒนาลุ่มน้ำห้วยหลวงตอนล่าง จังหวัดอุดรธานีและหนองคาย. รายงานความก้าวหน้า. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
6. อํานาจ ชิดโธสง, กัณษริย์ บุญประกอบ, เจียมใจ เครือสุวรรณ และศุภกร ชินวรโรจน์ (2553) การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของไทย เล่มที่ 2 แบบจำลองสภาพภูมิอากาศและสภาพภูมิอากาศในอนาคต. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ.
7. IPCC. (2001) Climate Change 2001: Synthesis Report. Contribution of Working Group I, II, and III to the Third Assessment Report of the Inter Governmental Panel on Climate Change, [Watson R. T. and Core Writing Team (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, 398 pp.
8. Nazrul Islam Md., Rafuddin M., Ahsan Uddin Ahmed and Rupa Kumar Kolli (2008) Calibration of PRECIS in employing future scenarios in Bangladesh, *International Journal of Climatology*, 28, 617-628.
9. ัญฐพล ทองแท่ง, และเสวี สุภราทิพย์ (พฤษภาคม 2557) ผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อปริมาณฝนประเทศไทย. เอกสารนำเสนอในการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาครั้งที่ 19, ขอนแก่น.
10. วิษุวัตม์ แต่สมบัติ (2546) การวิเคราะห์ปริมาณน้ำ นองสูงสุดของลุ่มน้ำคลองท่าตะเภา และลุ่มน้ำคลองชุมพร โดยแบบจำลองทางอุทกวิทยา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์