การศึกษาการถ่ายเทความชื้นที่มีผลต่อทำนายปริมาณน้ำฝนอย่างแม่นยำในฤดูมรสุม

The effected of moisture transfer to the rainfall level prediction in the monsoon

ดร.วรากร รัตนอารีกุล

ศูนย์บริการทางการศึกษาราชบุรี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

การศึกษาการถ่ายเทความชื้นที่มีผลต่อทำนายปริมาณน้ำฝนอย่างแม่นยำในฤดูมรสุม

The effected of moisture transfer to the rainfall level prediction in the monsoon

รายนามคณะผู้วิจัย

1. **ดร.วรากร รัตนอารีกุล (หัวหน้าโครงการฯ)**
   ศูนย์บริการทางการศึกษาราชบุรี
   มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
2. **รศ.ดร. นิติมา อัจฉริยะโพธา (ผู้ร่วมโครงการฯ)**
   ศูนย์บริการทางการศึกษาราชบุรี
   มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

เมษายน 2566

(....ลายเซ็น.... / ตรวจสอบเนื้อหาแล้ว)

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากศูนย์ประสานงานนักเรียนทุนรัฐบาลทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (The Coordinating Center for Thai Government Science and Technology Scholarship Students: CSTS) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (National Science and Technology Development Agency: NSTDA) ขอขอบคุณคณะทำงาน ศูนย์วิจัยการถ่ายทอดเทคโนโลยีทางการเกษตร (CTAR) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ที่สนับสนุน ให้คำปรึกษา และอนุเคราะห์ด้านวัสดุอุปกรณ์ และขอบคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์บริการทางการศึกษาราชบุรีทุกท่านที่ช่วยอำนวยความสะดวกในด้านต่างๆ จนโครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

บทคัดย่อ

การหาความสัมพันธ์ของการถ่ายเทความชื้นกับปริมาณน้ำฝนมีความสำคัญต่อการประเมินปริมาณน้ำฝนที่จะเกิดขึ้น แต่เนื่องด้วยข้อมูลค่าความชื้นส่วนที่ใช้เพื่อทำนายปริมาณน้ำฝนในปัจจุบันมีความละเอียดต่ำ ส่งผลให้การทำนายคาดเคลื่อน การคำนวณฟลักซ์ของความชื้นและการถ่ายเทความชื้นสู่อากาศ รวมทั้งศึกษาความสัมพันธ์ของการถ่ายเทความชื้นสู่อากาศกับปริมาณน้ำฝน และค้นหาวิธีการประมาณค่าช่วงที่เหมาะสมและถูกต้องที่สุดจึงเป็นแนวทางแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยใช้พื้นที่จังหวัดราชบุรีเป็นกรณีศึกษา โดยเก็บรวบรวมข้อมูลอุตุนิยมวิทยาได้แก่ ลม ความชื้นจำเพาะ ความดันที่ผิวจาก NOAA National Center for Environmental Prediction (NCEP) และข้อมูลปริมาณน้ำฝน เขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Matlab เพื่อหาฟลักซ์ความชื้น (Moisture fluxes) และการถ่ายเทความชื้น (Moisture transport) แล้วจึงวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของการถ่ายเทความชื้นกับปริมาณน้ำฝน นำผลที่ได้ทำการประมาณค่าช่วง (Interpolation) โดยวิธีการ IDW (Inverse Distance Weight), Natural Neighbors, Spline และ Ordinary Kriging เปรียบเทียบ หาความสัมพันธ์ของผลการประมาณค่าช่วงกับปริมาณฝนจริงในพื้นที่ ผลการศึกษาพบความแตกต่างของค่าที่ได้จากการประมาณค่าช่วงของค่า Vertical integrated moisture flux convergence (VIMC) ใน 3 ช่วงเวลา(ค.ศ. 1986-1995, 1996-2005 และ 2006-2015) การประมาณค่าช่วงของน้ำฝนด้วยวิธีการ IDW (Inverse Distance Weight) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามมากที่สุดของทั้ง 3 ช่วงเวลา (ความสัมพันธ์ปานกลาง) โดยวิธีการประมาณค่าช่วงทั้ง 4 วิธีการมีค่าความสัมพันธ์เชิงลบ (แปรผกผัน) ในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

Abstract

The relationship between moisture transfer and rainfall is important for rainfall estimation. Due to data import for rainfall predictions is low resolution, the prediction results low accuracy. The moisture flux and moisture transfer and the relationship between moisture transfer and rainfall are find out the high accurate rainfall estimation method. Ratchaburi Province of Thailand was used as a case study area. The meteorological data such as wind, specific humidity, surface pressure from the NOAA National Center for Environmental Prediction (NCEP) and rainfall data was collected. A Matlab computer program was developed to find the moisture fluxes and moisture transports. The relationship between the moisture transports and rainfall was calculated. The results, as the known value was used to estimate the value of surrounding unknown points (interpolation method) by IDW (Inverse Distance Weight), Natural Neighbors, Spline and Ordinary Kriging techniques. Compared these 4 different interpolation techniques results with the actual rainfall in the area.The research results showed differences of values obtained from the vertical integrated moisture flux convergence (VIMC) over periods (A.D. 1986-1995, 1996-2005 and 2006-2015). The rainfall estimation by the IDW (Inverse Distance Weight) method showed the highest correlation coefficient in opposite directions with the 3 periods of ten years (moderate relationship). By the way, during the northeast monsoon period, 4 techniques result had negative correlation (inverse).

สารบัญเรื่อง

เรื่อง	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ค
สารบัญเรื่อง	ง
สารบัญภาพ	จ
สารบัญตาราง	ฉ
บทนำ และความสำคัญของปัญหาการวิจัย	1
วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
การทบทวนวรรณกรรม	2
การออกแบบการวิจัย	4
ระเบียบวิธีวิจัย	5
แผนการวิจัย	7
วิธีดำเนินการวิจัย	8
ผลการวิจัย	9
สรุปผล	22
ปัญหาและอุปสรรค	22
บรรณานุกรม	23
ภาคผนวก	24
ภาคผนวก ก ประวัตินักวิจัย	25

สารบัญรูปภาพ

รูปภาพ **หน้า**

รูป 1 จังหวัดราชบุรี 2
รูป 2 Evaporation, condensation, and precipitation cycles 5
รูป 3 ตำแหน่งที่ตั้งสถานีตรวจวัดปริมาณฝน จังหวัดราชบุรี 10
รูป 4 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน (mm/day) ทุก 10 ปี ณ สถานี Damneon Saduak 10
รูป 5 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน (mm/day) ทุก 10 ปี ณ สถานี Ban Pong 11
รูป 6 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน (mm/day) ทุก 10 ปี ณ สถานี Bang Phae 11
รูป 7 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน (mm/day) ทุก 10 ปี ณ สถานี Jompoon Rukkhachat Park 12
รูป 8 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน (mm/day) ทุก 10 ปี ณ สถานี Ban Bo (Lam Phachi) 12
รูป 9 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน (mm/day) ทุก 10 ปี ณ สถานี Suan Phueng 13
รูป 10 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน (mm/day) ทุก 10 ปี ณ สถานี Ban Bung (Huai ThaKhoei) 13
รูป 11 ผลการประมาณค่าช่วงค่าเฉลี่ย VIMC ประจำเดือนตุลาคมของปี ค.ศ.1986-1995 15
รูป 12 ผลการประมาณค่าช่วงค่าเฉลี่ย VIMC ประจำเดือนตุลาคมของปี ค.ศ.1996-2005 16
รูป 13 ผลการประมาณค่าช่วงค่าเฉลี่ย VIMC ประจำเดือนตุลาคมของปี ค.ศ.2006-2015 17

สารบัญตาราง

ตาราง **หน้า**

ตาราง 1 สถานีตรวจวัดปริมาณฝน จังหวัดราชบุรี 9
ตาราง 2 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างค่าเฉลี่ย VIMC รายเดือนที่ทำการประมาณค่าช่วงทั้ง 4 วิธีได้แก่ IDW, Kriging, Natural Neighbor และ Spline กับปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน ในแต่ละสถานีตรวจวัดปริมาณฝน จ.ราชบุรี ระหว่างปี ค.ศ. 1986-1995 18
ตาราง 3 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างค่าเฉลี่ย VIMC รายเดือนที่ทำการประมาณค่าช่วงทั้ง 4 วิธีได้แก่ IDW, Kriging, Natural Neighbor และ Spline กับปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน ในแต่ละสถานีตรวจวัดปริมาณฝน จ.ราชบุรี ระหว่างปี ค.ศ. 1996-2005 19
ตาราง 4 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างค่าเฉลี่ย VIMC รายเดือนที่ทำการประมาณค่าช่วงทั้ง 4 วิธีได้แก่ IDW, Kriging, Natural Neighbor และ Spline กับปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน ในแต่ละสถานีตรวจวัดปริมาณฝน จ.ราชบุรี ระหว่างปี ค.ศ. 2005-2015 20

บทนำ และความสำคัญของปัญหาการวิจัย

ส่วนใหญ่ประเทศไทยได้รับผลกระทบจากพายุหมุนเขตร้อนกำลังปานกลางที่อ่อนกำลังลงเข้ามาทางตอนบนของประเทศปีละ 2 - 3 ลูก โดยพายุหมุนเขตร้อนเหล่านี้มีที่มาจากมหาสมุทรแปซิฟิกและมหาสมุทรอินเดีย อิทธิพลของพายุหมุนเขตร้อนกับประเทศไทยในแต่ละช่วงเวลาเป็นดังนี้

1) ช่วงเดือนพฤษภาคม ก่อนเข้าฤดูฝน จะมีพายุหมุนเขตร้อนที่ก่อตัวในอ่าวเบงกอลพัดเข้ามาทางประเทศพม่า ทำให้มีผลกระทบต่อด้านตะวันตกของประเทศไทย

2) ช่วงเดือนกรกฎาคมถึงกันยายน ประเทศไทยได้รับผลกระทบจากอิทธิพลของพายุไต้ฝุ่นจากมหาสมุทรแปซิฟิกพัดเข้ามาทางประเทศลาว ทำให้มีผลกระทบต่อภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

3) ช่วงเดือนกันยายนถึงปลายเดือนตุลาคม อาจมีพายุหมุนเขตร้อนจากทะเลจีนใต้พัดเข้ามาทางตอนล่างของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ส่งผลกระทบต่อภาคตะวันออก ตอนใต้ของภาคเหนือ ตอนใต้ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลาง

4) ช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงต้นเดือนธันวาคมซึ่งเป็นช่วงต้นฤดูหนาว จะมีพายุหมุนเขตร้อนพัดจากทะเลจีนใต้เข้ามายังอ่าวไทย ส่งผลกระทบต่อภาคใต้ฝั่งตะวันออก เช่น พายุไต้ฝุ่นเกย์ เป็นพายุหมุนเขตร้อนที่มีกำลังแรงเพียงลูกเดียวที่พัดเข้าสู่ประเทศไทย แต่ได้สร้างความเสียหายอย่างมหาศาล ในเดือนพฤศจิกายน ปี พ.ศ. 2532 พายุเกย์ก่อตัวขึ้นในอ่าวไทย แล้วพัดเข้าสู่ชายฝั่งของจังหวัดชุมพร พายุเกย์ได้ถล่มพื้นที่ประเทศไทยบริเวณภาคใต้ตอนบน ซึ่งจังหวัดที่ได้รับความเสียหายมากคือจังหวัดชุมพรและจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จากนั้นพายุจึงเคลื่อนตัวต่อไปถล่มประเทศอินเดีย แล้วสลายตัวไป

นอกจากนี้ยังมีลมมรสุมที่พัดตามฤดูกาล โดยในแต่ละฤดูกาลจะมีทิศทางการพัดของลมแตกต่างกันอย่างชัดเจน ประเทศไทยได้รับอิทธิพลของลมมรสุม 2 ชนิด ได้แก่ มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และมรสุมตะวันตกเฉียงใต้

1) ในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ หย่อมความกดอากาศสูงที่เกิดขึ้นบริเวณประเทศจีนและมองโกเลียจะพัดพาลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่แห้งแล้งและหนาวเย็นเข้ามายังประเทศไทย ส่งผลให้บริเวณส่วนใหญ่ของประเทศไทยโดยเฉพาะภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีอากาศที่หนาวเย็น แห้งแล้ง ท้องฟ้าแจ่มใส ยกเว้นภาคใต้ที่จะมีฝนตกหนัก โดยเฉพาะภาคใต้ฝั่งตะวันออก เพราะลมมรสุมที่เคลื่อนที่มายังภาคใต้จะต้องเดินทางผ่านอ่าวไทยมาก่อน จึงได้หอบความชื้นมาด้วย

2) ในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม หย่อมความกดอากาศสูงที่เกิดขึ้นบริเวณมหาสมุทรอินเดียจะพัดพาลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่เต็มไปด้วยความชื้นมายังประเทศไทย ส่งผลให้บริเวณประเทศไทยมีเมฆมาก และมีฝนตกชุก

จังหวัดราชบุรี (รูปภาพ 1) มีพื้นที่ 5,196 ตารางกิโลเมตร เป็นจังหวัดที่ตั้งอยู่ทางภาคตะวันตก โดยเป็นศูนย์กลางในด้านอุตสาหกรรมแปรรูปสินค้าเกษตร เช่น มะพร้าว ชมพู่ ฝรั่ง มะม่วง และการปศุสัตว์ของประเทศ รวมทั้งเป็นศูนย์กลางในด้านพลังงานของประเทศในปัจจุบัน

ปริมาณน้ำฝนเป็นผลมาจากฟลักซ์ของความชื้นซึ่งกำเนิดมาจากหลายๆปัจจัยในช่วงฤดูมรสุม อย่างไรก็ตามแหล่งกำเนิดของความชื้นก็เป็นสิ่งสำคัญในการศึกษาปริมาณฝนในฤดูมรสุม การหาความสัมพันธ์ของการถ่ายเทความชื้นกับปริมาณน้ำฝนจึงมีความสำคัญต่อการประเมินปริมาณน้ำฝนที่จะเกิดขึ้น และเนื่องจากข้อมูลค่าความชื้นส่วนใหญ่ที่หน่วยงานเกี่ยวกับภูมิอากาศและอุตุนิยมวิทยาใช้เพื่อทำนายผลในปัจจุบันมีความละเอียดของ

ข้อมูลต่ำ คณะวิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาความสัมพันธ์ดังกล่าวและใช้พื้นที่จังหวัดราชบุรีเป็นกรณีศึกษา และนำไปหาวิธีการประมาณค่าช่วงทีเหมาะสมและถูกต้องที่สุดเพื่อจะให้ผลการวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการจัดการด้านๆ ของประเทศไทยต่อไป

รูป 1 จังหวัดราชบุรี

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อคำนวณฟลักซ์ของความชื้นและศึกษาการถ่ายเทความชื้นสู่อากาศ
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของการถ่ายเทความชื้นสู่อากาศกับปริมาณน้ำฝน
3. เพื่อนำเสนอวิธีการประมาณค่าช่วง (Interpolation) ที่เหมาะสมและถูกต้องที่สุดกับค่าผลของการศึกษาความสัมพันธ์ประมาณการกระจายของปริมาณน้ำฝนจริง

การทบทวนวรรณกรรม

การศึกษาเกี่ยวกับความชื้นมีผู้ศึกษาที่เกี่ยวข้องกับงายวิจัยชิ้นนี้ได้แก่ Trenberth (1991) ได้ศึกษา moisture budget โดยใช้ข้อมูล global analyses ของ European Centre for Medium-range Weather Forecasts (ECMWF) และแสดงผลที่ได้จากการคำนวณ โดย moisture budget สามารถคำนวณจาก vertical moisture tendency จากนั้น Trenberth and Guillemot (1996, 1998) ได้ใช้ข้อมูล precipitation และ evaporation จาก NCEP คำนวณ moisture transport และ divergence ของ moisture transport ในอากาศ

Zhang and Sumi (2002) ได้ศึกษาการไหลเวียนของความชื้นบริเวณเอเชียตะวันออก ช่วงที่เกิดปรากฏการณ์ El Nino ในฤดูหนาว ใบไม้ผลิ และใบไม้ร่วง ผลการศึกษาพบว่าในทุกฤดู precipitation anomaly ของประเทศจีน, water vapor transport และ moisture divergence บริเวณเอเชียตะวันออก ในช่วง El nino รุนแรงนั้นแตกต่างจากช่วงเวลาปกติ

Ullah and Gao (2012) ได้ศึกษา moisture budget ของประเทศปากีสถาน ในปี 1994 และ 2002 ซึ่งเป็นปีที่ฝนชุกและแล้งตามลำดับ งานวิจัยนี้ได้คำนวณ latent energy flux ที่ surface $(E - P)$ จาก

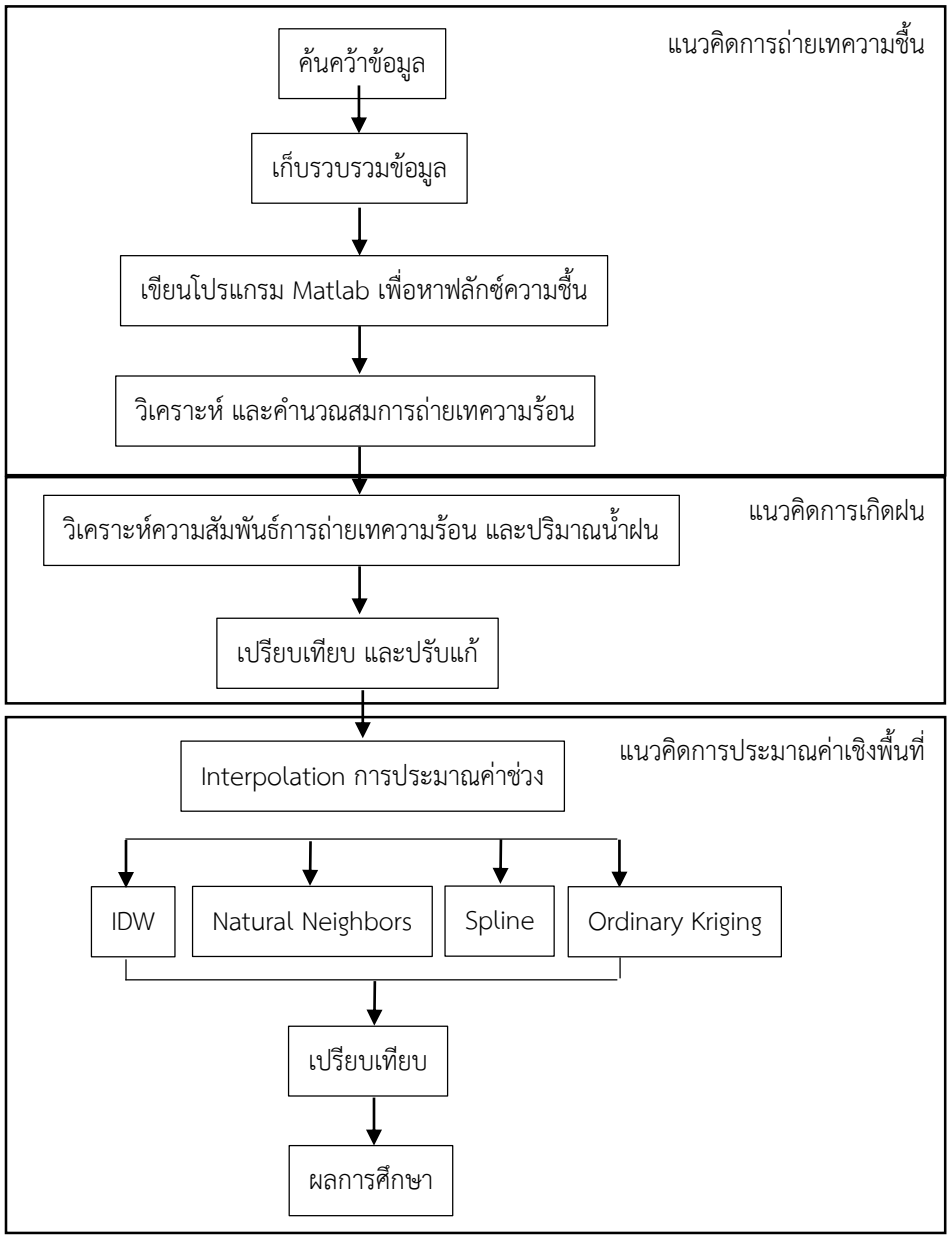
divergence ของการถ่ายเทความชื้นทั้งหมด ผลการวิจัยพบว่าความชื้นจาก Arabian Sea เป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดฝนในประเทศปากีสถานและบริเวณใกล้เคียง

สำหรับการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการประมาณค่าช่วงเชิงพื้นที่มีผู้ศึกษาหลายท่าน หนึ่งในนั้น**คือ** Knight et al. (2005) ได้ศึกษาวิธีการประมาณค่าช่วง *(*Interpolation) ที่เหมาะสมและมีความถูกต้องมากที่สุดสำหรับการประมาณค่าช่วงในพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดเล็ก พบว่าวิธีการประมาณค่าช่วงแบบ The inverse-distance weighted average (IDW) พบว่ามีค่าคลาดเคลื่อน *42%* จากค่าน้ำฝนเฉลี่ยเมื่อทำการประมาณค่าจากเหตุการณ์พายุฝน *1* เหตุการณ์ เมื่อเทียบกับวิธีการ Spline *และ* Kriging มีค่าคลาดเคลื่อนน้อยกว่าคิดเป็น *30%* ในทางกลับกันเมื่อทดลองเหตุการณ์พายุฝน *4* เหตุการณ์ พบว่าวิธีการ IDW เป็นวิธีการที่ดีกว่าวิธีการ Spline และ Kriging

Mair and Fares (2011) ได้ศึกษาเปรียบเทียบวิธีการประมาณค่าช่วงของน้ำฝนเขตพื้นที่เขาของเกาะที่รัฐฮาวาย ประเทศสหรัฐอเมริการพบว่าการประมาณค่าในหนึ่งช่วงเวลาวิธีการ Thiessen *มี*ความคลาดเคลื่อนสูงสุด ในขณะที่ Ordinary Kriging มีค่าคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดและยังสามารถประมาณการได้อย่างถูกต้องมากกว่าวิธีการ linear Regression ในขณะที่การประมาณค่าในทุกๆ ช่วงเวลาวิธีการ Simple Kriging with varying local mean (SKlm) มีค่าคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับวิธีการ linear Regression และ วิธีการ IDW

Ly et al. (2011) ได้พัฒนาพีชคณิตที่แตกต่างกันเพื่อประมาณค่าแบบช่วงสำหรับการประมาณปริมาณน้ำฝนรายวันในพื้นที่ 1 ตารางกิโลเมตรพบว่า วิธีการ Kriging with an External Drift (KED) *และ* Ordinary Cokriging (OCK) ไม่สามารถปรับปรุงค่าความถูกต้องของการประมาณแบบช่วงสำหรับการประมาณปริมาณน้ำฝนรายวันแต่วิธีการ Ordinary Kriging และ IDW เป็นวิธีการที่ดีที่สุดเพราะว่ามีค่า RMSE น้อย*ที่สุด*

การออกแบบการวิจัย

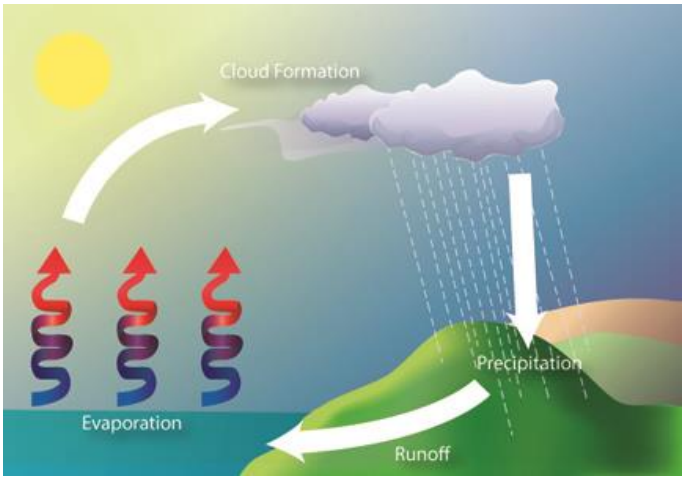


ระเบียบวิธีวิจัย

กรอบแนวคิด ทฤษฎี ที่เกี่ยวข้องและนำมาใช้สนับสนุนการวิจัย (Theory)

งานวิจัยนี้แบ่งกรอบแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเป็น 2 กรอบแนวคิด ได้แก่

1) กรอบแนวคิดเกี่ยวกับการกำเนิดความชื้นและปริมาณน้ำฝน ซึ่งปริมาณน้ำฝนเป็นผลมาจากฟลักซ์ของความชื้นซึ่งกำเนิดมาจากหลายๆปัจจัยในช่วงฤดูมรสุม อย่างไรก็ตามแหล่งกำเนิดของความชื้นก็เป็นสิ่งสำคัญในการศึกษาปริมาณฝนในฤดูมรสุม โดยวงจรการระเหย การควบแน่น จนเกิดเป็นฝน แสดงดังรูป 2



รูป 2 Evaporation, condensation, and precipitation cycles (Stevens, 2012)

สมการอนุรักษ์ไอน้ำ จาก Nawell et al. (1972) และ Mo and Higgins (1996) คือ

$$\frac{\partial W}{\partial t} = -D(Q) + E - P + R \qquad (1)$$

สมการนี้แสดงการเท่ากันของการเปลี่ยนแปลง precipitation ทั้งหมดในแนวดิ่ง W กับความแตกต่างระหว่าง evaporation (E) และผลรวมของ precipitation (P) และ vertically integrated moisture flux divergence $D(Q)$ และ runoff (R)

ค่าเฉลี่ยในระยะยาวทำให้การเปลี่ยนแปลงมีค่าน้อยมากๆ และถ้าไม่คิด runoff แล้วจะได้ว่า

$$E - P = D(Q) \qquad (2)$$

เมื่อ

$$D(Q) = \nabla \cdot Q \qquad (3)$$

โดยที่ vertically integrated moisture flux (Q) คำนวณจาก

$$Q = \frac{1}{g}\int_0^{p_s} q\vec{V}\, dp \qquad (4)$$

เมื่อ q คือ specific humidity, p คือ pressure, p_s คือ surface pressure, $\vec{V}$ คือลม และ g คือ ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก

อย่างไรก็ตามสมการที่ (3) และ (4) ยังสามารถได้จากการวิเคราะห์ และยังสามารถประเมินผลรายเดือน/รายวันได้โดยการคำนวณ vertically integrated moisture fluxes และ divergence ของ moisture fluxes

2) กรอบแนวคิดเกี่ยวกับการประมาณค่าช่วง (Interpolation) ทางสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS : Geographic Information System)

Childs (2004) อธิบายว่า การประมาณค่าช่วง (Interpolation) คือเทคนิคการสร้างค่าของเซลล์ของข้อมูลเชิงพื้นที่แบบ Raster ที่ค่าข้อมูลเพียงบางจุดในพื้นทีโดยใช้สูตรทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถนำมาทำนายค่าข้อมูลที่ขาดหายไปได้จากค่าข้อมูลเชิงพื้นที่ที่มีอยู่ ความถูกต้องแม่นยำของข้อมูลที่สร้างขึ้นขึ้นอยู่กับจำนวนค่านำเข้า (จำนวนจุดที่รู้ค่า)

การประมาณค่าช่วงของน้ำฝน เกิดจากการนำเข้าข้อมูลจุดที่รู้ระดับน้ำฝนที่มีค่าพิกัดแนวแกน X และ Y เพื่อนำมาวิเคราะห์หาค่า Z ที่มีการกระจายตัวครอบคลุมพื้นที่ โดยวิธีการทำแบบจำลองหรือสมการทางคณิตศาสตร์เพื่อทำนายค่าน้ำฝนของจุดใกล้เคียงจุดที่ทราบระดับน้ำฝนนั้นๆ และสร้างค่าระดับน้ำฝน

วิธีการประมาณค่าช่วงน้ำฝนมีวิธีการหลายวิธีที่แตกต่างกันตามรูปแบบของข้อมูลและการกระจายตัวทางพื้นที่ของข้อมูล สามารถจำแนกวิธีการที่นิยมใช้กันทั่วไปดังนี้

1. IDW (Inverse Distance Weight) เป็นการประมาณค่าช่วงจากการประเมินค่าเฉลี่ยจากเซลล์นำเข้าซึ่งรู้ค่าและนำมาหาผลกระทบกับเซลล์พื้นที่ใกล้เคียงที่ต้องการประมาณค่า โดยเซลล์พื้นที่ที่อยู่ใกล้จะได้รับอิทธิพลจากเซลล์ที่รู้ค่ามากที่สุด และเซลล์ที่พื้นที่อยู่ไกลที่สุดจะได้รับอิทธิพลน้อยที่สุด (Linear Weighted) เป็นการประมาณค่าให้กับตำแหน่งที่ไม่ทราบค่าจากผลรวมเชิงเส้นของค่าที่ทราบแล้วถ่วงน้ำหนักจุดให้ถูกจำกัดด้วยระยะทางจางกจัดที่ไม่ทราบค่าไปยังจุดที่ทราบค่า ซึ่งเหมาะกับการประมาณค่าช่วงข้อมูลประเภทที่มีความสัมพันธ์กับระยะทางโดยตรง

2. Natural Neighbors คือการประมาณค่าช่วงโดยใช้คณิตศาสตร์ซึ่งมีค่าน้อยที่สุดจากการสร้างเส้นโค้งโดยการสร้าง subset อ้างอิงเซลล์ที่รู้ค่าที่อยู่ใกล้ที่สุด โดยสร้าง Polygon ณ จุดเซลล์ และสร้าง Polygon ใกล้เคียงเพื่อนำไปใช้ในการประมาณค่าช่วงโดยใช้ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักตามขนาดของพื้นที่ของเซลล์นั้นๆ วิธีการนี้จะทำให้ค่าที่ได้ค่อนข้างจะไม่แตกต่างมากนัก แต่คุณลักษณะของข้อมูลที่ได้จะมีลักษณะแผ่นยางที่มาต่อกัน (Polygon ที่มีค่าต่างกันมาเรียงกันในแนวราบ)

3. Ordinary Kriging คือการประมาณค่าช่วงใช้กระบวนการทางสถิติภูมิศาสตร์ นำมาสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ (Semi-variogram) ที่เหมาะสมที่สุดกับรูปแบบการกระจาย ระยะทางและทิศทางการกระจายตัวของเซลล์ที่รู้ค่า นำค่าที่ได้ไปทดสอบการเข้าได้ดีของข้อมูล ตรวจสอบความสอดคล้องของ

ข้อมูล จากนั้นนำไปวิเคราะห์ค่าแฟกเตอร์ความลำเอียงเชิงพื้นที่ ข้อมูลตรวจวัดแฟกเตอร์ปรับแก้ความลำเอียงบริเวณรอบๆ ถูกนำมาใช้ในการประมาณค่าของตำแหน่งที่พิจารณา โดยการปรับค่าด้วยค่าถ่วงน้ำหนัก

4. Spline คือการประมาณค่าด้วยเส้นโค้งให้พอดีกับพื้นผิวที่มีความโค้งเว้าอย่างน้อยตามจุดข้อมูลที่นำเข้ามา ใช้สมการทางคณิตศาสตร์มาใช้คำนวณเหมาะกับพื้นผิวที่มีการเปลี่ยนแปลงแบบค่อยเป็นค่อยไป เหมือนการบิดงอของแผ่นยางผ่านจุดตัวอย่าง โดยพยายามให้ส่วนโค้งเว้าทั้งหมดเข้าหาจุดข้อมูลนำเข้ามาเหล่านั้น

3) การหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจากการประมาณค่าช่วงกับข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนในพื้นที่จริง ใช้เทคนิคการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Correlation coefficient) ในลักษณะความสัมพันธ์ระหว่าง 2 ตัวแปรเป็นเส้นตรง (Linear Relationship)

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{n}(X_i - \bar{X})(Y_i - Y)}{\sqrt{\left[\sum_{i=1}^{n}(X_i - \bar{X})^2\right]\left[\sum_{i=1}^{n}(Y_i - \bar{Y})^2\right]}}$$

เมื่อ r แทนสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน

$\bar{X}, \bar{Y}$ แทนค่าเฉลี่ยของตัวแปร Xและ Y

n แทนจำนวนตัวอย่าง

แผนการวิจัย

ค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องและเก็บรวบรวมข้อมูล และจัดเตรียมข้อมูลอุตุนิยมวิทยาซึ่งได้จากข้อมูลดาวเทียม NOAA ทั้งประเทศไทย ซึ่งจะเป็นข้อมูลที่มีความถี่ของการจัดเก็บ 4 ครั้งต่อวัน ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 1948 จึงถึงปัจจุบัน โดยจะเลือกใช้ข้อมูล 15 ปีล่าสุด และ Long term monthly means ได้มาจากข้อมูลที่ทำการเฉลี่ยระหว่างปี 1981 – 2010 จากนั้นนำข้อมูลมาตรวจสอบความถูกต้องและความครบถ้วน และเขียนโปรแกรมคำนวณหาฟลักซ์ความชื้น (วัตถุประสงค์ข้อ 1) เพื่อนำไปสู่การคำนวณหาการถ่ายเทความชื้นเพื่อเขียนเป็นสมการความสัมพันธ์ระหว่างการถ่ายเทความชื้นและปริมาณน้ำฝนซึ่งจะใช้เวลาทำงานทั้งหมด 6 เดือน (เดือน 1 – 6) สมการดังกล่าวจะถูกนำมาตรวจสอบความแม่นยำในการทำนายปริมาณน้ำฝนจากเหตุการณ์พายุฝนอีกครั้ง (วัตถุประสงค์ข้อ 2) เริ่มทำงานตั้งแต่เดือน 5 - 8 ภายหลังจากนั้นปริมาณน้ำฝนที่ได้จากการทำนายจะถูกนำไปใช้หาวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการประมาณค่าช่วงเพื่อจัดทำแผนที่ปริมาณน้ำฝนไว้ใช้ในการทำนายปริมาณน้ำฝนที่จะเกิดขึ้นในพื้นที่ขนาดเล็กเฉพาะฤดูมรสุมที่มีถูกต้องและแม่นยำ (วัตถุประสงค์ข้อ 3) โดยเริ่มทำงานตั้งแต่เดือน 7 และจะเสร็จสิ้นภายในเดือน 11 สำหรับเดือน 12 จะเป็นช่วงเวลาการประเมินผลและเขียนรายงาน

วิธีดำเนินการวิจัย

1) ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลทั้งข้อมูลทุติยภูมิซึ่งได้จากการรวบรวมของหน่วยงานต่างๆ และข้อมูลตติยภูมิซึ่งได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมจากทั้งภาครัฐและเอกชน รวมทั้งการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2) เก็บรวบรวมข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา โดยข้อมูลที่ใช้ได้แก่ ลม (winds) ความชื้นจำเพาะและความชื้นสัมพัทธ์ (specific and relative humidity) และความดันที่ผิว (surface pressure) จาก NOAA National Center for Environmental Prediction (NCEP) และข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากกรมอุตุนิยมวิทยา ของทั้งประเทศไทย ซึ่งมีรายละเอียดของข้อมูลดังนี้

Plot Data:

Variable	Statistic	Level
Air Temperature	4-times Daily	Pressure
Air Temperature	Daily	Pressure
Air Temperature	Monthly Mean	Pressure
Geopotential Height	4-times Daily	Pressure
Geopotential Height	Daily	Pressure
Variable	Statistic	Level
Geopotential Height	Monthly Mean	Pressure
Relative Humidity	4-times Daily	Pressure
Relative Humidity	Daily	Pressure
Relative Humidity	Monthly Mean	Pressure
Specific Humidity	4-times Daily	Pressure
Specific Humidity	Daily	Pressure
Specific Humidity	Monthly Mean	Pressure
Omega (Vertical Velocity)	4-times Daily	Pressure
Omega (Vertical Velocity)	Daily	Pressure
Omega (Vertical Velocity)	Monthly Mean	Pressure
U-Wind	4-times Daily	Pressure
U-Wind	Daily	Pressure
U-Wind	Monthly Mean	Pressure
V-Wind	4-times Daily	Pressure
V-Wind	Daily	Pressure
V-Wind	Monthly Mean	Pressure

(ที่มา: http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.ncep.reanalysis.pressure.html)

3) เขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Matlab) เพื่อคำนวณฟลักซ์ของความชื้น (Moisture fluxes)

4) วิเคราะห์ข้อมูลผลที่ได้จากการคำนวณและนำมาคำนวณหาการถ่ายเทความชื้น (Moisture transport) ที่เกิดขึ้น

5) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของการถ่ายเทความชื้นกับปริมาณน้ำฝนในพื้นที่พร้อมทั้งเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำฝนจริงที่เกิดขึ้นในพื้นที่ สร้างสมการที่ทำนายปริมาณน้ำฝนจากการถ่ายเทความชื้น

6) เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ข้อ 5) กับงานวิจัยอื่นๆ เพื่อปรับแก้สมการให้เหมาะสมและมีความถูกต้องมากขึ้น

7) นำผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของการถ่ายเทความชื้นกับปริมาณน้ำฝนของจังหวัดราชบุรี ใช้สมการจากข้อ 6) นำมาสร้างข้อมูล Raster ซึ่ง มาทำการประมาณค่าช่วง (Interpolation) โดยวิธีการ IDW (Inverse Distance Weight), Natural Neighbors, Spline และ Ordinary Kriging

8) เปรียบเทียบผลการประมาณค่าช่วงที่ได้รับจาก 4 กระบวนการกับปริมาณน้ำฝนที่เกิดขึ้นจริงในพื้นที่เพื่อคัดเลือกหากระบวนการที่มีเหมาะสมและถูกต้องมากที่สุดกับข้อมูลที่ได้จากสมการข้อ 6)

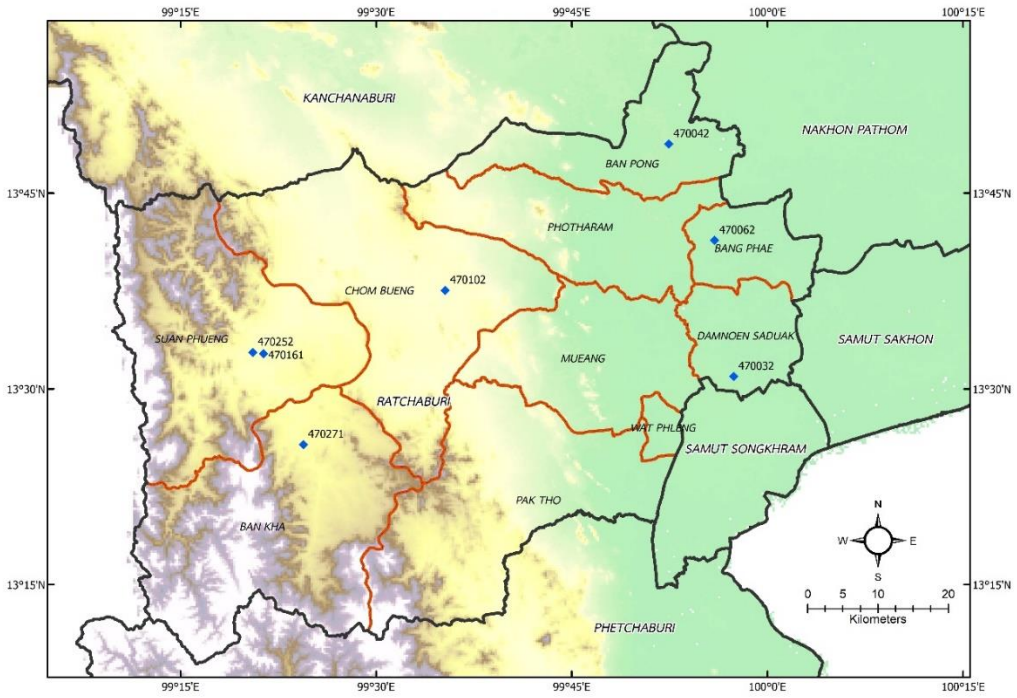
9) สรุป ประเมินผลและจัดทำรายงาน

ผลการวิจัย

ปริมาณฝนของจังหวัดราชบุรี ได้มาจากสถานีตรวจวัดปริมาณฝน กรมอุตุนิยมวิทยา จำนวน 7 สถานีตรวจวัด พิกัดของสถานีตรวจวัดแสดงดังตาราง 1 และรูป 3

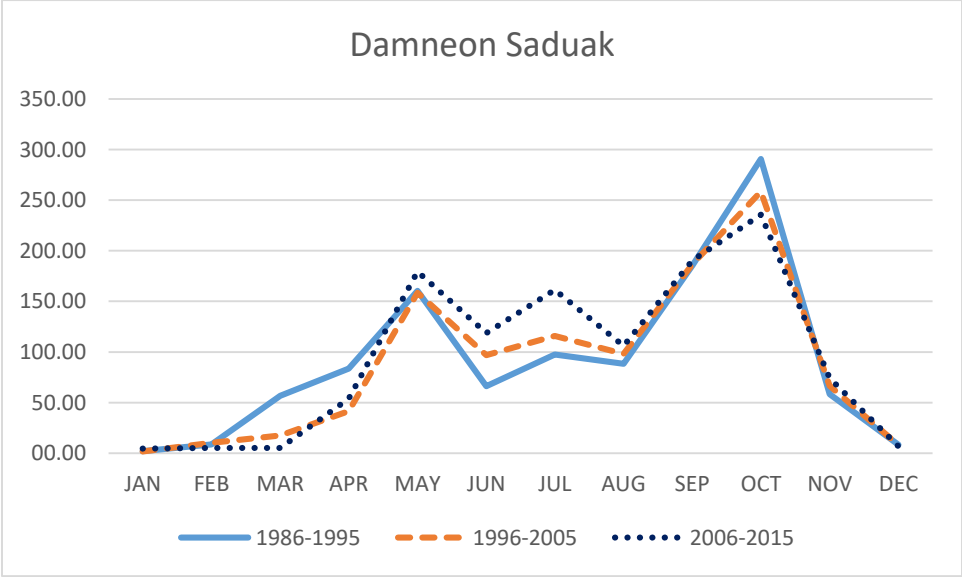
ตาราง 1 สถานีตรวจวัดปริมาณฝน จังหวัดราชบุรี

STATION	Latitude			Longtitude		
	Degree	Minute	Second	Degree	Minute	Second
47032 Damneon Saduak	13	30	56	99	57	25
47042 Ban Pong	13	48	45	99	52	26
47062 Bang Phae	13	41	22	99	55	57
47102 Jompoon Rukkhachat Park	13	37	32	99	35	18
47161 Ban Bo (Lam Phachi)	13	32	41	99	21	22
47252 Suan Phueng	13	32	47	99	20	33
47271 Ban Bung (Huai ThaKhoei)	13	25	42	99	24	25

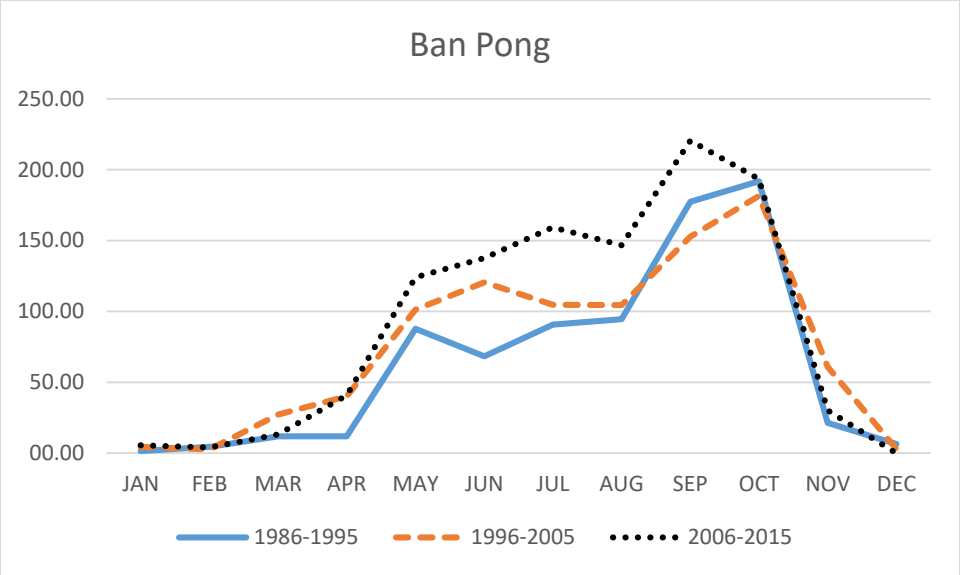


รูป 3 ตำแหน่งที่ตั้งสถานีตรวจวัดปริมาณฝน จังหวัดราชบุรี

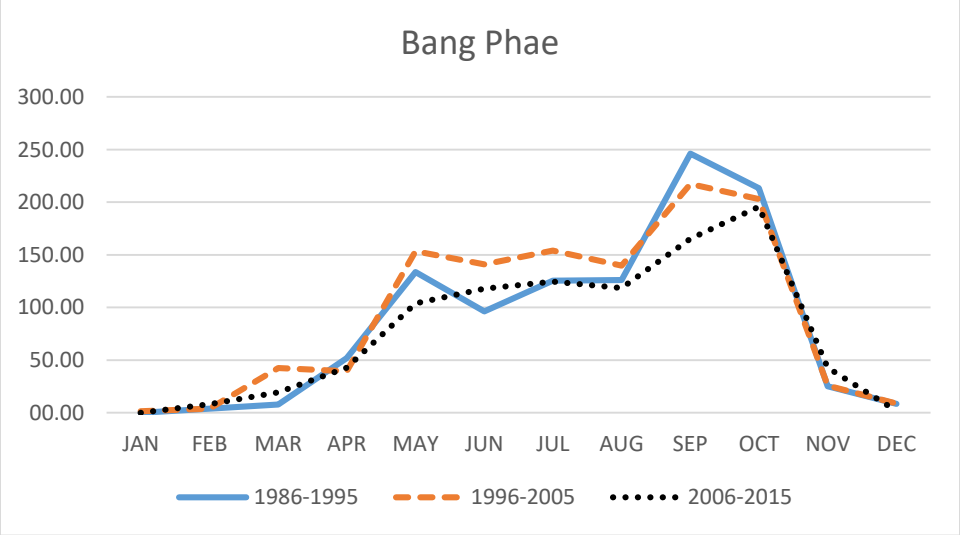
ทำการเฉลี่ยค่าปริมาณฝนในแต่ละสถานีตรวจวัดเป็นรายเดือน เฉลี่ยทุก 10 ปี ได้แก่ ระหว่างปี ค.ศ. 1986-1995, 1996-2005 และ 2006-2015 ดังรูป 4, 5, 6, 7, 8, 9 และ 10



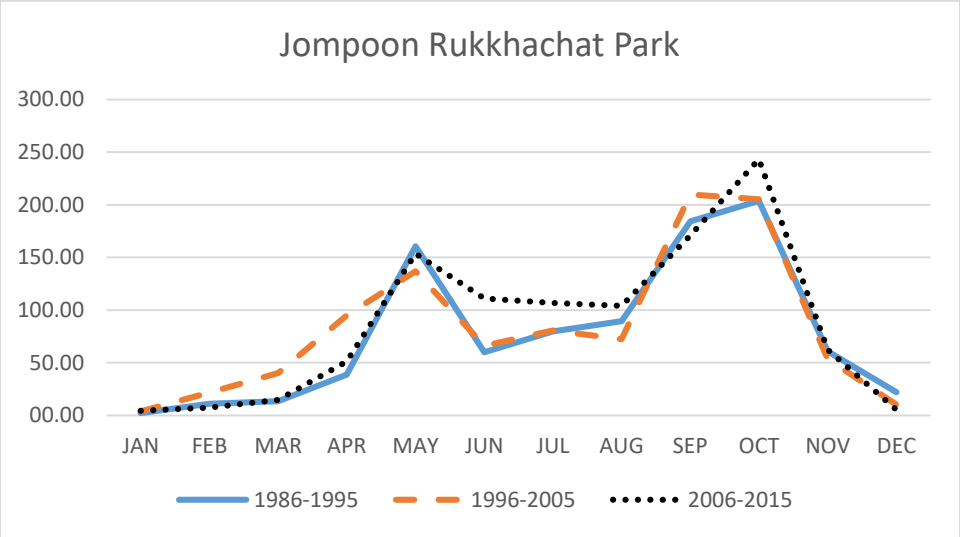
รูป 4 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน (mm/day) ทุก 10 ปี ณ สถานี Damneon Saduak



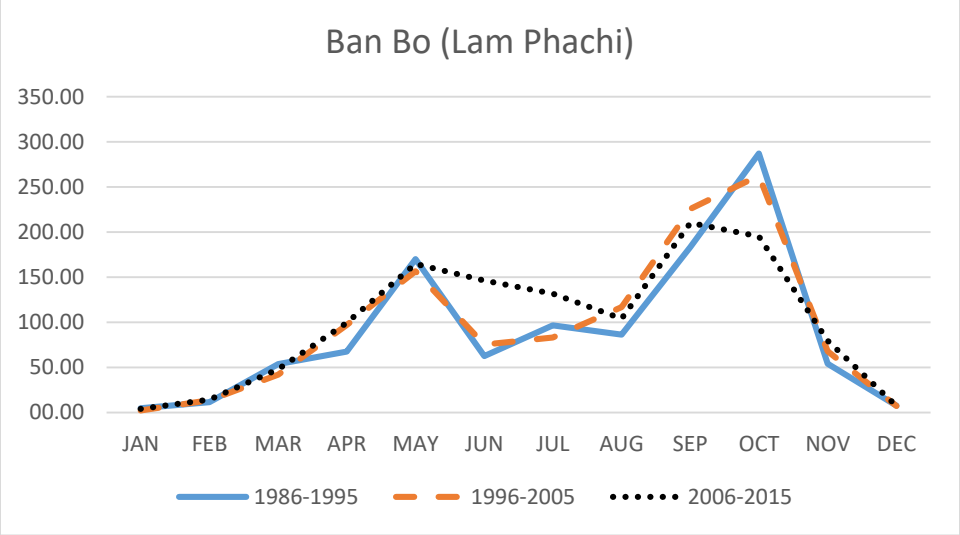
รูป 5 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน (mm/day) ทุก 10 ปี ณ สถานี Ban Pong



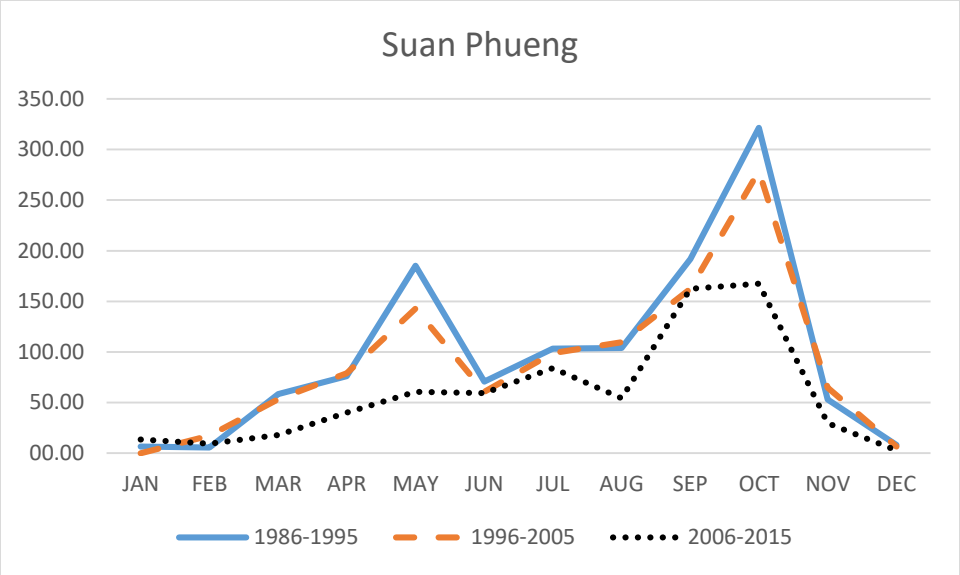
รูป 6 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน (mm/day) ทุก 10 ปี ณ สถานี Bang Phae



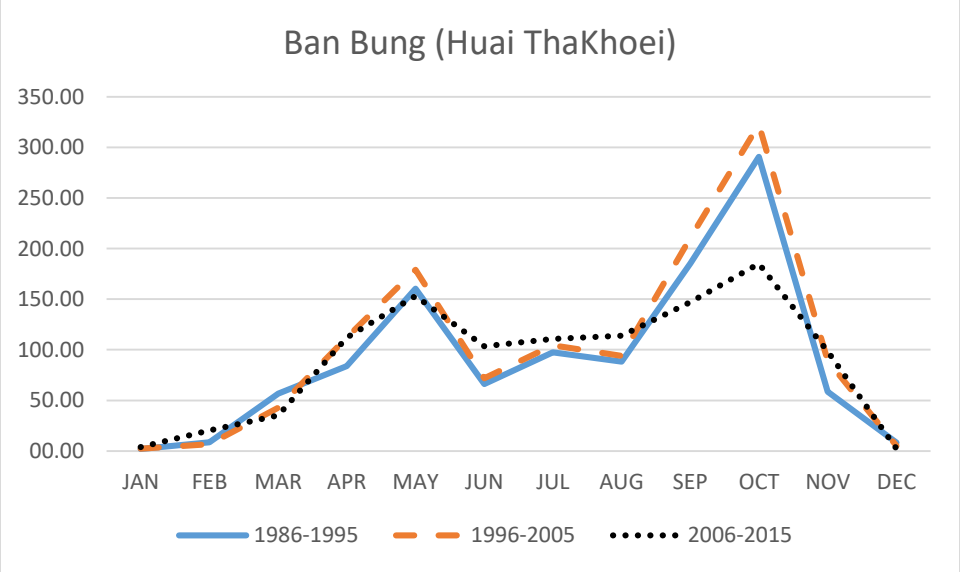
รูป 7 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน (mm/day) ทุก 10 ปี ณ สถานี Jompoon Rukkhachat Park



รูป 8 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน (mm/day) ทุก 10 ปี ณ สถานี Ban Bo (Lam Phachi)



รูป 9 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน (mm/day) ทุก 10 ปี ณ สถานี Suan Phueng



รูป 10 ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน (mm/day) ทุก 10 ปี ณ สถานี Ban Bung (Huai ThaKhoei)

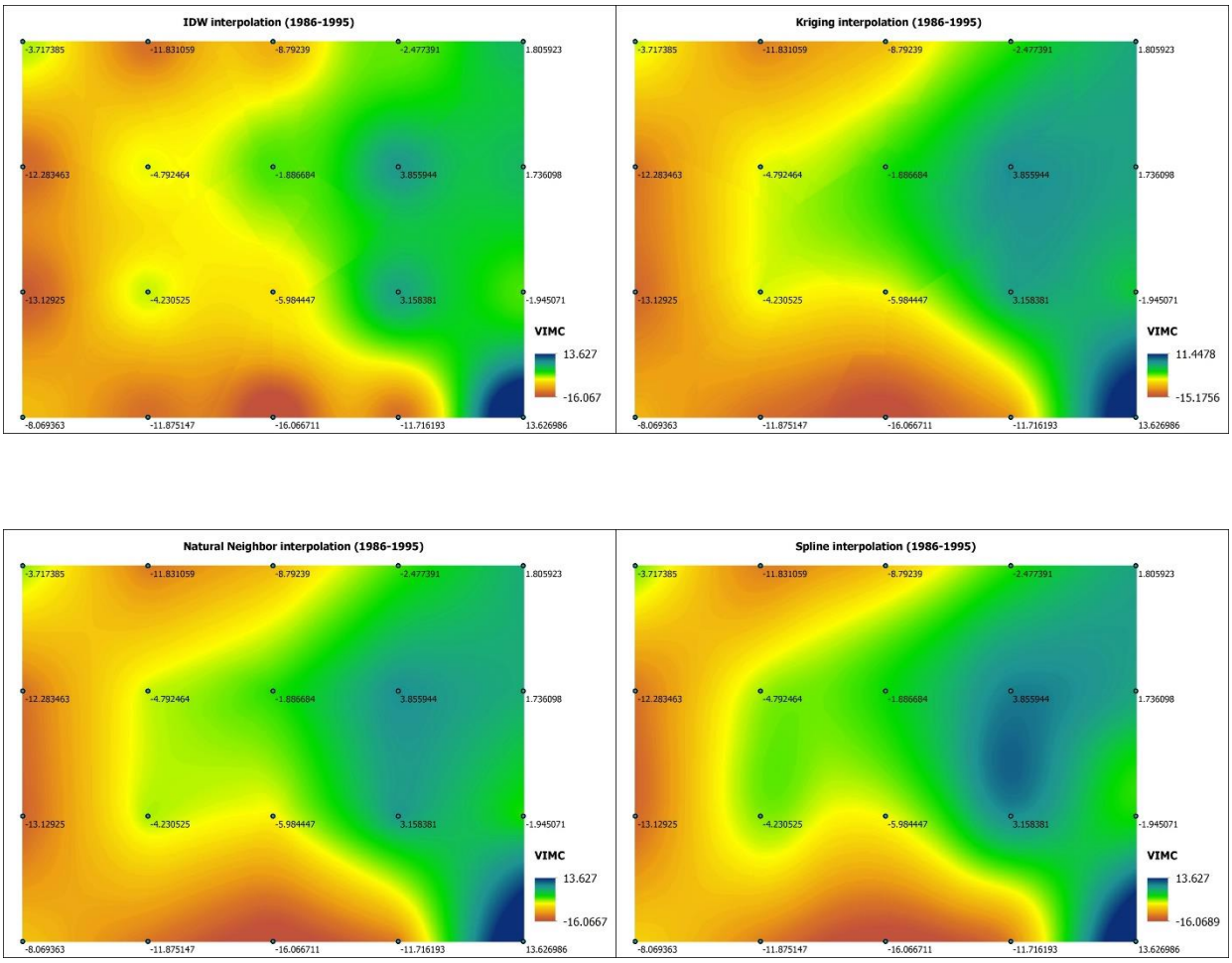
จากรูป 4, 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 แสดงว่าปริมาณน้ำฝนมากในเดือน พฤษภาคม กันยายน และตุลาคมซึ่งเป็นเดือนที่มีปริมาณน้ำฝนมากที่สุดที่ทุกสถานีตรวจวัด

ช่วง 10 ปีสุดท้าย (ปี ค.ศ. 2006-2015) ในเดือนกันยายนและตุลาคม ซึ่งเป็นปลายฤดูฝน ค่าเฉลี่ยปริมาณฝนลดลง ลดลงมากมากที่สถานี Suan Phueng และ Ban Bung (Huai ThaKhoei) ยกเว้นสถานี Ban Pong ที่มีค่าค่าเฉลี่ยปริมาณฝนเพิ่มขึ้นในทุกเดือน

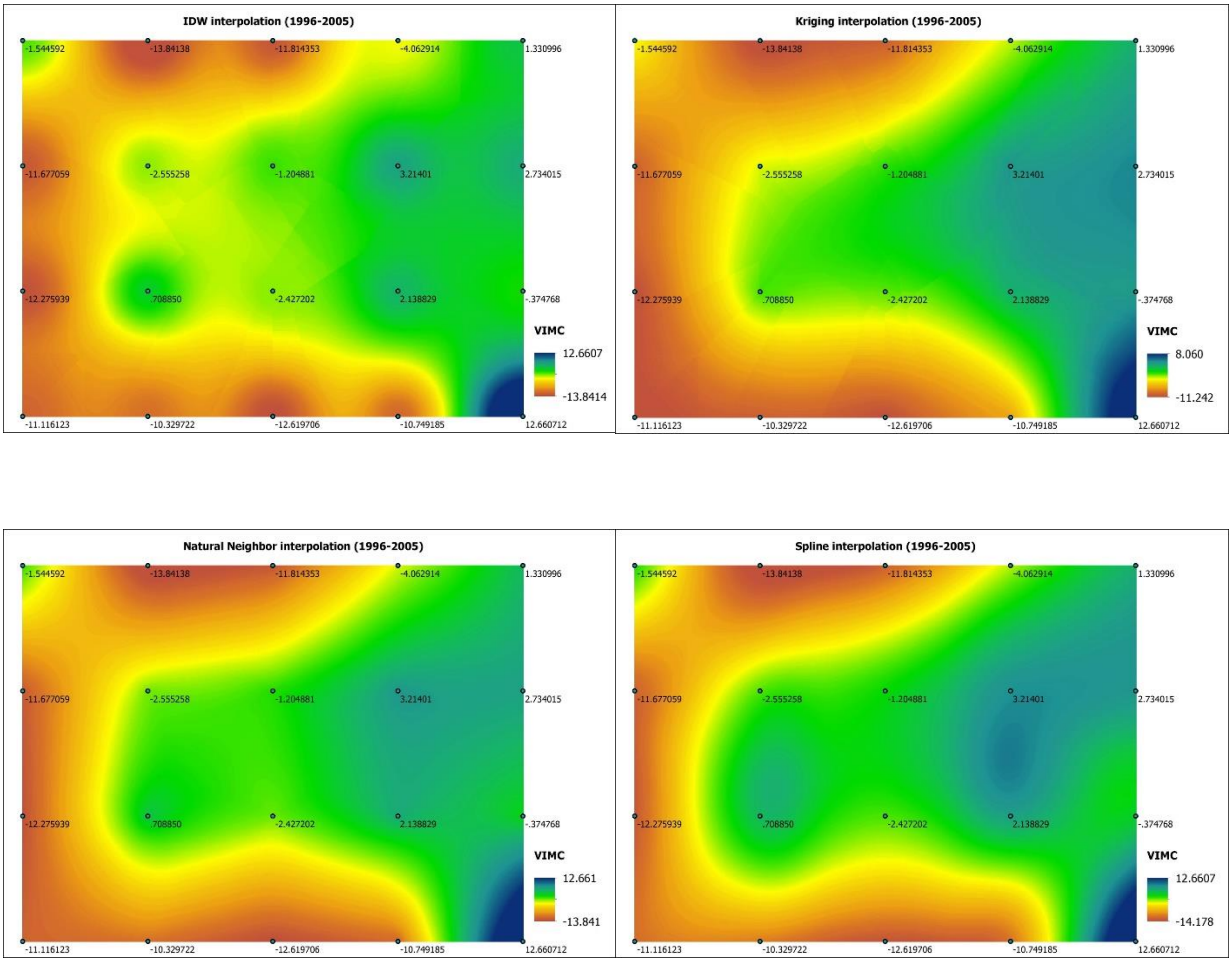
Vertical integrated moisture flux convergence (VIMC)

ในงานวิจัยนี้ ได้คำนวณค่า Vertical integrated moisture flux convergence (VIMC) เพื่อพิจารณาความสัมพันธ์กับปริมาณฝนของจังหวัดราชบุรี ปริมาณฝนได้มาจากสถานีตรวจวัดปริมาณฝน กรมอุตุนิยมวิทยา จำนวน 7 สถานีตรวจวัด แล้วทำการเฉลี่ยค่าเป็นรายเดือนเฉลี่ยทุก 10 ปี ได้แก่ ระหว่างปี ค.ศ. 1986-1995, 1996-2005 และ 2006-2015

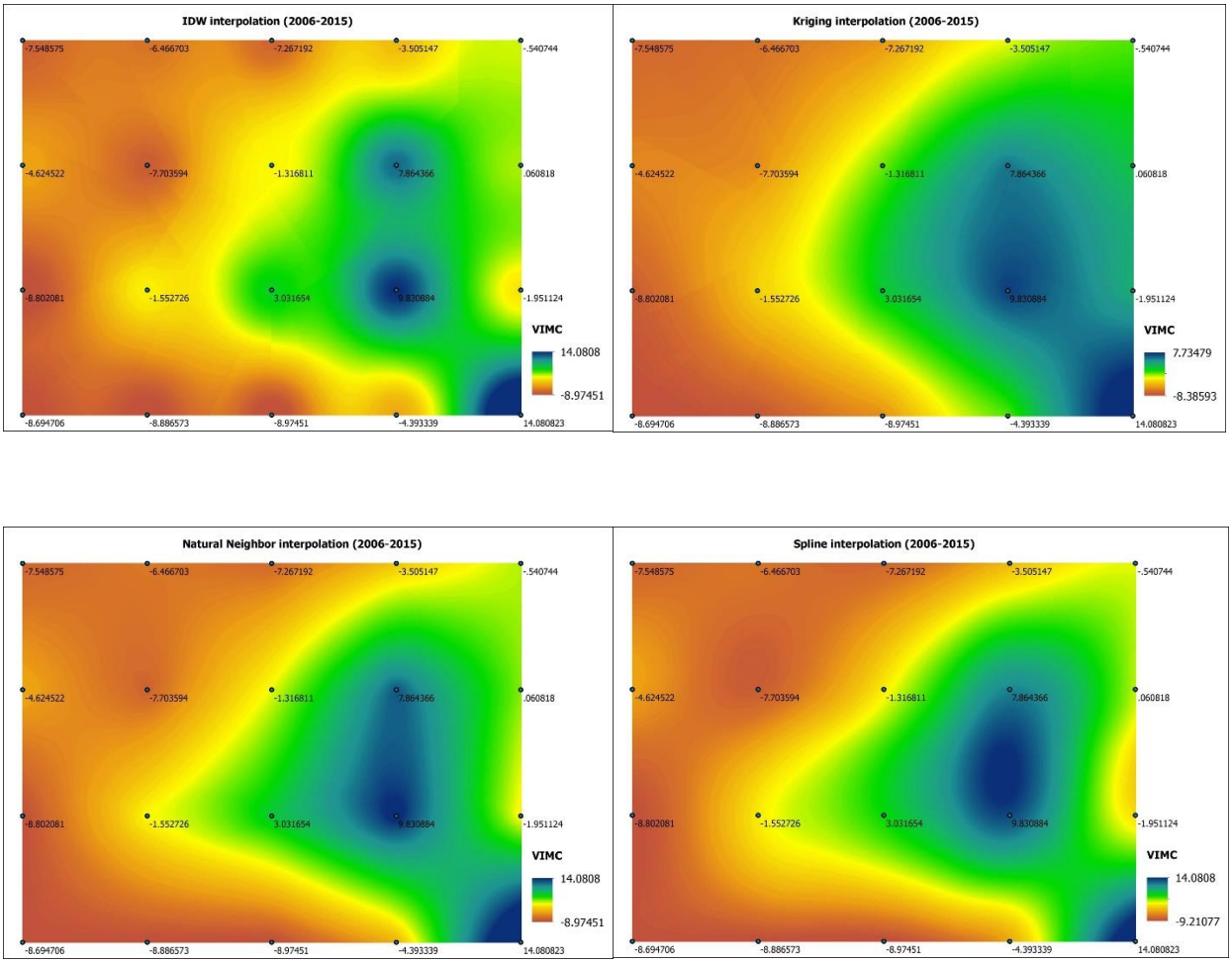
นำค่าเฉลี่ย VIMC รายเดือน และเฉลี่ยช่วงฤดูมรสุม แบ่งเป็น มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (North Eastern Monsoon) ระหว่างเดือน ตุลาคม – กุมภาพันธ์ และมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (South Western Monsoon) ระหว่างเดือน พฤษภาคม – ตุลาคม ทำการเฉลี่ยทุก 10 ปี ได้แก่ ระหว่างปี ค.ศ. 1986-1995, 1996-2005 และ 2006-2015 ที่ทำการประมาณค่าช่วงทั้ง 4 วิธีได้แก่ IDW, Kriging, Natural Neighbor และ Spline ดังแสดงเป็นตัวอย่างการทำการประมาณค่าช่วง 4 รูปแบบของค่าเฉลี่ย VIMC ประจำเดือนตุลาคมซึ่งเป็นเดือนที่มีปริมาณน้ำฝนจริงมากที่สุดในปีของทั้ง 3 ช่วงเวลา ตามรูป 5, 6 และ 7



รูป 11 ผลการประมาณค่าช่วงค่าเฉลี่ย VIMC ประจำเดือนตุลาคมของปี ค.ศ.1986-1995



รูป 12 ผลการประมาณค่าช่วงค่าเฉลี่ย VIMC ประจำเดือนตุลาคมของปี ค.ศ.1996-2005



รูป 13 ผลการประมาณค่าช่วงค่าเฉลี่ย VIMC ประจำเดือนตุลาคมของปี ค.ศ.2006-2015

จากรูป 11, 12 และ 13 ผลการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) กับปริมาณฝนเฉลี่ยจริงรายเดือนในแต่ละสถานีตรวจวัดปริมาณฝน จ.ราชบุรีกับค่าเฉลี่ย VIMC รายเดือน แสดงดังตาราง 2 ถึงตาราง 4 แสดงให้เห็นว่าการประมาณค่าช่วงทั้ง 4 วิธีการให้ผลการประมาณค่าแตกต่างกัน โดยเฉพาะวิธี IDW (Inverse Distance Weight) ให้ผลประมาณค่าช่วงแตกต่างจาก Natural Neighbors, Ordinary Kriging และ Spline อย่างชัดเจน

ตาราง 2 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างค่าเฉลี่ย VIMC รายเดือนที่ทำการประมาณค่าช่วงทั้ง 4 วิธีได้แก่ IDW, Kriging, Natural Neighbor และ Spline กับปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน ในแต่ละสถานีตรวจวัดปริมาณฝน จ.ราชบุรี ระหว่างปี ค.ศ. 1986-1995

STATION	IDW			Kriging			Natural Neighbor			Spline		
	ต.ค.-ก.พ.	พ.ค.-ต.ค.	ทุกเดือน	ต.ค.-ก.พ.	พ.ค.-ต.ค.	ทุกเดือน	ต.ค.-ก.พ.	พ.ค.-ต.ค.	ทุกเดือน	ต.ค.-ก.พ.	พ.ค.-ต.ค.	ทุกเดือน
47032 Damneon Saduak	-0.88	-0.32	-0.51	-0.85	-0.57	-0.46	-0.80	-0.49	-0.47	-0.76	-0.58	-0.46
47042 Ban Pong	-0.84	-0.68	-0.57	-0.82	-0.86	-0.46	-0.77	-0.80	-0.49	-0.72	-0.87	-0.46
47062 Bang Phae	-0.85	-0.69	-0.58	-0.82	-0.89	-0.43	-0.77	-0.83	-0.47	-0.72	-0.89	-0.44
47102 Jompoon Rukkhachat Park	-0.85	-0.26	-0.44	-0.80	-0.55	-0.33	-0.76	-0.46	-0.37	-0.74	-0.56	-0.37
47161 Ban Bo (Lam Phachi)	-0.89	-0.19	-0.48	-0.83	-0.52	-0.40	-0.81	-0.39	-0.43	-0.78	-0.50	-0.42
47252 Suan Phueng	-0.90	-0.17	-0.47	-0.84	-0.49	-0.39	-0.82	-0.36	-0.42	-0.78	-0.47	-0.41
47271 Ban Bung (Huai ThaKhoei)	-0.89	-0.26	-0.50	-0.84	-0.53	-0.42	-0.81	-0.42	-0.45	-0.77	-0.52	-0.44
Total	-0.86	-0.33	-0.50	-0.80	-0.58	-0.40	-0.77	-0.49	-0.44	-0.74	-0.58	-0.42

ตาราง 3 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างค่าเฉลี่ย VIMC รายเดือนที่ทำการประมาณค่าช่วงทั้ง 4 วิธีได้แก่ IDW, Kriging, Natural Neighbor และ Spline กับปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน ในแต่ละสถานีตรวจวัดปริมาณฝน จ.ราชบุรี ระหว่างปี ค.ศ. 1996-2005

STATION	IDW			Kriging			Natural Neighbor			Spline		
	ต.ค.-ก.พ.	พ.ค.-ต.ค.	ทุกเดือน	ต.ค.-ก.พ.	พ.ค.-ต.ค.	ทุกเดือน	ต.ค.-ก.พ.	พ.ค.-ต.ค.	ทุกเดือน	ต.ค.-ก.พ.	พ.ค.-ต.ค.	ทุกเดือน
47032 Damneon Saduak	-0.81	0.18	-0.19	-0.77	0.11	-0.06	-0.68	0.13	-0.10	-0.64	0.10	-0.09
47042 Ban Pong	-0.85	-0.27	-0.33	-0.79	-0.35	-0.21	-0.72	-0.32	-0.25	-0.69	-0.37	-0.23
47062 Bang Phae	-0.77	-0.14	-0.30	-0.70	-0.16	-0.13	-0.62	-0.18	-0.19	-0.59	-0.22	-0.17
47102 Jompoon Rukkhachat Park	-0.79	0.15	-0.16	-0.73	0.12	0.02	-0.64	0.10	-0.06	-0.59	0.05	-0.04
47161 Ban Bo (Lam Phachi)	-0.81	0.12	-0.20	-0.72	0.10	0.01	-0.64	0.06	-0.08	-0.59	-0.01	-0.03
47252 Suan Phueng	-0.80	0.12	-0.19	-0.71	0.09	0.01	-0.63	0.07	-0.07	-0.57	0.00	-0.02
47271 Ban Bung (Huai ThaKhoei)	-0.80	0.20	-0.14	-0.74	0.14	0.03	-0.65	0.15	-0.04	-0.59	0.09	0.00
Total	-0.79	0.09	-0.21	-0.71	0.05	-0.03	-0.63	0.04	-0.10	-0.58	-0.01	-0.07

ตาราง 4 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ r) ระหว่างค่าเฉลี่ย VIMC รายเดือนที่ทำการประมาณค่าช่วงทั้ง 4 วิธีได้แก่ IDW, Kriging, Natural Neighbor และ Spline กับปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน ในแต่ละสถานีตรวจวัดปริมาณฝน จ.ราชบุรี ระหว่างปี ค.ศ. 2006-2015

STATION	IDW			Kriging			Natural Neighbor			Spline		
	ต.ค.-ก.พ.	พ.ค.-ต.ค.	ทุกเดือน	ต.ค.-ก.พ.	พ.ค.-ต.ค.	ทุกเดือน	ต.ค.-ก.พ.	พ.ค.-ต.ค.	ทุกเดือน	ต.ค.-ก.พ.	พ.ค.-ต.ค.	ทุกเดือน
47032 Damneon Saduak	-0.75	0.53	-0.42	-0.64	0.42	-0.28	-0.72	0.48	-0.34	-0.74	0.42	-0.33
47042 Ban Pong	-0.60	-0.09	-0.49	-0.50	-0.15	-0.35	-0.59	-0.10	-0.41	-0.62	-0.13	-0.35
47062 Bang Phae	-0.67	-0.02	-0.53	-0.57	-0.12	-0.40	-0.65	-0.09	-0.46	-0.68	-0.18	-0.44
47102 Jompoon Rukkhachat Park	-0.68	0.44	-0.36	-0.55	0.33	-0.18	-0.63	0.36	-0.27	-0.62	0.28	-0.22
47161 Ban Bo (Lam Phachi)	-0.74	0.62	-0.38	-0.59	0.60	-0.12	-0.66	0.63	-0.24	-0.61	0.62	-0.12
47252 Suan Phueng	-0.60	0.16	-0.36	-0.44	0.10	-0.17	-0.51	0.16	-0.25	-0.46	0.14	-0.15
47271 Ban Bung (Huai ThaKhoei)	-0.76	0.56	-0.42	-0.62	0.44	-0.24	-0.68	0.50	-0.31	-0.64	0.43	-0.24
Total	-0.68	0.29	-0.41	-0.55	0.20	-0.24	-0.63	0.25	-0.32	-0.62	0.19	-0.26

จากตาราง 2 เห็นได้ว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างค่าเฉลี่ย VIMC รายเดือนที่ทำการประมาณค่าช่วงทั้ง 4 วิธีได้แก่ IDW, Kriging, Natural Neighbor และ Spline กับปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน ในแต่ละสถานีตรวจวัดปริมาณฝน จ.ราชบุรี ระหว่างปี ค.ศ. 1986-1995 เมื่อพิจารณาทุกเดือนและทุกสถานีนั้น มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามในระดับปานกลาง โดยวิธีที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามมากที่สุดคือ IDW มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ -0.50 รองลงมาคือ Natural Neighbor, Spline และ Ordinary Kriging มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ -0.44, -0.42 และ -0.40 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (North Eastern Monsoon) ระหว่างเดือน ตุลาคม – กุมภาพันธ์ ทุกสถานี พบว่ามีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามในระดับมาก โดยวิธีที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามมากที่สุดคือ IDW มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ -0.86 รองลงมาคือ Ordinary Kriging, Natural Neighbor และ Spline มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ -0.80, -0.77 และ -0.74 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (South Western Monsoon) ระหว่างเดือน พฤษภาคม – ตุลาคม ทุกสถานี พบว่ามีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามในระดับปานกลาง โดยวิธีที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามมากที่สุดคือ Ordinary Kriging และ Spline มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากัน คือ -0.58 รองลงมาคือ Natural Neighbor และ IDW มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ -0.49 และ -0.33 ตามลำดับ

และพบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้าม จะมีค่ามาก ช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (North Eastern Monsoon) ในทุกสถานีตรวจวัด

จากตาราง 3 จะเห็นได้ว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างค่าเฉลี่ย VIMC รายเดือนที่ทำการประมาณค่าช่วงทั้ง 4 วิธีได้แก่ IDW, Kriging, Natural Neighbor และ Spline กับปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน ในแต่ละสถานีตรวจวัดปริมาณฝน จ.ราชบุรี ระหว่างปี ค.ศ. 1996-2005 เมื่อพิจารณาทุกเดือนและทุกสถานีนั้น มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามในระดับน้อย โดยวิธีที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามมากที่สุดคือ IDW มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ -0.21 ส่วนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จากวิธีอื่นนั้นแทบไม่มีความสัมพันธ์กันเลย

แต่เมื่อพิจารณาช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (North Eastern Monsoon) ระหว่างเดือน ตุลาคม – กุมภาพันธ์ ทุกสถานี พบว่า วิธี IDW และ Kriging ให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามในระดับมาก มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ -0.79 และ -0.71 ตามลำดับ ส่วนวิธี Natural Neighbor และ Spline ให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามในระดับปานกลาง มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ -0.63 และ -0.58 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (South Western Monsoon) ระหว่างเดือน พฤษภาคม – ตุลาคม ทุกสถานี พบว่าไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ย VIMC รายเดือนที่ทำการประมาณค่าช่วงทั้ง 4 วิธี กับปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน

จากตาราง 4 จะเห็นได้ว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างค่าเฉลี่ย VIMC รายเดือนที่ทำการประมาณค่าช่วงทั้ง 4 วิธีได้แก่ IDW, Ordinary Kriging, Natural Neighbor และ Spline กับปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน ในแต่ละสถานีตรวจวัดปริมาณฝน จ.ราชบุรี ระหว่างปี ค.ศ. 2006-2015 เมื่อพิจารณาทุกเดือนและทุกสถานีนั้น มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามในระดับปานกลาง โดยวิธีที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามมากที่สุดคือ IDW มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ -0.41 รองลงมาคือ Natural Neighbor, Spline และ Ordinary Kriging มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ -0.32, -0.26 และ -0.24 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (North Eastern Monsoon) ระหว่างเดือน ตุลาคม – กุมภาพันธ์ ทุกสถานี พบว่ามีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามในระดับปานกลาง โดยวิธีที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามมากที่สุดคือ IDW มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ -0.68 รองลงมาคือ Natural Neighbor, Spline และ Kriging มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ -0.63, -0.62 และ -0.55 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (South Western Monsoon) ระหว่างเดือน พฤษภาคม – ตุลาคม ทุกสถานี พบว่ามีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันในระดับปานกลาง โดยวิธีที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันมากที่สุดคือ IDW มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.29 รองลงมาคือ Natural Neighbor, Ordinary Kriging และ Spline มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.25, 0.20 และ 0.19 ตามลำดับ

และพบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้าม จะมีค่ามาก ช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (North Eastern Monsoon) แต่ช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (South Western Monsoon) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน

สรุปผล

จากผลการคำนวณค่า Vertical integrated moisture flux convergence (VIMC) เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์กับปริมาณฝนของจังหวัดราชบุรีที่ได้จากสถานีตรวจวัดปริมาณฝน กรมอุตุนิยมวิทยา จำนวน 7 สถานีตรวจวัด การประมาณค่าช่วงของน้ำฝนด้วยวิธีการ IDW (Inverse Distance Weight) มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามมากที่สุดของทั้ง 3 ช่วงเวลา (ค.ศ. 1986-1995, 1996-2005 และ 2006-2015) (ความสัมพันธ์ปานกลาง) โดยวิธีการประมาณค่าช่วงทั้ง 4 วิธีการมีค่าความสัมพันธ์เชิงลบ (แปรผกผัน) ในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ เมื่อค่า VIMC มีค่ามากขึ้น ค่าผลการประมาณค่าช่วง ณ จุดนั้นจะมีแนวโน้มลดลง แต่ถ้าค่า VIMC มีค่าลดลง ค่าผลการประมาณค่าช่วง ณ จุดนั้นจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ด้วยเช่นกัน

ระดับสหสัมพันธ์ของผลคำนวณค่า VIMC และผลการประมาณค่าช่วงจะขึ้นอยู่กับพื้นที่และพฤติกรรมการตกของฝนเป็นสำคัญ ซึ่งเปลี่ยนแปลงไปตามพื้นที่และช่วงเวลา ฉะนั้นการเลือกใช้วิธีการประมาณค่าช่วงควรจะพิจารณาข้อมูลนำเข้าเป็นสำคัญ ยกตัวอย่างเช่น วิธีการ Ordinary Kriging เหมาะสมกับการประมาณค่าช่วงของข้อมูลน้ำฝนที่มีค่าแปรปรวนจากข้อมูลนำเข้ามา เป็นต้น

ปัญหาและอุปสรรค

ปัญหาข้อมูลปริมาณน้ำฝนบางสถานีหรือบางช่วงเวลาขาดหาย ต้องรวบรวมข้อมูลจากหลายแหล่งเพื่อเติมเต็มข้อมูลให้ครบสมบูรณ์ การตรวจเช็คข้อมูลนำเข้าให้ครบถ้วน ถูกต้องเป็นส่วนสำคัญต่อความถูกต้องของผลการทดลอง

บรรณานุกรม

Childs, C., 2004. Interpolation Surface in ArcGIS Spatial Analyst. ArcUser, ESRI Education Services, July-September, 2004.

Knight, Y., Jenkins, G., and Morris, K. 2005. Comparing rainfall interpolation techniques for small subtropical urban catchments, MODSIM 2005, International Conference on Modelling and simulation, Melbourne, December 2005.

Ly, S., Charles, C., and Degre, A., 2011. Geostatistical interpolation of daily rainfall at catchment scale: the use of several variogram models in the Ourthe and Ambleve catchment, Belgium. Hydrol. Earth Syst. Sci., 15, 2259-2274.

Mair, A. and Fares, A. 2011. Comparison of Rainfall Interpolation Methods in a Mountianous Region of a Tropical Island. Journal of Hydrologic Engineering, ASCE, April 2011, 371-383

Mo, K.C. and R.W. Higgins, 1996, Large Scale atmospheric moisture transport as evaluated in the NCEP/NCAR and the NASA/DAO reanalyses, Journal of Climate, 9, 1531-1545.

Newell, R.E., J.W. Kidson, D.G. Vincent and G.J. Boer, 1972, the General Circulation of the Tropical Atmosphere. Vol. 1, the MIT Press, 258pp.

Stevens, A., 2012, Introduction to the Basic Drivers of Climate, Nature Education Knowledge, 3(10), 10.

Trenberth, K.E., 1991, Climate Diagnostics from Global Analyses: Conservation of Mass in ECMWF analyses, Journal of Climate, 4, 707-722.

Trenberth, K.E. and C.J. Guillemot, 1995, Evaluation of the Atmospheric Moisture Budget as seen from Analyses, Journal of Climate, 8, 2255-2272.

Trenberth, K.E. and C.J. Guillemot, 1998, Evaluation of the Atmospheric Moisture and Hydrological Cycle in the NCEP reanalyses, NCAR Tech. Note NCAR/TN-4301STR, 300pp.

Ullah, K. and S. Gao, 2012, Moisture Transport over the Arabian Sea Associated with Summer Rainfall over Pakistan in 1994 and 2002, Advances in Atmospheric Sciences, 29(3), 501-508.

Zhang, R. and A. Sumi, 2002, Moisture Circulation over East Asia during El Nino Episode in Northern Winter, Spring and Autumn, Journal of the Meteorological Society of Japan, 80(2), 213-227.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ประวัติย่อผู้วิจัย

<u>ประวัติหัวหน้าโครงการ</u>

1. ชื่อ-นามสกุล (ภาษาไทย) นายวรากร รัตนอารีกุล
   (ภาษาอังกฤษ) Mr. Warakorn Rattanaareekul
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3559900064852
3. ตำแหน่ง อาจารย์
4. หน่วยงาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ราชบุรี
   209 หมู่ 1 ตำบลรางบัว อำเภอจอมบึง จังหวัดราชบุรี 70150
   โทรศัพท์ 081-990-3557 โทรศัพท์ 032-726520 โทรสาร 032-726519
   อีเมล์ warakorn.rat@kmutt.ac.th
5. ประวัติการศึกษา

ปีที่สำเร็จ	ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญา	สาขาวิชา	วิชาเอก	ชื่อสถาบัน
2539	ปริญญาตรี	วท.บ.	ภูมิศาสตร์	ภูมิศาสตร์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
2544	ปริญญาโท	วท.ม.	ภูมิศาสตร์	ภูมิศาสตร์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
2554	ปริญญาเอก	Ph.D.	Dr. nat tech.	nat tech	University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna, Austria

ประสบการณ์ทำงาน

ปี 2544 – 2551 ตำแหน่งนักวิจัย ศูนย์วิจัยและบริการเพื่อชุมชนและสังคม สำนักวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี

ปี 2551 – 2554 ศึกษาต่อยังต่างประเทศ

ปี 2554 – ปัจจุบัน ตำแหน่งอาจารย์ ศูนย์บริการทางการศึกษาราชบุรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

6. สาขาที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ:
   - Soil Erosion and Soil Conservation (การชะล้างพังทะลายของดินและการอนุรักษ์ดิน)
   - Soil and Rural water management (การจัดการดินและน้ำของพื้นที่ชนบท)

- Geographic Information System and Remote Sensing (ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการสืบค้นข้อมูลระยะไกล)

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

7.1 <u>ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย</u>

- การศึกษาความต้องการใช้น้ำของต้นมันสำปะหลังโดยบูรณาการความรู้ระดับเซลล์สู่การใช้งานจริงเพื่อวางแผนการให้น้ำที่มีประสิทธิภาพมุ่งเป็นชุมชนเกษตรที่ยั่งยืนและมั่งคั่ง (ได้รับทุนแผนบูรณาการพัฒนาศักยภาพ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัยและนวัตกรรม ปีงบประมาณ 2562: กำลังดำเนินโครงการ) ซึ่งประกอบด้วย โครงการวิจัยย่อย 3 โครงการได้แก่

  โครงการวิจัยย่อยที่ 1 ผลกระทบของการปรับเปลี่ยนการให้น้ำด้วยค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตในแต่ละช่วงการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังในโรงเรือน (หัวหน้าโครงการฯ)

  โครงการวิจัยย่อยที่ 2 แปลงสาธิตและศูนย์ถ่ายทอดความรู้ด้านการให้ระบบน้ำหยดและการจัดการน้ำทางการเกษตรของมันสำปะหลังด้วยการใช้ค่าปริมาณการใช้น้ำอ้างอิง (ผู้ร่วมโครงการฯ)

  โครงการวิจัยย่อยที่ 3 ผลของการให้น้ำที่เหมาะสมและไม่เหมาะสมกับการใช้น้ำของพืชต่อการใช้คาร์บอนเพื่อสร้างแป้งในรากมันสำปะหลังด้วยการใช้แบบจำลองแบบมีเงื่อนไข (ผู้ร่วมโครงการฯ)

7.2 <u>หัวหน้าโครงการวิจัย</u>

- โครงการศึกษาความสัมพันธ์ปริมาณการให้น้ำในระบบน้ำหยดกับการเจริญเติบโตและการเพิ่มผลผลิตของมันสำปะหลัง
- โครงการออกแบบและผลิตชุดจำลองน้ำฝนขนาดเล็กเพื่อใช้ในการศึกษาการกัดเซาะของดินภาคสนาม

7.3 <u>งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว</u>

- โครงการเพิ่มศักยภาพในการตรวจสอบสภาพแวดล้อมของโรงงานเพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม จังหวัดสมุทรสาคร
- โครงการวิจัยรูปแบบการผลิตและการจัดการที่เหมาะสมต่อการผลิตผักปลอดภัยสารพิษ กรณีศึกษา: กลุ่มผู้ผลิตผักปลอดภัยสารพิษ จังหวัดราชบุรี
- โครงการพัฒนาระบบฐานข้อมูลสารสนเทศเพื่อแก้ไขปัญหาความยากจนและปัญหาด้านสังคม
- โครงการพัฒนาระบบฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศด้านการท่องเที่ยวจังหวัด นครปฐม เพชรบุรี สมุทรสาคร สมุทรสงคราม(ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา)
- โครงการพัฒนาระบบฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศเพื่อป้องกันและระวังภัยน้ำท่วมจังหวัดเพชรบุรี (ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา)

- โครงการจัดสร้างระบบฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศอุดมศึกษา(ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา)
- โครงการศูนย์การเรียนรู้ดาราศาสตร์และธรรมชาติวิทยา พื้นที่ภาคตะวันตก ปีที่ 1
- โครงการศึกษาความสัมพันธ์ปริมาณการให้น้ำในระบบน้ำหยดกับการเจริญเติบโตและการเพิ่มผลผลิตของมันสำปะหลัง (ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ)
- โครงการพัฒนาเครื่องต้นแบบจำลองเพื่อการตรวจวัดโรคแอนแทรกโนสของผลมะม่วงระยะแก่เขียวด้วยเทคนิค Image Analysis
- โครงการออกแบบและผลิตชุดจำลองน้ำฝนขนาดเล็กเพื่อใช้ในการศึกษาการกัดเซาะของดินภาคสนาม (ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ปีงบประมาณ 2558)
- ผลของการรมควันโดยใช้น้ำมันหอมระเหยต่อเพลี้ยไฟฝ้าย (ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ปีงบประมาณ 2558)
- ผลของรูปร่างและสีต่อพฤติกรรมการรับรู้และการจดจำของผึ้งหาอาหาร (ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ปีงบประมาณ 2558)
- การถ่ายทอดเทคโนโลยีระบบน้ำหยดในการปลูกมันสำปะหลัง กรณีศึกษา ตำบลรางบัว อำเภอจอมบึง จังหวัดราชบุรี (ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา)
- การศึกษาความเป็นไปได้ในการปลูกหญ้าเนเปียร์ด้วยน้ำกากส่าสุดท้ายหลังจากกระบวนการผลิตเอทานอลจากโมลาส ระยะที่ 1 (ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจาก iTAP)
- การจัดการเทคโนโลยีแบบผสมผสานเพื่อเพิ่มผลผลิตเมล็ดทานตะวันและฝักข้าวโพดข้าวเหนียว (ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา)
- ปัจจัยของสีและขนาดของดอกไม้ที่มีผลต่อการเข้าผสมเกสรของผึ้ง (ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ)
- การศึกษาความเป็นไปได้ในการนำน้ำที่ผ่านการบำบัดจากกลุ่มอุตสาหกรรมหนองโพไปใช้ในการปลูกหญ้าเนเปียร์ (iTAP)
- การสะสมรงควัตถุในอวัยวะสืบพันธุ์ของผึ้งตัวผู้ในผึ้งประเทศไทย (ได้รับทุนสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ)
- การสร้างผึ้งนางพญาข้ามสายพันธุ์ระหว่างผึ้งมิ้ม ผึ้งโพรงและผึ้งพันธุ์ (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ว-1ด ปีงบประมาณ พ.ศ.2559)
- ศูนย์เรียนรู้ถ่ายทอดและจัดการการเกษตรและเทคโนโลยีคลองโป่ง : ตำบลลำนางรอง อำเภอโนนดินแดง จังหวัด

บุรีรัมย์ (ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ปีงบประมาณ 2562)

7.4 ผลงานตีพิมพ์

- ทศพร ทองเที่ยง, มนัญญา เพียรเจริญ, ,รัฐพล สวัสดี, ศราวุฒิ จันทร์แฉล้ม, วัลลภา นาคมี, **วรากร รัตนอารีกุล**, พรรณปพร กองแก้ว, ทรงพล คูณศรีสุข, วาสนา มานิช, จิตรวดี คมเดช, จิราภรณ์ คงคุ้ม, สุกัลยา ตันติวิศวรุจิ, บัญญัติ เล็กประเสริฐ, ไกรศิลา กานนท์, ดวงหทัย วิวัฒน์รัตน์ และธัญญา รัตน์ คงขุนเทียน, 2551, **“ผลสัมฤทธิ์ของการเรียนรู้แบบมีผู้เรียนเป็นศูนย์กลางโดยใช้โครงงานวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือการเรียนรู้ของครูวิทยาศาสตร์จากโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา”** ,.วราสารวิจัยและพัฒนา มจธ ,ปีที่ 31 , ฉบับที่ 3, กรกฎคม- กันยายน หน้า ,601-616.
- KLIK, A., **W. RATTANAAREEKUL**, and T. BUCHSBAUM (2012): **Chapter 5: Soil erosion assessment in Dhrabi watershed**. In: Oweis, T., and M. Ashraf, Assessments and Options for Improved Productivity and Sustainability in Dhrabi Watershed Pakistan, 125-194; ICARDA, Aleppo, Syria; ISBN 92-9127-269-8.
- Andreas Klik, **Warakorn Rattanaareekul** and Thomas Buchsbaum (2010): **Integrated Watershed development for Food Security and Sustainable Improvement of Livelihood in Barani, Pakistan** Part: Soil Erosion Assessment. Austrian Development Agency (ADA), 77.
- ธัญญารัตน์ คงขุนเทียน, รัฐพล สวัสดี, ปทุม จันทร์ฉาย, มนัญญา เพียรเจริญ, ศราวุฒิ จันทร์แฉล้ม, วัลลภา นาคมี, **วรากร รัตนอารีกุล**, พรรณปพร กองแก้ว, ทรงพล คูณศรีสุข, วาสนา มานิช, จิตรวดี คมเดช, จิราภรณ์ คงคุ้ม, สุกัลยา ตันติวิศวรุจิ, บัญญัติ เล็กประเสริฐ, ไกรศิลา กานนท์, ดวงหทัย วิวัฒน์รัตน์ และทศพร ทองเที่ยง, 2550, **“การใช้แนวทางการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์ด้วยปัญญาเพื่อการพัฒนากระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของครูให้สอดคล้องกับบริบทของพื้นที่”**, ศิลปากรวิจัย ครั้งที่ 1 การประชุมทางวิชาการเฉลิมพระเกียรติ ,22 พฤศจิกายน 2550, มหาวิทยาลัยศิลปากร พระราชวังสนามจันทร์ นครปฐม หน้า ,56-57.
- พรพิมล สมัครสมาน, ศศิธร สุวรรณเทพ และ**วรากร รัตนอารีกุล**, , **“การศึกษาแนวทางปฏิบัติที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของต้นมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และพันธุ์ CMR 89 อายุต้น 1 และ 3 เดือน กรณีศึกษา อำเภอโนนดินแดง จังหวัดบุรีรัมย์”**, เอกสารการประชุมวิชาการระดับชาติเครือข่ายวิจัยสถาบันอุดมศึกษาทั่วประเทศ ครั้งที่ 12, 27-29 พฤษภาคม 2561, โรงแรมธรรมรินทร์ ธนา จังหวัดตรังม หน้า 184-192.
- Khongkhuntian, T., **Rattanaareekul W.**, Prasertsung, N. and Tantiwisawaruji, S. (2018). **A Pilot Implementation in Residential College; Development of Independent-problem Solving Skills in PBL Classroom using FILA**, iSTEM-Ed 2018 Proceedings, 11-13 July 2018 at KX KMUTT Bangkok Thailand. pp. T33-T3-35.

- Khongkhuntian, T and **Rattanaareekul W.** (2022). **THE SHOOT AND ROOT COMPETITION FOR CARBON ASSIMILATION IN THAI CASSAVA (*Manihot esculenta Crantz of cv. Kasetsart 50*)**, Application of Information Technology in Agriculture Asia-Pacific Region (APFITA 2022), Application of Smart Technology for Achieving Sustainable Agriculture, Proceeding of the 13th international conference, November 24-26, 2022. pp. 01-06.
- **Rattanaareekul W.** and Khongkhuntian, T and. (2022). **ESTIMATING OF CROP COEFFICIENT FROM WATER CONSUMPTION IN *Manihot esculenta Crantz of cv. Kasetsart 50***, Application of Information Technology in Agriculture Asia-Pacific Region (APFITA 2022), Application of Smart Technology for Achieving Sustainable Agriculture, Proceeding of the 13th international conference, November 24-26, 2022. pp. 49-53.

7.5 งานวิจัยที่กำลังทำ

หัวหน้าโครงการฯ

- ศูนย์วิจัยการถ่ายทอดเทคโนโลยีทางการเกษตร Center of Translational Agriculture Research (CTAR) ได้รับทุนจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 2564)
- การศึกษาการถ่ายเทความชื้นที่มีผลต่อทำนายปริมาณน้ำฝนอย่างแม่นยำในฤดูมรสุม (ได้รับทุนกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปีงบประมาณ 2560)
- การศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของมันสำปะหลังสายพันธุ์ระยอง 5 และพันธุ์ห้วยบง 60 โดยใช้วิธีการวัดศักย์น้ำของใบ (ได้รับทุนสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ปีงบประมาณ 2560)

ผู้ร่วมโครงการฯ

- การจำแนกพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งทางการเกษตรโดยใช้ดัชนีพืชพรรณ: กรณีศึกษา จังหวัดราชบุรี (ได้รับสนับสนุนทุนวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ปีงบประมาณ 2561)
- ประสิทธิภาพการใช้น้ำและผลผลิตที่ยั่งยืนจากการให้น้ำพืชบนพื้นฐานของแบบจำลอง (ได้รับสนับสนุนทุนวิจัยจากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ปีงบประมาณ 64)

ประวัติผู้ร่วมวิจัย

ชื่อ-นามสกุล (ภาษาไทย) นิติมา อัจฉริยะโพธา
(ภาษาอังกฤษ) Nitima Aschariyaphotha
ตำแหน่งทางวิชาการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ตำแหน่งทางการบริหาร .....
โทรศัพท์ 02-470-8918 โทรสาร 02-428-4025
E-mail address nitima.asc@kmutt.ac.th

ประวัติการศึกษา

ปีที่สำเร็จ	ระดับปริญญา	วุฒิการศึกษา	สาขาวิชา/วิชาเอก	ชื่อสถาบัน
2541	ป.ตรี	วท.บ	คณิตศาสตร์	ม.ธรรมศาสตร์
2544	ป.โท	วท.ม	คณิตศาสตร์ประยุกต์	ม.เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
2550	ป.เอก	Ph.D	Environment Technology	ม.เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

งานวิจัยที่ได้ตีพิมพ์เผยแพร่ (ตำรา,วารสาร,รายงานการประชุม)

วารสารทางวิชาการระดับนานาชาติ

Chansaengkrachang, K., A. Luadsong and **N. Aschariyaphotha** (2015), Moisture Transport over the Indian Ocean and South China Sea Associated with Rainfall over Thailand during 2010 and 2011, *Advances and Applications in Fluid Mechanics*, 17(2), pp. 195-208.

Chansaengkrachang, K., A. Luadsong and **N. Aschariyaphotha** (2015), A Study of the Time Lags of the Indian Ocean Dipole and Rainfall Over Thailand by Using the Cross Wavelet Analysis, *Arabian Journal of Science and Engineering*, 40(1), pp. 215-225.

Piamphonpan, K., A. Luadsong and **N. Aschariyaphotha** (2014), A Study of Water Mass Transports between the Gulf ofThailand and the South China Sea, *Advances and Applications in Fluid Mechanics*, 16(2), pp. 237-251.

Sittipolpat, C., A. Luadsong and **N. Aschariyaphotha** (2013), A Meshless Local Petrov-Galerkin Method with Radial Point Interpolation for Solving Transient Heat Conduction Problems, *Advances in Theoretical and Applied Mathematics*, 8(3), pp. 217-228.

Aschariyaphotha, N., S. Klanklaew, B. Wichianchai and S. Wanchaijiraboon (2013), Variations of Sea Level in the Gulf of Thailand during 2001-2010, *Advances in Theoretical and Applied Mathematics*, 8(1), pp. 5-15.

Aschariyaphotha, N., S. Klanklaew, B. Wichianchai and S. Wanchaijiraboon (2013), Statistical Analysis of Sea Surface Elevation in Numerical Ocean Model for the Gulf of Thailand during Typhoon Muifa, *Applied Mathematical Sciences*, 7(16), pp. 751-764.

Khankham, S., **Aschariyaphotha, N.**, Luadsong, A. and Yomsatieankul, W. (2012), MLPG Method for the Two-Dimensional Time Dependent Convection-Diffusion Equation, *Far East Journal of Mathematical Sciences*, 63(2), pp. 229-247.

Aschariyaphotha, N. and S. Wongwises (2012), Simulations of Seasonal Current Circulations and Its Variabilities Forced by Runoff from Freshwater in the Gulf of Thailand, *Arabian Journal of Science and Engineering*, 37(2012), pp. 1389-1404.

Aschariyaphotha, N., P. Wongwises, U. W. Humphries and S. Wongwises (2011), Study of Storm Surge due to Typhoon Linda (1997) in the Gulf of Thailand Using a Three Dimensional Ocean Model, *Applied Mathematics and Computational*, 217(2011), pp. 8640-8654.

Luadsong, A. and **N. Aschariyaphotha** (2011), The Splitting Upwind Schemes for Spectral Action Balance Equation, *International Journal of Computational and Mathematical Sciences*, 5(1), pp. 35-43.

Aschariyaphotha, N., P. Sakkaplangkul and A. Luadsong (2011), Numerical Grid Generation of Oceanic Model for the Andaman Sea, *International Journal of Computational and Mathematical Sciences*, 5(1), pp. 54-57.

Aschariyaphotha, N. (2009), Numerical Model for Simulations of Sea Surface Elevations in the Gulf of Thailand, *Advances in Theoretical and Applied Mathematics*, 4(1), pp. 21-33.

Aschariyaphotha, N. (2009), Simulation of Current Circulations and Sea Surface Elevations in the Gulf of Thailand during East Asian Winter Monsoon, *Far East Journal of Ocean Research*, 2(1), pp. 29-50.

Aschariyaphotha, N., P. Wongwises, S. Wongwises, U. W. Humphries and X. B. You (2008), Simulation of Seasonal Circulations and Thermohaline Variabilities in the Gulf of Thailand, *Advances in Atmospheric Sciences*, 25(3), pp. 489-506.

รายงานการประชุมทางวิชาการระดับนานาชาติ

Humphries, U.W., P.Wongwises, B. Achevarahaprok, A. Chankarn, A. Wangwongchai, P. Praekhaow, K. Chansaengkrachang, **N. Aschariyaphotha** (2011), Wavelet Coherence of the Nino 3.4 SST and Monthly Rainfall over Thailand, *International Conference on Mathematics*, December 31, 2010-January 04, 2011, Allahabad, India, pp. 39-47.

Chansaengkrachang, K., **N. Aschariyaphotha**, U. W. Humphries, A. Wangwongchai and P. Wongwises (2011), Empirical Orthogonal Function Analysis of Rainfall over Thailand and Its relationship with Indian Ocean Dipole, *Proceedings of Chiangmai University International Conference 2011*, February 22, Chiangmai, Thailand, pp.47-58.

Piamphonpan K. and **N. Aschariyaphotha** (2011), Numerical Methods for the Spectral Action Balance Equation, *Proceedings of Chiangmai University International Conference 2011*, February 22, Chiangmai, Thailand, pp.72-82.

Chansaengkrachang, K., **N. Aschariyaphotha**, U. W. Humphries, A. Wangwongchai and P. Wongwises (2010), A Study of Rainfall in Thailand and Its Relation with Indian Ocean Dipole (IOD), *Proceedings of GMSTEC 2010 : International Conference for a Sustainable Greater Mekong Subregion*, August 26-27, Bangkok, Thailand.

Aschariyaphotha, N., P. Wongwises, S. Wongwises and U. W. Humphries (2007), *Simulation of Current Circulations in the Gulf of Thailand, Proceedings of the International Association of Science and Technology for Development Asian Conference on Modelling and Simulation*, October 8-10, Beijing, China, pp. 61-66.

Aschariyaphotha, N., P. Wongwises, S. Wongwises and U. W. Humphries (2006), *Phenomena in the Gulf of Thailand when Typhoon Linda 1997 Passed, Proceedings of the 2nd Joint International Conference on Sustainable Energy and Environment (SEE 2006)*, November 21-23, Bangkok, Thailand, pp. 571-576.

Aschariyaphotha, N., P. Wongwises and U. W. Humphries (2004), *Interpolation of Climatological Data to Numerical Ocean Modeling for the Gulf of Thailand, Proceedings of the Joint International Conference on Sustainable Energy and Environment (SEE)*, December 1-3, Hua Hin, Thailand, pp. 784-789.

วารสารทางวิชาการระดับชาติ

นันทพล ธัมอารีย์รัตน์, จิราภรณ์ รัตนพิบูลย์, ลลิตา ลักษิตานนท์, อนิรุธ ลวดทรง และ**นิติมา อัจฉริยะโพธา** (2555), อีกแนวทางหนึ่งเพื่อเพิ่มความแม่นยำในการหาคำตอบของสมการพาราโบลิก, วารสารวิจัยรามคำแหง, 15(2), 55-64.

รายงานการประชุมทางวิชาการระดับประเทศ

Khankham, S. and **Aschariyaphotha, N.** (2555), MLPG with Upwinding Scheme for the Two-Dimensional Convection-Diffusion Problem, การประชุมวิชาการ วิทยาศาสตร์วิจัย ครั้งที่ 4, 12-13 มีนาคม , ม.นเรศวร.

ภัทราภรณ์ โกษาแสง, ชุตินาถ แสนราช และ**นิติมา อัจฉริยะโพธา** (2554), การหาค่าอัตราส่วนของอากาศต่อน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับแบบจำลองหัวเผาแบบเปิด, *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49*, 1-4 กุมภาพันธ์, กรุงเทพ, หน้า 374-381.

นิติมา อัจฉริยะโพธา และประธาน สักกะพลางกูร (2553), การสร้างโครงข่ายกริดของแบบจำลองทางสมุทรศาสตร์สำหรับทะเลอันดามัน, *การประชุมวิชามหาวิทยาลัยกรุงเทพ*, 20-21 พฤษภาคม, มหาวิทยาลัยกรุงเทพ, หน้า 1-10.

นิติมา อัจฉริยะโพธา, อรฤดี สุทธิศรี, ศุวิล ชมชัยยา, ประภาพร ศรีณรงค์เวทย์, ปิยาภรณ์ เจริญพานิชย์ และรัตน์ฤทัย เสืออิ่ม (2551), นเรศวรวิจัย ครั้งที่ 4 “การบริหารนวัตกรรม”, 28-29 กรกฎาคม, มหาวิทยาลัยนเรศวร จ. พิษณุโลก, หน้า 52-59.

Aschariyaphotha, N., P. Wongwises and B. Archevarahuprok (2001), Numerical Simulation of Storm Surge in the Gulf of Thailand, *Proceedings of the fifth Annual National Symposium on Computational Science and Engineering (ANSCSE 2001)*, June 19-20, Bangkok, Thailand, p. 12-21.