

โครงการวิศวกรรมชลประทาน

(02207499)

ที่ 12/2562

การคาดการณ์ปริมาณฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออกของประเทศไทยโดยใช้ดัชนีภูมิอากาศโลก

Rainfall prediction in the Eastern Watershed, Thailand using large scale circulation indices

จัดทำโดย

นางสาวอัญชลี ชาโชติ

นางสาวเกศกนก มีเรือง

เสนอ

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา-ชลประทาน)


พุทธศักราช 2562

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง : การคาดการณ์ปริมาณฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออกของประเทศไทยโดยใช้ดัชนี
ภูมิอากาศโลก

โดย : นางสาวอัญชลี ชาโชติ

นางสาวเกศกนก มีเรื่อง

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ : 
.....

(อ.ดร.เกศวรา สิทธิโชค)

.....1 / พ.ค. / 2563

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคาดการณ์ปริมาณฝนที่จะเกิดขึ้นของพื้นที่ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออกในช่วงฤดูฝน 6-15 เดือนล่วงหน้าโดยใช้ดัชนีภูมิอากาศโลก 3 ดัชนี ได้แก่ Southern Oscillation Index (SOI) , Oceanic Nino Index (ONI) และ Pacific Decadal Oscillation (PDO) ซึ่งการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จะใช้ดัชนีทั้ง 3 ดัชนีใน 2 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบของข้อมูลเฉลี่ยรายปี และรูปแบบของข้อมูลเฉลี่ยรายสามเดือน โดยการใช้วิธีทางสถิติ 2 วิธี ได้แก่ การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple Linear Regression) และวิธีการถดถอยเชิงพหุคูณ (Multiple Linear Regression) ซึ่งเป็นการใช้ดัชนีตัวทำนายรวมกันคือ SOIกับONI, ONIกับPDO และ PDOกับSOI โดยการใช้วิธีทางสถิติเพื่อประเมินผลการคาดการณ์ปริมาณฝน 3 ดัชนี ได้แก่ สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) ร้อยละการเบี่ยงเบนของข้อมูล (P-Bias) และค่าความคลาดเคลื่อน (Error) การศึกษาพบว่าจากการวิเคราะห์ด้วยวิธีการคาดการณ์โดยวิธีการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย สามารถคาดการณ์ปริมาณฝนล่วงหน้าได้ดีกว่าวิธีการถดถอยเชิงพหุคูณ แสดงให้เห็นว่าการใช้ข้อมูลตัวทำนายแบบเฉลี่ยรายสามเดือนสามารถคาดการณ์ปริมาณฝนได้ดีกว่าการใช้ข้อมูลตัวทำนายแบบเฉลี่ยรายปี และจากการวิเคราะห์ด้วยวิธีการคาดการณ์ทั้งสองแบบพบว่า Pacific Decadal Oscillation (PDO) สามารถคาดการณ์ปริมาณฝนได้ดีกว่าตัวทำนาย Southern Oscillation Index (SOI) และ Oceanic Nino Index (ONI)

ABSTRACT

Title : Rainfall prediction in the Eastern Watershed, Thailand using large scale circulation indices

By : Anchalee ChaChot

Katekanok Meeruang

Project Adviser 

(Dr. Ketvara Sittichok)

1 / May / 2020

This research aimed to predict rainfalls of the Eastern Watershed during a rainy season 6-15 months in advance using three large scale circulation indices; Southern Oscillation Index (SOI) , Oceanic Nino Index (ONI) and Pacific Decadal Oscillation (PDO). Yearly and three-month average of all predictands were used in this study. Simple linear regression and multiple linear regression were applied in this study. Three statistical estimators that were the coefficient of determination (R^2), Percent bias and total error were used to assess the performance of the methods used to forecast rainfall amount. Results indicates that simple linear regression method showed better performance to predict rainfall than multiple linear regression. Three months average data was be able to predict rainfall than annual average data. In addition, for both simple and multiple linear regression methods, the Pacific Decadal Oscillation (PDO) was the best predictor used to forecast rainfalls in this area compared to Southern Oscillation Index (SOI) and Oceanic Nino Index (ONI).

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำโครงการวิศวกรรมชลประทานฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้อย่างสมบูรณ์ คณะผู้จัดทำโครงการขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร. เกศวรา สิทธิโชค อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ รวมถึงคณะกรรมการสอบโครงการที่ได้ให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการปรับปรุงการดำเนินงานของโครงการต่อไป

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์กำแพงแสน คณาจารย์และบุคลากรทุกท่านในการให้คำปรึกษา สนับสนุน และช่วยเหลือเพื่อให้โครงการนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

คณะผู้จัดทำ

นางสาวอัญชลี ชาโชติ

นางสาวเกศกนก มีเรือง

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
ABSTRACT	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญภาพ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย	2
1.3 ขอบเขตงานวิจัย	2
1.4 พื้นที่การศึกษา	2
บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 ดัชนีภูมิอากาศโลก	5
2.2 การคาดการณ์ปริมาณฝนโดยใช้ดัชนีภูมิอากาศโลก	6
บทที่ 3 วิธีการศึกษา	8
3.1 การจัดเตรียมข้อมูล	8
3.1.1 ปริมาณน้ำฝน	8
3.1.2 ดัชนีภูมิอากาศโลก	11
3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน	13
3.2.1 วิธีการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย	13
3.2.2 วิธีการถดถอยเชิงพหุคูณ	14

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.3 แนวทางการประเมินผลการศึกษา	16
3.3.1 ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ	16
3.3.2 ค่าเปอร์เซ็นต์การเบี่ยงเบนข้อมูล	16
3.3.3 ค่าความคลาดเคลื่อน	17
บทที่ 4 ผลการศึกษา	18
4.1 การคาดการณ์โดยการใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย	18
4.1.1 การคาดการณ์โดยการใช้ข้อมูลรายปี	18
4.1.2 การคาดการณ์โดยการใช้ข้อมูลราย 3 เดือน	22
4.2 การคาดการณ์โดยการใช้วิธีการถดถอยเชิงพหุคูณ	27
4.2.1 การคาดการณ์โดยการใช้ข้อมูลรายปี	27
4.2.2 การคาดการณ์โดยการใช้ข้อมูลราย 3 เดือน	31
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษา	36
เอกสารอ้างอิง	37
ภาคผนวก	39

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.4-1 สถานีวัดปริมาณฝนลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก	4
3.1-1 ปริมาณฝนรวมรายเดือนของพื้นที่ศึกษา	9
3.1-2 ปริมาณฝนรวมรายปีของพื้นที่ศึกษา	10
3.1-3 ข้อมูลรายเดือนของ Southern Oscillation Index (SOI)	12
3.1-4 ข้อมูลรายเดือนของ Oceanic Nino Index (ONI)	12
3.1-5 ข้อมูลรายเดือนของ Pacific Decadal Oscillation (PDO)	13
3.2 แผนผังแสดงขั้นตอนการทำงานวิจัย	15
4.1-1 ผลการคาดการณ์โดยการใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายของปริมาณฝนกับตัวทำนายONIรายปี	19
4.1-2 ผลการคาดการณ์โดยการใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายของปริมาณฝนกับตัวทำนายSOIรายปี	19
4.1-3 ผลการคาดการณ์โดยการใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายของปริมาณฝนกับตัวทำนายPDOรายปี	20
4.1-4 ปริมาณฝนของสถานีกบินทร์บุรีรวมราย 5 เดือนของฝนการตรวจวัดกับการคาดการณ์ โดยการใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายกับตัวทำนายONIรายปี	20
4.1-5 ผลการคาดการณ์โดยการใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายของปริมาณฝนกับ ตัวทำนายONIราย3เดือน	23
4.1-6 ผลการคาดการณ์โดยการใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายของปริมาณฝนกับ ตัวทำนายSOIราย3เดือน	24
4.1-7 ผลการคาดการณ์โดยการใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายของปริมาณฝนกับ ตัวทำนายPDOราย3เดือน	25
4.1-8 ปริมาณฝนของสถานีห้วยโป่งรวมราย 5 เดือนของฝนการตรวจวัดกับการคาดการณ์ โดยการใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายกับตัวทำนายSOIราย3เดือน	25

สารบัญภาพ(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.2-1 ผลการคาดการณ์โดยการใช้วิธีการถดถอยเชิงพหุคูณของปริมาณฝนกับตัวทำนายSOIกับONIรายปี	28
4.2-2 ผลการคาดการณ์โดยการใช้วิธีการถดถอยเชิงพหุคูณของปริมาณฝนกับตัวทำนายPDOกับONIรายปี	28
4.2-3 ผลการคาดการณ์โดยการใช้วิธีการถดถอยเชิงพหุคูณของปริมาณฝนกับตัวทำนายSOIกับPDOรายปี	29
4.2-4 ปริมาณฝนของสถานีฉะเชิงเทรารวมราย 5 เดือนของฝนการตรวจวัดกับการคาดการณ์โดยการใช้วิธีการถดถอยเชิงพหุคูณกับตัวทำนายSOIกับPDOรายปี	29
4.2-5 ผลการคาดการณ์โดยการใช้วิธีการถดถอยเชิงพหุคูณของปริมาณฝนกับตัวทำนายSOIกับONIRาย3เดือน	32
4.2-6 ผลการคาดการณ์โดยการใช้วิธีการถดถอยเชิงพหุคูณของปริมาณฝนกับตัวทำนายSOIกับPDORาย3เดือน	33
4.2-7 ผลการคาดการณ์โดยการใช้วิธีการถดถอยเชิงพหุคูณของปริมาณฝนกับตัวทำนายONIกับPDORาย3เดือน	34
4.2-8 ปริมาณฝนของสถานีสระแก้วรวมราย 5 เดือนของฝนการตรวจวัดกับการคาดการณ์โดยการใช้วิธีการถดถอยเชิงพหุคูณกับตัวทำนายSOIกับONIRาย3เดือน	34

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1-1 ผลการคาดการณ์โดยใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายกับตัวทำนายSOI, ONI และ PDOรายปี	21
4.1-2 ผลการคาดการณ์โดยใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายกับตัวทำนายSOI, ONI และ PDO ราย3เดือน	26
4.2-1 ผลการคาดการณ์โดยใช้วิธีการถดถอยเชิงพหุคูณกับตัวทำนาย SOIกับONI, ONIกับPDO และ SOIกับPDO รายปี	30
4.2-2 ผลการคาดการณ์โดยใช้วิธีการถดถอยเชิงพหุคูณกับตัวทำนาย SOIกับONI, ONIกับPDO และ SOIกับPDO ราย3เดือน	35

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ปรากฏการณ์เอนโซหรือปรากฏการณ์เอลนีโญ-ลานีญา (El Nino Southern Oscillation, ENSO) และปรากฏการณ์ความผันผวนของรูปแบบสภาพภูมิอากาศในคาบแปซิฟิก (Pacific Decadal Oscillation, PDO) ทั้งสองเป็นปรากฏการณ์ที่ส่งผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศของประเทศใกล้เส้นศูนย์สูตรที่อยู่รอบมหาสมุทรแปซิฟิก และประเทศที่อยู่ในแถบซีกโลกใต้ รวมทั้งมีอิทธิพลต่อสภาพอากาศของประเทศไทย ทำให้เกิดความแปรผันภูมิอากาศ โดยพบว่าค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในปีที่เกิดเอลนีโญ และลดลงในปีที่เกิดลานีญา นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณฝนรวมรายปีมีแนวโน้มลดลงในปีที่เกิดเอลนีโญ และเพิ่มขึ้นในปีที่เกิดลานีญา เช่น เอลนีโญขนาดรุนแรงปี พ.ศ. 2540 – 2541 ส่งผลให้ประเทศไทยประสบปัญหาสภาวะความแห้งแล้ง มีอุณหภูมิต่ำกว่าปกติทั่วประเทศ และลานีญาที่เกิดขึ้นปี พ.ศ. 2542 – 2543 ส่งผลให้ประเทศไทยมีฝนตกชุกกว่าปกติ และมีอุณหภูมิในฤดูหนาวลดลงหลายจังหวัดในเดือนธันวาคม 2542 (กรมอุตุนิยมวิทยา, ม.ป.ป)

ภาคตะวันออกของประเทศไทย เป็นพื้นที่ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เป็นแหล่งนิคมอุตสาหกรรม เกษตรกรรม และ อัญมณีของประเทศ ส่งผลให้มีปริมาณความต้องการน้ำในภูมิภาคนี้เพิ่มขึ้น เนื่องจากอัตราการเพิ่มขึ้นของประชากร และจากการพัฒนาทางเศรษฐกิจและการขยายตัวของเมือง โดยเฉพาะพื้นที่จังหวัดในโครงการเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก หรือ Eastern Economic Corridor (EEC) ได้แก่ จังหวัดฉะเชิงเทรา ชลบุรี และระยอง ซึ่งแหล่งน้ำหลักในภูมิภาคนี้ส่วนใหญ่มาจากปริมาณฝนที่เกิดขึ้น ซึ่งปัญหาเรื่องการจัดการน้ำที่พบในพื้นที่บริเวณนี้ส่วนใหญ่จะเกิดปัญหาภัยแล้งจากการขาดแคลนน้ำเนื่องจากฝนทิ้งช่วงเป็นเวลานาน ดังนั้นการคาดการณ์ปริมาณฝนที่เกิดขึ้นในภูมิภาคนี้จึงมีความสำคัญซึ่งจะช่วยเป็นองค์ประกอบหนึ่งในการบริหารจัดการน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากปรากฏการณ์ดังกล่าวข้างต้นแสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์เอนโซมีผลต่อลักษณะภูมิอากาศของประเทศไทย ดังนั้นการศึกษาค้นคว้าจึงได้มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะคาดการณ์ปริมาณฝนที่เกิดขึ้นในพื้นที่ภาคตะวันออกของประเทศไทย โดยการใช้ดัชนีภูมิอากาศโลก ได้แก่ดัชนีเอนโซซึ่งประกอบไปด้วยดัชนีความผันแปรของระบบอากาศในซีกโลกใต้หรือ Southern Oscillation Index (SOI) ดัชนีอุณหภูมิที่ผิวน้ำทะเลที่เปลี่ยนไปจากค่าอุณหภูมิน้ำทะเลปกติหรือ Oceanic Nino Index (ONI) และค่าความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในมหาสมุทรแปซิฟิกหรือ Pacific Decadal Oscillation (PDO) โดยวิธีการทางสถิติเพื่อคาดการณ์ปริมาณฝนเฉลี่ยที่จะเกิดขึ้นในฤดูฝน เพื่อตรวจสอบถึงประสิทธิภาพของวิธีทางสถิติที่ใช้ในการศึกษา

รวมถึงผลของปริมาณฝนคาดการณ์ที่เกิดขึ้นสามารถนำมาใช้ในการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ศึกษาได้ต่อไปในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการคาดการณ์ปริมาณฝนโดยการใช้ดัชนีภูมิอากาศโลกร่วมกับวิธีการทางสถิติ

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

- 1) พื้นที่ศึกษาอยู่ในเขตลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก
- 2) วิธีการทางสถิติที่ใช้ได้แก่ วิธีการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple linear regression) และวิธีการถดถอยเชิงพหุคูณ (Multiple linear regression)

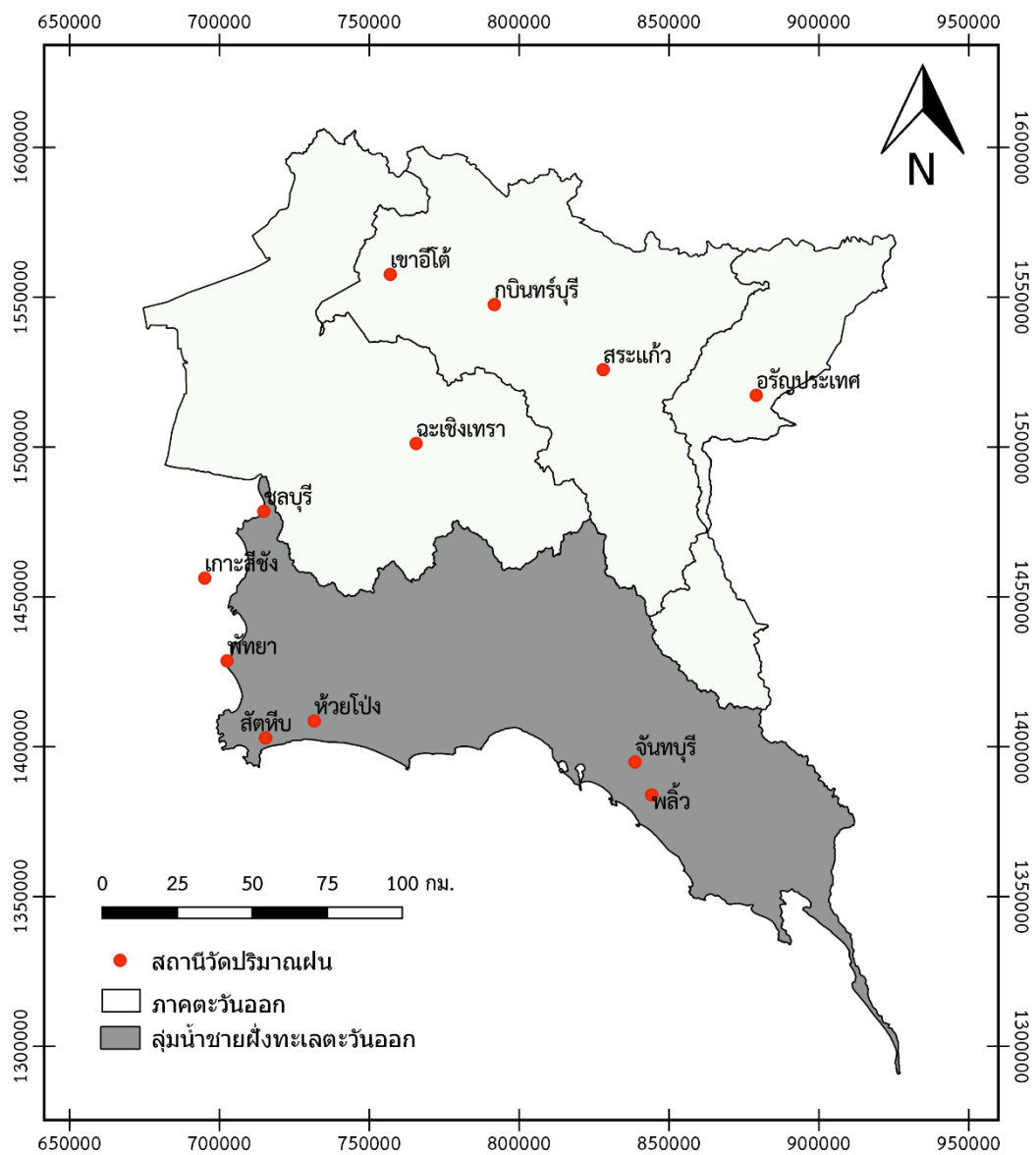
1.4 พื้นที่ศึกษา

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาในพื้นที่ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออกของประเทศไทย โดยพื้นที่ภาคตะวันออกมีลักษณะภูมิประเทศเป็นที่ราบสูงสลับกับภูเขาสูงเตี้ย ๆ มีชายฝั่งทะเลที่เรียวยาวและโค้งเว้า มีทิวเขาจันทบุรีอยู่ทางด้านชายฝั่งทะเลตะวันออก ทอดตัวไปทางด้านทิศตะวันตกจรดกับทิวเขาบรรทัด ซึ่งเป็นทิวเขาที่เป็นเส้นแบ่งเขตระหว่างประเทศไทยกับประเทศกัมพูชา และมีแม่น้ำสายสำคัญอยู่หลายสาย ที่ไหลลงสู่อ่าวไทยได้แก่แม่น้ำระยอง แม่น้ำจันทบุรี แม่น้ำประแสร์ แม่น้ำตราด แม่น้ำบางปะกง มีจังหวัดทั้งหมด 7 จังหวัด ได้แก่ จันทบุรี , ชลบุรี , ตราด , ระยอง , ฉะเชิงเทรา, ปราจีนบุรี และสระแก้ว

ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออกตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกของประเทศไทย (รูปที่ 1.4-1) มีพื้นที่ลุ่มน้ำประมาณ 13,095.80 ตร.กม. มีพื้นที่ครอบคลุม 6 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดชลบุรี , ระยอง , จันทบุรี , ฉะเชิงเทรา , สระแก้ว และตราด มีทิศเหนือติดกับลุ่มน้ำบางปะกง , ลุ่มน้ำปราจีนบุรี และลุ่มน้ำโตนเลสาป ทิศใต้และทิศตะวันตกติดกับอ่าวไทย และทิศตะวันออกติดกับประเทศกัมพูชา ลักษณะภูมิประเทศของลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออกส่วนใหญ่เป็นแนวเทือกเขามักจะทอดตัวอยู่ตามแนวเหนือ-ใต้สลับกับที่ราบและมีแนวเขาทอดยาวตลอดแนวทางฝั่งตะวันออกของลุ่มน้ำ จากตอนบนของพื้นที่ลุ่มน้ำลงมาจะเป็นที่ราบชายฝั่งทะเลแคบๆ บางช่วงชายฝั่งทะเลจะมีลักษณะเว้าแหว่ง บางแห่งเป็นปากแม่น้ำและมีป่าชายเลน บางแห่งเป็นหาดทรายสวยงาม ซึ่งเป็นสถานที่ท่องเที่ยวที่สำคัญ เช่น หาดบางแสน , หาดจอมเทียน และหาดพัทยาในจังหวัดชลบุรี ส่วนพื้นที่ด้านตะวันออกของจังหวัดชลบุรีและตอนบนของจังหวัดระยองจะเป็นที่ราบลูกคลื่นและเนินเขา ก่อนจะเข้า

เขตเทือกเขาทางด้านตะวันออกสุดของกลุ่มน้ำนอกจากนี้กลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออกยังมีส่วนที่เป็นเกาะ ซึ่งประกอบด้วยหมู่เกาะต่างๆ มากกว่า 50 เกาะ อยู่ห่างจากชายฝั่งตั้งแต่ 2-40 กม. เกาะที่สำคัญๆ ได้แก่ เกาะเสม็ดในจังหวัดระยอง เกาะช้างและเกาะกูดในจังหวัดตราด เกาะสีชังและเกาะล้านในจังหวัดชลบุรี เป็นต้น พื้นที่ทางทิศเหนือส่วนใหญ่เป็นแนวเทือกเขา ที่ราบส่วนใหญ่จะอยู่บริเวณริมฝั่งลำน้ำและที่ราบริมฝั่งทะเลอ่าวไทยทางทิศใต้และทิศตะวันตก โดยมีลำน้ำสายสำคัญในพื้นที่กลุ่มน้ำซึ่งมีทิศทางการไหลจากทิศเหนือลงมาออกทะเลอ่าวไทยทางทิศใต้ได้แก่คลองใหญ่แม่น้ำประแสร์คลองวังโตนด แม่น้ำจันทบุรีและแม่น้ำตราดจากลักษณะภูมิประเทศโดยทั่วไปของพื้นที่กลุ่มน้ำ สามารถแบ่งพื้นที่ได้เป็น 4 ลักษณะ

โดยลักษณะปัญหาที่พบในภาคตะวันออกเป็นปัญหาขาดแคลนน้ำ ปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดภาวะภัยแล้งคือปริมาณฝนลดลง ส่งผลให้ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำหลักไม่เพียงพอต่อความต้องการในภาคอุตสาหกรรมและอุปโภค-บริโภค และเมื่อปีพ.ศ. 2557 แม่น้ำบางปะกง เกิดสถานการณ์น้ำเค็มรุกล้ำอย่างต่อเนื่องมีค่าความเค็มที่ตรวจวัดได้เกินจากค่ามาตรฐานค่อนข้างสูงมาก ทั้งมาตรฐานเพื่อผลิตน้ำประปาและเพื่อการเกษตร ส่งผลให้ระบบประปาที่ใช้ น้ำจากแม่น้ำบางปะกงเกิดปัญหา โดยเฉพาะการผลิตน้ำของการประปาส่วนภูมิภาคที่ อ.บางคล้า จ.ฉะเชิงเทรา เนื่องจากต่อไปพื้นที่นี้มีการใช้ประโยชน์ของโครงการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก (EEC) เช่นโครงการพัฒนาสนามบินอู่ตะเภาและเมืองการบินภาคตะวันออก, เขตส่งเสริมอุตสาหกรรมและนวัตกรรมดิจิทัล และยังมีการพัฒนาเศรษฐกิจด้านอื่นๆอีกมากมาย ทำให้เมืองขยายตัว มีประชากรเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้มีความต้องการน้ำเพิ่มมากขึ้น จึงจำเป็นต้องมีการคาดการณ์ฝนเพื่อให้มีการวางแผนส่งน้ำไว้ใช้สำหรับภาคอุตสาหกรรม อุปโภค-บริโภค และภาคเกษตรกรรม ดังนั้นงานวิจัยครั้งนี้จึงศึกษาภาคตะวันออกของประเทศไทยเพราะพื้นที่นี้เป็นพื้นที่เศรษฐกิจที่สำคัญ



รูปที่ 1.4-1 สถานีวัดปริมาณฝนลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก

บทที่ 2

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ดัชนีภูมิอากาศโลก

Southern Oscillation Index (SOI) หรือดัชนีความผันแปรของระบบอากาศในซีกโลกใต้ เป็นดัชนีความผันแปรของระบบอากาศในบริเวณซีกโลกใต้ ซึ่งเป็นการวัดความแรงของลมค้า (โดยปกติลมจะพัดจากบริเวณที่มีความกดอากาศสูงไปยังบริเวณที่มีความกดอากาศต่ำกว่า) ดังนั้นจึงใช้ดัชนีนี้บ่งบอกการเกิดปรากฏการณ์ ENSO ได้ตัวหนึ่ง โดยดัชนีที่มีค่าเป็นลบหมายถึงความกดอากาศที่ตาอิติต่ำกว่าที่ตารวิน ซึ่งคือลมค้าอ่อนกว่าปกติ และเมื่อดัชนีมีค่าติดลบสูงเป็นระยะเวลาสั้นจะแสดงถึงสภาวะ El Nino ในทางกลับกันดัชนีที่มีค่าเป็นบวกแสดงถึงลมค้าพัดแรง และเมื่อดัชนีมีค่าเป็นบวกสูงเป็นเวลานานจะหมายถึงสภาวะ La Nina (กรมอุตุนิยมวิทยา,ม.ป.ป.)

Oceanic Nino Index (ONI) หรือค่าดัชนีอุณหภูมิที่ผิวน้ำทะเลที่เปลี่ยนไปจากค่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเลปกติ เป็นค่าดัชนีชี้วัดปรากฏการณ์ El Nino และ La Nina คำนวณจากค่าเฉลี่ยระยะเวลา3เดือนติดต่อกัน(3-month running mean)ของค่าอุณหภูมิที่ผิวน้ำทะเล (SST) ที่เปลี่ยนไปจากค่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเลปกติโดยค่า ONI จะคำนวณจากพื้นที่บริเวณที่เรียกว่า Nino 3.4 region ซึ่งจะกินพื้นที่ บริเวณละติจูดที่ 5S-5N และลองจิจูดที่ 120W-170W โดยค่านี้ทาง NOAA ได้ใช้เป็นตัวตรวจวัดประเมินความแรงและทำนายการเกิดปรากฏการณ์ ENSO ทาง NOAA ให้คำจำกัดความของค่า ONI ไว้ว่าถ้าค่า ONI มีค่าตั้งแต่ +0.5 °C ขึ้นไปจะถือว่าเป็นช่วงของ El Nino แต่ถ้าค่า ONI มีค่าตั้งแต่ -0.5 °C ลงมาให้ถือว่าเป็นช่วงของ La Niña ค่าดัชนี ONI ยังถูกนำไปใช้ในการระบุค่าความแรงของปรากฏการณ์ El Nino และ La Nina ถ้าค่าดัชนีนี้มีค่าตั้งแต่ +0.5 - +0.9 ถือว่าเป็นปรากฏการณ์ El Nino ที่มีกำลังอ่อน ถ้าค่าดัชนีนี้มีค่าตั้งแต่ -0.5 - -0.9 ถือว่าเป็นปรากฏการณ์ La Nina ที่มีกำลังอ่อน ถ้ามีค่าตั้งแต่ +1.0 - +1.4 ถือว่าเป็นปรากฏการณ์ El Nino ที่มีกำลังปานกลาง ถ้ามีค่าตั้งแต่ -1.0 - -1.4 ถือว่าเป็นปรากฏการณ์ La Nina ที่มีกำลังปานกลาง ถ้ามีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ +1.5 ถือว่าเป็นปรากฏการณ์ El Nino ที่มีกำลังแรง ถ้ามีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ -1.5 ถือว่าเป็นปรากฏการณ์ La Nina ที่มีกำลังปานกลาง (กรมอุตุนิยมวิทยา, ม.ป.ป.)

Pacific Decadal Oscillation (PDO) หรือค่าความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในมหาสมุทรแปซิฟิกเหนือ เป็นค่าแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในแปซิฟิกเหนือ ปรากฏการณ์ PDO ที่มีกำลังแรง ได้มีการจำแนกเป็นแบบร้อนและเย็นตามที่นิยามโดยความผิดปกติของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล เมื่ออุณหภูมิผิวน้ำทะเลเย็นลงอย่างผิดปกติในมหาสมุทรแปซิฟิกเหนือและอบอุ่นตามชายฝั่งมหาสมุทรแปซิฟิก และเมื่อระดับความกดอากาศต่ำกว่าค่าเฉลี่ยเหนือมหาสมุทรแปซิฟิกเหนือ PDO จะมีค่าเป็นบวก และเมื่ออุณหภูมิผิวน้ำทะเลอบอุ่นอย่างผิดปกติในมหาสมุทรและเย็นลงตามชายฝั่งมหาสมุทรแปซิฟิกหรือระดับความ

กตอากาศสูงกว่าค่าเฉลี่ยเหนือมหาสมุทรแปซิฟิกเหนือ PDO จะมีค่าเป็นลบ (NATIONAL CENTERS FOR ENVIRONMENTAL INFORMATION, n.d.)

2.2 การคาดการณ์ปริมาณฝนโดยใช้ดัชนีภูมิอากาศโลก

ดัชนีภูมิอากาศโลกถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์และใช้ในการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนที่จะเกิดขึ้น เพื่อให้สามารถวางแผนหรือจัดการแก้ไขปัญหาการเกิดภัยแล้งและอุทกภัย และเพื่อคาดการณ์ว่าตัวดัชนีภูมิอากาศโลกมีอิทธิพลทำให้เกิดปริมาณฝนมากหรือน้อยเพียงใดในบริเวณพื้นที่ที่ทำการศึกษ โดยได้มีการศึกษาเรื่องนี้อย่างกว้างขวาง รายละเอียดดังนี้

Jeongwoo Lee *et al.* (2018) ได้ทำการศึกษารูปแบบจำลองการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนช่วงปลายฤดูใบไม้ผลิ - ต้นฤดูร้อนโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม (ANN) สำหรับลุ่มน้ำ Geum ในประเทศเกาหลีใต้จากความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างดัชนีสภาพอากาศและปริมาณน้ำฝนในเดือนพฤษภาคมและมิถุนายนได้มีการเลือกตัวแปรนำเข้าสู่สำหรับโครงสร้าง ANN เบื้องต้น จากการวัดเชิงปริมาณของความสัมพันธ์ของตัวแปรนำเข้าสู่ โดยดัชนี East Atlantic Pattern (EA), North Atlantic Oscillation (NAO), Pacific Decadal Oscillation (PDO), East Pacific/North Pacific Oscillation (EP/NP) and Tropical Northern Atlantic Index (TNA) ได้ถูกระบุว่าเป็นตัวพยากรณ์ที่มีนัยสำคัญและถูกใช้เพื่อสร้างแบบจำลอง ANN ซึ่งเป็นแบบจำลอง ANN ที่ดีที่สุดและพบว่ามีประสิทธิภาพที่ยอมรับได้ โดยมีค่าเฉลี่ยของข้อผิดพลาดเท่ากับ 25.84%, 32.72% และ 34.75% จากการศึกษาแบบจำลอง ANN ที่พัฒนาขึ้นซึ่งรวมเข้ากับดัชนีสภาพภูมิอากาศทั่วโลกอาจช่วยให้สามารถจัดการทรัพยากรน้ำได้ทันเวลาและมีเสถียรภาพมากขึ้นและเตรียมความพร้อมรับมือกับภัยแล้งที่อาจเกิดขึ้นในพื้นที่ศึกษา

Palanichamy and Narayanasamy (2019) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบสภาพอากาศที่ไม่ปกติทั่วโลกในช่วง 30 ปีที่ผ่านมา เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทำให้เกิดความแปรปรวนของอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝน การศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบแนวโน้มระยะยาวของอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนตั้งแต่ ค.ศ. 1980 แสดงให้เห็นถึงการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเฉลี่ยและแนวโน้มปริมาณน้ำฝนที่ลดลงเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศของโลก จากการเลือกใช้ดัชนีที่มีประสิทธิภาพเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ ในกระบวนการวิจัยนี้ได้ใช้ดัชนี El Niño Southern Oscillation (ENSO) เพื่อการวิเคราะห์ทางสถิติสำหรับการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝน โดยได้มีการศึกษาข้อมูลปริมาณน้ำฝนในสถานีวัดปริมาณน้ำฝนที่ตั้งอยู่ในบริเวณพื้นที่เก็บกักน้ำ Vaigai ตลอดระยะเวลาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1959 – 2016 จากการใช้ ENSO เพื่อทำนายปริมาณน้ำฝนในแม่น้ำ Vaigai ที่รัฐทมิฬนาฑูประเทศอินเดีย ด้วยวิธีการ Quadratic discrimination analysis (QDA)

Abbot and Marohasy (2015) ได้ทำการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนตามฤดูกาลโดยการใช้แบบจำลอง ANN ได้ทำการศึกษาที่ปารีสเบนซึ่งเป็นเมืองหลวงของรัฐควีนส์แลนด์ออสเตรเลีย เนื่องจากบริเวณนี้ประสบอุทกภัยเป็นระยะๆ และต้องการทราบว่ามีความเป็นไปได้ที่จะมีปริมาณน้ำฝนมากหรือน้อยกว่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในระยะยาวอย่างไร จากการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนจากแบบจำลอง ANN พบว่าการใช้ตัวแปรนำเข้าของค่าพยากรณ์อิสระสำหรับดัชนีสภาพอากาศรวมถึง Southern Oscillation Index, Interdecadal Pacific Oscillation, Pacific sea surface temperature anomalies (Niño 3.4) ให้ผลการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนที่ดีขึ้น

ปริญ (2560) ศึกษาโดยรวบรวมข้อมูลเอลนีโญ (NINO 3.4) และรวบรวมปริมาณน้ำฝนที่ได้จากกรอุตุนิยมหาวิทยาลัยทั้งหมด 7 สถานี ในบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือตามแผนที่ที่ได้จากโปรแกรม ARC GIS 10.0 สำหรับบางสถานีบางช่วงเวลาที่ไม่ใช่ข้อมูลปริมาณน้ำฝนจะมีการหาค่าสหสัมพันธ์แบบรายคู่สถานีทุกคู่และพิจารณาหาค่าสหสัมพันธ์และค่านัยสำคัญที่ดีที่สุดและหาสมการถดถอยเพื่อใช้ในการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝน หาปริมาณน้ำฝนในแต่ละเดือนในช่วงปีภาวะเอลนีโญ ปกติ และลานีญา โดยดำเนินการหาค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนในแต่ละเดือน นำข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนของแต่ละสถานะและนำมาเปรียบเทียบกันในรูปแบบของ time series ในช่วงภาวะเอลนีโญ ปกติ และลานีญา ของแต่ละสถานีเพื่อแสดงถึงปริมาณน้ำฝนในแต่ละเดือนในรอบปีและฝนรอบฤดูฝนและฤดูแล้ง นำข้อมูลที่ได้มาทดสอบทางสถิติแบบ pair sample t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ผลจากงานวิจัยพบว่าอิทธิพลของเอลนีโญมีผลต่อปริมาณน้ำฝนช่วงฤดูฝนบริเวณสระแก้ว และชลบุรีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อิทธิพลของลานีญาในช่วงฤดูฝนมีผลต่อปริมาณฝนในช่วงฤดูฝนของบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือบริเวณสถานีชลบุรีสถานีเดียวเท่านั้น สำหรับฤดูแล้งอิทธิพลของเอลนีโญและลานีญาไม่มีผลต่อปริมาณฝนบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

บทที่ 3

วิธีการศึกษา

3.1 การจัดเตรียมข้อมูล

3.1.1 ปริมาณน้ำฝน

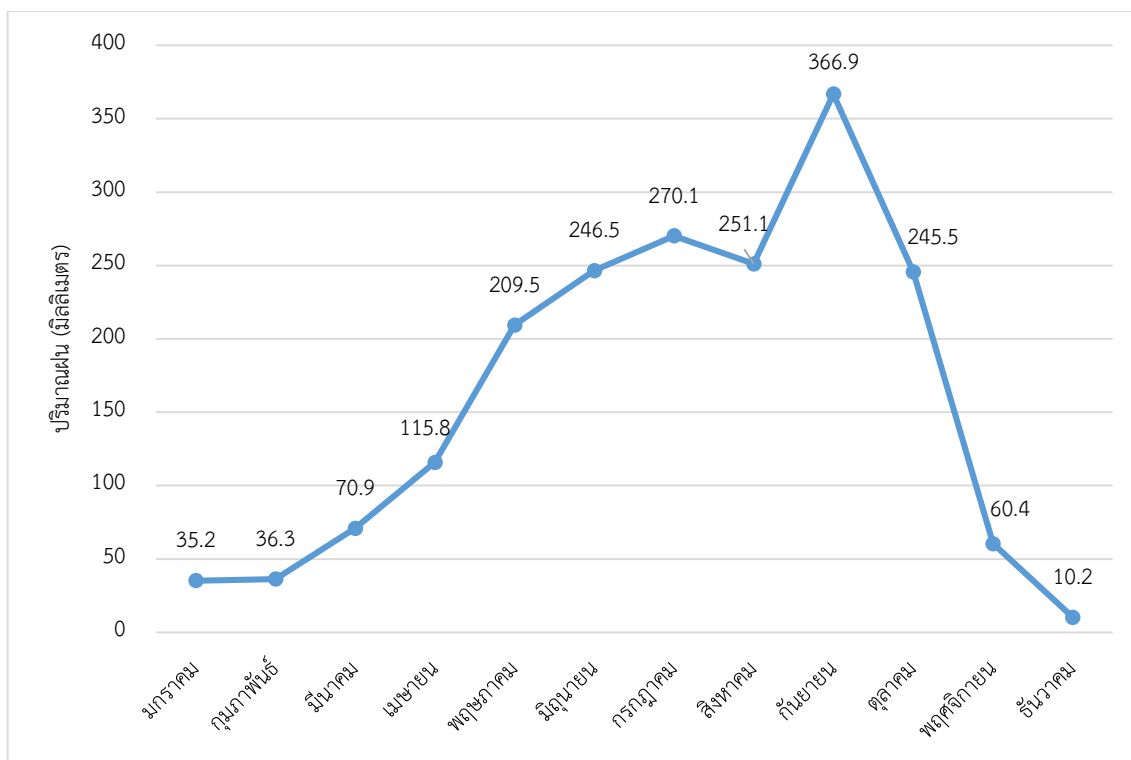
ในการศึกษาข้อมูลปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออกได้นำข้อมูลปริมาณน้ำฝนมาจากสถานีตรวจวัดปริมาณฝนของกรมอุตุนิยมวิทยาทั้งในพื้นที่ลุ่มน้ำ และบริเวณโดยรอบพื้นที่ โดยการเลือกใช้ข้อมูลของสถานีวัดน้ำฝนที่มีความสมบูรณ์จำนวนทั้งสิ้น 12 สถานี รูปที่ 1.4 แสดงข้อมูลตำแหน่งสถานีตรวจวัดปริมาณฝน และรูปที่ 3.1-1 แสดงข้อมูลปริมาณฝนรวมรายเดือนของพื้นที่ศึกษา การศึกษาในครั้งนี้ได้เน้นการศึกษาวิจัยในช่วงฤดูฝนเพื่อคาดการณ์ปริมาณฝนที่อาจเกิดขึ้นในช่วงฤดูฝน ซึ่งอยู่ในช่วงระหว่างเดือน มิถุนายน-ตุลาคม โดยจะทำการศึกษาคาดการณ์ปริมาณฝนในแต่ละสถานีและคาดการณ์ปริมาณฝนเฉลี่ยของทั้ง โดยปริมาณฝนเฉลี่ยของทั้งพื้นที่ได้ทำการวิเคราะห์ด้วยวิธี Thiessen Method จะพิจารณาน้ำฝนที่วัดได้จากสถานีวัดน้ำฝนแต่ละแห่ง ซึ่งมีบริเวณครอบคลุมพื้นที่รับน้ำฝนอยู่ล้อมรอบสถานีวัดน้ำฝนนั้นๆ ในการกำหนดพื้นที่ล้อมรอบสถานีวัดน้ำฝน จะกำหนดได้จากการแบ่งพื้นที่เป็นรูปหลายเหลี่ยม (Thiessen Polygon) คำนวณปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยได้จากสมการที่(1) ในการวิเคราะห์ครั้งนี้ได้ใช้โปรแกรม Qgis ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จะเป็นข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยของทั้งพื้นที่ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์แสดงในรูปที่ 3.1-1

$$\bar{P} = \frac{P_1A_1 + P_2A_2 + \dots + P_nA_n}{(A_1 + A_2 + \dots + A_n)} \quad (1)$$

เมื่อ \bar{P} = ปริมาณฝนที่เฉลี่ย n แห่ง

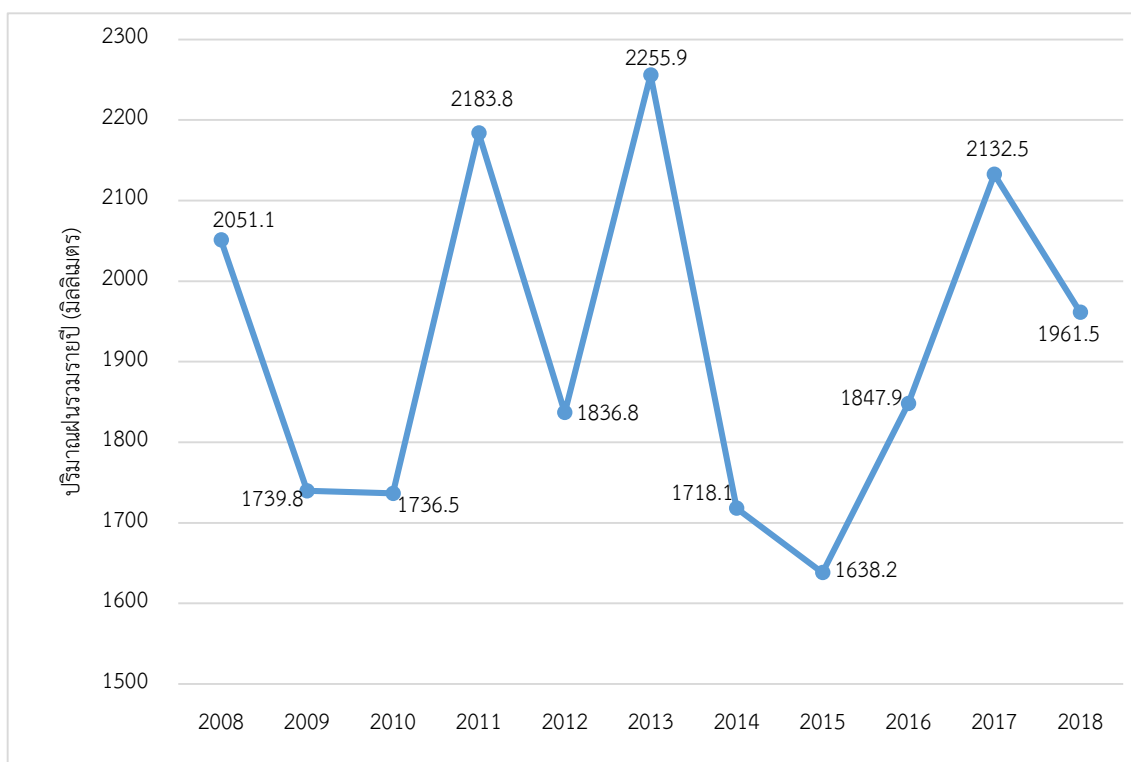
P = ปริมาณฝน

A = พื้นที่รูปหลายเหลี่ยมที่ล้อมรอบสถานีวัดน้ำฝน



รูปที่ 3.1-1 ปริมาณฝนรวมรายเดือนของพื้นที่ศึกษา

จากรูปที่ 3.1-1 แสดงข้อมูลปริมาณฝนรวมรายเดือน ตั้งแต่ปี 2008-2018 โดยพบปริมาณฝนรวมรายเดือนต่ำสุดเดือนธันวาคม 10.2 มิลลิเมตร และปริมาณฝนรวมรายเดือนสูงสุดเดือนกันยายน 366.9 มิลลิเมตร ในการศึกษาคั้งนี้ได้เน้นการศึกษาในช่วงฤดูฝนระหว่างเดือนมิถุนายน-ตุลาคม ซึ่งข้อมูลที่ได้พบว่าปริมาณฝนเดือนมิถุนายนมีค่าเท่ากับ 246.5 มิลลิเมตร กรกฎาคมมีค่าเท่ากับ 270.1 มิลลิเมตร สิงหาคมมีค่าเท่ากับ 251.1 มิลลิเมตร กันยายนมีค่าเท่ากับ 366.9 มิลลิเมตร และ เดือนตุลาคม 245.5 มิลลิเมตร ทั้ง 5 เดือนเป็นช่วงที่มีปริมาณสูงตรงกับการศึกษาคั้งนี้



รูปที่ 3.1-2 ปริมาณฝนรวมรายปีของพื้นที่ศึกษา

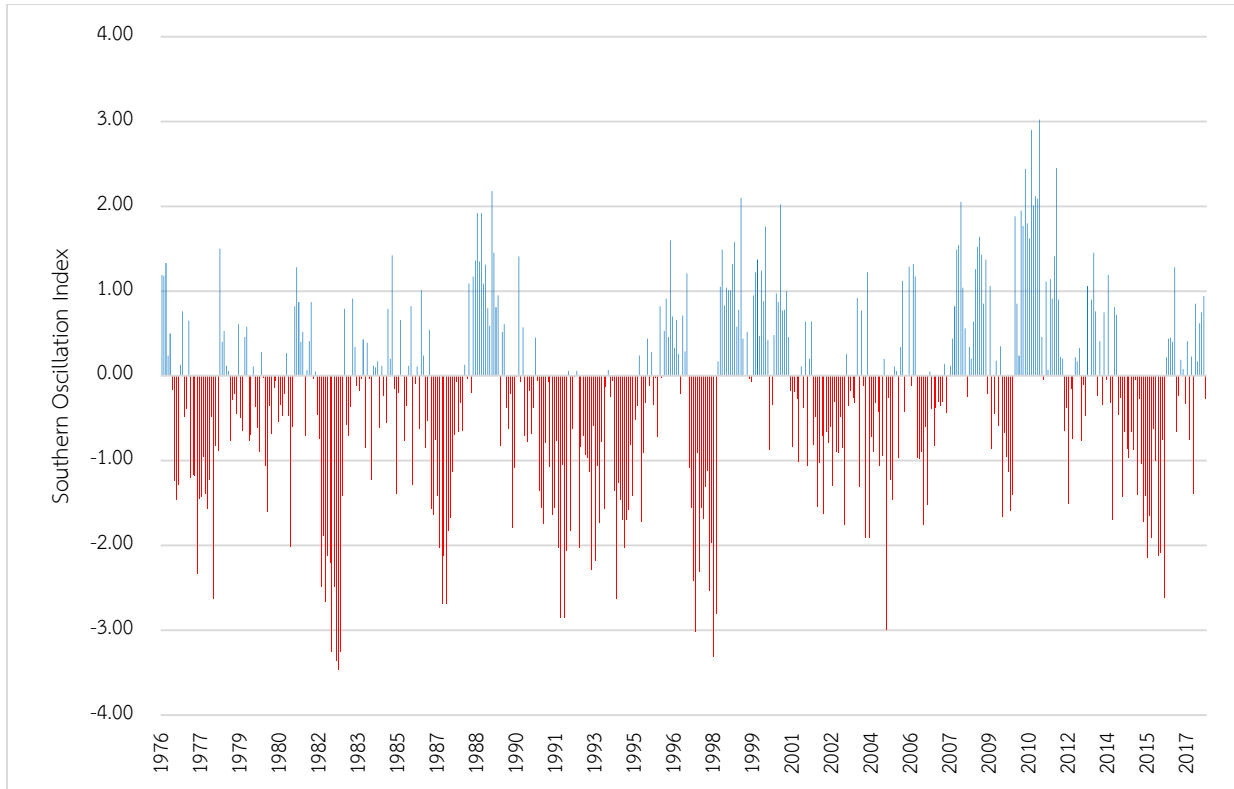
จากรูปที่ 3.1-2 แสดงข้อมูลปริมาณฝนรวมรายปีของพื้นที่ศึกษา โดยพบว่า ปริมาณฝนรวมรายปีมีค่าปริมาณฝนเฉลี่ย 1,918.4 มิลลิเมตร ปีที่พบปริมาณฝนต่ำสุดคือ 1,638.2 มิลลิเมตร ในปี 2015 และปีที่พบปริมาณฝนสูงสุดคือ 2,255.9 มิลลิเมตร ในปี 2013 จากการศึกษายปีที่ได้รับผลกระทบจากปรากฏการณ์เอลนีโญคือปี 2009, 2010, 2014, 2015 และปี 2016 ทำให้ในปีนั้นมีปริมาณฝนลดลงซึ่งตรงกับปริมาณฝนที่ได้จากการคำนวณ และที่ได้รับผลกระทบจากปรากฏการณ์ลานีญาคือปี 2008, 2011, 2013 และปี 2017 ทำให้ในปีนั้นมีปริมาณฝนเพิ่มขึ้นซึ่งตรงกับปริมาณฝนที่ได้จากการคำนวณ

3.1.2 ดัชนีภูมิอากาศโลก

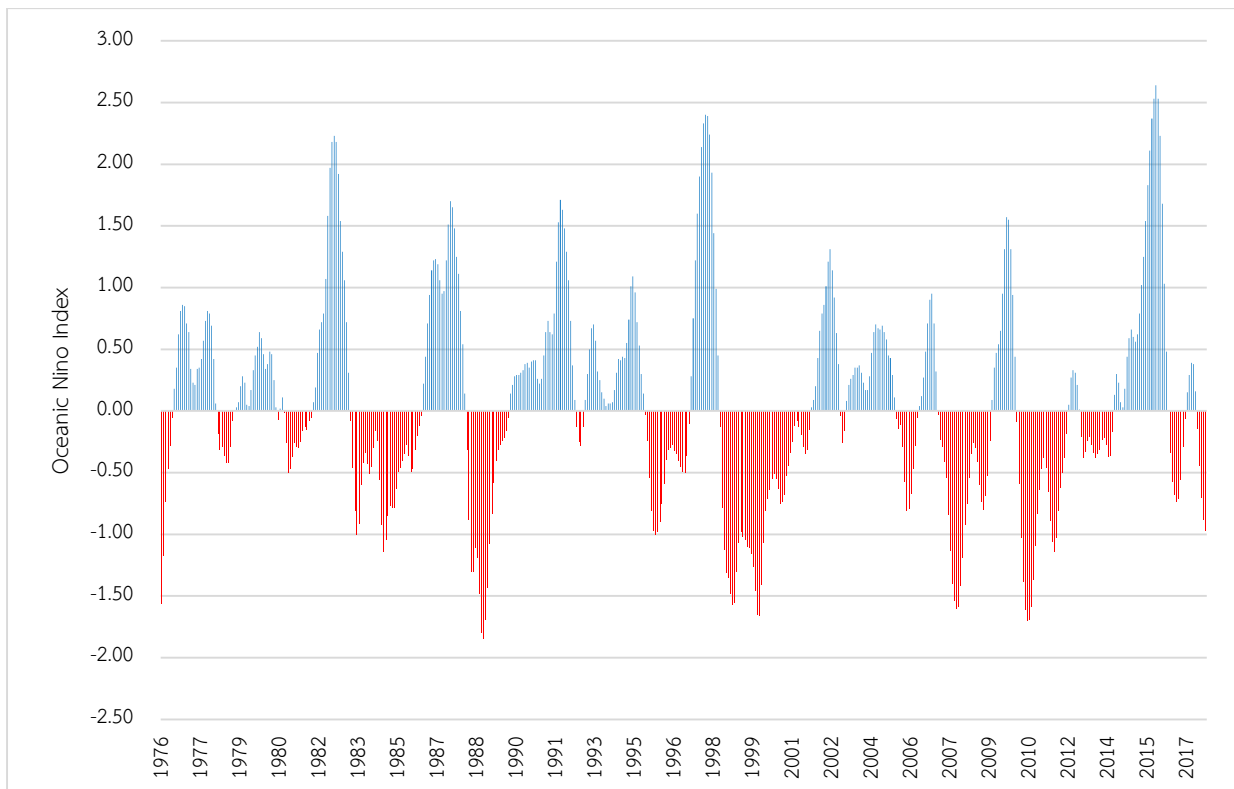
การศึกษาครั้งนี้ได้นำดัชนีภูมิอากาศโลกมาเป็นตัวทำนายเพื่อศึกษาอิทธิพลของดัชนีที่ส่งผลกับปริมาณของฝนในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลของตัวทำนาย 3 ตัวได้แก่ Southern Oscillation Index (SOI), Oceanic Nino Index (ONI) และ Pacific Decadal Oscillation (PDO) จากรูปที่ 3.1-3 แสดงข้อมูลรายเดือนของ SOI ซึ่งจากการศึกษาข้อมูลรายเดือนย้อนหลังตั้งแต่ปี 1976-2017 พบว่าช่วงข้อมูลอยู่ระหว่าง -3.5 – 3.5 พบค่าต่ำสุดคือ -3.36 ในเดือนมกราคม -3.46 ในเดือนกุมภาพันธ์ และ -3.25 ในเดือนมีนาคมในปี 1983 จากลักษณะข้อมูลมีค่าติดลบสูงเป็นระยะเวลานานแสดงถึงปรากฏการณ์เอลนีโญ และพบค่าสูงสุดคือ 2.90 ในเดือนธันวาคมปี 2010 2.01 ในเดือนมกราคม, 2.12 ในเดือนกุมภาพันธ์, 2.09 ในเดือนมีนาคม และ 3.02 ในเดือนเมษายนปี 2011 จากลักษณะข้อมูลมีค่าบวกสูงเป็นระยะเวลานานแสดงถึงปรากฏการณ์ลานีญา และยังพบว่าส่วนใหญ่เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ เนื่องจากข้อมูลเป็นค่าติดลบ ทำให้เกิดปัญหาแห้งแล้งตามมาเป็นส่วนใหญ่

ข้อมูลรายเดือนของ ONI แสดงดังรูปที่ 3.1-4 ซึ่งจากการศึกษาข้อมูลรายเดือนย้อนหลังตั้งแต่ปี 1976-2017 พบว่าช่วงข้อมูลอยู่ระหว่าง -2.0 – 3.0 พบค่าต่ำสุดคือ -1.85 ในเดือนธันวาคมปี 1988 จากลักษณะข้อมูลมีค่าตั้งแต่ -0.5 ถือว่าเป็นปรากฏการณ์ลานีญา และพบค่าสูงสุดคือ 2.64 ในเดือนธันวาคมปี 2015 จากลักษณะข้อมูลมีค่าตั้งแต่ 0.5 ถือว่าเป็นปรากฏการณ์เอลนีโญ จากการศึกษาข้อมูลครั้งนี้ยังพบว่าความถี่ของข้อมูลในเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญนานติดต่อกันเป็นระยะเวลา 3-18 เดือน และความถี่ของข้อมูลในเกิดปรากฏการณ์ลานีญานานติดต่อกันเป็นระยะเวลา 3-24 เดือน แต่โดยส่วนใหญ่เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญมากกว่าลานีญา

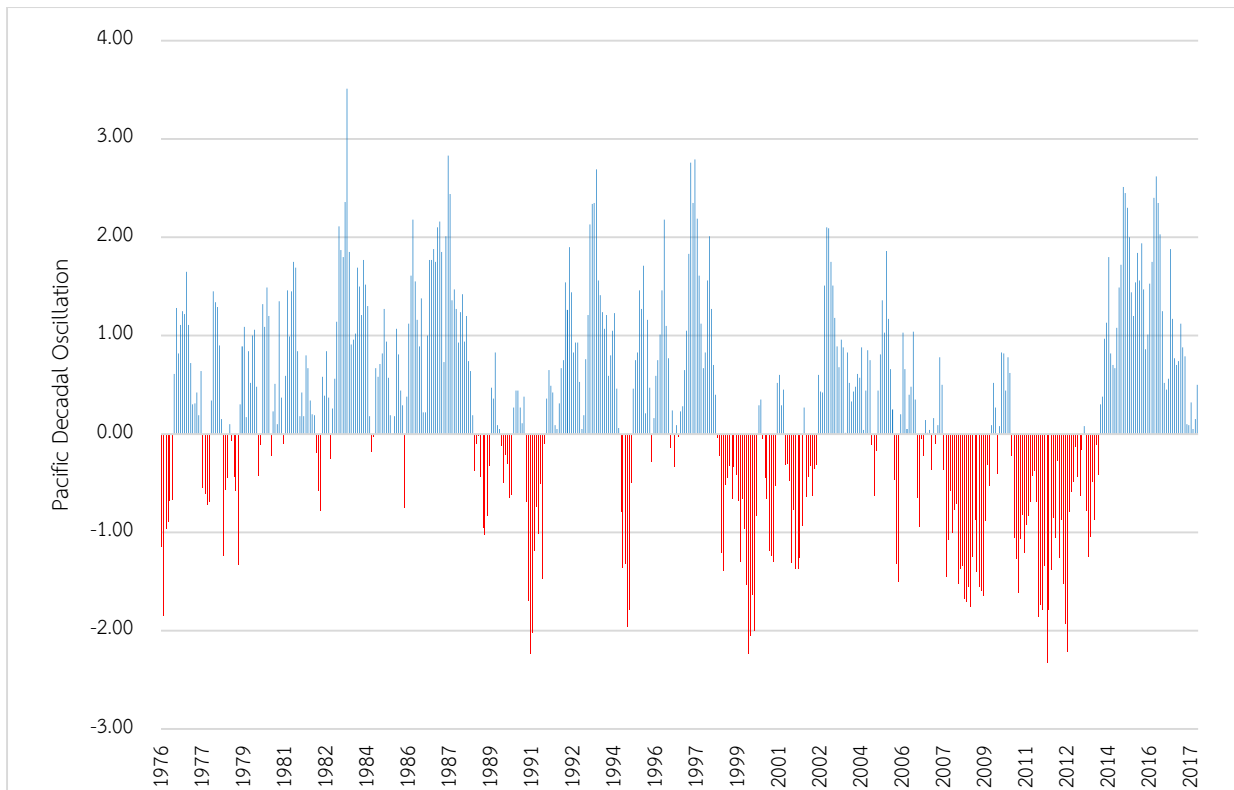
จากรูปที่ 3.1-5 แสดงข้อมูลรายเดือนของ PDO ซึ่งจากการศึกษา ข้อมูลรายเดือนย้อนหลังตั้งแต่ปี 1976-2017 พบว่าช่วงข้อมูลอยู่ระหว่าง -3.0 – 4.0 พบค่าต่ำสุดคือ -2.33 ในเดือนพฤศจิกายนปี 2011 และค่าสูงสุดคือ 3.51 ในเดือนกรกฎาคมปี 1983 โดยส่วนใหญ่พบข้อมูลเป็นค่าบวกมากกว่าค่าลบ แสดงว่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเลเย็นลงอย่างผิดปกติในมหาสมุทรแปซิฟิกเหนือและอบอุ่นตามชายฝั่งมหาสมุทรแปซิฟิก



รูปที่ 3.1-3 ข้อมูลรายเดือนของ Southern Oscillation Index (SOI)



รูปที่ 3.1-4 ข้อมูลรายเดือนของ Oceanic Nino Index (ONI)



รูปที่ 3.1-5 ข้อมูลรายเดือนของ Pacific Decadal Oscillation (PDO)

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

การศึกษาครั้งนี้เป็นการทำนายปริมาณฝน ในช่วงฤดูฝนช่วงปี 1977-2018 ในช่วงเดือน มิถุนายน-ตุลาคมโดยใช้ดัชนี SOI, ONI และ PDO ที่ได้กล่าวไปในข้างต้น เป็นตัวทำนายที่ใช้ในการคาดการณ์ โดยในการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกใช้วิธีทางสถิติ 2 วิธีหลัก ได้แก่ วิธีการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple Linear Regression) และ วิธีการถดถอยเชิงพหุคูณ (Multiple Linear Regression) โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.2.1 วิธีการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple Linear Regression) เป็นวิธีการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งสองและสร้างรูปแบบสมการทางคณิตศาสตร์ที่เป็นการพยากรณ์ค่าของตัวแปรตาม โดยจะประกอบด้วยตัวแปรตาม 1 ตัว และตัวแปรอิสระ เพียง 1 ตัว

$$\hat{y}_i = ax_{i-1} + b \quad (2)$$

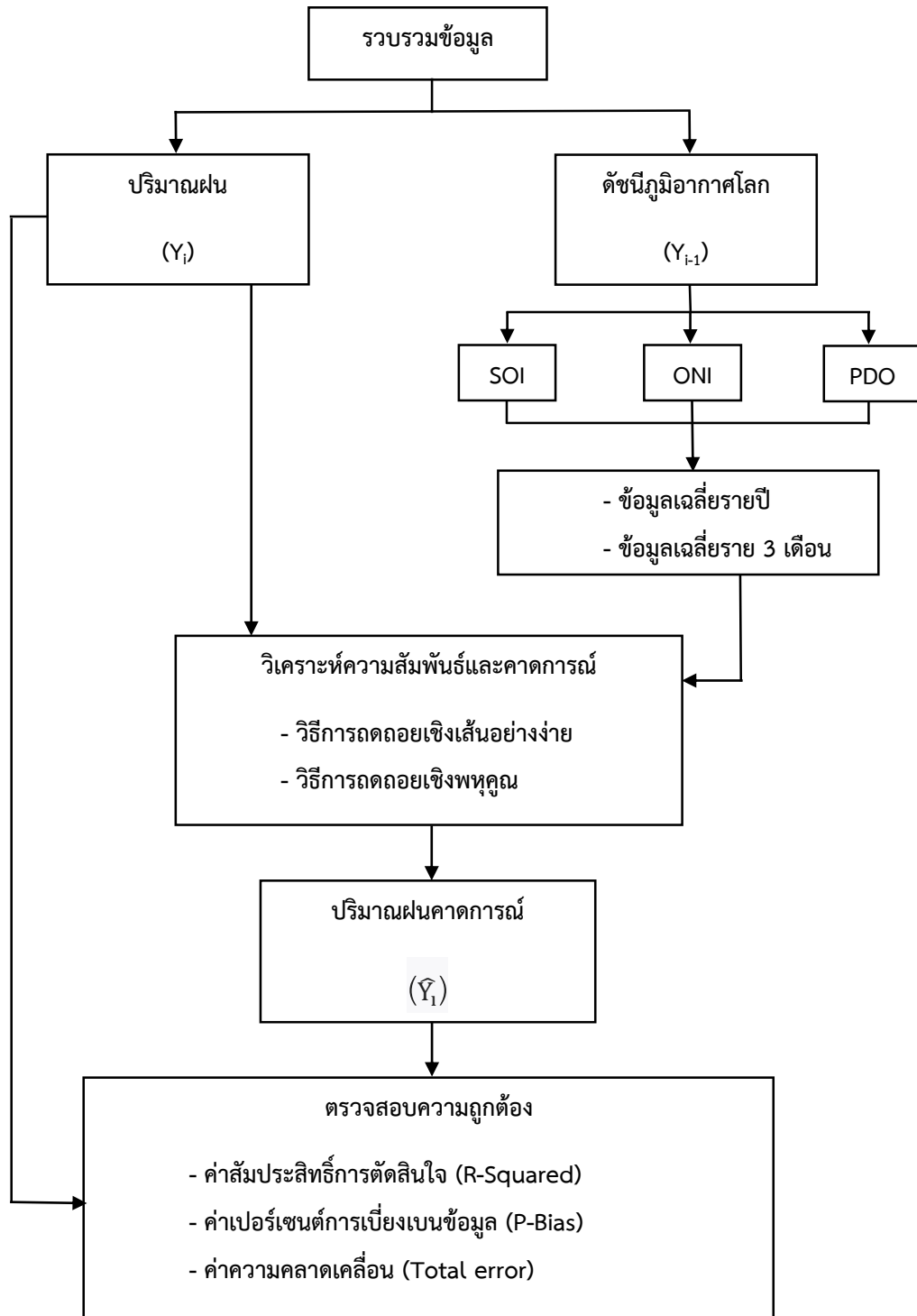
เมื่อ \hat{y}_i = ฝนคาดการณ์
 x = ตัวทำนาย
 a = ค่าความชัน
 b = ค่าคงที่
 i = ปีที่พิจารณา

3.2.2 วิธีการถดถอยเชิงพหุคูณ (Multiple Linear Regression) เป็นการวิเคราะห์เป็นการหาขนาดของความสัมพันธ์และสร้างรูปแบบสมการทางคณิตศาสตร์ที่เป็นการพยากรณ์ค่าของตัวแปรตามจะประกอบด้วยตัวแปรตาม 1 ตัว และ ตัวแปรอิสระตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้มีการใช้ตัวทำนาย 2 ตัว เพื่อศึกษาถึงอิทธิพลของการใช้ตัวทำนายเพิ่มมากขึ้นได้แก่ SOIกับONI, ONIกับPDO และ PDOกับSOI

$$\hat{y}_1 = b_0 + b_1x_{1(i-1)} + b_2x_{2(i-1)} \quad (3)$$

เมื่อ \hat{y}_1 = ฝนคาดการณ์
 x_1, x_2 = ตัวทำนาย 1, ตัวทำนาย 2
 b_0 = ค่าจุดตัดของสมการถดถอย
 b_1 = ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวทำนาย $x_{1(i-1)}$
 b_2 = ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวทำนาย $x_{2(i-1)}$
 i = ปีที่พิจารณา

การศึกษานี้ได้ใช้ตัวทำนายทั้งสามชนิดได้แก่ SOI, ONI และ PDO มาเป็นตัวทำนาย ในรูปแบบของการเฉลี่ยข้อมูลรายปีและข้อมูลรายสามเดือน ได้แก่ ช่วงเดือน มกราคม-มีนาคม, เมษายน-มิถุนายน, กรกฎาคม-กันยายน และ ตุลาคม-ธันวาคม ซึ่งการใช้ตัวทำนายทั้งในรูปแบบการเฉลี่ยรายปีและราย 3 เดือนดังกล่าวข้างต้นจะถูกนำมาวิเคราะห์เชิงสถิติในรูปแบบของวิธีการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย Simple Linear Regression และ วิธีการถดถอยเชิงพหุคูณ Multiple Linear Regression โดยการวิเคราะห์ทั้งสองรูปแบบ จะทำการวิเคราะห์ข้อมูลแบบ lag time โดยการคาดการณ์ปริมาณฝนล่วงหน้าตั้งแต่ 6-15 เดือน ขึ้นตอนและวิธีการดำเนินงานแสดงดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แผนผังแสดงขั้นตอนการทำงานวิจัย

3.3 แนวทางการประเมินผลการศึกษา

3.3.1 ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Determination, R-Squared) คือตัวสถิติที่ใช้วัดว่ารูปแบบคณิตศาสตร์ที่เกิดขึ้นมีความสัมพันธ์กับข้อมูลมากหรือน้อยอย่างไร มีค่าอยู่ระหว่าง 0 - 1 ซึ่งหากค่า R^2 ที่ได้มีค่าน้อยแสดงให้เห็นว่ารูปแบบคณิตศาสตร์ที่เกิดขึ้นไม่สามารถอธิบายตัวแปรตาม (Y) ได้ ตรงข้ามกับค่า R^2 ที่สูงแสดงว่ารูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่เกิดขึ้นสามารถอธิบายความผันแปรของตัวแปรตามได้เป็นอย่างดีหรือโดยในการศึกษานี้ได้ใช้เกณฑ์ของค่า R^2 ที่มีค่าตั้งแต่ 0.3 ขึ้นไปเป็นการประเมิน

$$R^2 = \left(\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y}_i)(\hat{Y}_i - \bar{\hat{Y}}_i)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y}_i)^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{\hat{Y}}_i)^2}} \right)^2 \quad (4)$$

เมื่อ Y_i = ปริมาณฝนปัจจุบัน
 \bar{Y}_i = ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝนปัจจุบัน
 \hat{Y}_i = ปริมาณฝนคาดการณ์
 $\bar{\hat{Y}}_i$ = ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝนคาดการณ์

3.3.2 ค่าเปอร์เซ็นต์การเบี่ยงเบนข้อมูล (P-Bias) เป็นการประเมินค่าความเบี่ยงเบนของข้อมูลที่เกิดขึ้นจากการคาดการณ์เปรียบเทียบกับผลที่เกิดขึ้นจริง ซึ่งหากค่า P-Bias มีค่าที่สูงแสดงให้เห็นว่าผลที่ได้จากการคาดการณ์มีค่าความแตกต่างจากผลที่ได้จากการตรวจวัดค่อนข้างมาก ตรงข้ามกับค่า P-Bias ที่ต่ำแสดงให้เห็นผลที่ได้จากการคาดการณ์มีค่าใกล้เคียงกับผลที่ได้จากการตรวจวัด

$$P - Bias = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)}{\sum_{i=1}^n Y_i} \times 100 \quad (5)$$

เมื่อ Y_i = ปริมาณฝนปัจจุบัน
 \hat{Y}_i = ปริมาณฝนคาดการณ์

3.3.3 ค่าความคลาดเคลื่อน (Total error) เป็นการประเมินถึงความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากการคาดการณ์เปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการตรวจวัด โดยหากค่าที่ได้มีค่าสูงแสดงว่าผลที่ได้จากการคาดการณ์มีค่าความคลาดเคลื่อนที่สูงเมื่อเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการตรวจวัด

$$Total\ Error = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i - \sum_{i=1}^n \hat{Y}_i}{\sum_{i=1}^n Y_i} \quad (6)$$

เมื่อ Y_i = ปริมาณฝนปัจจุบัน

\hat{Y}_i = ปริมาณฝนคาดการณ์

บทที่ 4

ผลการศึกษา

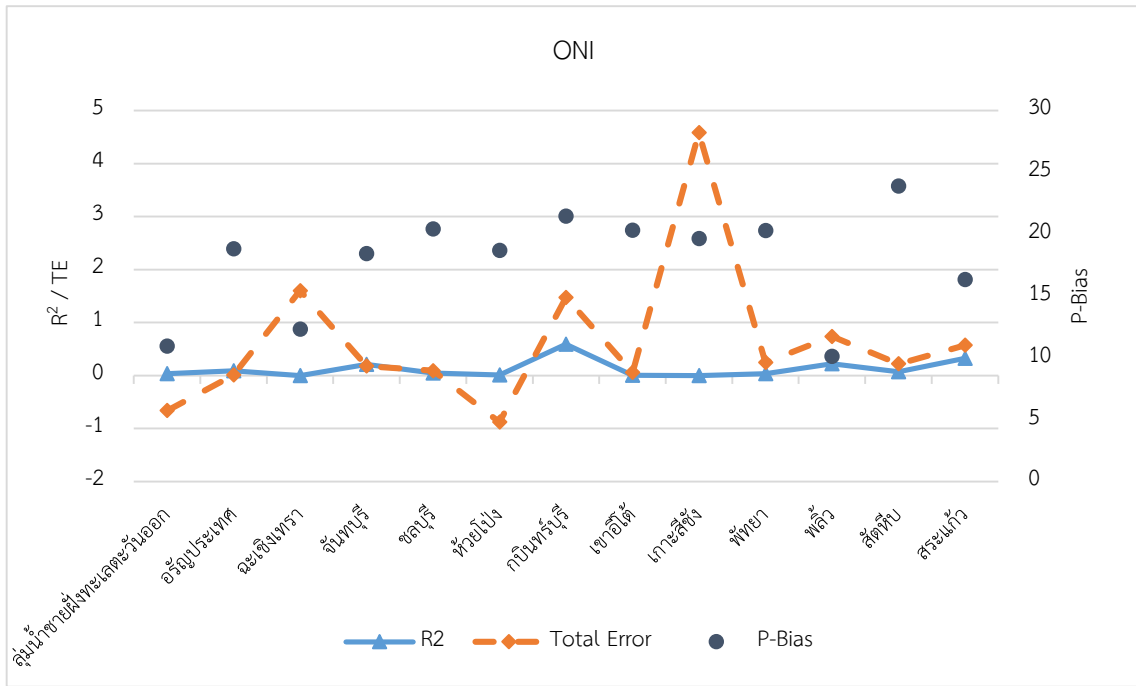
4.1 การคาดการณ์โดยใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย

4.1.1 การคาดการณ์โดยใช้ข้อมูลรายปี

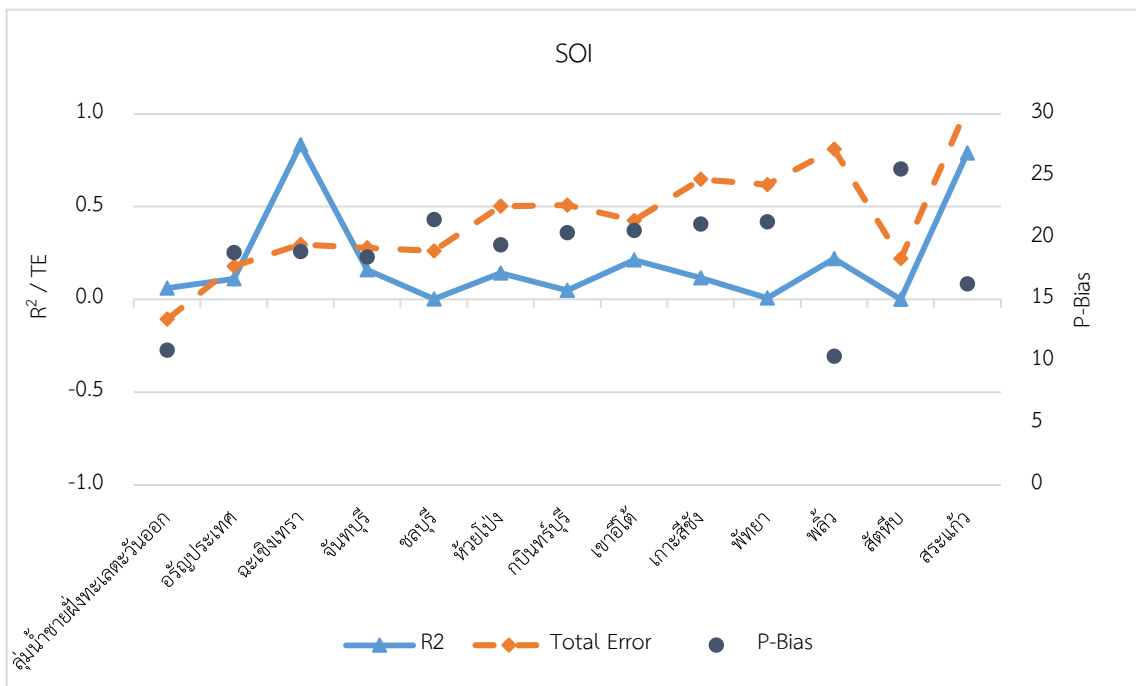
ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนพื้นที่ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก พบว่าจากการใช้ตัวทำนายแบบเฉลี่ยรายปีของทั้งสามตัวทำนายได้แก่ ONI , SOI และ PDO โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจประเมินถึงผลการคาดการณ์พบว่า ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ของตัวทำนาย PDO มีค่าดีที่สุด จำนวน 5 สถานี ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.29, 0.32 , 0.55, 0.73 และ 0.89 ของสถานีฉะเชิงเทรา , เขาอีโต้ , อรัญประเทศ , ชลบุรี และปริมาณฝนเฉลี่ยลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก ตัวทำนาย ONI มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจแสดงถึงอิทธิพลของตัวทำนายจำนวน 2 สถานี มีค่าเท่ากับ 0.32 และ 0.59 ของสถานีสระแก้ว และ กบินทร์บุรี และตัวทำนาย SOI มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจแสดงถึงอิทธิพลของตัวทำนายจำนวน 2 สถานี มีค่าเท่ากับ 0.79 และ 0.84 ของสถานีสระแก้ว และ ฉะเชิงเทรา

สำหรับการประเมินผลการคาดการณ์โดยใช้ค่าเปอร์เซ็นต์การเบี่ยงเบนของข้อมูลพบว่าการใช้ตัวทำนาย PDO มีค่าอยู่ในช่วง 12.10 - 27.41% ตัวทำนาย ONI มีค่าอยู่ในช่วง 10.11 - 23.88% และ ตัวทำนายของ SOI อยู่ในช่วง 10.90 - 25.88% และการประเมินค่าความคลาดเคลื่อนของตัวทำนาย PDO มีค่าอยู่ในช่วง -0.98 - 7.18% การใช้ตัวทำนาย ONI มีค่าอยู่ในช่วง -0.89 - 4.58% และ ตัวทำนาย SOI มีค่าอยู่ในช่วง -0.54 - 0.61% ดังรูปที่ 4.1-1 , 4.1-2 , 4.1-3 จากผลที่กล่าวมาตัวทำนาย PDO แสดงถึงการมีอิทธิพลกับความสัมพันธ์ระหว่างตัวทำนายกับปริมาณฝน เนื่องจากมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจแสดงถึงอิทธิพลของตัวทำนาย ได้ดีกว่า ตัวทำนาย ONI และ SOI กล่าวคือมีค่าที่มากกว่า 0.3 ซึ่งเป็นเกณฑ์ในการพิจารณา ถึง 4 สถานีจากสถานีวัดปริมาณฝนทั้งหมด 12 สถานี รวมไปถึงค่าที่ได้จากลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก ที่มาจากการทำ Thiessen Method อีกด้วย

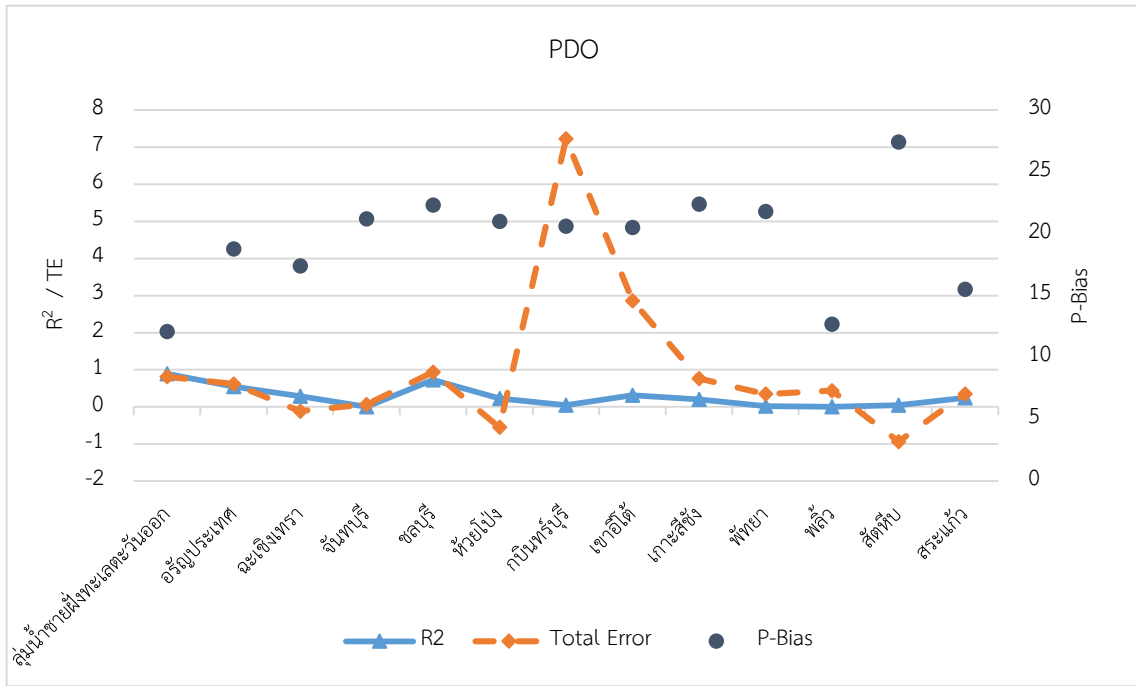
จากรูป 4.1-4 แสดงปริมาณฝนรวมราย 5 เดือนของการคาดการณ์กับฝนจากการตรวจวัดของสถานี กบินทร์บุรี โดยใช้ตัวทำนาย ONI เป็นตัวอย่าง พบว่าปี 2009 มีปริมาณฝนรวมคาดการณ์มีค่าเท่ากับ 1244.94 มิลลิเมตร และปริมาณฝนจากการตรวจวัด 684.53 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นปีที่มีปริมาณฝนรวมต่างกันมากที่สุด ซึ่งมีค่าต่างกันเท่ากับ 560.41 มิลลิเมตร และพบว่าปี 2013 มีปริมาณฝนรวมคาดการณ์มีค่าเท่ากับ 1184.80 มิลลิเมตร และปริมาณฝนจากการตรวจวัด 1161.80 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นปีที่มีปริมาณฝนรวมใกล้เคียงกันมากที่สุด ซึ่งมีค่าต่างกันเท่ากับ 23.00 มิลลิเมตร โดยแต่ละปีปริมาณฝนรวมมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน



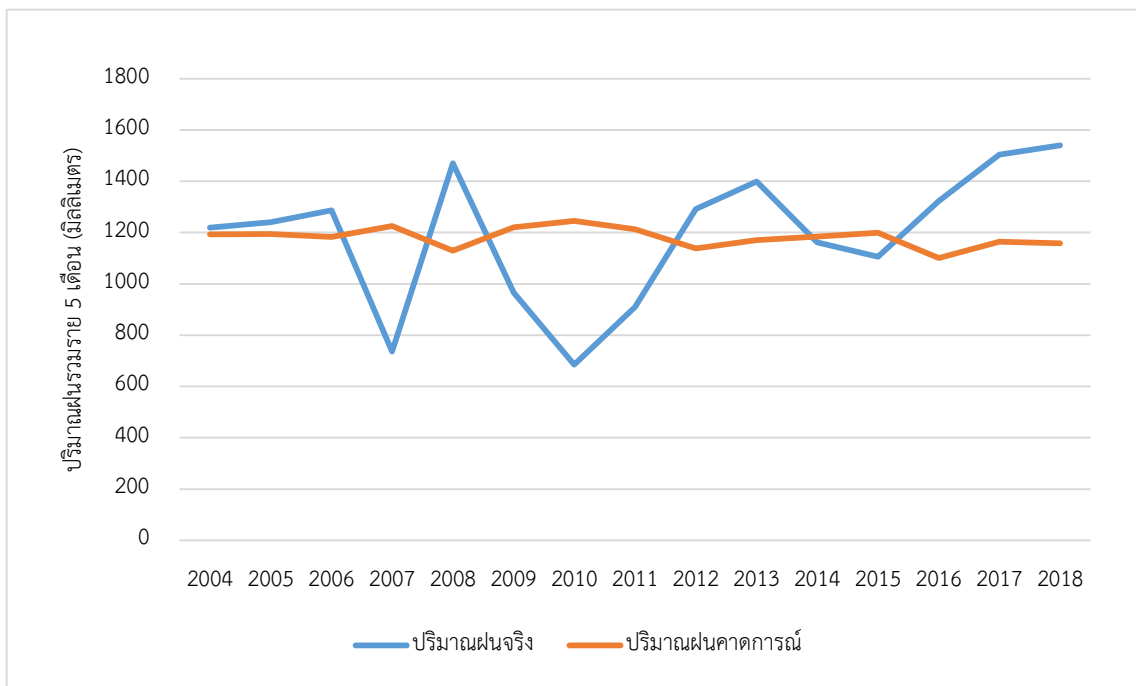
รูปที่ 4.1-1 ผลการคาดการณ์โดยใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายของปริมาณฝนกับตัวทำนายONIรายปี



รูปที่ 4.1-2 ผลการคาดการณ์โดยใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายของปริมาณฝนกับตัวทำนายSOIรายปี



รูปที่ 4.1-3 ผลการคาดการณ์โดยการใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายของปริมาณฝนกับตัวทำนายPDOรายปี



รูปที่ 4.1-4 ปริมาณฝนตรวจวัดของสถานีกบินทร์บุรีกับการคาดการณ์โดยการใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายกับตัวทำนายONIรายปี

ตารางที่ 4.1-1 ผลการคาดการณ์โดยใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายกับตัวทำนายSOI, ONI และ PDOรายปี

ชื่อสถานี	SOI			ONI			PDO		
	R ²	P-Bias	Total Error	R ²	P-Bias	Total Error	R ²	P-Bias	Total Error
ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก	0.06	10.90	-0.17	0.03	10.95	-0.69	0.89	12.10	-0.08
อรัญประเทศ	0.11	18.80	0.07	0.09	18.83	-0.08	0.55	18.78	0.07
ฉะเชิงเทรา	0.83	18.87	-0.54	0.0002	12.31	1.60	0.29	17.39	-0.40
จันทบุรี	0.16	18.43	0.12	0.21	18.44	-0.03	0.001	21.20	0.06
ชลบุรี	0.002	21.45	0.26	0.05	20.42	0.05	0.73	22.31	0.20
หัวไผ่	0.14	19.40	0.36	0.01	18.68	-0.89	0.23	21.00	-0.78
กบินทร์บุรี	0.05	20.39	0.46	0.59	21.46	0.88	0.05	20.60	7.18
เขาอีโต้	0.21	20.57	0.21	0.002	20.32	0.06	0.31	20.51	2.55
เกาะสีชัง	0.12	21.09	0.53	0.001	19.64	4.58	0.20	22.40	0.56
พัทธยา	0.01	21.28	0.61	0.04	20.30	0.21	0.02	21.79	0.32
พลิว	0.22	10.39	0.59	0.22	10.11	0.52	0.003	12.70	0.43
สัตหีบ	0.001	25.53	0.22	0.07	23.88	0.15	0.05	27.41	-0.98
สระแก้ว	0.79	16.26	0.25	0.32	16.34	0.25	0.24	15.50	0.11

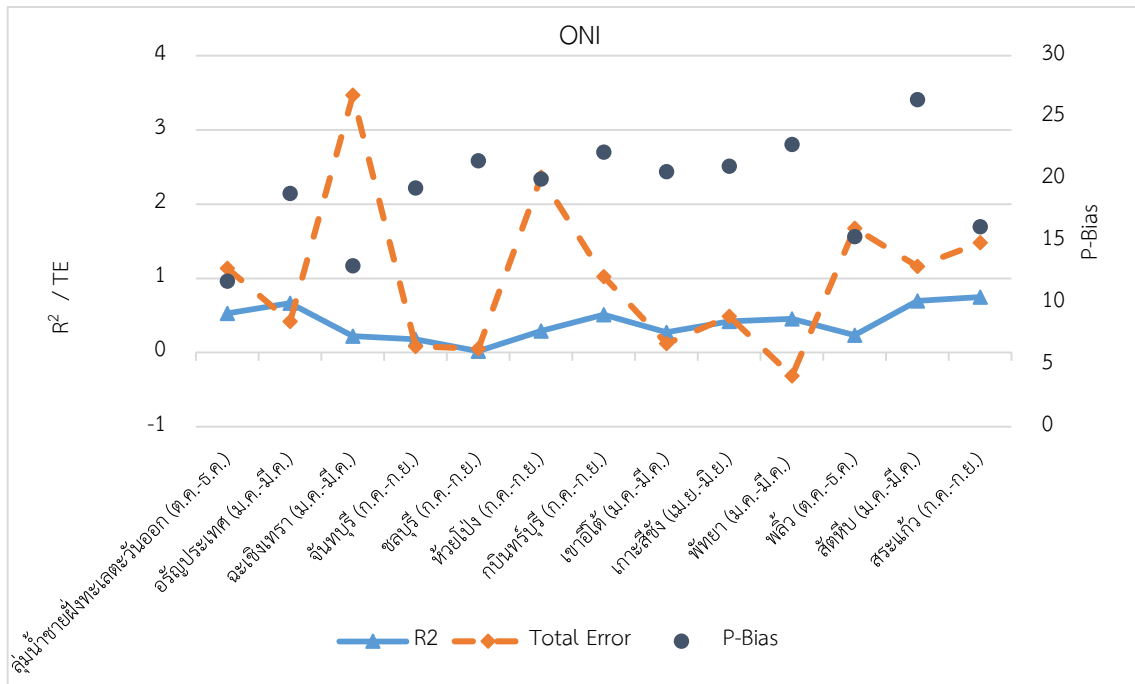
4.1.2 การคาดการณ์โดยการใช้ข้อมูลราย 3 เดือน

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนจากการใช้ตัวทำนายแบบเฉลี่ยราย 3 เดือน ของทั้งสามตัวทำนายได้แก่ ONI , SOI และ PDO พบว่า ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ของตัวทำนาย PDO มีค่าดีที่สุดในจำนวน 11 สถานี ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.62 , 0.75 , 0.56 , 0.36 , 0.38 , 0.68 , 0.61 , 0.48 , 0.28 , 0.46 และ 0.75 ของสถานีรัฐประเทศ(เม.ย.-มิ.ย.), ฉะเชิงเทรา (เม.ย.-มิ.ย.), ชลบุรี(ต.ค.-ธ.ค.), ห้วยโป่ง(ม.ค.-มิ.ค.), กบินทร์บุรี(ต.ค.-ธ.ค.), เขาค้อ(ก.ค.-ก.ย.), เกาสีซัง (ก.ค.-ก.ย.), พัทยา(ม.ค.-มิ.ค.), พลับ(ก.ค.-ก.ย.), สัตหีบ(เม.ย.-มิ.ย.) และ สระแก้ว (ม.ค.-มิ.ค.) ตามลำดับ รวมถึงปริมาณฝนเฉลี่ยของกลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.87 ตัวทำนาย ONI มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจแสดงถึงอิทธิพลของตัวทำนาย จำนวน 8 สถานี มีค่าเท่ากับ 0.67 , 0.29 , 0.51 , 0.28 , 0.42 , 0.45 , 0.70 และ 0.75 ของสถานีรัฐประเทศ(ม.ค.-มิ.ค.), ห้วยโป่ง(ก.ค.-ก.ย.), กบินทร์บุรี(ก.ค.-ก.ย.), เขาค้อ(ม.ค.-มิ.ค.), เกาสีซัง (เม.ย.-มิ.ย.), พัทยา(ม.ค.-มิ.ค.), สัตหีบ(ม.ค.-มิ.ค.) และ สระแก้ว(ก.ค.-ก.ย.) ตามลำดับ รวมถึงกลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก มีค่าเท่ากับ 0.53 และตัวทำนาย SOI มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจแสดงถึงอิทธิพลของตัวทำนายจำนวน 8 สถานี มีค่าเท่ากับ 0.54 , 0.83 , 0.62 , 0.83 , 0.63 , 0.43 , 0.71 และ 0.53 ของสถานีรัฐประเทศ(ม.ค.-มิ.ค.), ฉะเชิงเทรา(ต.ค.-ธ.ค.), ชลบุรี(ม.ค.-มิ.ค.), ห้วยโป่ง(เม.ย.-มิ.ย.), กบินทร์บุรี(ก.ค.-ก.ย.), เขาค้อ (เม.ย.-มิ.ย.), พัทยา(ม.ค.-มิ.ค.) และ สระแก้ว(ม.ค.-มิ.ค.) ตามลำดับ ปริมาณฝนเฉลี่ยกลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก มีค่าเท่ากับ 0.45

สำหรับการประเมินผลการคาดการณ์โดยการใช้ค่าเปอร์เซ็นต์การเบี่ยงเบนของข้อมูล มีค่าเปอร์เซ็นต์การเบี่ยงเบนของข้อมูลของตัวทำนายPDOอยู่ในช่วง 14.66 – 26.43% ตัวทำนาย ONI อยู่ในช่วง 13.04 – 26.47% และ ตัวทำนาย SOI อยู่ในช่วง 9.98 – 26.47% และการประเมินความถูกต้องด้วยค่าความคลาดเคลื่อน มีค่าความคลาดเคลื่อนของของตัวทำนายPDO อยู่ในช่วง -0.73 – 1.22% ตัวทำนาย ONI อยู่ในช่วง -0.77 – 3.25% และ ตัวทำนาย SOI อยู่ในช่วง -1.21 – 0.48% ดังรูปที่ 4.1-4 , 4.1-5 , 4.1-6 จากผลที่กล่าวมาตัวทำนาย PDO แสดงถึงการมีอิทธิพลกับความสัมพันธ์ระหว่างตัวทำนายกับปริมาณฝน เนื่องจากมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจแสดงถึงอิทธิพลของตัวทำนาย ได้ดีกว่า ตัวทำนาย ONI และ SOI กล่าวคือมีค่าที่มากกว่า 0.3 ซึ่งเป็นเกณฑ์ในการพิจารณา ถึง 11 สถานีจากสถานีวัดปริมาณฝนทั้งหมด 12 สถานี รวมไปถึงค่าที่ได้จากกลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก ที่มีค่ามากกว่าตัวทำนายทั้งสองตัวที่เหลือ โดยมาจากการทำ Thiessen Method อีกด้วย

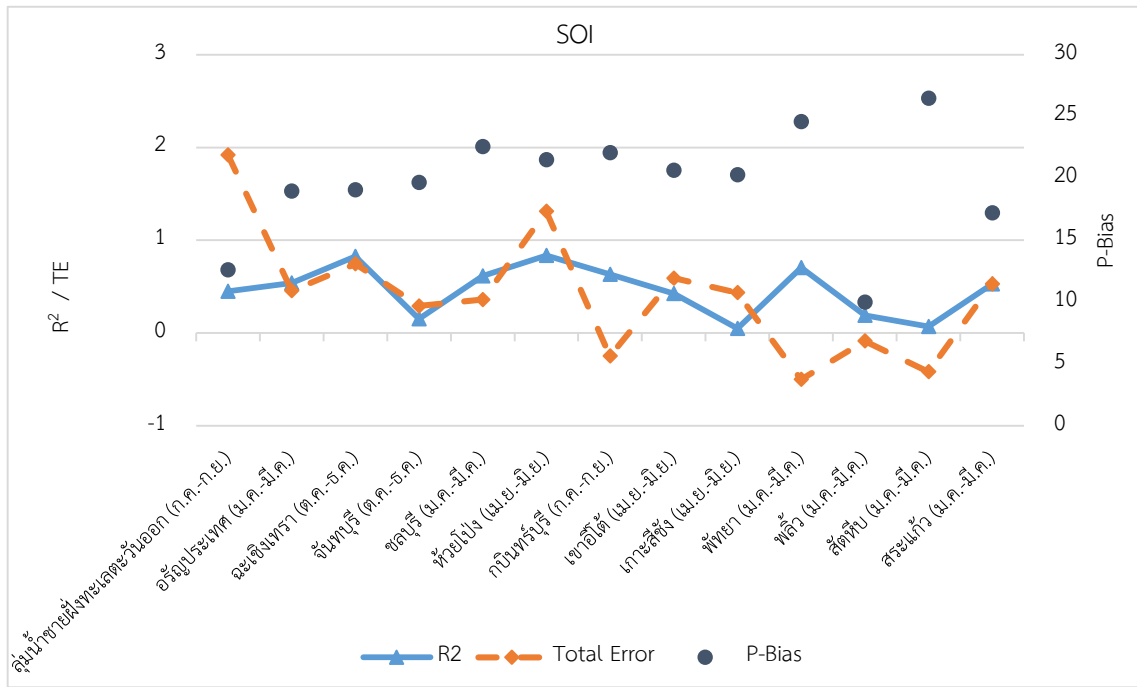
จากรูป 4.1-8 แสดงปริมาณฝนรวมราย 5 เดือนของการคาดการณ์กับฝนจากการตรวจวัดของสถานี ห้วยโป่ง โดยใช้ตัวทำนาย SOI เฉลี่ยช่วงเดือนเม.ย.-มิ.ย. เป็นตัวอย่าง พบว่าปี 2011 มีปริมาณฝนรวมคาดการณ์มีค่าเท่ากับ 997.60 มิลลิเมตร และปริมาณฝนจากการตรวจวัด 1416.30 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นปีที่มีปริมาณฝนรวมต่างกันมากที่สุด ซึ่งมีค่าต่างกันเท่ากับ 418.70 มิลลิเมตร และพบว่าปี 2018 มีปริมาณฝนรวม

คาดการณ์มีค่าเท่ากับ 1061.68 มิลลิเมตร และปริมาณฝนจากการตรวจวัด 1067.05 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นปีที่มีปริมาณฝนรวมใกล้เคียงกันมากที่สุด ซึ่งมีค่าต่างกันเท่ากับ 5.38 มิลลิเมตร โดยแต่ละปีปริมาณฝนรวมมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน



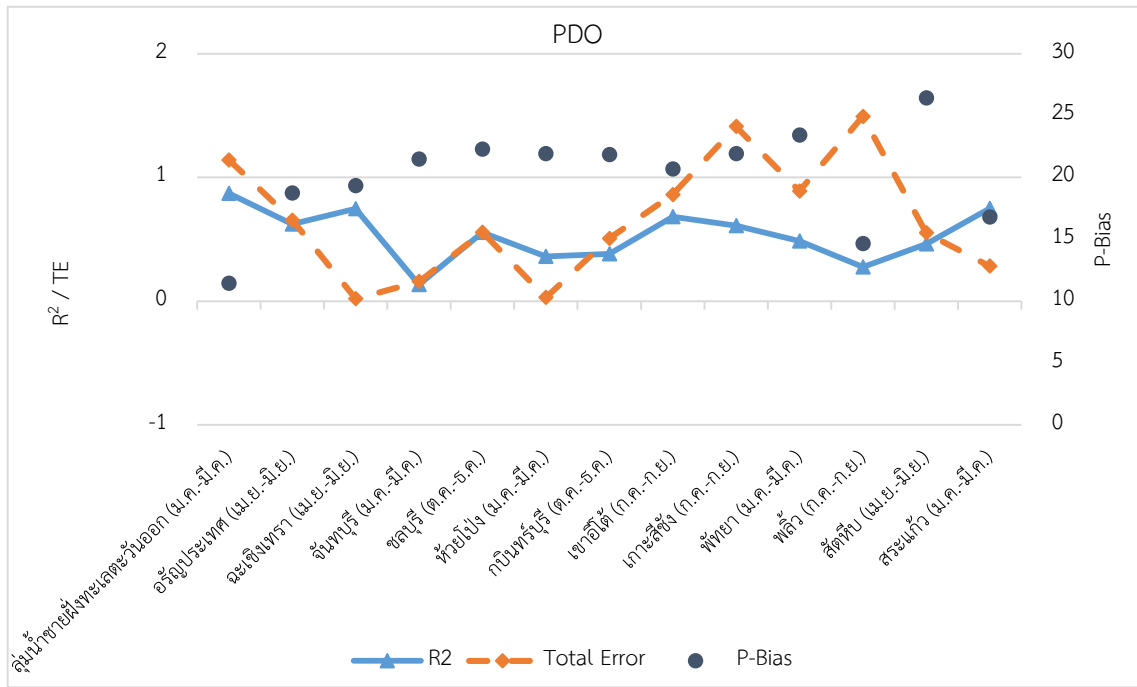
รูปที่ 4.1-5 ผลการคาดการณ์โดยใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายของปริมาณฝนกับตัวทำนายONIราย3 เดือน

หมายเหตุ สำหรับราย3เดือนทำการเลือกช่วง3เดือนที่มีค่า R-squared สูงสุดของแต่ละสถานี



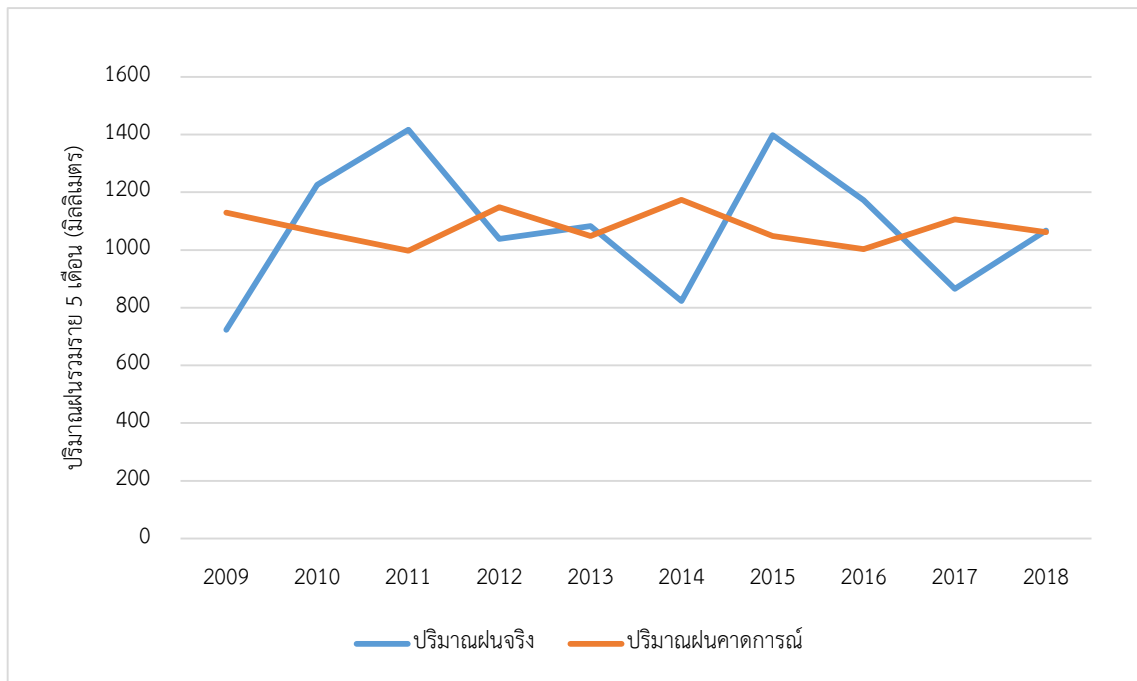
รูปที่ 4.1-6 ผลการคาดการณ์โดยการใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายของปริมาณฝนกับตัวทำนายSOIราย3 เดือน

หมายเหตุ สำหรับราย3เดือนทำการเลือกช่วง3เดือนที่มีค่า R – squared สูงสุดของแต่ละสถานี



รูปที่ 4.1-7 ผลการคาดการณ์โดยใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายของปริมาณฝนกับตัวทำนายPDOราย 3 เดือน

หมายเหตุ สำหรับราย 3 เดือนทำการเลือกช่วง 3 เดือนที่มีค่า R - squared สูงสุดของแต่ละสถานี



รูปที่ 4.1-8 ปริมาณฝนของสถานีห้วยโป่งรวมราย 5 เดือนของฝนการตรวจวัดกับการคาดการณ์โดยใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายกับตัวทำนายSOIราย 3 เดือน

ตารางที่ 4.1-2 ผลการคาดการณ์โดยใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายกับตัวทำนายSOI, ONI และ PDO

ราย3เดือน

ชื่อสถานี	SOI			ONI			PDO		
	R ²	P-Bias	Total Error	R ²	P-Bias	Total Error	R ²	P-Bias	Total Error
ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก	ก.ค.-ก.ย.			ต.ค.-ธ.ค.			ม.ค. - มี.ค.		
	0.45	12.61	1.47	0.53	11.78	0.61	0.87	11.44	0.27
อรัญประเทศ	ม.ค. - มี.ค.			ม.ค. - มี.ค.			เม.ย.-มิ.ย.		
	0.54	18.96	-0.08	0.67	18.87	-0.25	0.62	18.75	0.03
ฉะเชิงเทรา	ต.ค.-ธ.ค.			ม.ค. - มี.ค.			เม.ย.-มิ.ย.		
	0.83	19.08	-0.08	0.22	13.04	3.25	0.75	19.34	-0.73
จันทบุรี	ต.ค.-ธ.ค.			ก.ค.-ก.ย.			ม.ค. - มี.ค.		
	0.15	19.66	0.14	0.18	19.31	-0.09	0.13	21.49	0.02
ชลบุรี	ม.ค. - มี.ค.			ก.ค.-ก.ย.			ต.ค.-ธ.ค.		
	0.62	22.57	-0.25	0.02	21.52	0.03	0.56	22.28	0.00
ห้วยโป่ง	เม.ย.-มิ.ย.			ก.ค.-ก.ย.			ม.ค. - มี.ค.		
	0.83	21.51	0.48	0.29	20.04	2.08	0.36	21.92	-0.33
กบินทร์บุรี	ก.ค.-ก.ย.			ก.ค.-ก.ย.			ต.ค.-ธ.ค.		
	0.63	22.08	-0.88	0.51	22.23	0.51	0.38	21.84	0.12
เขาอีโต้	เม.ย.-มิ.ย.			ม.ค. - มี.ค.			ก.ค.-ก.ย.		
	0.43	20.67	0.17	0.28	20.63	-0.15	0.68	20.67	0.18
เกาะสีชัง	เม.ย.-มิ.ย.			เม.ย.-มิ.ย.			ก.ค.-ก.ย.		
	0.05	20.30	0.39	0.42	21.07	0.07	0.61	21.93	0.80
พัทธยา	ม.ค. - มี.ค.			ม.ค. - มี.ค.			ม.ค. - มี.ค.		
	0.71	24.58	-1.21	0.45	22.83	-0.77	0.48	23.43	0.41
พลิว	ม.ค. - มี.ค.			ต.ค.-ธ.ค.			ก.ค.-ก.ย.		
	0.19	9.98	-0.28	0.24	15.38	1.44	0.28	14.66	1.22
สัตหีบ	ม.ค. - มี.ค.			ม.ค. - มี.ค.			เม.ย.-มิ.ย.		
	0.07	26.47	-0.49	0.70	26.47	0.46	0.46	26.43	0.09
สระแก้ว	ม.ค. - มี.ค.			ก.ค.-ก.ย.			ม.ค. - มี.ค.		
	0.53	17.21	0.00	0.75	16.18	0.73	0.75	16.81	-0.47

หมายเหตุ สำหรับราย3เดือนทำการเลือกช่วง3เดือนที่มีค่า R - squared สูงสุดของแต่ละสถานี

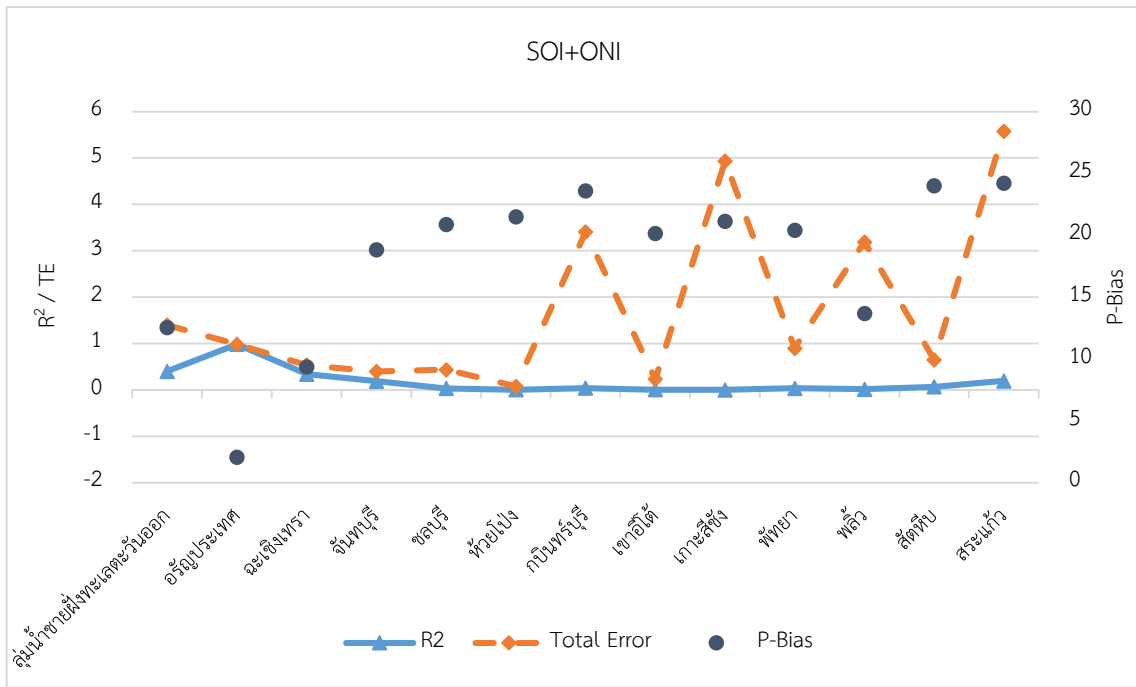
4.2 การคาดการณ์โดยการใช้วิธีการถดถอยเชิงพหุคูณ

4.2.1 การคาดการณ์โดยการใช้ข้อมูลรายปี

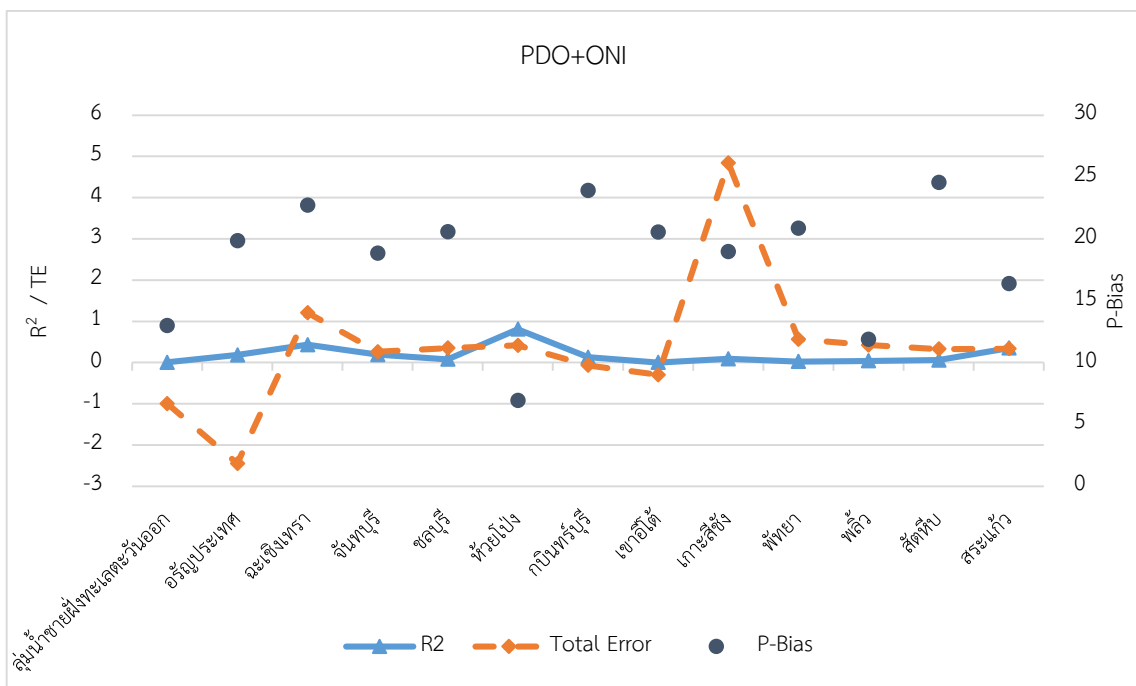
ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนจากการใช้ตัวทำนายแบบเฉลี่ยรายปีของทั้งสามตัวทำนายโดยมีการใช้ตัวทำนาย 2 ตัว เพื่อศึกษาถึงอิทธิพลได้แก่ SOIกับONI, ONIกับPDO และ PDOกับSOI โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจแสดงถึงอิทธิพลของตัวทำนาย ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ของตัวทำนาย SOIกับONI มีค่าที่ดีที่สุด จำนวน 2 สถานี ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.99 และ 0.34 ของสถานีรัฐประเทศ และ ฉะเชิงเทรา รวมถึงปริมาณฝนเฉลี่ยของกลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก ซึ่งมีค่า 0.40 ตัวทำนาย ONIกับPDO มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจแสดงถึงอิทธิพลของตัวทำนาย จำนวน 3 สถานี มีค่าเท่ากับ 0.430 , 0.81 และ 0.35 ของสถานีฉะเชิงเทรา, ห้วยโป่ง และ สระแก้ว และตัวทำนาย PDOกับSOI มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจแสดงถึงอิทธิพลของตัวทำนายจำนวน 3 สถานี มีค่าเท่ากับ 0.69 , 0.36 และ 0.79 ของสถานีฉะเชิงเทรา , ห้วยโป่ง และสระแก้ว

สำหรับการประเมินความถูกต้องด้วยค่าเปอร์เซ็นต์การเบี่ยงเบนของข้อมูล มีค่าเปอร์เซ็นต์การเบี่ยงเบนของข้อมูลของตัวทำนาย SOIกับONI อยู่ในช่วง 2.07 – 24.21% ตัวทำนาย ONIกับPDO อยู่ในช่วง 6.93 – 24.56% และ ตัวทำนาย PDOกับSOI อยู่ในช่วง 12.64 – 26.13% และการประเมินความถูกต้องด้วยค่าความคลาดเคลื่อน มีค่าความคลาดเคลื่อนของตัวทำนาย SOIกับONI อยู่ในช่วง -0.005 – 5.38% ตัวทำนาย ONIกับPDO อยู่ในช่วง -2.63 – 4.75% และ ตัวทำนาย PDOกับSOI อยู่ในช่วง 0.18 – 3.50% ดังรูปที่ 4.1-7 , 4.1-8 , 4.1-9 จากผลที่กล่าวมาสำหรับการวิเคราะห์ในวิธีนี้จะเห็นได้ว่าในสถานีฉะเชิงเทรา มีแนวโน้มของค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจไปในทิศทางเดียวกัน ในการใช้ตัวทำนายแบบ 2 ตัวร่วมกัน และ ตัวทำนาย ONIกับPDO และ PDOกับSOI แสดงถึงการมีอิทธิพลกับความสัมพันธ์ระหว่างตัวทำนายกับปริมาณฝน เนื่องจากมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจแสดงถึงอิทธิพลของตัวทำนาย ได้ดีกว่าการใช้ตัวทำนายร่วมกันระหว่าง SOIกับONI กล่าวคือมีค่าที่มากกว่า 0.3 และเป็นไปในทางเดียวกันทั้ง 3 สถานี ซึ่งเป็นเกณฑ์ในการพิจารณา จากสถานีวัดปริมาณฝนทั้งหมด 12 สถานี ในที่นี้สำหรับค่ากลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก การใช้ตัวทำนายร่วมกันระหว่าง SOIกับONI ให้ค่าได้ดีกว่าการใช้ตัวทำนายร่วมกันของ ONIกับPDO และ PDOกับSOI

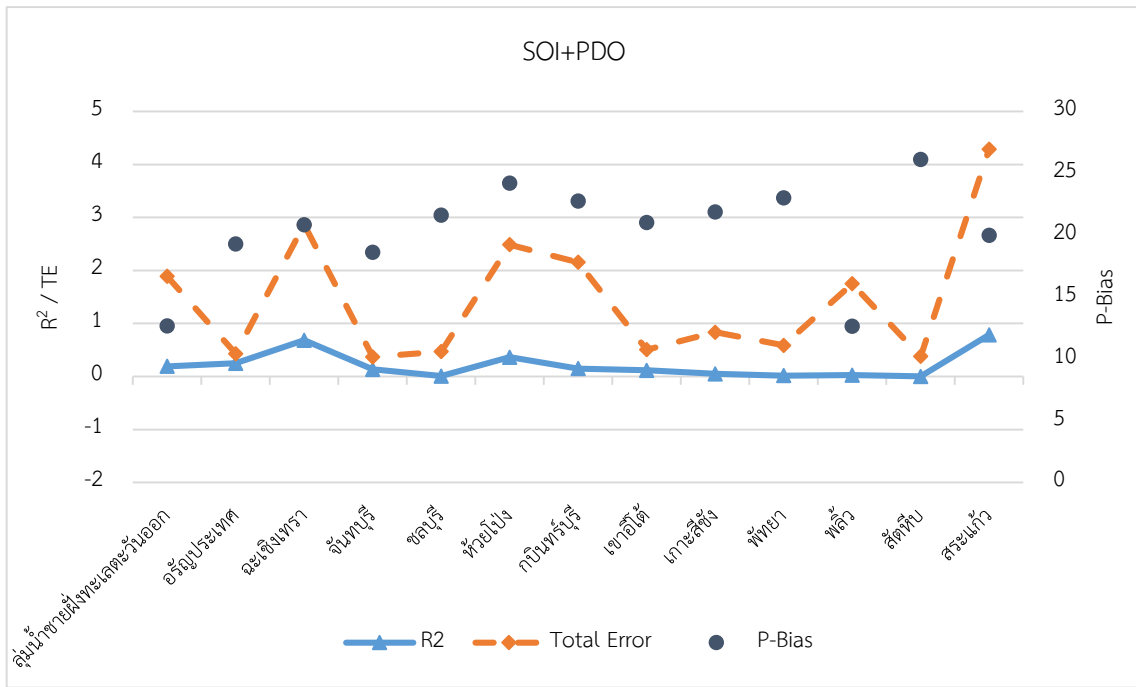
จากรูป 4.2-4 แสดงปริมาณฝนรวมราย 5 เดือนของการคาดการณ์กับฝนจากการตรวจวัดของสถานีฉะเชิงเทรา โดยใช้ตัวทำนาย SOIกับPDO เป็นตัวอย่าง พบว่าปี 2009 มีปริมาณฝนรวมคาดการณ์มีค่าเท่ากับ 1280.56 มิลลิเมตร และปริมาณฝนจากการตรวจวัด 673.35 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นปีที่มีปริมาณฝนรวมต่างกันมากที่สุด ซึ่งมีค่าต่างกันเท่ากับ 607.21 มิลลิเมตร และพบว่าปี 2010 มีปริมาณฝนรวมคาดการณ์มีค่าเท่ากับ 1133.93 มิลลิเมตร และปริมาณฝนจากการตรวจวัด 1158.49 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นปีที่มีปริมาณฝนรวมใกล้เคียงกันมากที่สุด ซึ่งมีค่าต่างกันเท่ากับ 24.57 มิลลิเมตร โดยแต่ละปีปริมาณฝนรวมมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน



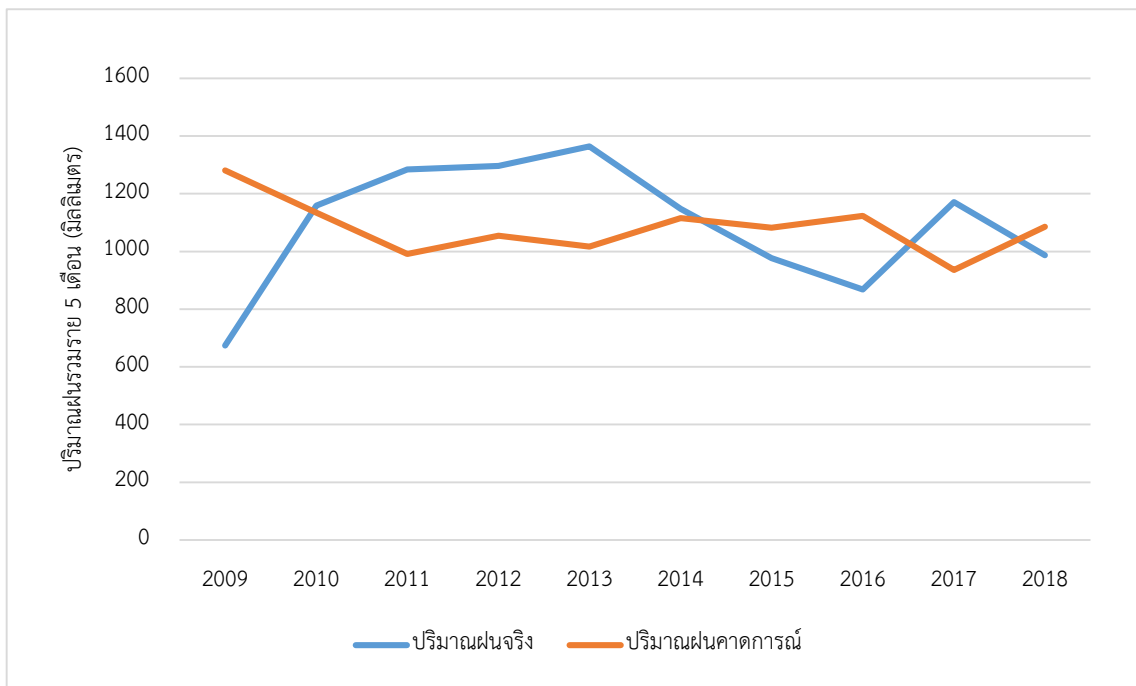
รูปที่ 4.2-1 ผลการคาดการณ์โดยการใช้วิธีการถดถอยเชิงพหุคูณของปริมาณฝนกับตัวทำนายSOIกับONIรายปี



รูปที่ 4.2-2 ผลการคาดการณ์โดยการใช้วิธีการถดถอยเชิงพหุคูณของปริมาณฝนกับตัวทำนายPDOกับONIรายปี



รูปที่ 4.2-3 ผลการคาดการณ์โดยใช้วิธีการถดถอยเชิงพหุคูณของปริมาณฝนกับตัวทำนายSOIกับPDOรายปี



รูปที่ 4.2-4 ปริมาณฝนของสถานีฉะเชิงเทรารวมราย 5 เดือนของฝนการตรวจวัดกับการคาดการณ์โดยใช้วิธีการถดถอยเชิงพหุคูณกับตัวทำนายSOIกับPDOรายปี

ตารางที่ 4.2-1 ผลการคาดการณ์โดยใช้วิธีการถดถอยเชิงพหุคูณกับตัวทำนาย SOIกับONI, ONIกับPDO และ SOIกับPDO รายปี

ชื่อสถานี	SOI + ONI			ONI + PDO			SOI+PDO		
	R ²	P-Bias	Total Error	R ²	P-Bias	Total Error	R ²	P-Bias	Total Error
ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก	0.40	12.55	1.00	0.005	12.98	-1.00	0.19	12.66	1.70
อรัญประเทศ	0.99	2.07	0.00	0.18	19.83	-2.63	0.25	19.29	0.18
ฉะเชิงเทรา	0.34	9.36	0.20	0.43	22.72	0.78	0.69	20.84	2.18
จันทบุรี	0.19	18.83	0.21	0.19	18.83	0.07	0.14	18.61	0.24
ชลบุรี	0.03	20.87	0.40	0.08	20.58	0.27	0.01	21.63	0.46
ห้วยโป่ง	0.003	21.50	0.07	0.81	6.93	-0.40	0.36	24.20	2.13
กบินทร์บุรี	0.04	23.60	3.37	0.13	23.91	-0.20	0.15	22.76	2.01
เขาอีดัด	0.004	20.16	0.23	0.001	20.55	-0.30	0.12	21.02	0.39
เกาะสีชัง	0.0004	21.13	4.93	0.09	18.96	4.75	0.05	21.88	0.79
พัทธยา	0.03	20.41	0.86	0.02	20.84	0.54	0.02	23.02	0.57
พลับ	0.02	13.68	3.17	0.04	11.88	0.38	0.03	12.64	1.72
สัตหีบ	0.06	24.00	0.58	0.06	24.56	0.27	0.0002	26.13	0.38
สระแก้ว	0.19	24.21	5.38	0.35	16.38	-0.01	0.79	19.98	3.50

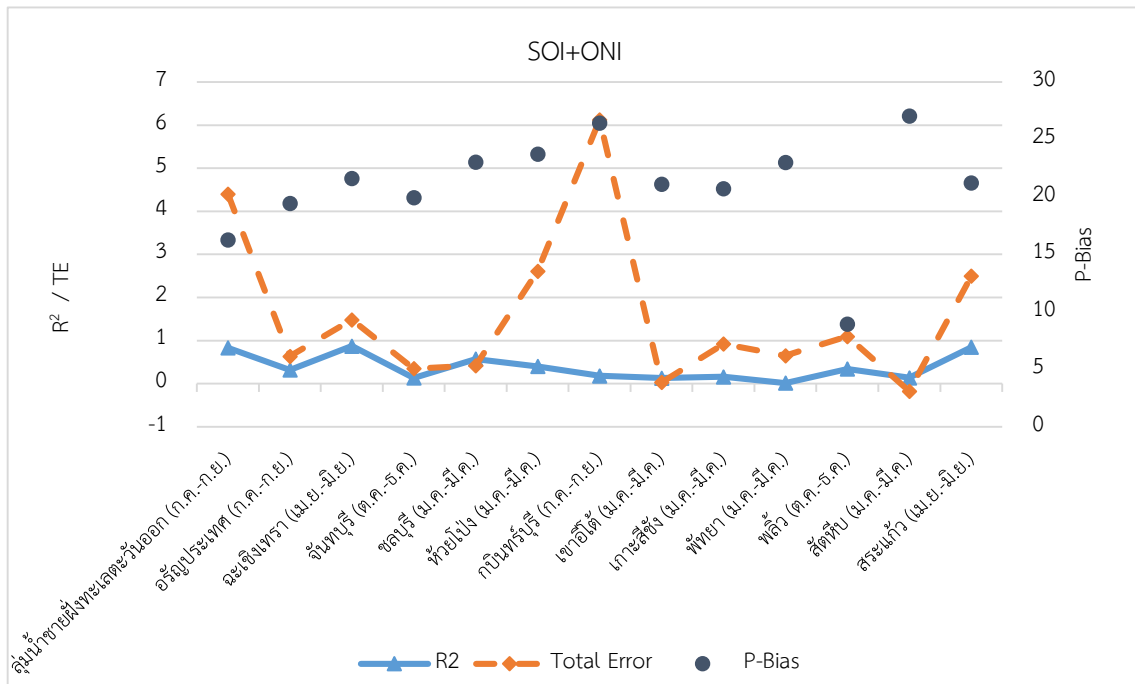
4.2.2 การคาดการณ์โดยการใช้ข้อมูลราย 3 เดือน

ผลการคาดการณ์ปริมาณฝนจากการใช้ตัวทำนายแบบเฉลี่ยราย 3 เดือน ของทั้งสามตัวทำนายโดยมีการใช้ตัวทำนาย 2 ตัว เพื่อศึกษาถึงอิทธิพลได้แก่ SOIกับONI, ONIกับPDO และ PDOกับSOI โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจแสดงถึงอิทธิพลของตัวทำนาย ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ของตัวทำนาย ONIกับPDO มีค่าที่ดีที่สุด จำนวน 7 สถานี ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.44 , 0.77 , 0.42 , 0.25 , 0.41 , 0.25 และ 0.66 ของสถานีอรัญประเทศ(ม.ค.-มี.ค.), ฉะเชิงเทรา(เม.ย.-มิ.ย.), ห้วยโป่ง(ม.ค.-มี.ค.), กบินทร์บุรี(ก.ค.-ก.ย.), พลับ (ก.ค.-ก.ย.), สัตหีบ(ม.ค.-มี.ค.) และ สระแก้ว(เม.ย.-มิ.ย.) ตามลำดับ ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก มีค่าเท่ากับ 0.72 ตัวทำนาย PDOกับSOI มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจแสดงถึงอิทธิพลของตัวทำนาย จำนวน 6 สถานี มีค่าเท่ากับ 0.34 , 0.87 , 0.57 , 0.40 , 0.34 และ 0.85 ของสถานีอรัญประเทศ(ก.ค.-ก.ย.), ฉะเชิงเทรา(เม.ย.-มิ.ย.), ชลบุรี(ม.ค.-มี.ค.), ห้วยโป่ง(ม.ค.-มี.ค.), พลับ(ต.ค.-ธ.ค.)และ สระแก้ว(เม.ย.-มิ.ย.) ตามลำดับ ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก มีค่าเท่ากับ 0.83 และตัวทำนาย SOIกับONI มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจแสดงถึงอิทธิพลของตัวทำนาย จำนวน 6 สถานี มีค่าเท่ากับ 0.59 , 0.79 , 0.53 , 0.69 0.25 และ 0.88 ของสถานีอรัญประเทศ(ม.ค.-มี.ค.), ฉะเชิงเทรา(เม.ย.-มิ.ย.), ห้วยโป่ง(ก.ค.-ก.ย.), เขาอีดู้(เม.ย.-มิ.ย.), พลับ(ม.ค.-มี.ค.) และ สระแก้ว(เม.ย.-มิ.ย.) ตามลำดับ ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก มีค่าเท่ากับ 0.68

สำหรับการประเมินความถูกต้องด้วยค่าเปอร์เซ็นต์การเบี่ยงเบนของข้อมูล มีค่าเปอร์เซ็นต์การเบี่ยงเบนของข้อมูลของตัวทำนาย SOIกับONI อยู่ในช่วง 13.29 – 37.69% ตัวทำนาย ONIกับPDO อยู่ในช่วง 19.33 – 35.23% และ ตัวทำนาย PDOกับSOI อยู่ในช่วง 8.92 – 27.05% และการประเมินความถูกต้องด้วยค่าความคลาดเคลื่อน มีค่าความคลาดเคลื่อนของตัวทำนาย SOIกับONI อยู่ในช่วง -0.60 – 8.19% ตัวทำนาย ONIกับPDO อยู่ในช่วง -2.26 – 3.98% และ ตัวทำนาย PDOกับSOI อยู่ในช่วง -0.31 – 5.95% ดังรูปที่ 4.1-10 , 4.1-11 , 4.1-12 จากผลที่กล่าวมาสำหรับการวิเคราะห์ในวิธีนี้จะเห็นได้ว่าในสถานี มีแนวโน้มของค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจไปในทิศทางเดียวกัน ในการใช้ตัวทำนายแบบ 2 ตัวร่วมกัน ตัวทำนาย ONIกับPDO แสดงถึงการมีอิทธิพลกับความสัมพันธ์ระหว่างตัวทำนายกับปริมาณฝน เนื่องจากมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจแสดงถึงอิทธิพลของตัวทำนาย ได้ดีกว่าการใช้ตัวทำนายร่วมกันระหว่าง SOIกับONI และ SOIกับPDO กล่าวคือมีค่าที่มากกว่า 0.3 ซึ่งเป็นเกณฑ์ในการพิจารณา มีจำนวน 7 สถานีจากสถานีวัดปริมาณฝนทั้งหมด 12 สถานี ในที่นี้สำหรับลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก การใช้ตัวทำนายร่วมกันระหว่าง PDOกับSOI ให้ค่าได้ดีกว่าการใช้ตัวทำนายร่วมกันของ ONIกับPDO และ SOIกับONI

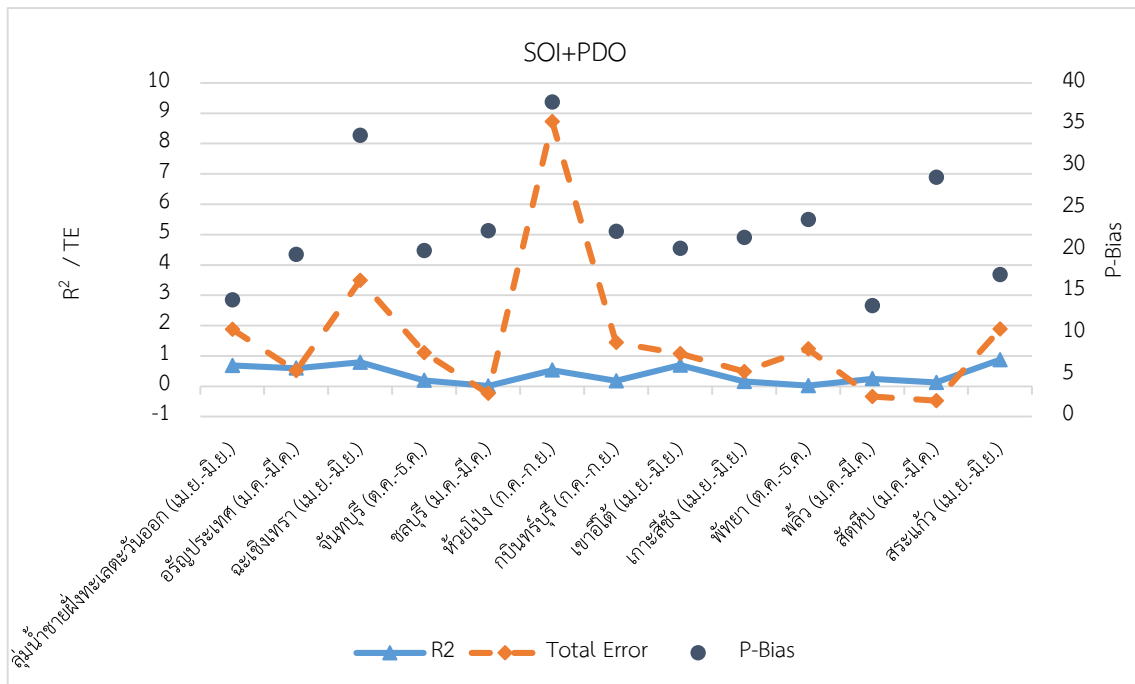
จากรูป 4.2-8 แสดงปริมาณฝนรวมราย 5 เดือนของการคาดการณ์กับฝนจากการตรวจวัดของสถานี สระแก้ว โดยใช้ตัวทำนาย SOIกับONI เฉลี่ยช่วงเดือนเม.ย.-มิ.ย. เป็นตัวอย่าง พบว่าปี 2013 มีปริมาณฝนรวมคาดการณ์มีค่าเท่ากับ 853.35 มิลลิเมตร และปริมาณฝนจากการตรวจวัด 1746.00 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นปีที่มี

ปริมาณฝนรวมต่างกันมากที่สุด ซึ่งมีค่าต่างกันเท่ากับ 892.65 มิลลิเมตร และพบว่าปี 2015 มีปริมาณฝนรวม คาดการณ์มีค่าเท่ากับ 1126.90 มิลลิเมตร และปริมาณฝนจากการตรวจวัด 1120.90 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นปีที่มี ปริมาณฝนรวมใกล้เคียงกันมากที่สุด ซึ่งมีค่าต่างกันเท่ากับ 6.00 มิลลิเมตร โดยแต่ละปีปริมาณฝนรวมมีแนวโน้ม ไปในทิศทางเดียวกัน



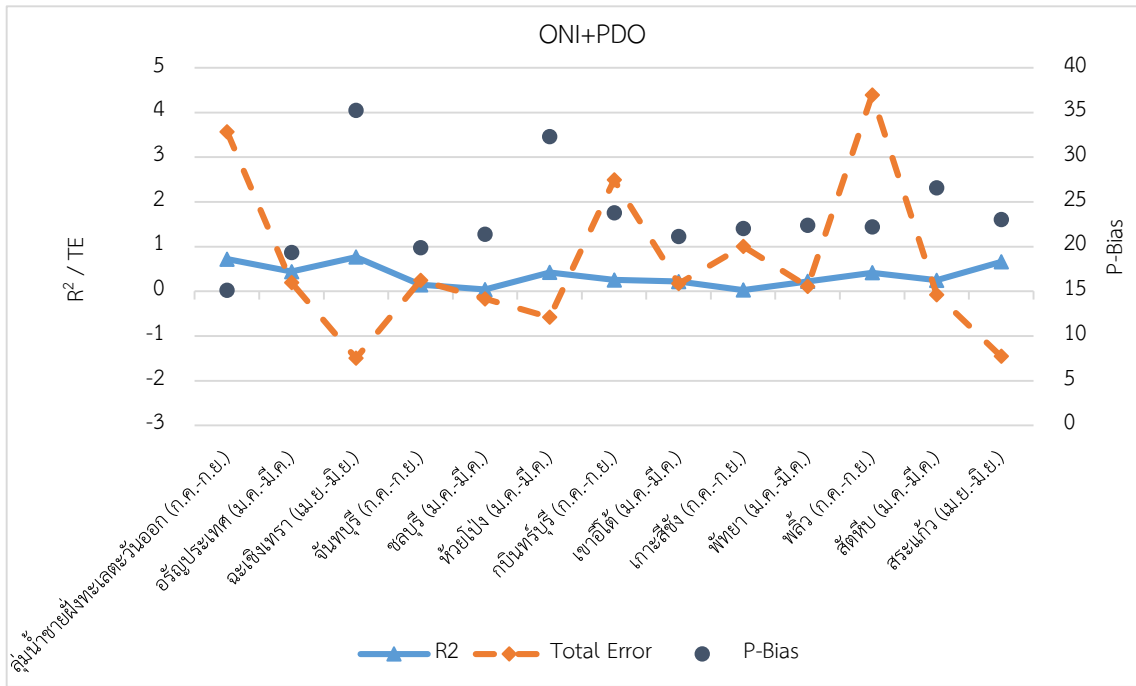
รูปที่ 4.2-5 ผลการคาดการณ์โดยการใช้วิธีการถดถอยพหุคูณของปริมาณฝนกับตัวทำนายSOIกับONI ราย3 เดือน

หมายเหตุ สำหรับราย3เดือนทำการเลือกช่วง3เดือนที่มีค่า R – squared สูงสุดของแต่ละสถานี



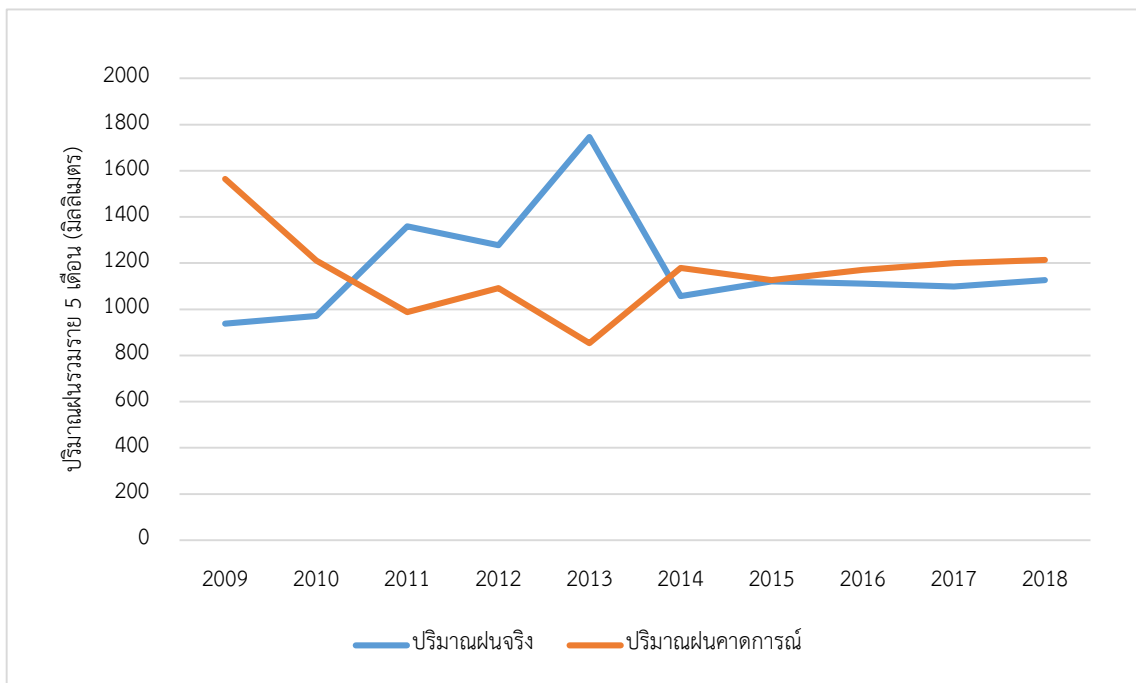
รูปที่ 4.2-6 ผลการคาดการณ์โดยการใช้วิธีการถดถอยพหุคูณของปริมาณฝนกับตัวทำนายSOIกับPDOราย3 เดือน

หมายเหตุ สำหรับราย3เดือนทำการเลือกช่วง3เดือนที่มีค่า R-squared สูงสุดของแต่ละสถานี



รูปที่ 4.2-7 ผลการคาดการณ์โดยใช้วิธีการถดถอยพหุคูณของปริมาณฝนกับตัวทำนายONIกับPDO ราย3 เดือน

หมายเหตุ สำหรับราย3เดือนทำการเลือกช่วง3เดือนที่มีค่า R – squared สูงสุดของแต่ละสถานี



รูปที่ 4.2-8 ปริมาณฝนของสถานีสระแก้วรวมราย 5 เดือนของฝนการตรวจวัดกับการคาดการณ์โดยใช้วิธีการถดถอยเชิงพหุคูณกับตัวทำนายSOIกับONIราย3เดือน

ตารางที่ 4.2-2 ผลการคาดการณ์โดยใช้วิธีการถดถอยเชิงพหุคูณกับตัวทำนาย SOIกับONI, ONIกับPDO และ SOIกับPDO ราย3เดือน

ชื่อสถานี	SOI + ONI			ONI + PDO			SOI+PDO		
	R ²	P-Bias	Total Error	R ²	P-Bias	Total Error	R ²	P-Bias	Total Error
ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก	เม.ย.-มิ.ย.			ก.ค.-ก.ย.			ก.ค.-ก.ย.		
	0.68	13.99	1.19	0.72	15.10	2.85	0.83	16.26	3.57
อรัญประเทศ	ม.ค. - มี.ค.			ม.ค. - มี.ค.			ก.ค.-ก.ย.		
	0.59	19.44	-0.08	0.44	19.33	-0.24	0.32	19.43	0.32
ฉะเชิงเทรา	เม.ย.-มิ.ย.			เม.ย.-มิ.ย.			เม.ย.-มิ.ย.		
	0.79	33.69	2.70	0.77	35.23	-2.26	0.87	21.63	0.61
จันทบุรี	ต.ค.-ธ.ค.			ก.ค.-ก.ย.			ต.ค.-ธ.ค.		
	0.19	19.87	0.91	0.15	19.87	0.10	0.13	19.96	0.22
ชลบุรี	ม.ค. - มี.ค.			ม.ค. - มี.ค.			ม.ค. - มี.ค.		
	0.01	22.25	-0.25	0.04	21.37	-0.21	0.57	23.05	-0.15
หัวไผ่	ก.ค.-ก.ย.			ม.ค. - มี.ค.			ม.ค. - มี.ค.		
	0.53	37.69	8.19	0.42	32.31	-1.00	0.40	23.74	2.21
กบินทร์บุรี	ก.ค.-ก.ย.			ก.ค.-ก.ย.			ก.ค.-ก.ย.		
	0.18	22.19	1.26	0.25	23.79	2.24	0.18	26.43	5.95
เขาอีดู่	เม.ย.-มิ.ย.			ม.ค. - มี.ค.			ม.ค. - มี.ค.		
	0.69	20.15	0.38	0.22	21.12	-0.05	0.13	21.11	-0.10
เกาะสีชัง	เม.ย.-มิ.ย.			ก.ค.-ก.ย.			ม.ค. - มี.ค.		
	0.16	21.45	0.33	0.03	22.02	0.98	0.16	20.72	0.76
พัทธยา	ต.ค.-ธ.ค.			ม.ค. - มี.ค.			ม.ค. - มี.ค.		
	0.02	23.61	1.21	0.22	22.38	-0.11	0.02	23.02	0.63
พลิว	ม.ค. - มี.ค.			ก.ค.-ก.ย.			ต.ค.-ธ.ค.		
	0.25	13.29	-0.59	0.41	22.21	3.98	0.34	8.92	0.75
สัตหีบ	ม.ค. - มี.ค.			ม.ค. - มี.ค.			ม.ค. - มี.ค.		
	0.12	28.68	-0.60	0.25	26.58	-0.32	0.14	27.05	-0.31
สระแก้ว	เม.ย.-มิ.ย.			เม.ย.-มิ.ย.			เม.ย.-มิ.ย.		
	0.88	17.03	1.01	0.66	23.03	-2.11	0.85	21.23	1.65

หมายเหตุ สำหรับราย3เดือนทำการเลือกช่วง3เดือนที่มีค่า R - squared สูงสุดของแต่ละสถานี

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษา

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการคาดการณ์ปริมาณฝนโดยใช้ดัชนีภูมิอากาศโลกร่วมกับวิธีการทางสถิติ โดยการใช้ดัชนีภูมิอากาศโลกได้แก่ Southern Oscillation Index (SOI), Oceanic Nino Index (ONI) และ Pacific Decadal Oscillation (PDO) มาใช้เป็นตัวทำนาย 6-15 เดือนล่วงหน้า ซึ่งได้มีการเปรียบเทียบวิธีการใช้ตัวทำนายออกเป็น 2 วิธี ได้แก่ การใช้ข้อมูลตัวทำนายในรูปแบบเฉลี่ยรายปี และการใช้ข้อมูลตัวทำนายในรูปแบบราย 3 เดือน วิธีการทางสถิติ 2 วิธีได้แก่วิธีการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายและวิธีการถดถอยเชิงพหุคูณได้ถูกนำมาใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผลการศึกษาพบว่า จากการเปรียบเทียบวิธีการทางสถิติ 2 วิธีดังกล่าวข้างต้น พบว่าสำหรับการคาดการณ์โดยการใช้ข้อมูลตัวทำนายแบบรายปีด้วยวิธีการถดถอยเชิงพหุคูณ(Multiple Linear Regression) สามารถคาดการณ์ได้ดีกว่าวิธีการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย(Simple Linear Regression) และการคาดการณ์โดยใช้ข้อมูลตัวทำนายแบบราย 3 เดือนวิธีการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย(Simple Linear Regression) สามารถคาดการณ์ได้ดีกว่าการคาดการณ์แบบวิธีการถดถอยเชิงพหุคูณ(Multiple Linear Regression) และเมื่อทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีการคาดการณ์แบบวิธีการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย(Simple Linear Regression) และวิธีการถดถอยเชิงพหุคูณ(Multiple Linear Regression) นั้นได้แสดงผลให้เห็นว่าในการคาดการณ์โดยการใช้ข้อมูลตัวทำนายแบบราย 3 เดือนสามารถคาดการณ์ปริมาณฝนได้ดีกว่าการคาดการณ์โดยการใช้ข้อมูลตัวทำนายแบบรายปี นอกจากนี้จากผลที่ได้จากการประเมินความถูกต้องโดยค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจพบว่าสถานีที่ตั้งอยู่ห่างจากริมฝั่งทะเลมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจแสดงถึงอิทธิพลของตัวทำนายที่ดีกว่าสถานีที่ตั้งอยู่ใกล้กับพื้นที่ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออกเนื่องจากอิทธิพลของลมรวมถึงปัจจัยอื่นจากทะเลส่งผลให้ปริมาณฝนบริเวณริมชายฝั่งทะเลมีความแปรปรวนที่สูงกว่า โดยสรุปผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ Pacific Decadal Oscillation (PDO) สามารถคาดการณ์ปริมาณฝนได้ดีกว่าตัวทำนาย Southern Oscillation Index (SOI) และ Oceanic Nino Index (ONI)

ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาค้นคว้านี้ในการคาดการณ์ปริมาณฝนล่วงหน้าโดยการใช้ดัชนีภูมิอากาศโลก ข้อมูลปริมาณฝนของแต่ละสถานีควรมีช่วงเวลาการตรวจวัดปริมาณฝนอย่างต่อเนื่อง จะทำให้ข้อมูลปริมาณฝนสามารถเริ่มและสิ้นสุดที่ปีเดียวกัน ส่งผลให้มีจำนวนปีในการเฉลี่ยข้อมูลปริมาณฝนที่เท่ากัน เพื่อให้การคาดการณ์มีความแม่นยำมากขึ้น นอกจากนี้ควรมีการประยุกต์ใช้วิธีทางสถิติอื่นๆเข้ามาทดสอบ รวมถึงดัชนีภูมิอากาศโลกดัชนีอื่นเพื่อพัฒนาแนวทางการคาดการณ์ปริมาณฝนในพื้นที่ที่มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น และควรพิจารณาตัวแปรอื่นร่วมด้วยที่อาจมีอิทธิพลต่อพื้นที่ริมบริเวณชายฝั่งริมทะเลตะวันออก

เอกสารอ้างอิง

กรมอุตุฯ. 2546. **ปรากฏการณ์เอลนีโญ**. แหล่งที่มา:

<https://www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=19>, 7 มีนาคม 2563.

กรมอุตุฯ. 2546. **เอลนีโญ**. แหล่งที่มา:

<https://www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=17>, 7 มีนาคม 2563.

กรมอุตุฯ. 2564. **ลานีญา**. แหล่งที่มา:

<https://www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=18>, 7 มีนาคม 2563.

ไทยรัฐ. 2559. เอลนีโญไปแล้ว ลานีญากำลังมา ฝนตกหนักฟ้ารั่ว ซื่อเรื่อรอกันเลยดีไหม?. **ไทยรัฐออนไลน์**
(17 มิถุนายน):-

ประชาชาติธุรกิจ. 2563. 7จังหวัดทั่วไทย-ภาคตะวันออก ECC ยังแล้งหนัก รัฐบาล “อีสท์ วอเตอร์” ช่วยหาน้ำ
เพิ่ม 14 ล้านลบ.ม. **ประชาชาติธุรกิจออนไลน์** (6 มีนาคม 2563):-

ปริญ หล่อพิทยา. 2560. อิทธิพลของเอลนีโญต่อปริมาณฝนในภาคตะวันออกของประเทศไทยในช่วงปี พ.ศ.

2545-2559. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี** 25 (4): 553-570.

สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน). 2555. **การดำเนินการด้านการรวบรวม**

ข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล โครงการพัฒนาระบบคลังข้อมูล 25 ลุ่มน้ำ และแบบจำลองน้ำท่วมน้ำ

แล้ง ลุ่มน้ำชายฝั่งตะวันออก. แหล่งที่มา:

<https://www.thaiwater.net/web/attachments/25basins/18-eastcoast.pdf>,

21 เมษายน 2563.

สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน). 2556. **บันทึกเหตุการณ์ภัยแล้งปี**

2556/2557. แหล่งที่มา: <https://www.thaiwater.net/current/drought57/drought57.html>,

15 เมษายน 2563.

สำนักงานคณะกรรมการนโยบายเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก. ม.ป.ป. **ความก้าวหน้าของการดำเนิน**

โครงการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจภาคตะวันออก. แหล่งที่มา: <https://www.eeco.or.th/ภาพรวมการพัฒนา/ความก้าวหน้า>, 15 เมษายน 2563.

Abbot, J. and Marohasy, J. 2015. USING LAGGED AND FORECAST CLIMATE INDICES WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE TO PREDICT MONTHLY RAINFALL IN THE BRISBANE CATCHMENT, QUEENSLAND, AUSTRALIA. **Int. J. Sus. Dev. Plann.** 1: 29-41

Lee, J., Kim C.G., Lee J.E., Kim N.W. and Kim H. 2018. Application of Artificial Neural Networks to Rainfall Forecasting in the Geum River Basin, Korea. **Department of Land, Water and Environment Research, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology.** 10: 1448.

NATIONAL CENTERS FOR ENVIRONMENTAL INFORMATION. n.d. **Equatorial Pacific Sea**

Surface Temperatures. Available Source:

<https://www.ncdc.noaa.gov/teleconnections/enso/indicators/sst/>, April 18, 2020.

NATIONAL CENTERS FOR ENVIRONMENTAL INFORMATION. n.d. **Pacific Decadal Oscillation.**

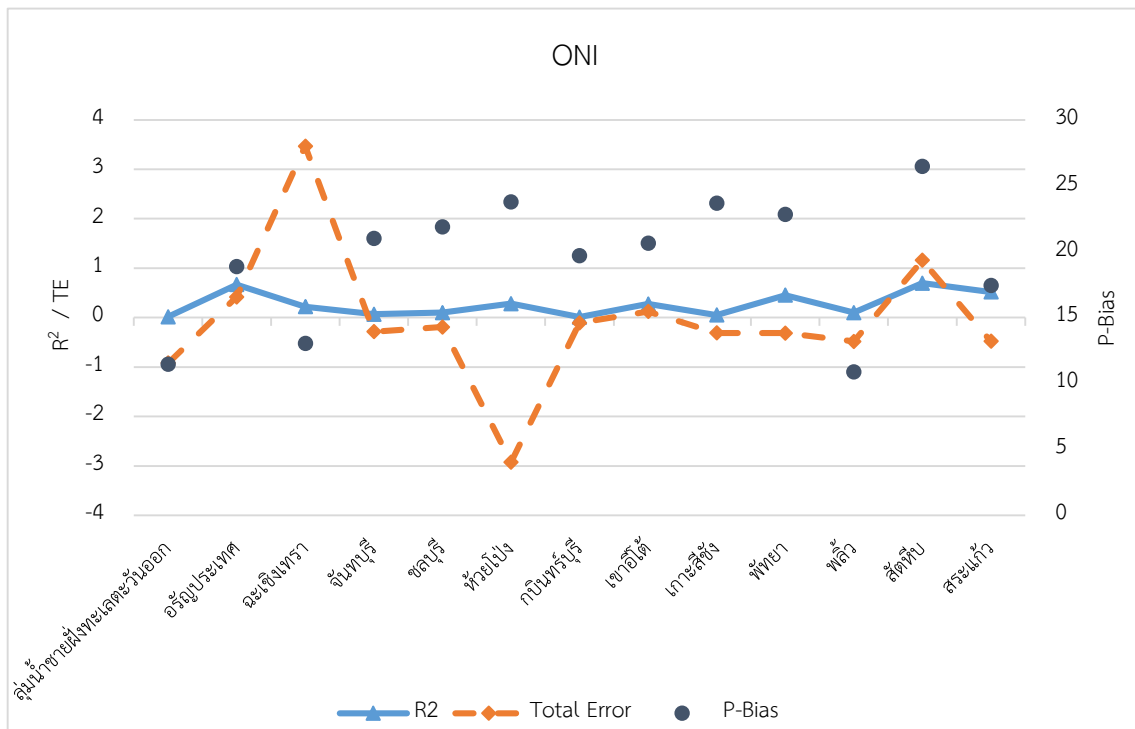
Available Source: <https://www.ncdc.noaa.gov/teleconnections/enso/indicators/sst/>,

April 18, 2020.

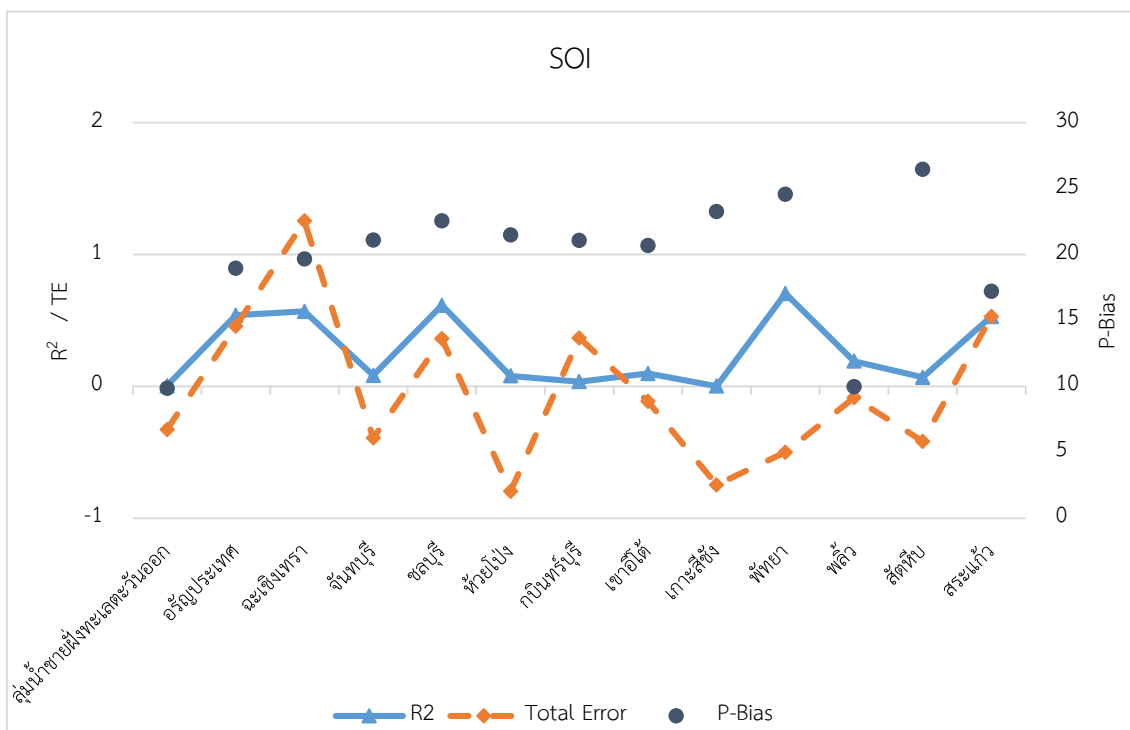
Palanichamy, M. and Narayanasamy, R. S. 2019. Prediction and Validation of Rainfall Classes for Vaigai River Catchment using El Nino. **International Journal of Recent Technology and Engineering.** 2: 1412-1427.

ภาคผนวก

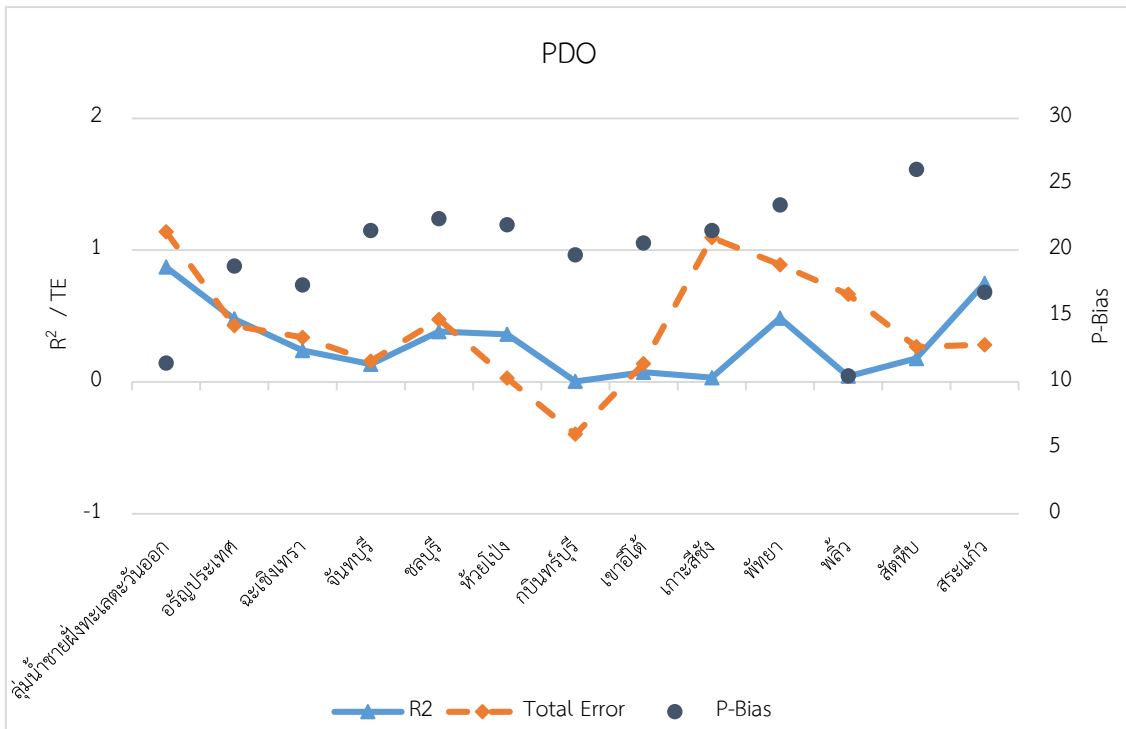
ผลเพิ่มเติมจากการคาดการณ์



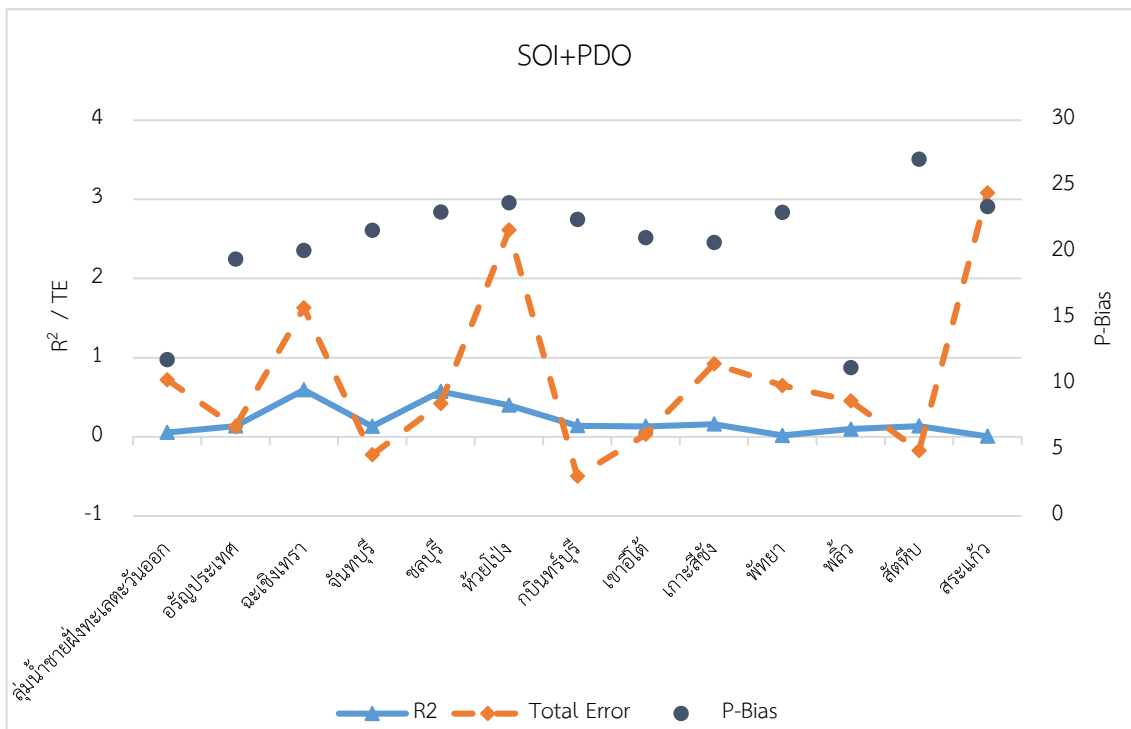
รูปที่ ก-1 ผลการคาดการณ์โดยการใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายของปริมาณฝนกับตัวทำนายONI
เฉลี่ยช่วงเดือนมกราคม-มีนาคม



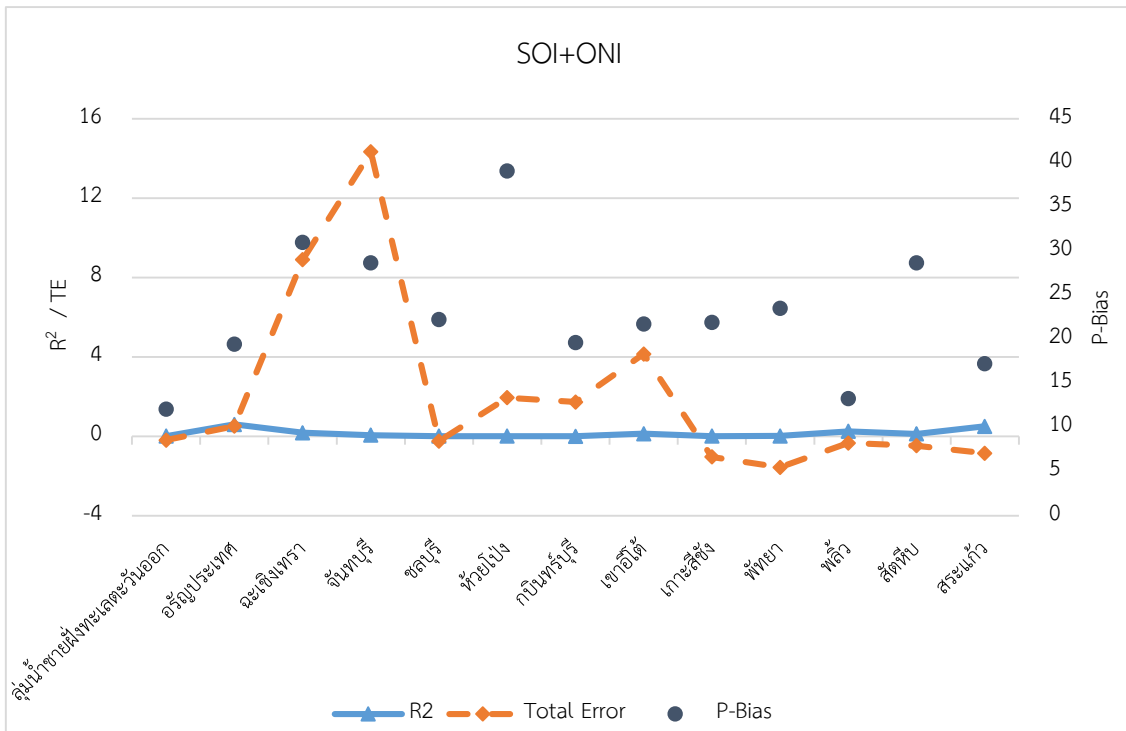
รูปที่ ก-2 ผลการคาดการณ์โดยการใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายของปริมาณฝนกับตัวทำนายSOI
เฉลี่ยช่วงเดือนมกราคม-มีนาคม



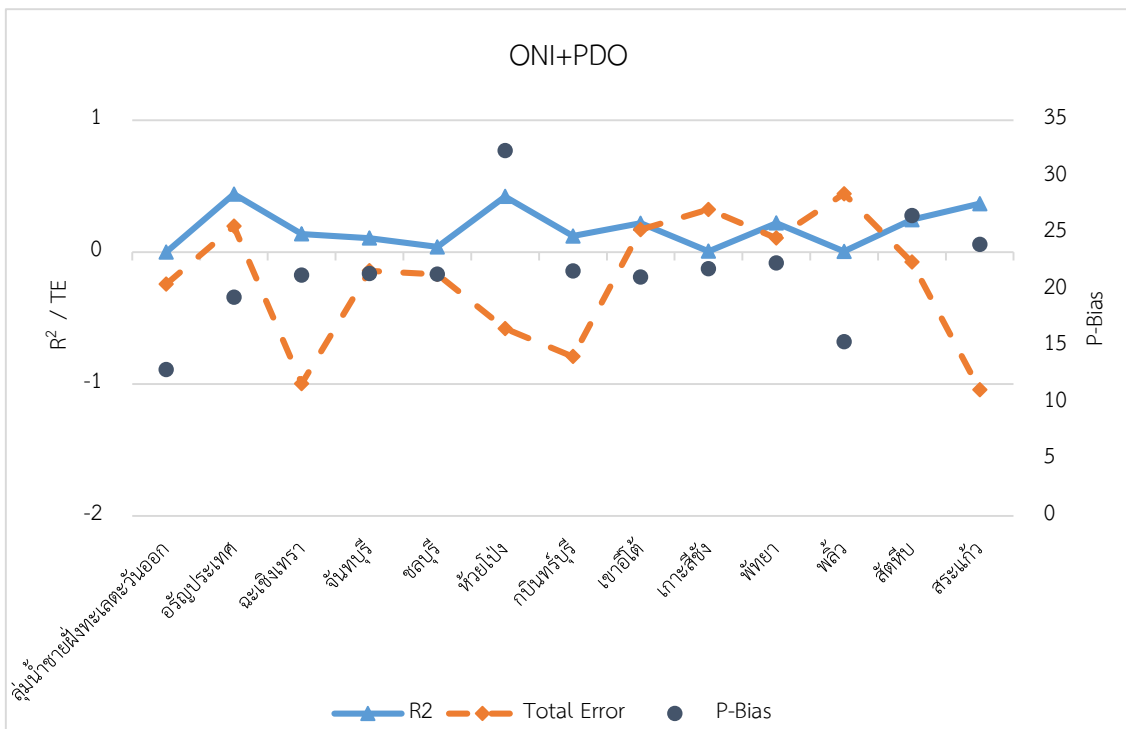
รูปที่ ก-3 ผลการคาดการณ์โดยใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายของปริมาณฝนกับตัวทำนายPDO เฉลี่ยช่วงเดือนมกราคม-มีนาคม



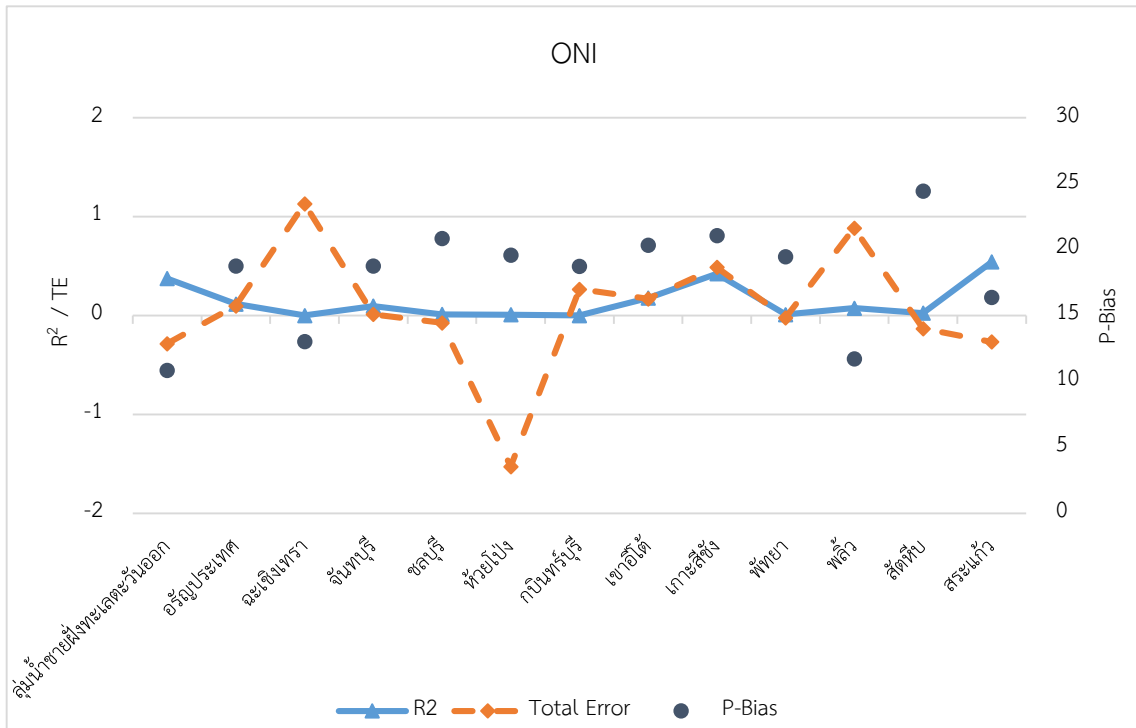
รูปที่ ก-4 ผลการคาดการณ์โดยใช้วิธีการถดถอยพหุคูณของปริมาณฝนกับตัวทำนายSOI+PDO เฉลี่ยช่วงเดือนมกราคม-มีนาคม



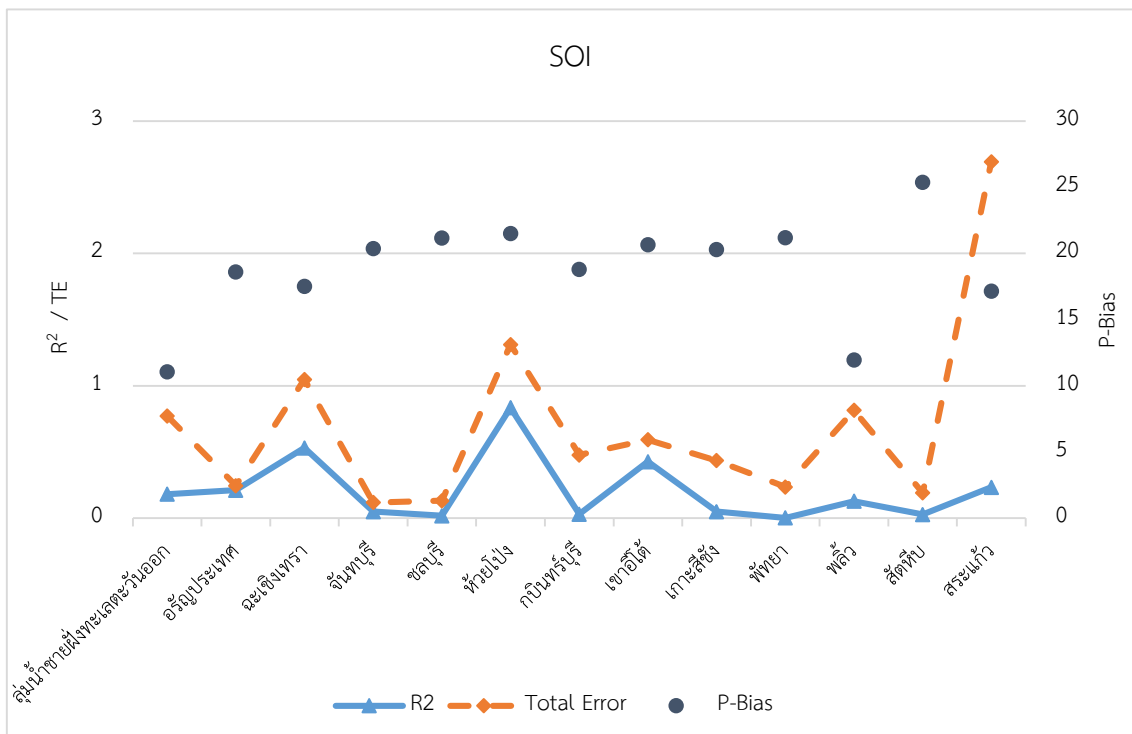
รูปที่ ก-5 ผลการคาดการณ์โดยใช้วิธีการถดถอยพหุคูณของปริมาณฝนกับตัวทำนายSOI+ONI เฉลี่ยช่วงเดือนมกราคม-มีนาคม



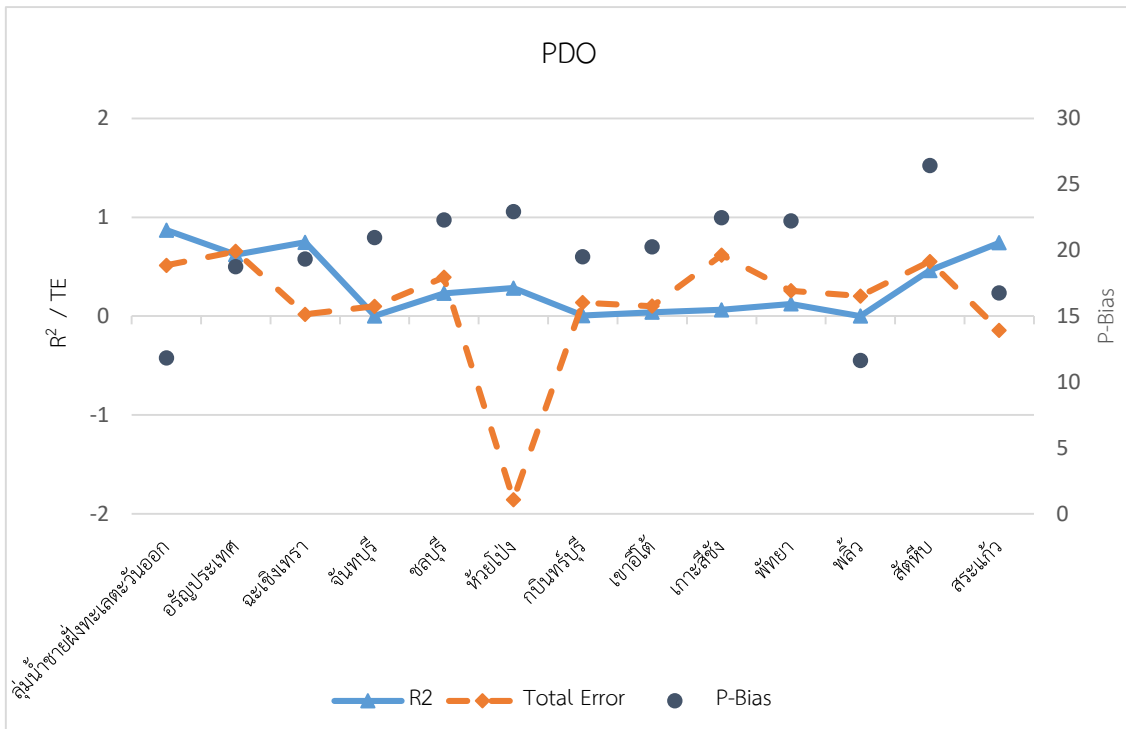
รูปที่ ก-6 ผลการคาดการณ์โดยใช้วิธีการถดถอยพหุคูณของปริมาณฝนกับตัวทำนายONI+PDO เฉลี่ยช่วงเดือนมกราคม-มีนาคม



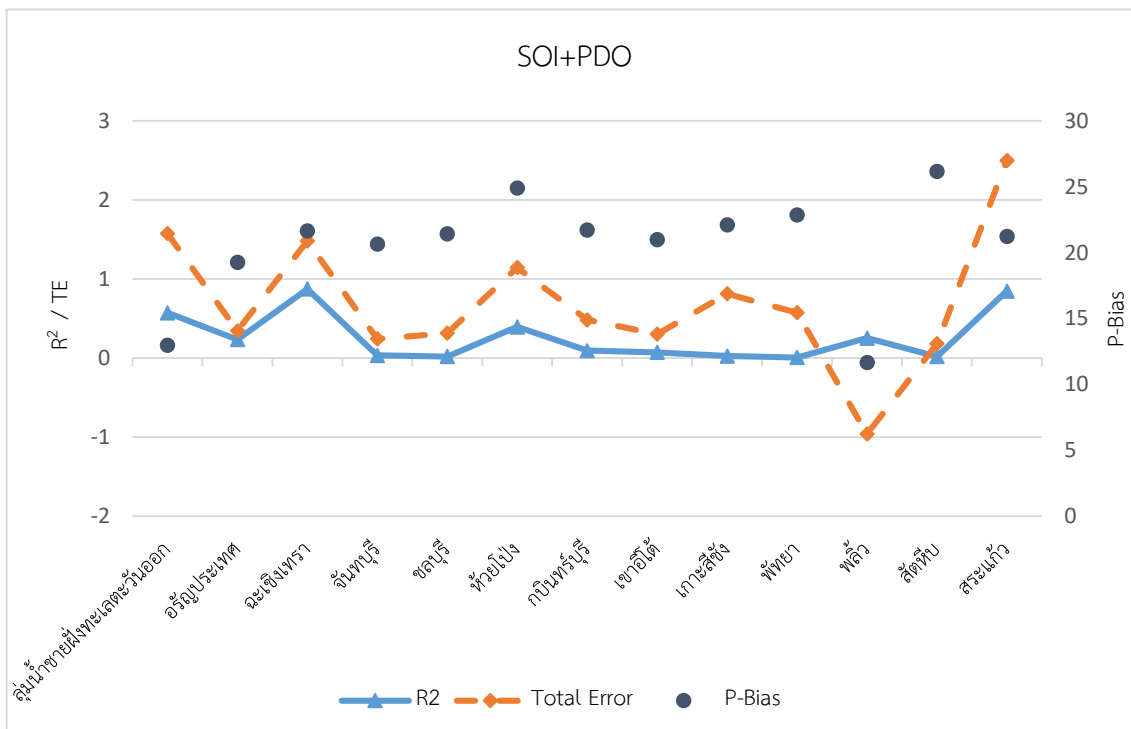
รูปที่ ก-7 ผลการคาดการณ์โดยการใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายของปริมาณฝนกับตัวทำนายONI เฉลี่ยช่วงเดือนเมษายน-มิถุนายน



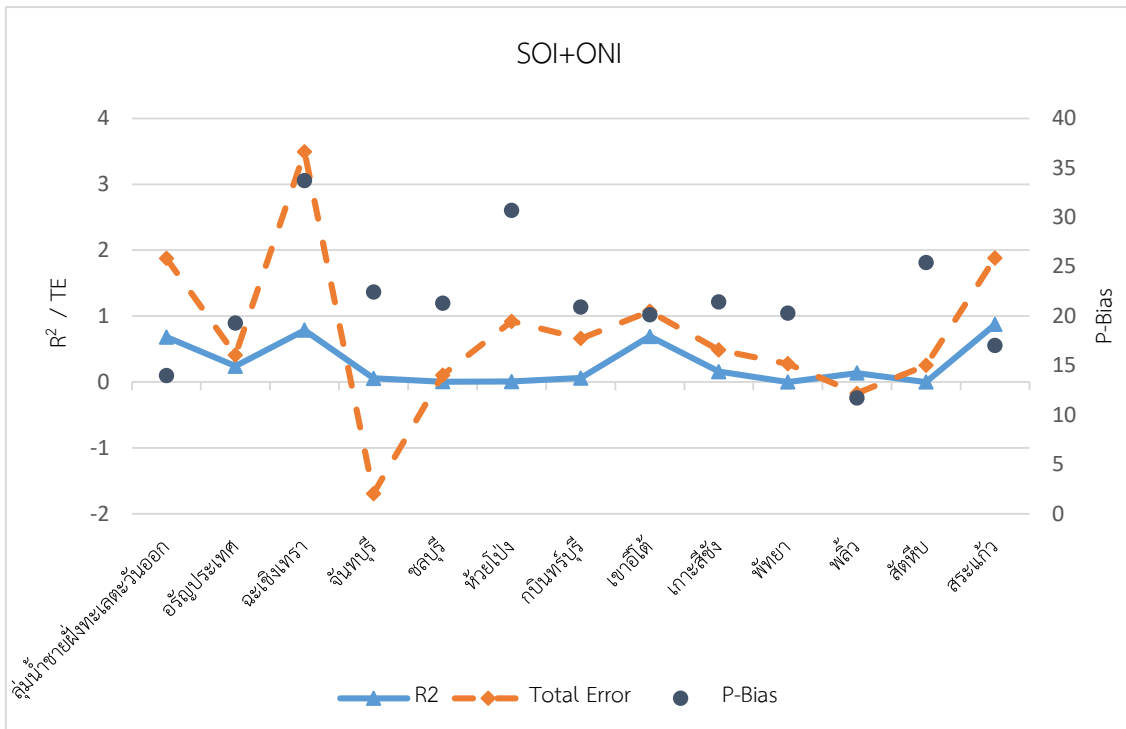
รูปที่ ก-8 ผลการคาดการณ์โดยการใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายของปริมาณฝนกับตัวทำนายSOI เฉลี่ยช่วงเดือนเมษายน-มิถุนายน



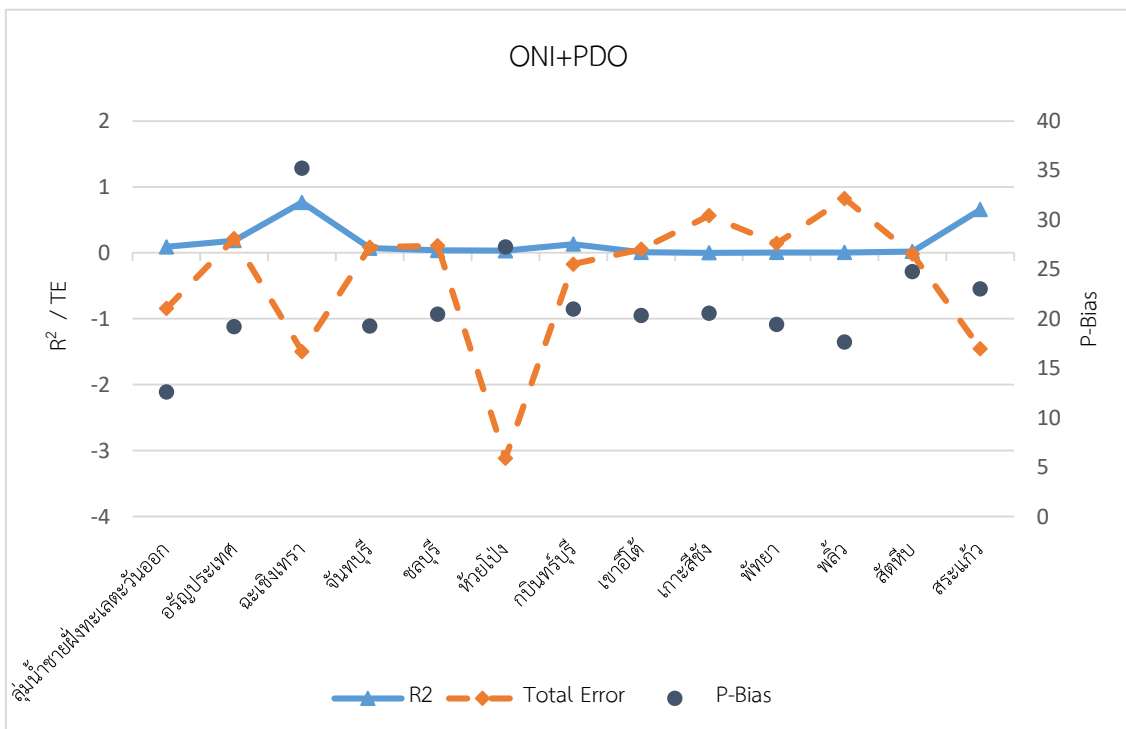
รูปที่ ก-9 ผลการคาดการณ์โดยใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายของปริมาณฝนกับตัวทำนายPDO เฉลี่ยช่วงเดือนเมษายน-มิถุนายน



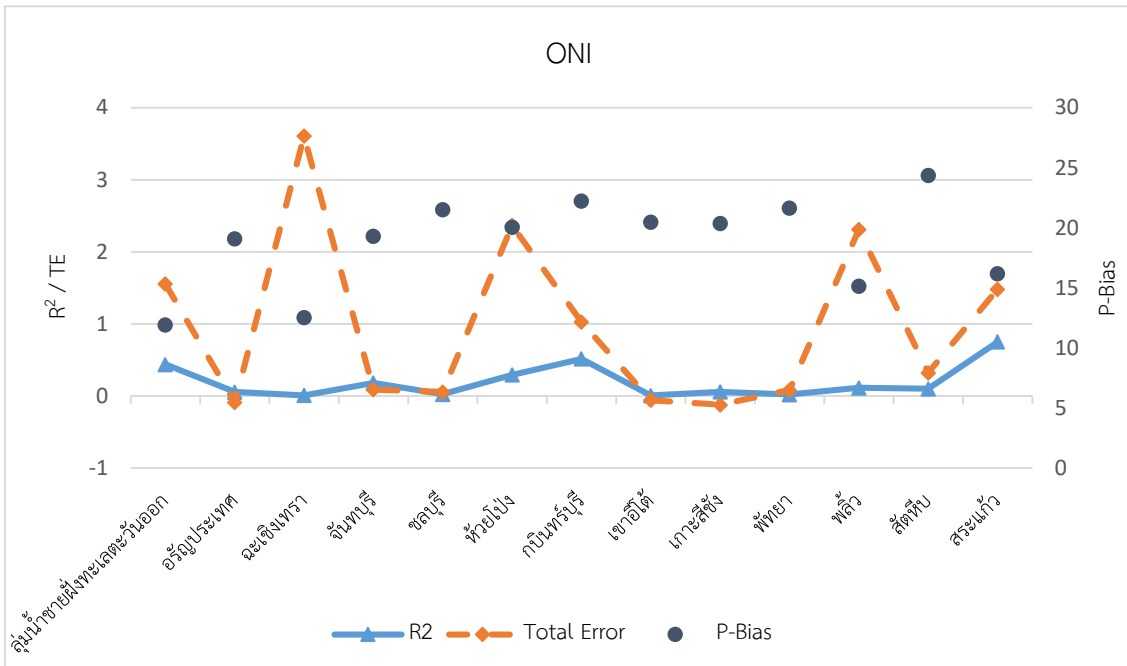
รูปที่ ก-10 ผลการคาดการณ์โดยใช้วิธีการถดถอยพหุคูณของปริมาณฝนกับตัวทำนายSOI+PDO เฉลี่ยช่วงเดือนเมษายน-มิถุนายน



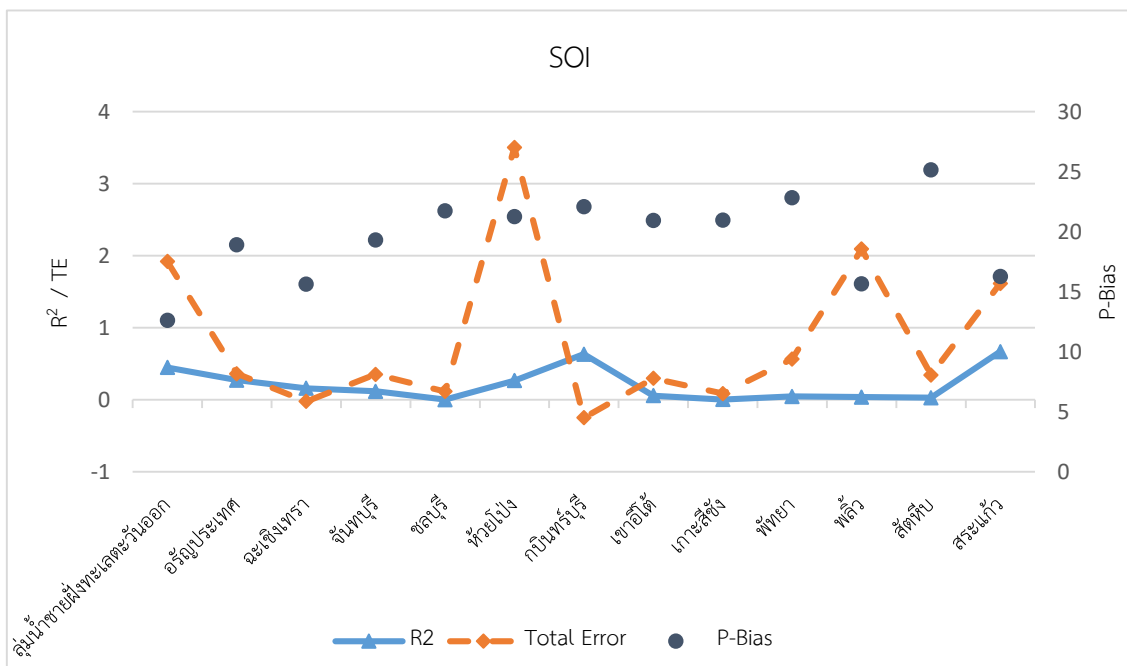
รูปที่ ก-11 ผลการคาดการณ์โดยใช้วิธีการถดถอยพหุคูณของปริมาณฝนกับตัวทำนายSOI+ONI เฉลี่ยช่วงเดือนเมษายน-มิถุนายน



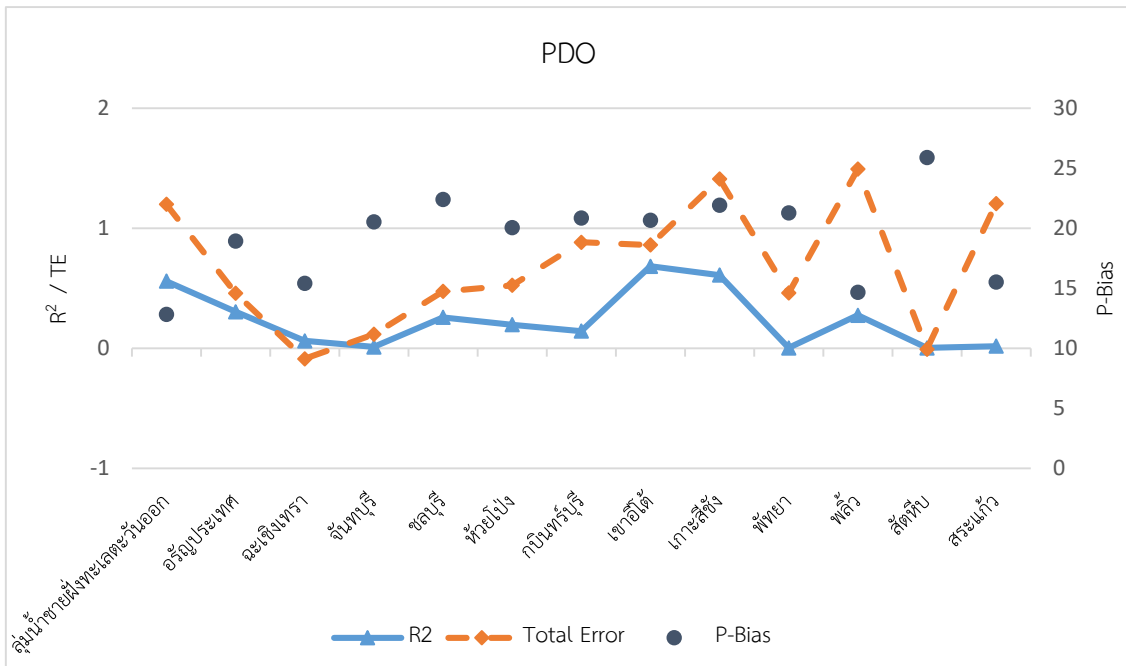
รูปที่ ก-12 ผลการคาดการณ์โดยใช้วิธีการถดถอยพหุคูณของปริมาณฝนกับตัวทำนายONI+PDO เฉลี่ยช่วงเดือนเมษายน-มิถุนายน



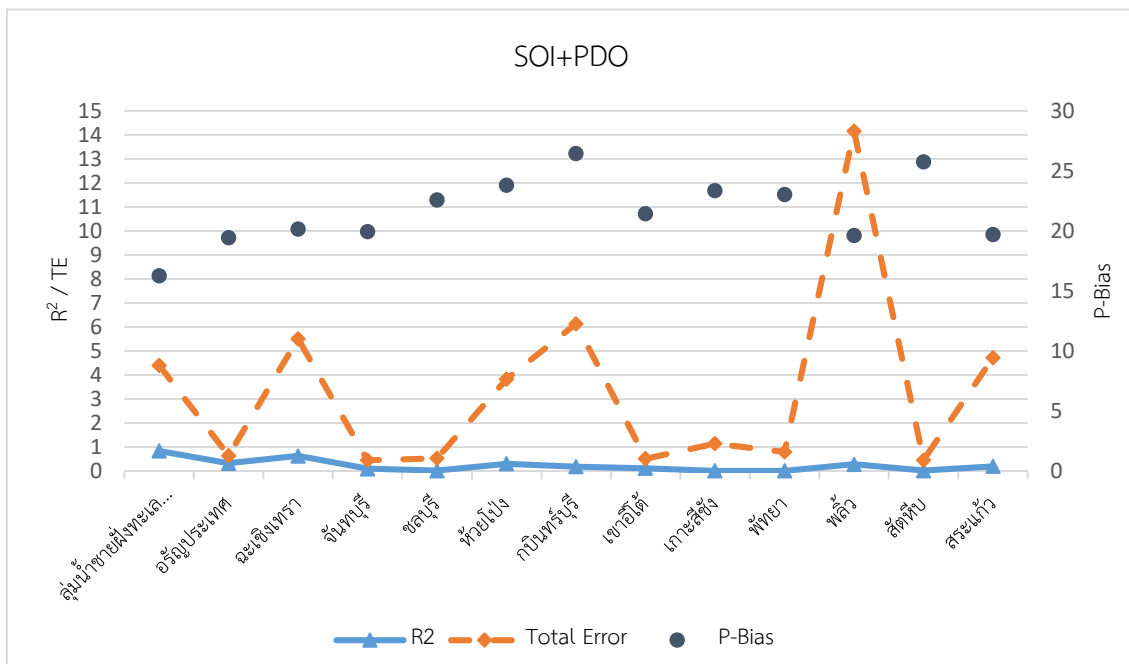
รูปที่ ก-13 ผลการคาดการณ์โดยใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายของปริมาณฝนกับตัวทำนายONI เฉลี่ยช่วงเดือนกรกฎาคม-กันยายน



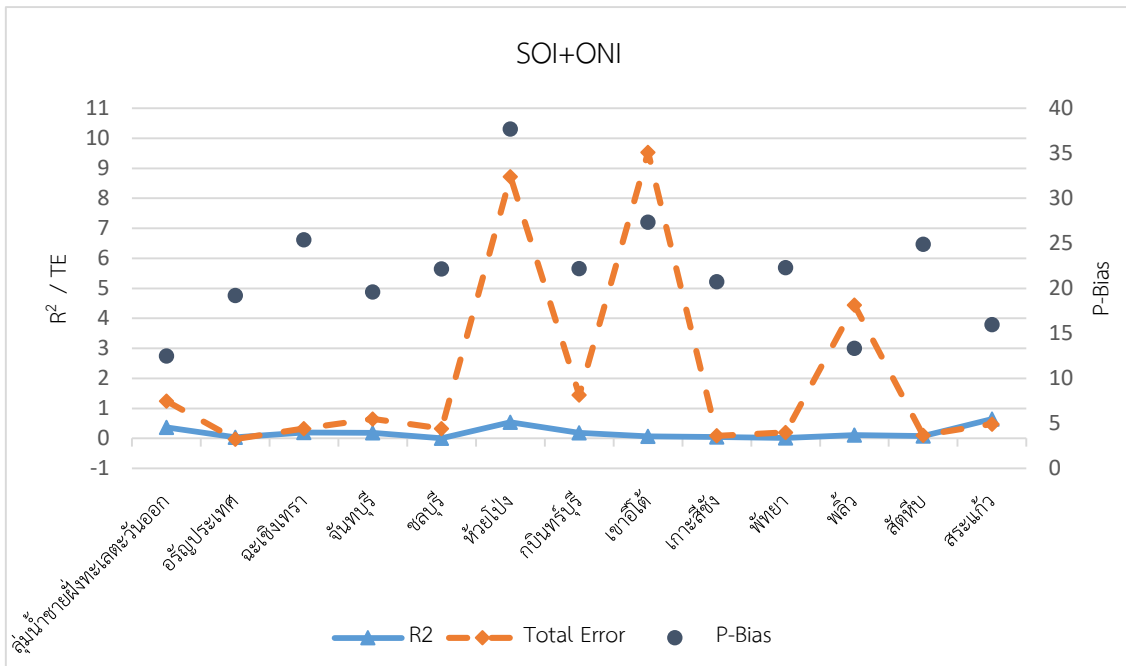
รูปที่ ก-14 ผลการคาดการณ์โดยใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายของปริมาณฝนกับตัวทำนายSOI เฉลี่ยช่วงเดือนกรกฎาคม-กันยายน



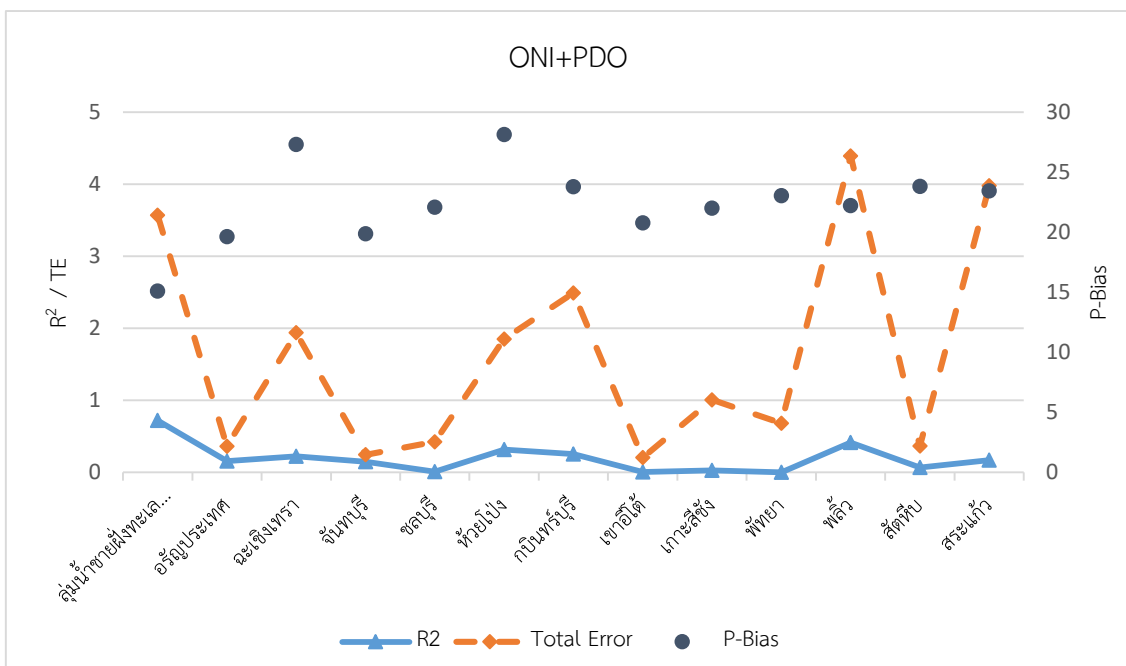
รูปที่ ก-15 ผลการคาดการณ์โดยการใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายของปริมาณฝนกับตัวทำนายPDO เฉลี่ยช่วงเดือนกรกฎาคม-กันยายน



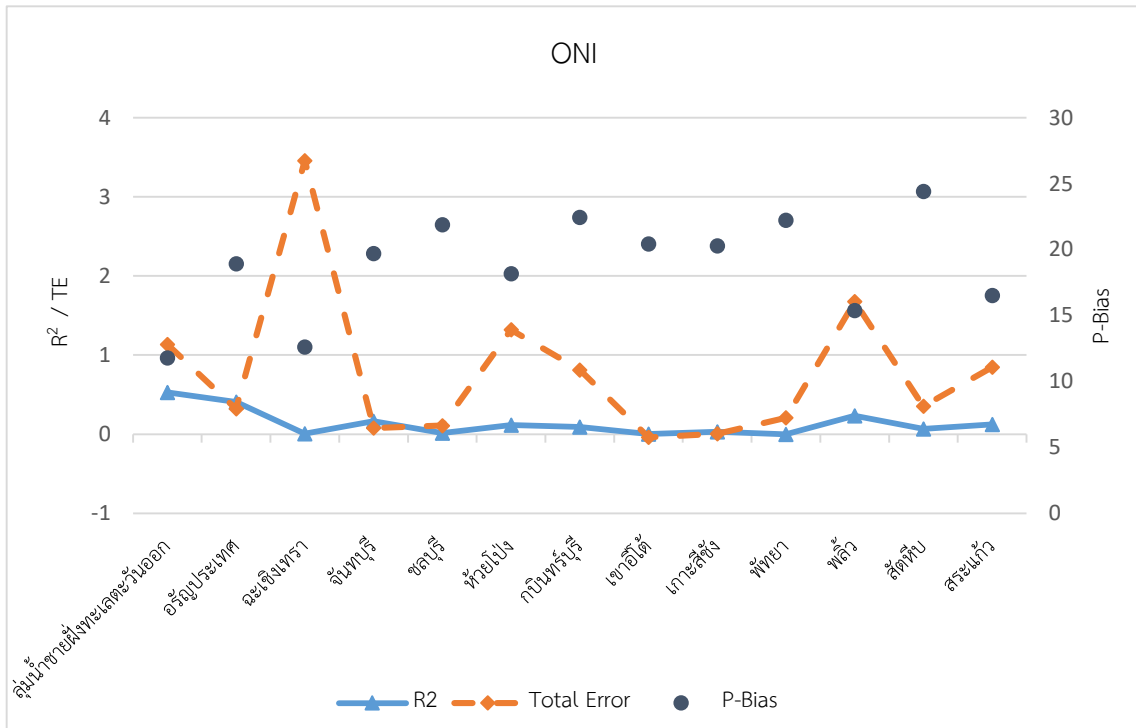
รูปที่ ก-16 ผลการคาดการณ์โดยการใช้วิธีการถดถอยพหุคูณของปริมาณฝนกับตัวทำนายSOI+PDO เฉลี่ยช่วงเดือนกรกฎาคม-กันยายน



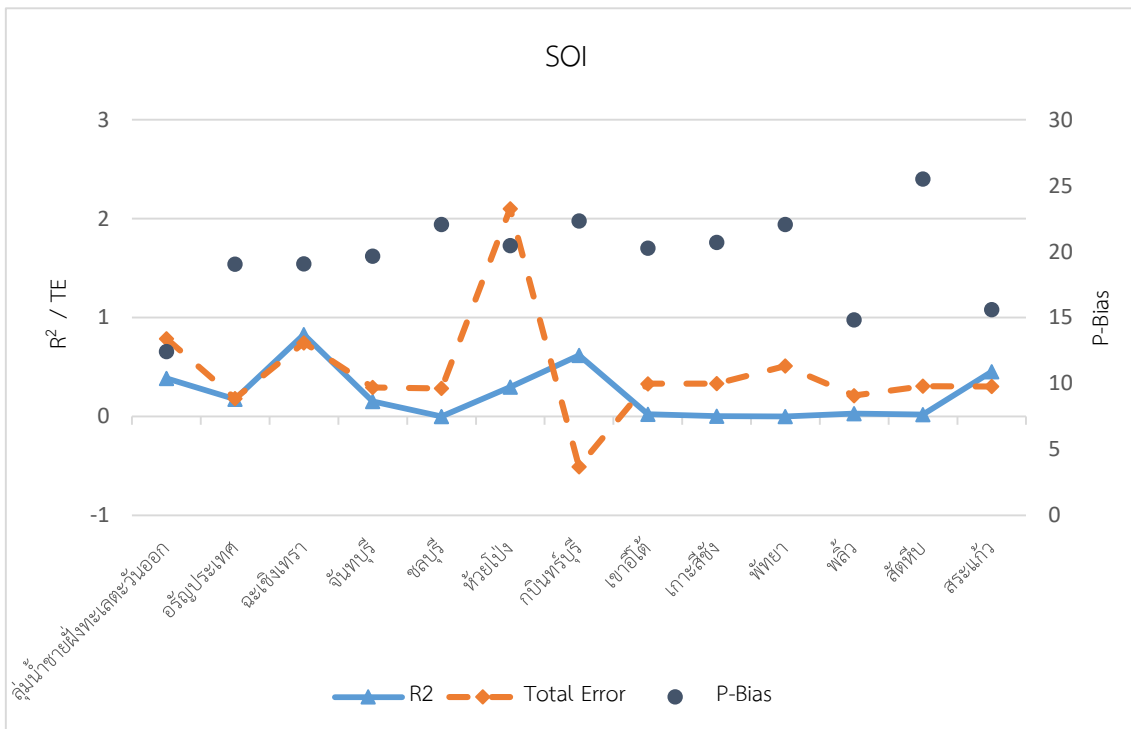
รูปที่ ก-17 ผลการคาดการณ์โดยการใช้วิธีการถดถอยพหุคูณของปริมาณฝนกับตัวทำนายSOI+ONI
เฉลี่ยช่วงเดือนกรกฎาคม-กันยายน



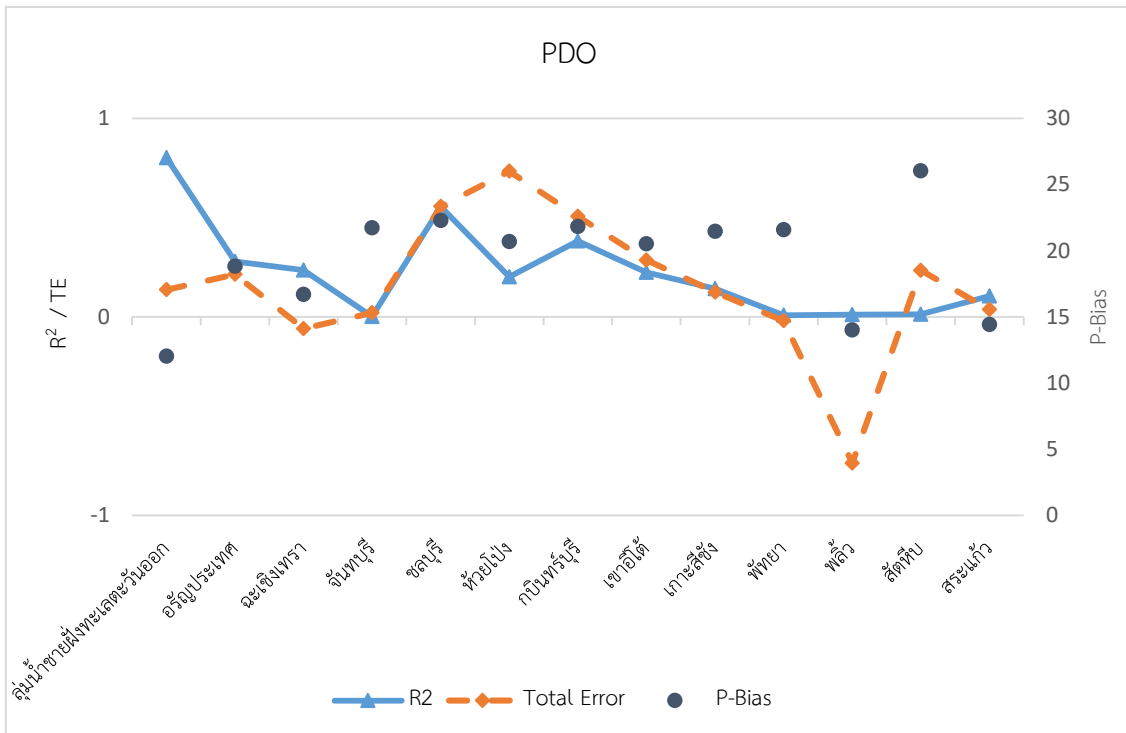
รูปที่ ก-18 ผลการคาดการณ์โดยการใช้วิธีการถดถอยพหุคูณของปริมาณฝนกับตัวทำนายONI+PDO
เฉลี่ยช่วงเดือนกรกฎาคม-กันยายน



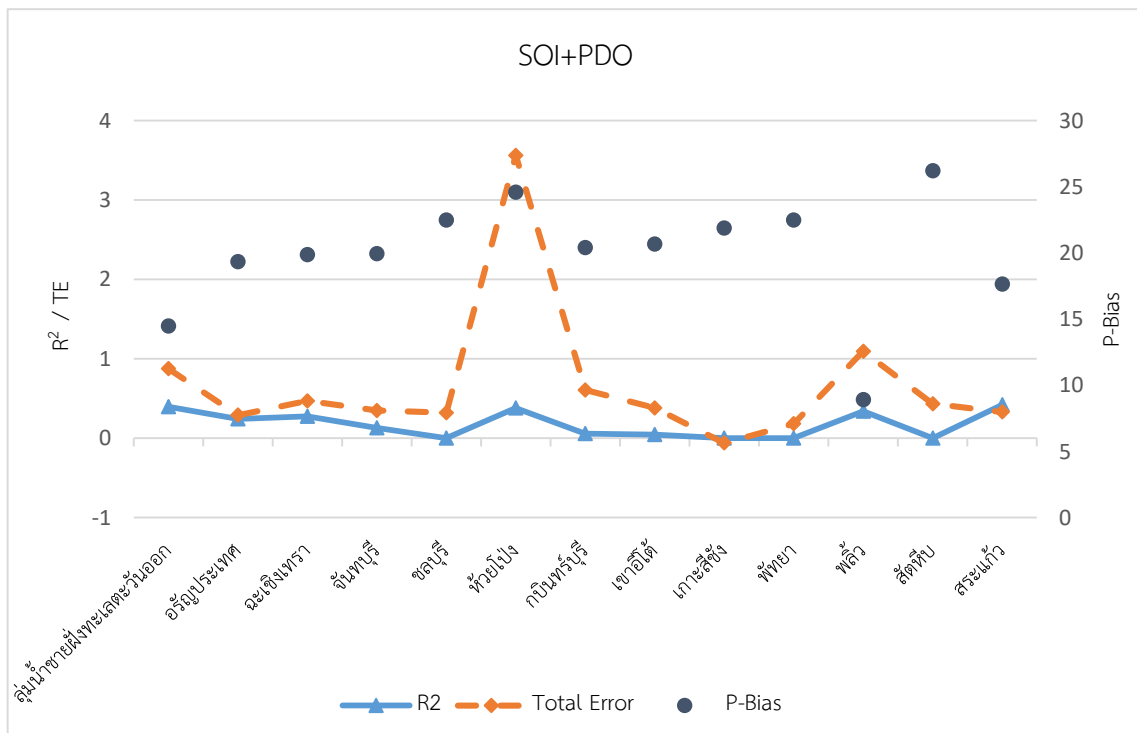
รูปที่ ก-19 ผลการคาดการณ์โดยใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายของปริมาณฝนกับตัวทำนายONI เฉลี่ยช่วงเดือนตุลาคม-ธันวาคม



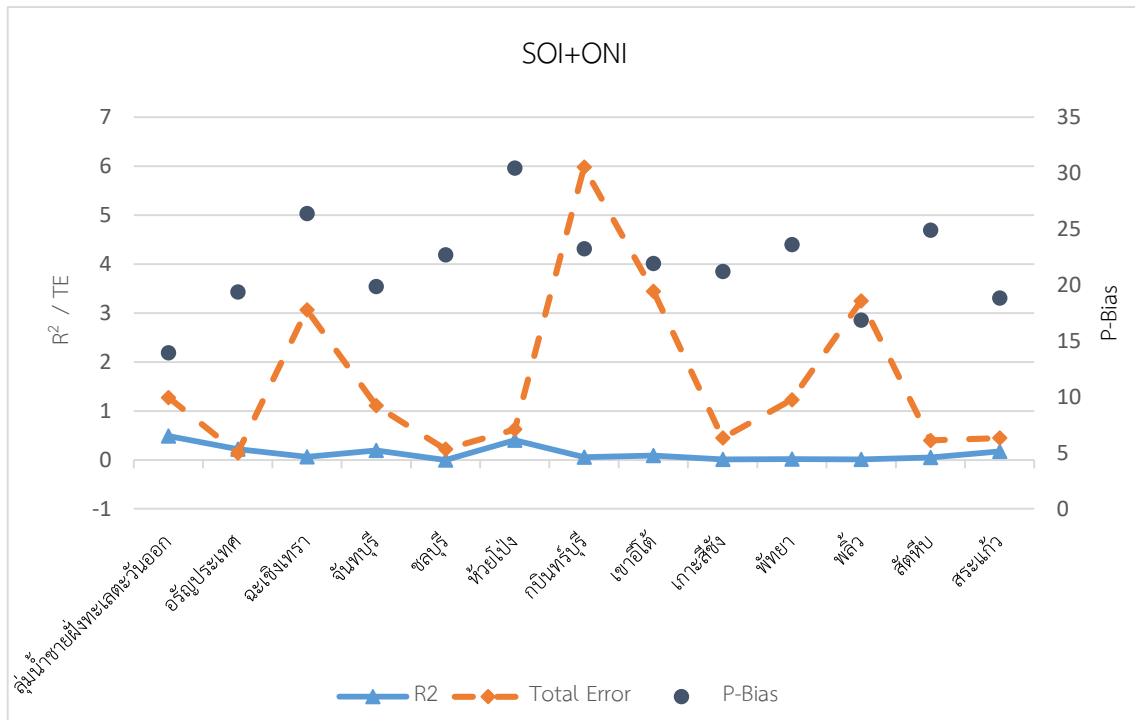
รูปที่ ก-20 ผลการคาดการณ์โดยใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายของปริมาณฝนกับตัวทำนายSOI เฉลี่ยช่วงเดือนตุลาคม-ธันวาคม



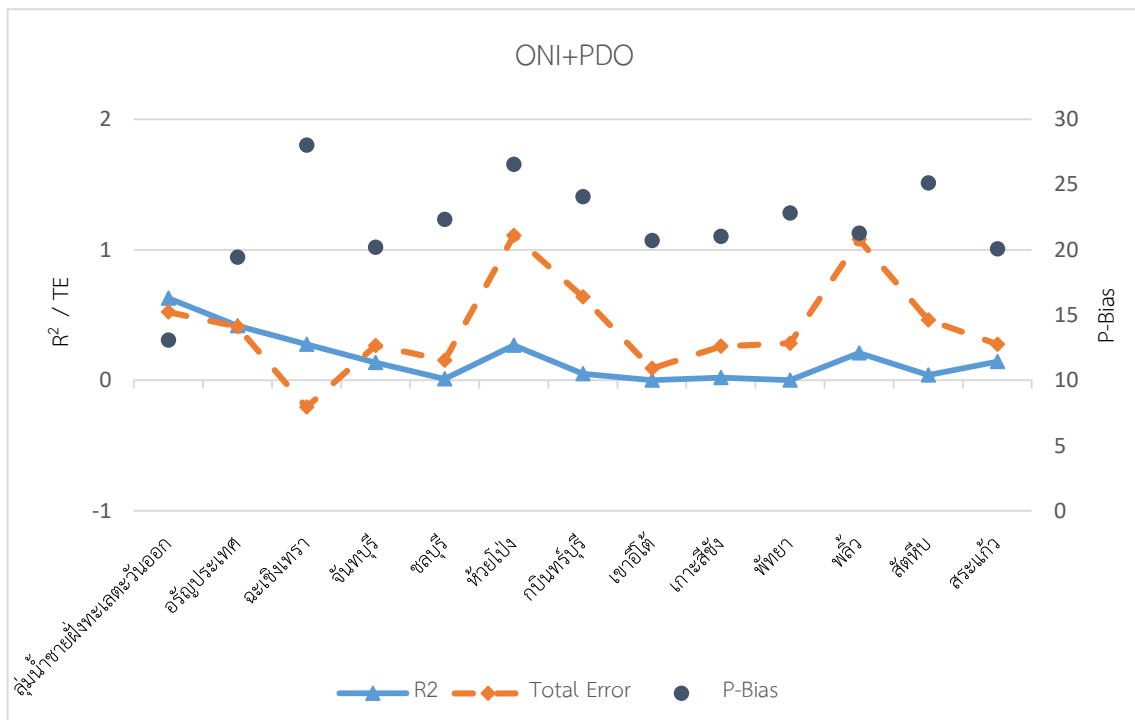
รูปที่ ก-21 ผลการคาดการณ์โดยการใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย ของปริมาณฝนกับตัวทำนายPDO เฉลี่ยช่วงเดือนตุลาคม-ธันวาคม



รูปที่ ก-22 ผลการคาดการณ์โดยการใช้วิธีการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายของปริมาณฝนกับตัวทำนายSOI+PDO เฉลี่ยช่วงเดือนตุลาคม-ธันวาคม



รูปที่ ก-23 ผลการคาดการณ์โดยการใช้วิธีการถดถอยพหุคูณของปริมาณฝนกับตัวทำนายSOI+ONI
เฉลี่ยช่วงเดือนตุลาคม-ธันวาคม



รูปที่ ก-24 ผลการคาดการณ์โดยการใช้วิธีการถดถอยพหุคูณของปริมาณฝนกับตัวทำนายONI+PDO
เฉลี่ยช่วงเดือนตุลาคม-ธันวาคม