ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สถิติ)

ปริญญา

สถิติ | สถิติ

สาขา | **ภาควิชา**

เรื่อง ตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ใช้ฟังก์ชันถ่วงน้ำหนักของฮูเบอร์และไบสแควร์สำหรับข้อมูลปริมาณฝน

Robust Regression Model Using the Weighted Function of Huber and the Bisquare for Rainfall Data

นามผู้วิจัย นางสาวณัฐสินี บัวดี

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(รองศาสตราจารย์จิรัชย์ สุขะเกตุ, วท.ม.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ลี่ลี อิงศรีสว่าง, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(รองศาสตราจารย์ประสิทธิ์ พยัคฆพงษ์, M.S.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ใช้ฟังก์ชันถ่วงน้ำหนักของฮูเบอร์และไบสแควร์ สำหรับข้อมูลปริมาณฝน

Robust Regression Model Using the Weighted Function of Huber and the Bisquare for Rainfall Data

โดย

นางสาวณัฐสินี บัวดี

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สถิติ)

พ.ศ. 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ณัฐสินี บัวดี 2555: ตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ใช้ฟังก์ชันถ่วงน้ำหนักของฮูเบอร์และไบสแควร์สำหรับข้อมูลปริมาณฝน ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สถิติ) สาขาสถิติ ภาควิชาสถิติ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์จิรัชย์ สุขะเกตุ, วท.ม. 162 หน้า

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมสำหรับพยากรณ์ปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือน โดยใช้ฟังก์ชันถ่วงน้ำหนัก 2 ฟังก์ชัน คือ ฟังก์ชันถ่วงน้ำหนักของฮูเบอร์ (Huber Weight Function) และฟังก์ชันถ่วงน้ำหนักของไบสแควร์ (Bisquare Weight Function) โดยสร้างตัวแบบการถดถอย 3 ตัวแบบ ได้แก่ ตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุที่ไม่ถ่วงน้ำหนัก ตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันฮูเบอร์และฟังก์ชันไบสแควร์ ตัวแบบที่มีความเหมาะสมมากกว่า คือ ตัวแบบที่ให้ค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSE) ต่ำกว่า ข้อมูลที่นำมาศึกษาเป็นข้อมูลปริมาณฝนและสารประกอบอุตุนิยมวิทยาเฉลี่ยต่อเดือนรวม 10 ตัวจากทั้ง 6 ภาค ได้แก่ ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคใต้ฝั่งตะวันออกและภาคใต้ฝั่งตะวันตก ที่รวบรวมโดยกรมอุตุนิยมวิทยาจากสถานีตรวจอากาศกว่า 120 สถานี แบ่งเป็น 3 ขนาด คือ ข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือน 60 เดือนและ 132 เดือน ข้อมูลแต่ละขนาดมีการขจัดอิทธิพลของฤดูกาลที่ต่างกัน 4 กรณี ได้แก่ กรณีข้อมูลปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 3 เดือน 4 เดือนและ 6 เดือน และกรณีข้อมูลที่ไม่ปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ย

ผลการศึกษาพบว่า ตัวแบบที่เหมาะสมของภาคเหนือ คือ ตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำหนักน้ำหนักด้วยฟังก์ชันไบสแควร์กรณีปรับข้อมูลด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 3 เดือน จากการวิเคราะห์ข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือน ตัวแบบที่เหมาะสมของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คือ ตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันไบสแควร์กรณีปรับข้อมูลด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 3 เดือนจากการวิเคราะห์ข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือน ตัวแบบที่เหมาะสมของภาคกลาง คือ ตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันไบสแควร์กรณีไม่ปรับข้อมูลจากการวิเคราะห์ข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือน ตัวแบบที่เหมาะสมของภาคตะวันออก คือ ตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันไบสแควร์กรณีปรับข้อมูลด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 3 เดือนจากการวิเคราะห์ข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือน ตัวแบบที่เหมาะสมของภาคใต้ฝั่งตะวันออก คือ ตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันไบสแควร์กรณีปรับข้อมูลด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 4 เดือน จากการวิเคราะห์ข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือน และตัวแบบที่เหมาะสมของภาคใต้ฝั่งตะวันตก คือตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันไบสแควร์กรณีปรับข้อมูลด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 6 เดือน จากการวิเคราะห์ข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือน สรุปผลที่ได้จากการศึกษาทั้ง 6 ภาค พบว่า การถ่วงน้ำหนักข้อมูลด้วยฟังก์ชันไบสแควร์ให้ตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับทุกขนาดของข้อมูลที่นำมาศึกษา ซึ่งให้ผลเหมือนกันทั้ง 6 ภาค

_____ / ____ / ____

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Natsinee Buadee 2012: Robust Regression Model Using the Weighted Function of Huber and the Bisquare for Rainfall Data. Master of Science (Statistics), Major Field: Statistics, Department of Statistics. Thesis Advisor: Associate Professor Chirash Sukhagate, M.Stat. 162 pages.

The objective of this study was to develop the appropriate model for forecasting of rainfall data per month in six region of Thailand by using the weighted functions of Huber and the Bisquare. For three regression models such as multiple linear regression is non-weighted and two robust regression models which using the weighted function of Huber and the Bisquare. The model which given the lowest MSE will be the most appropriate model. Data used in this study collected by the Thai Meteorological Department frome 120 Weather station which consisted of six regions of Thailand: North, North East, Central, East, South East and South West. For each region separate by 36 month, 60 month and 132 months; then abstract the effect of the season by ratio to moving average method by 3 month, 4 month, 6 month and non-moving average.

The result of this study is concluded as follows. The best model for the North region is robust regression model by Bisquare weighted function usage 132 months data which abstracted data by ratio to moving average 3 month. The best model for the Northeast region is robust regression model by Bisquare weighted function usage 36 months data which abstracted data by ratio to moving average 3 month. The best model for the Central region is robust regression model by Bisquare weighted function usage 132 months data which non abstracted data by ratio to moving average. The best model for the East region is robust regression model by Bisquare weighted function usage 60 months data which abstracted data by ratio to moving average 3 month. The best model for the South East region is robust regression model by Bisquare weighted function usage 36 months data which abstracted data by ratio to moving average 4 month. The best model for the South West region is robust regression model by Bisquare weighted function usage 132 months data which abstracted data by ratio to moving average 6 month. In conclusion the robust regression model which weight by Bisquare were given the lowest MSE for all data set.

_____ _____ ___ / ___ / ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รศ.จิรัชย์ สุขะเกตุ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ ผศ.ดร.ลี่ลี อิงศรีสว่าง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม สำหรับความรู้ คำแนะนำ พร้อมทั้งให้ข้อคิดเห็น และช่วยแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วง

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ประจำกรมอุตุนิยมวิทยาทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์ด้านข้อมูลที่เป็นประโยชน์สำหรับการศึกษานี้

ขอน้อมรำลึกถึงพระคุณของบิดา มารดา ที่คอยสนับสนุน ส่งเสริม พร้อมทั้งให้ความรัก ความเอาใจใส่เป็นอย่างดีตลอดมา และขอกราบขอบพระคุณครูบาอาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทความรู้ต่างๆ แก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด รวมทั้งขอขอบคุณน้องๆ และเพื่อนๆ ทุกคน โดยเฉพาะอย่างยิ่งนางสาววารุณี รวยดี สำหรับคำแนะนำ กำลังใจ ความช่วยเหลือ และแรงกระตุ้นเพื่อให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วง

ณัฐสินี บัวดี

เมษายน 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(9)
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	(15)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	4
การตรวจเอกสาร	7
อุปกรณ์และวิธีการ	34
อุปกรณ์	34
วิธีการ	34
ผลและวิจารณ์	39
สรุปและข้อเสนอแนะ	119
สรุป	119
ข้อเสนอแนะ	126
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	127
ภาคผนวก	129
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	162

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ความสัมพันธ์ระหว่างลมฟ้าอากาศกับทัศนวิสัย	11
2	ผลการตรวจสอบการเคลื่อนไหวของข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนของภาคต่างๆ	39
3	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างสารประกอบอุตุนิยมวิทยาของภาคเหนือ	47
4	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างสารประกอบอุตุนิยมวิทยาของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	49
5	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างสารประกอบอุตุนิยมวิทยาของภาคกลาง	51
6	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างสารประกอบอุตุนิยมวิทยาของภาคตะวันออก	53
7	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างสารประกอบอุตุนิยมวิทยาของภาคใต้ฝั่งตะวันออก	55
8	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างสารประกอบอุตุนิยมวิทยาของภาคใต้ฝั่งตะวันตก	57
9	ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบ เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือน ของภาคเหนือ	58
10	ตัวแปรอิสระและค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันของไบสแควร์กรณีข้อมูลปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 3 เดือน จากการศึกษาข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือนของภาคเหนือ	59
11	ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบ เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือนของภาคเหนือ	61
12	ตัวแปรอิสระและค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันของไบสแควร์กรณีข้อมูลปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 3 เดือน จากการศึกษาข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือนของภาคเหนือ	62

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
13	ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบ เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือน ของภาคเหนือ	64
14	ตัวแปรอิสระและค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันของไบสแควร์กรณีข้อมูลปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 3 เดือน จากการศึกษาข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือนของภาคเหนือ	65
15	ค่าพยากรณ์ปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนล่วงหน้าจากตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสม 3 ตัวแบบจากการวิเคราะห์ข้อมูลทั้ง 3 ขนาดเทียบกับข้อมูลจริง ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2551 ของภาคเหนือ	67
16	ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบ เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือน ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	68
17	ตัวแปรอิสระและค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันของไบสแควร์กรณีข้อมูลปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 3 เดือน จากการศึกษาข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	69
18	ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบ เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือน ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	71
19	ตัวแปรอิสระและค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันของไบสแควร์กรณีข้อมูลปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 3 เดือน จากการศึกษาข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	72
20	ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบ เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือน ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	74

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
21	ตัวแปรอิสระและค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันของไบสแควร์กรณีข้อมูลปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 3 เดือนจากการศึกษาข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือน ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	75
22	ค่าพยากรณ์ปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนล่วงหน้าจากตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสม 3 ตัวแบบจากการวิเคราะห์ข้อมูลทั้ง 3 ขนาดเทียบกับข้อมูลจริง ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2551 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	78
23	ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบ เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือน ของภาคกลาง	79
24	ตัวแปรอิสระและค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันของไบสแควร์กรณีข้อมูลปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 4 เดือนจากการศึกษาข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือนของภาคกลาง	80
25	ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบเมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือน ของภาคกลาง	82
26	ตัวแปรอิสระและค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันของไบสแควร์กรณีข้อมูลปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 3 เดือนจากการศึกษาข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือนของภาคกลาง	83
27	ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบ เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือน ของภาคกลาง	85
28	ตัวแปรอิสระและค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันของไบสแควร์กรณีข้อมูลไม่ปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ย จากการศึกษาข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือน ของภาคกลาง	86

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
29	ค่าพยากรณ์ปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนล่วงหน้าจากตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสม 3 ตัวแบบจากการวิเคราะห์ข้อมูลทั้ง 3 ขนาดเทียบกับข้อมูลจริง ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2551 ของภาคกลาง	88
30	ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบ เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือน ของภาคตะวันออก	89
31	ตัวแปรอิสระและค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันของไบสแควร์กรณีข้อมูลปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 3 เดือน จากการศึกษาข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือนของภาคตะวันออก	90
32	ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบ เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือน ของภาคตะวันออก	92
33	ตัวแปรอิสระและค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันของไบสแควร์กรณีข้อมูลปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 3 เดือน จากการศึกษาข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือนของภาคตะวันออก	93
34	ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบ เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือน ของภาคตะวันออก	95
35	ตัวแปรอิสระและค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันของไบสแควร์กรณีข้อมูลปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 3 เดือน จากการศึกษาข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือนของภาคตะวันออก	96
36	ค่าพยากรณ์ปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนล่วงหน้าจากตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสม 3 ตัวแบบจากการวิเคราะห์ข้อมูลทั้ง 3 ขนาดเทียบกับข้อมูลจริง ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2551 ของภาคตะวันออก	98
37	ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบ เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือน ของภาคใต้ฝั่งตะวันออก	99

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
38	ตัวแปรอิสระและค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันของไบสแควร์กรณีข้อมูลปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 4 เดือน จากการศึกษาข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือนของภาคใต้ฝั่งตะวันออก	100
39	ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบ เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือน ของภาคใต้ฝั่งตะวันออก	102
40	ตัวแปรอิสระและค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันของไบสแควร์กรณีข้อมูลปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 4 เดือน จากการศึกษาข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือนของภาคใต้ฝั่งตะวันออก	103
41	ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบ เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือน ของภาคใต้ฝั่งตะวันออก	105
42	ตัวแปรอิสระและค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันของไบสแควร์กรณีข้อมูลไม่ปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ย จากการศึกษาข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือน ของภาคใต้ฝั่งตะวันออก	106
43	ค่าพยากรณ์ปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนล่วงหน้าจากตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสม 3 ตัวแบบจากการวิเคราะห์ข้อมูลทั้ง 3 ขนาดเทียบกับข้อมูลจริง ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2551 ของภาคใต้ฝั่งตะวันออก	108
44	ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบ เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือน ของภาคใต้ฝั่งตะวันตก	109
45	ตัวแปรอิสระและค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันของไบสแควร์กรณีข้อมูลปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 6 เดือน จากการศึกษาข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือนของภาคใต้ฝั่งตะวันตก	110

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
46	ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบ เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือน ของภาคใต้ฝั่งตะวันตก	112
47	ตัวแปรอิสระและค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันของไบสแควร์กรณีข้อมูลปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 6 เดือน จากการศึกษาข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือนของภาคใต้ฝั่งตะวันตก	113
48	ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบ เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือน ของภาคใต้ฝั่งตะวันตก	115
49	ตัวแปรอิสระและค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันของไบสแควร์กรณีข้อมูลปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 6 เดือน จากการศึกษาข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือนของภาคใต้ฝั่งตะวันตก	116
50	ค่าพยากรณ์ปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนล่วงหน้าจากตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสม 3 ตัวแบบจากการวิเคราะห์ข้อมูลทั้ง 3 ขนาดเทียบกับข้อมูลจริง ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2551 ของภาคใต้ฝั่งตะวันตก	118
51	สรุปค่า MSE จากตัวแบบการถดถอยรวมทั้งหมด 36 ตัวแบบของภาคเหนือ	119
52	สรุปค่า MSE จากตัวแบบการถดถอยรวมทั้งหมด 36 ตัวแบบของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	120
53	สรุปค่า MSE จากตัวแบบการถดถอยรวมทั้งหมด 36 ตัวแบบของภาคกลาง	121
54	สรุปค่า MSE จากตัวแบบการถดถอยรวมทั้งหมด 36 ตัวแบบของภาคตะวันออก	122
55	สรุปค่า MSE จากตัวแบบการถดถอยรวมทั้งหมด 36 ตัวแบบของภาคใต้ฝั่งตะวันออก	123
56	สรุปค่า MSE จากตัวแบบการถดถอยรวมทั้งหมด 36 ตัวแบบของภาคใต้ฝั่งตะวันตก	124

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
1	สารประกอบอุตุนิยมวิทยาเฉลี่ยต่อเดือนที่ใช้ในการศึกษาของภาคเหนือ	131
2	สารประกอบอุตุนิยมวิทยาเฉลี่ยต่อเดือนที่ใช้ในการศึกษาของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	135
3	สารประกอบอุตุนิยมวิทยาเฉลี่ยต่อเดือนที่ใช้ในการศึกษาของภาคกลาง	139
4	สารประกอบอุตุนิยมวิทยาเฉลี่ยต่อเดือนที่ใช้ในการศึกษาของภาคตะวันออก	143
5	สารประกอบอุตุนิยมวิทยาเฉลี่ยต่อเดือนที่ใช้ในการศึกษาของภาคใต้ฝั่งตะวันออก	147
6	สารประกอบอุตุนิยมวิทยาเฉลี่ยต่อเดือนที่ใช้ในการศึกษาของภาคใต้ฝั่งตะวันตก	151
7	ตัวอย่างการปรับข้อมูลด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเฉลี่ยเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางทีละ 4 เดือน	156
8	ขอบเขตการทดสอบ Durbin-Watson, $\alpha = 0.05$	161

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	การรวมตัวของแนวโน้มและการผันแปรตามฤดูกาล	15
2	รูปแบบการถดถอยที่ไม่เป็นเส้นตรงที่มีความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนคงที่ และการแปลงค่าของตัวแปรอิสระอย่างง่าย	24
3	รูปแบบการถดถอยบางรูปแบบที่กราฟของการแจกแจงข้อมูลมีความเบ้ และความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเพิ่มขึ้น หรือลดลงพร้อมด้วยค่าเฉลี่ย E(Y) และวิธีการแปลงตัวแปรตาม (Y) อย่างง่าย	25
4	การเคลื่อนไหวของข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนของภาคเหนือ	40
5	การเคลื่อนไหวของข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	41
6	การเคลื่อนไหวของข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนของภาคกลาง	42
7	การเคลื่อนไหวของข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนของภาคตะวันออก	43
8	การเคลื่อนไหวของข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนของภาคใต้ฝั่งตะวันออก	44
9	การเคลื่อนไหวของข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนของภาคใต้ฝั่งตะวันตก	45
10	แผนภาพการกระจายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสารประกอบอุตุนิยมวิทยาของภาคเหนือ	46
11	แผนภาพการกระจายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสารประกอบอุตุนิยมวิทยาของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	48
12	แผนภาพการกระจายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอุตุนิยมวิทยาของภาคกลาง	50
13	แผนภาพการกระจายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอุตุนิยมวิทยาของภาคตะวันออก	52
14	แผนภาพการกระจายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอุตุนิยมวิทยาของภาคใต้ฝั่งตะวันออก	54
15	แผนภาพการกระจายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอุตุนิยมวิทยาของภาคใต้ฝั่งตะวันตก	56
16	ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบ เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือนของภาคเหนือ	58

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
17	Normal probability plot ระหว่าง Residual กับ Expected values จากตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมของภาคเหนือ เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือน	60
18	การพล็อตระหว่าง Residual กับเวลา จากตัวแบบที่เหมาะสมของภาคเหนือ เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือน	60
19	ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบ เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือนของภาคเหนือ	61
20	Normal probability plot ระหว่าง Residual กับ Expected values จากตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมของภาคเหนือ เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือน	63
21	การพล็อตระหว่าง Residual กับเวลา จากตัวแบบที่เหมาะสมของภาคเหนือ เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือน	63
22	ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบ เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือนของภาคเหนือ	64
23	Normal probability plot ระหว่าง Residual กับ Expected values จากตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมของภาคเหนือ เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือน	66
24	การพล็อตระหว่าง Residual กับเวลา จากตัวแบบที่เหมาะสมของภาคเหนือ เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือน	66
25	ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบ เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	68
26	Normal probability plot ระหว่าง Residual กับ Expected values จากตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือน	70
27	การพล็อตระหว่าง Residual กับเวลา จากตัวแบบที่เหมาะสมของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือน	70
28	ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบ เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	71

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

29 Normal probability plot ระหว่าง Residual กับ Expected values จากตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือน 72

30 การพล็อตระหว่าง Residual กับเวลา จากตัวแบบที่เหมาะสมของภาคตะวันออก-เฉียงเหนือ เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือน 73

31 ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบ เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 74

32 Normal probability plot ระหว่าง Residual กับ Expected values จากตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือน 76

33 การพล็อตระหว่าง Residual กับเวลา จากตัวแบบที่เหมาะสมของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือน 77

34 ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบ เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือนของภาคกลาง 79

35 Normal probability plot ระหว่าง Residual กับ Expected values จากตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมของภาคกลาง เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือน 81

36 การพล็อตระหว่าง Residual กับเวลา จากตัวแบบที่เหมาะสมของภาคกลาง เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือน 81

37 ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบ เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือนของภาคกลาง 82

38 Normal probability plot ระหว่าง Residual กับ Expected values จากตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมของภาคกลาง เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือน 83

39 การพล็อตระหว่าง Residual กับเวลา จากตัวแบบที่เหมาะสมของภาคกลาง เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือน 84

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
40	ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบ เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือนของภาคกลาง	85
41	Normal probability plot ระหว่าง Residual กับ Expected values จากตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมของภาคกลาง เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือน	87
42	การพล็อตระหว่าง Residual กับเวลา จากตัวแบบที่เหมาะสมของภาคกลาง เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือน	87
43	ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบ เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือนของภาคตะวันออก	89
44	Normal probability plot ระหว่าง Residual กับ Expected values จากตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมของภาคตะวันออก เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือน	91
45	การพล็อตระหว่าง Residual กับเวลา จากตัวแบบที่เหมาะสมของภาคตะวันออก เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือน	91
46	ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบ เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือนของภาคตะวันออก	92
47	Normal probability plot ระหว่าง Residual กับ Expected values จากตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมของภาคตะวันออก เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือน	94
48	การพล็อตระหว่าง Residual กับเวลา จากตัวแบบที่เหมาะสมของภาคตะวันออก เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือน	94
49	ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบ เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือนของภาคตะวันออก	95
50	Normal probability plot ระหว่าง Residual กับ Expected values จากตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมของภาคตะวันออก เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือน	97
51	การพล็อตระหว่าง Residual กับเวลา จากตัวแบบที่เหมาะสมของภาคตะวันออก เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือน	97
52	ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบ เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือนของภาคใต้ฝั่งตะวันออก	99

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
53	Normal probability plot ระหว่าง Residual กับ Expected values จากตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมของภาคใต้ฝั่งตะวันออกเมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือน	101
54	การพล็อตระหว่าง Residual กับเวลา จากตัวแบบที่เหมาะสมของภาคใต้ฝั่งตะวันออก เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือน	101
55	ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบ เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือนของภาคใต้ฝั่งตะวันออก	102
56	Normal probability plot ระหว่าง Residual กับ Expected values จากตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมของภาคใต้ฝั่งตะวันออกเมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือน	104
57	การพล็อตระหว่าง Residual กับเวลา จากตัวแบบที่เหมาะสมของภาคใต้ฝั่งตะวันออก เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือน	104
58	ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบ เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือนของภาคใต้ฝั่งตะวันออก	105
59	Normal probability plot ระหว่าง Residual กับ Expected values จากตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมของภาคใต้ฝั่งตะวันออก เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือน	107
60	การพล็อตระหว่าง Residual กับเวลา จากตัวแบบที่เหมาะสมของภาคใต้ฝั่งตะวันออก เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือน	107
61	ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบ เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือนของภาคใต้ฝั่งตะวันตก	109
62	Normal probability plot ระหว่าง Residual กับ Expected values จากตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมของภาคใต้ฝั่งตะวันตกเมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือน	111
63	การพล็อตระหว่าง Residual กับเวลา จากตัวแบบที่เหมาะสมของภาคใต้ฝั่งตะวันตก เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือน	111
64	ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบ เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือนของภาคใต้ฝั่งตะวันตก	112

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
65	Normal probability plot ระหว่าง Residual กับ Expected values จากตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมของภาคใต้ฝั่งตะวันตกเมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือน	114
66	การพล็อตระหว่าง Residual กับเวลา จากตัวแบบที่เหมาะสมของภาคใต้ฝั่งตะวันตก เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือน	114
67	ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบ เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือนของภาคใต้ฝั่งตะวันตก	115
68	Normal probability plot ระหว่าง Residual กับ Expected values จากตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมของภาคใต้ฝั่งตะวันตกเมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือน	117
69	การพล็อตระหว่าง Residual กับเวลา จากตัวแบบที่เหมาะสมของภาคใต้ฝั่งตะวันตก เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือน	117

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

Rain	=	ข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือน
Pressure	=	ความกดอากาศเฉลี่ยต่อเดือน
Maxtemp	=	อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยต่อเดือน
Mintemp	=	อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยต่อเดือน
Dew_Ptemp	=	อุณหภูมิจุดน้ำค้างเฉลี่ยต่อเดือน
Rela_Humi	=	ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยต่อเดือน
Visibility	=	ระยะทัศนวิสัยโดยเฉลี่ยต่อเดือน
Cloud	=	ปริมาณเมฆเฉลี่ยต่อเดือน
Wind	=	ความเร็วลมเฉลี่ยต่อเดือน
Pan_Eva	=	ปริมาณน้ำระเหยเฉลี่ยต่อเดือน
C_NCMA	=	ข้อมูลที่ไม่ได้ปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยของภาคกลาง
C_CMA3	=	ข้อมูลที่ปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 3 ค่า ของภาคกลาง
C_CMA4	=	ข้อมูลที่ปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 4 ค่า ของภาคกลาง
C_CMA6	=	ข้อมูลที่ปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 6 ค่า ของภาคกลาง
E_NCMA	=	ข้อมูลที่ไม่ได้ปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยของภาคตะวันออก
E_CMA3	=	ข้อมูลที่ปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 3 ค่า ของภาคตะวันออก
E_CMA4	=	ข้อมูลที่ปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 4 ค่า ของภาคตะวันออก
E_CMA6	=	ข้อมูลที่ปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 6 ค่า ของภาคตะวันออก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ (ต่อ)

N_NCMA	=	ข้อมูลที่ไม่ได้ปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยของภาคเหนือ
N_CMA3	=	ข้อมูลที่ปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 3 ค่า ของภาคเหนือ
N_CMA4	=	ข้อมูลที่ปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 4 ค่า ของภาคเหนือ
N_CMA6	=	ข้อมูลที่ปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 6 ค่า ของภาคเหนือ
NE_NCMA	=	ข้อมูลที่ไม่ได้ปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
NE_CMA3	=	ข้อมูลที่ปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 3 ค่า ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
NE_CMA4	=	ข้อมูลที่ปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 4 ค่า ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
NE_CMA6	=	ข้อมูลที่ปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 6 ค่า ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
SE_NCMA	=	ข้อมูลที่ไม่ได้ปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยของภาคใต้ฝั่งตะวันออก
SE_CMA3	=	ข้อมูลที่ปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 3 ค่า ของภาคใต้ฝั่งตะวันออก
SE_CMA4	=	ข้อมูลที่ปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 4 ค่า ของภาคใต้ฝั่งตะวันออก
SE_CMA6	=	ข้อมูลที่ปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 6 ค่า ของภาคใต้ฝั่งตะวันออก
SW_NCMA	=	ข้อมูลที่ไม่ได้ปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยของภาคใต้ฝั่งตะวันตก
SW_CMA3	=	ข้อมูลที่ปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 3 ค่า ของภาคใต้ฝั่งตะวันตก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ (ต่อ)

SW_CMA4 = ข้อมูลที่ปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 4 ค่า ของภาคใต้ฝั่งตะวันตก

SW_CMA6 = ข้อมูลที่ปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 6 ค่า ของภาคใต้ฝั่งตะวันตก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ใช้ฟังก์ชันถ่วงน้ำหนักของฮูเบอร์และไบสแควร์สำหรับข้อมูลปริมาณฝน

Robust Regression Model Using the Weighted Function of Huber and the Bisquare for Rainfall Data

คำนำ

การตรวจลักษณะอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาในประเทศไทย เริ่มขึ้นครั้งแรกที่โรงเรียนนายเรือ โดยพลเรือโทพระยาราชวังสันได้นำมาสอนเมื่อปี พ.ศ. 2455 และเป็นผู้ให้กำเนิดอุตุนิยมวิทยาในประเทศไทย อุตุนิยมวิทยามีความสำคัญต่อประเทศในหลายด้านอาทิเช่น ด้านเศรษฐกิจ ด้านการเกษตร การคมนาคมขนส่ง ด้านที่อยู่อาศัย ด้านบรรเทาภัยพิบัติจากธรรมชาติ ฯลฯ ซึ่งมีบทบาทที่สัมพันธ์กับวิทยาศาสตร์สาขาต่างๆ ได้แก่ อุตุนิยมวิทยาการเกษตร (Agriculture Meteology) อุตุนิยมวิทยาอุทก (Hydrological Meteorology) อุตุนิยมวิทยาการทะเล (Maritime Meteorology) อุตุนิยมวิทยาดาราศาสตร์ (Astronomical Meteorology) อุตุนิยมวิทยาชีวะ (Bio Meteorology) อุตุนิยมวิทยาฟิสิกส์ (Physics Meteorology) อุตุนิยมวิทยาการบิน(Aeronautical Meteology) และอุตุนิยมวิทยาเคมี (Chemistry Meteorology) เป็นต้น สำหรับประเทศไทยกรมอุตุนิยมวิทยาเป็นหน่วยงานของรัฐที่อยู่ภายใต้ความรับผิดชอบของกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ต้นสกุล, 2549) โดยประสานงานกับอุตุนิยมวิทยาจากประเทศต่างๆ ผ่านการรับสัญญาณดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา 2 ระบบได้แก่ 1) ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาชนิดวงโคจรค้างฟ้า (Geostationry Meteorological Satellite) โดยรับสัญญาณจากดาวเทียม GMS-5 ของประเทศญี่ปุ่นต่อมาพัฒนาเป็นดาวเทียม MTSAT (The Multifunctional Transport Satellite) 2) ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาชนิดโคจรผ่านใกล้ขั้วโลก (Near Polar Orbiting Meteorological Satellite) โดยรับสัญญาณดาวเทียม NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) จากประเทศสหรัฐอเมริกา (พรนภา, 2552)

ความรู้ทางด้านอุตุนิยมวิทยานับว่าเป็นสิ่งที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง การรับฟังข่าวสารที่ได้จากการพยากรณ์อากาศที่เป็นปัจจุบัน ที่มีความถูกต้องแม่นยำและรวดเร็ว ทำให้สามารถคาดการณ์เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางภูมิอากาศที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ซึ่งนับว่าเป็นประโยชน์อย่างมหาศาลต่อมนุษยชาตินานาประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้อมูลลมฟ้าอากาศในแต่ละวันจะมีส่วนที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สำคัญต่อการเตือนภัยธรรมชาติที่นับวันจะทวีความรุนแรงมากยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นการช่วยป้องกันรักษาชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนที่อยู่ในพื้นที่เสี่ยงกับปัญหาภัยธรรมชาติ รวมทั้งลดความสูญเสียทางด้านเศรษฐกิจ สังคม ฯลฯ กรมอุตุนิยมวิทยาแบ่งเขตประเทศไทยออกเป็น 2 เขตตามลักษณะภูมิอากาศ คือ ประเทศไทยตอนบน (ทุกภาคยกเว้นภาคใต้) และประเทศไทยตอนล่าง (ภาคใต้นับตั้งแต่จังหวัดเพชรบุรี) ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

ประเทศไทยตอนบน มี 3 ฤดู ได้แก่
ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม รวม 5 เดือน
ฤดูหนาว เริ่มตั้งแต่กลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ รวม 4 เดือน
ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่กลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม รวม 3 เดือน
ประเทศไทยตอนล่าง มี 2 ฤดู ได้แก่
ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนธันวาคม รวม 7 เดือน
ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่กลางเดือนธันวาคมถึงกลางเดือนพฤษภาคม รวม 5 เดือน

เนื่องจากลักษณะเศรษฐกิจของประเทศขึ้นอยู่กับภาคการเกษตรเป็นหลัก โดยเฉพาะเกษตรกรรมถือเป็นอาชีพหลักที่สำคัญ น้ำฝนเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่จำเป็นต่อภาคการเกษตร อีกทั้งความต้องการใช้น้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคก็มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นทุกปี เพื่อเป็นการป้องกันความรุนแรงที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต การหามาตรการในการใช้น้ำและกักเก็บน้ำโดยเฉพาะน้ำฝนให้เกิดประโยชน์สูงสุดนั้นเป็นสิ่งที่จำเป็น ดังนั้นหากสามารถหาตัวแบบที่ให้ค่าพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนล่วงหน้าที่ใกล้เคียงกับข้อมูลจริงมากที่สุดก็จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อองค์กรทั้งภาครัฐและเอกชน ที่จะร่วมกันหามาตรการในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำให้เพียงพอต่อความต้องการทางการเกษตร อุตสาหกรรม การอุปโภคบริโภค ฯลฯ รวมทั้งลดความเสียหายที่อาจเกิดได้

เทคนิคการพยากรณ์จำแนกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ประเภทที่หนึ่งคือ เทคนิคการพยากรณ์เชิงคุณภาพ (Qualitative Forecasting Technique) และประเภทที่สองคือ เทคนิคการพยากรณ์เชิงปริมาณ (Quantitative Forecasting Technique) โดยเทคนิคการพยากรณ์เชิงคุณภาพ มี 2 เทคนิค ได้แก่ เทคนิคการพยากรณ์โดยใช้วิจารณญาณ (Subjective Forecasting Methods) และเทคนิคการพยากรณ์โดยใช้วิธีการค้นหา (Exploratory Forecasting Methods) ส่วนเทคนิคการพยากรณ์เชิงปริมาณ มี 2 เทคนิค คือ 1) เทคนิคการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา ได้แก่ วิธีแบบง่าย (Naive or Last Period Method) การวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบแยกส่วน (Decomposition or Classical Method) วิธีการทำให้เรียบ (Smoothing Method) การวิเคราะห์อนุกรมเวลาของบ๊อกซ์และเจน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กินส์ และการพยากรณ์แบบปรับได้ (Adaptive Forecasting) 2) เทคนิคการพยากรณ์แบบเป็นเหตุเป็นผล ซึ่งมีตัวแบบการถดถอย (Regression Models) และตัวแบบเศรษฐมิติ (Econometrics Models) เป็นต้น (สมเกียรติ, 2548) โดยแต่ละวิธีจะให้ค่าความถูกต้องของการพยากรณ์แตกต่างกัน แต่มักพบว่าไม่มีวิธีการพยากรณ์ใดจะดีที่สุดสำหรับอนุกรมเวลาทุกชุด กล่าวคือความถูกต้องของการพยากรณ์แต่ละวิธีจะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น วิธีการพยากรณ์ ลักษณะของอนุกรมเวลา ขนาดของอนุกรมเวลา ช่วงเวลาของการพยากรณ์ ค่าใช้จ่ายในการพยากรณ์ ฯลฯ (Makridakis *et al*., 1998)

สำหรับการศึกษานี้สนใจพัฒนาตัวแบบการถดถอยเพื่อใช้พยากรณ์ปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนทั้ง 6 ภาคของประเทศไทย ได้แก่ ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคใต้ฝั่งตะวันออก และภาคใต้ฝั่งตะวันตก โดยศึกษาจากข้อมูลจริงที่ได้รับความอนุเคราะห์จากกรมอุตุนิยมวิทยาตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2540 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551 ที่ทำการเก็บรวบรวมจากสถานีตรวจอากาศกว่า 120 สถานีทั่วประเทศ เพื่อหาตัวแบบทางสถิติที่เหมาะสมสำหรับพยากรณ์ปริมาณฝนของแต่ละภาคของประเทศไทย โดยตัวแบบทางสถิติที่ศึกษาครั้งนี้ได้แก่ ตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุ และตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ใช้ฟังก์ชันถ่วงน้ำหนัก 2 ฟังก์ชัน คือ ฟังก์ชันถ่วงน้ำหนักของฮูเบอร์ และฟังก์ชันถ่วงน้ำหนักของไบสแควร์ กับขนาดของข้อมูลอนุกรมเวลารายเดือน 3 ขนาด คือ ข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือน (พ.ศ. 2548 - 2550) ข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือน (พ.ศ. 2546 -2550) และข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือน (พ.ศ. 2540 - 2550) และข้อมูลแต่ละขนาดมีการขจัดอิทธิพลของฤดูกาลที่แตกต่างกัน 4 กรณี ได้แก่ กรณีที่ 1 ข้อมูลไม่ได้ปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ย กรณีที่ 2 ข้อมูลที่ปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 3 เดือน กรณีที่ 3 ข้อมูลที่ปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 4 เดือน และกรณีที่ 4 ข้อมูลที่ปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 6 เดือน การเปรียบเทียบเพื่อหาตัวแบบที่เหมาะสม จะพิจารณาจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (Mean Square Error: MSE) ที่ให้ค่าต่ำสุด หลังจากได้ตัวแบบที่เหมาะสมแล้วจึงหาค่าพยากรณ์ล่วงหน้าจากตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมที่สุดที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลทั้ง 3 ขนาด เทียบกับข้อมูลจริงตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551 เพื่อยืนยันว่าตัวแบบใดจะให้ค่าพยากรณ์ใกล้เคียงกับข้อมูลจริงมากที่สุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาและพัฒนาตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ใช้ฟังก์ชันถ่วงน้ำหนักของฮูเบอร์และไบสแควร์ สำหรับพยากรณ์ปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนของทั้ง 6 ภาคของไทย

2. เพื่อหาตัวแบบที่เหมาะสมที่สุดสำหรับพยากรณ์ปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนของแต่ละภาคจากตัวแบบการถดถอยเชิงเส้น ตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ใช้ฟังก์ชันถ่วงน้ำหนักของฮูเบอร์และตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ใช้ฟังก์ชันถ่วงน้ำหนักของไบสแควร์

3. เพื่อเปรียบเทียบค่าพยากรณ์ล่วงหน้าของข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนจากตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นทั้ง 3 ตัวแบบ เทียบกับข้อมูลของปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนจริงตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551

ขอบเขตการวิจัย

1. ข้อมูลที่นำมาศึกษาเป็นข้อมูลอนุกรมเวลาของปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนรวมทั้งสารประกอบอุตุนิยมวิทยาที่เกี่ยวข้อง ที่รวบรวมโดยกรมอุตุนิยมวิทยา จากสถานีตรวจอากาศกว่า 120 สถานีทั่วประเทศ ซึ่งเป็นข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2540 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551 รวมทั้งสิ้น 144 เดือน ประกอบด้วยข้อมูลจากทั้ง 6 ภาคของประเทศไทย ได้แก่ ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ฝั่งตะวันออก และภาคใต้ฝั่งตะวันตก โดยมีตัวแปรทั้งหมด 10 ตัว ดังนี้

ตัวแปรตาม ปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือน (Rain: mm)

ตัวแปรอิสระ
1. ความกดอากาศเฉลี่ยต่อเดือน (Pressure: hPa)
2. อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยต่อเดือน (Max temperature: celcius)
3. อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยต่อเดือน (Min temperature: celcius)
4. อุณหภูมิจุดน้ำค้างเฉลี่ยต่อเดือน (Dew point temperature: celcius)
5. ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยต่อเดือน (Relative humidity: %)
6. ระยะทัศนวิสัยโดยเฉลี่ยต่อเดือน (Visibility: km)
7. จำนวนเมฆเฉลี่ยต่อเดือน (Cloud: amount (1-10 section))
8. ความเร็วลมเฉลี่ยต่อเดือน (Wind: knots)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

9. ปริมาณน้ำระเหยเฉลี่ยต่อเดือน (Pan evapolation: mm)

2. ข้อมูลที่นำมาศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2540 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2550 ใช้สำหรับสร้างตัวแบบการการถดถอย ส่วนที่สอง เป็นข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551 ใช้ในการตรวจสอบความแม่นยำของการพยากรณ์ล่วงหน้าจากตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ใช้ฟังก์ชันถ่วงน้ำหนัก 2 ฟังก์ชันเทียบกับข้อมูลจริง โดยข้อมูลในส่วนที่หนึ่งแบ่งออกเป็น 3 ขนาด คือ ข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือน (พ.ศ. 2548 - 2550) ข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือน (พ.ศ. 2546 -2550) และข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือน (พ.ศ. 2540 - 2550) และข้อมูลแต่ละขนาดมีการขจัดอิทธิพลเนื่องจากฤดูกาลที่แตกต่างกัน 4 ชุด ดังนี้

ชุดที่ 1 คือ ข้อมูลจริงที่ไม่ได้ปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ย
ชุดที่ 2 คือ ข้อมูลปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 3 เดือน
ชุดที่ 3 คือ ข้อมูลปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 4 เดือน
ชุดที่ 4 คือ ข้อมูลปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 6 เดือน

3. การสร้างตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งสำหรับการศึกษานี้ มี 2 ตัวแบบ ดังนี้

3.1 การสร้างตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ใช้ฟังก์ชันถ่วงน้ำหนักของฮูเบอร์
3.2 การสร้างตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ใช้ฟังก์ชันถ่วงน้ำหนักของไบสแควร์

4. จากตัวแบบที่เหมาะสมที่สุด ทำการพยากรณ์ข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนล่วงหน้าเป็นระยะเวลา 1 ปี (ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551)

5. ความแม่นยำของการพยากรณ์จากตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ใช้ฟังก์ชันถ่วงน้ำหนักของฮูเบอร์และไบสแควร์ จะพิจารณาจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSE) ของตัวแบบที่ให้ค่า MSE ที่ต่ำกว่า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้เข้าใจวิธีการสร้างตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นตรงพหุ ตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ใช้ฟังกันถ่วงน้ำหนักของฮูเบอร์ และตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ใช้ฟังก์ชันถ่วงน้ำหนักของไบสแควร์

2. ทำให้สามารถเลือกตัวแบบที่เหมาะสมจากตัวแบบทั้ง 3 ตัวแบบเพื่อพยากรณ์ปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนล่วงหน้าทั้ง 6 ภาคได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจเอกสาร

การตรวจเอกสารสำหรับการศึกษานี้ แบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ความรู้ทั่วไป
ส่วนที่ 2 ทฤษฎีทางสถิติ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ส่วนที่ 1 ความรู้ทั่วไป

1.1 การพยากรณ์อากาศ

การพยากรณ์อากาศ เป็นการคาดหมายสภาวะของลมฟ้าอากาศรวมทั้งปรากฏการณ์ต่างๆ ทางธรรมชาติที่จะเกิดขึ้นในช่วงเวลาข้างหน้าเช่น การคาดหมายว่าในวันพรุ่งนี้หรืออีกสามวันข้างหน้าลมฟ้าอากาศจะมีลักษณะอย่างไร ท้องฟ้าจะมีลักษณะอย่างไร มีเมฆมากน้อยกี่ส่วน จะมีฝนหรือฝนฟ้าคะนองหรือไม่ ลมจะพัดทิศอะไร ด้วยความเร็วขนาดไหน (สุวพันธ์, 2543)

เมื่อต้องการพยากรณ์อากาศบริเวณใดๆ จำเป็นต้องทราบสภาวะของบรรยากาศที่ครอบคลุมบริเวณนั้นว่าประกอบด้วยระบบของลมฟ้าอากาศเช่นไร มีการเคลื่อนที่หรือการเปลี่ยนแปลงความรุนแรงไปอย่างไร ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นจะก่อให้เกิดลักษณะอากาศประเภทใด (สุวพันธ์, 2543)

สภาวะของบรรยากาศในบริเวณหนึ่งๆ สามารถรู้ได้ด้วยการใช้เครื่องมือทางอุตุนิยมวิทยาตรวจวัด เนื่องจากบรรยากาศที่หุ้มห่อโลกเรามีความหนาหลายร้อยไมล์ ฉะนั้นการตรวจบรรยากาศจึงต้องทำการตรวจบรรยากาศทั้งที่ผิวพื้นโลกและในระดับสูงจากพื้นโลกขึ้นไป เพื่อนำผลที่ได้จากการตรวจมาเขียนแผนที่อากาศแบบต่างๆ เช่น แผนที่อากาศผิวพื้น แผนที่อากาศชั้นบนเป็นต้น ณ ศูนย์พยากรณ์อากาศ ซึ่งเป็นที่รวบรวมผลการตรวจบรรยากาศทั้งที่ระดับพื้นดินและบรรยากาศในระดับสูงๆ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการพยากรณ์อากาศ (สุวพันธ์, 2543)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การพยากรณ์อากาศแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท โดยแบ่งตามช่วงเวลาที่พยากรณ์ดังนี้

1. การพยากรณ์อากาศระยะสั้น (Short Range) เป็นการพยากรณ์อากาศล่วงหน้าในระยะเวลา 24 ชั่วโมง ถึง 48 ชั่วโมง ทั้งนี้เพื่อจุดมุ่งหมายบางประการ เช่น พยากรณ์อากาศเพื่อการบิน และการเดินเรือ ความถูกต้องของการพยากรณ์ขึ้นอยู่กับช่วงเวลา ถ้าช่วงเวลาสั้นความถูกต้องในการพยากรณ์อากาศก็ยิ่งมากขึ้น (สุวพันธ์, 2543)

2. การพยากรณ์อากาศระยะปานกลาง (Extended Range) เป็นการพยากรณ์อากาศล่วงหน้านานประมาณ 1 สัปดาห์ (ตั้งแต่ 5 – 10 วัน) ได้แก่ การพยากรณ์ค่าเฉลี่ย (Mean) หรือค่าปานกลาง (Average) ของลมฟ้าอากาศในระยะนานประมาณ 1 สัปดาห์ (สุวพันธ์, 2543)

3. การพยากรณ์อากาศระยะยาว (Long Range) เป็นการทำนายลมฟ้าอากาศตลอดทั้งเดือน หรือทั้งฤดูกาลโดยเฉพาะคือพยากรณ์ค่าเฉลี่ย (Mean) หรือแนวโน้ม (Trend) ของลมฟ้าอากาศ โดยปกติเป็นการพยากรณ์ตัวแปรอุตุนิยมวิทยา (Weather Element) เช่น อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝนที่แตกต่างจากค่าปกติรายเดือนหรือฤดู (สุวพันธ์, 2543)

วิธีการพยากรณ์อากาศ แบ่งได้ 2 วิธี

1. Qualitative Empirical เป็นการพยากรณ์อากาศด้วยวิธีคาดหมายอย่างมีประสบการณ์ (Subjective Emperical) ว่ารูปร่างของแผนที่อากาศแต่ละชนิดจะเปลี่ยนแปลงไปเป็นแบบใดในเวลาข้างหน้าที่กำหนด โดยการพิจารณาแผนที่อากาศที่แล้วๆ มา ประกอบกับแผนที่อากาศปัจจุบัน (ในวันหนึ่งๆ จะเขียนแผนที่อากาศหลายๆ เวลา) หลักของการพยากรณ์อากาศแบบนี้คือการวิเคราะห์ถึงการเคลื่อนตัวมวลอากาศต่างๆ เช่น บริเวณความกดอากาศสูง (High) บริเวณความกดอากาศต่ำ (Low) และตัวการสำคัญอื่นๆ โดยใช้แนวของทิศทางและความเร็วของการเคลื่อนตัวของมวลอากาศเหล่านั้นในเวลาที่แล้วๆ มา และมวลอากาศที่เคลื่อนที่ไปนั้น จะมีผลกระทบกระเทือนต่อลมฟ้าอากาศที่มีอยู่เดิม โดยจะทำให้เกิดลักษณะอากาศชนิดใด วิธีนี้ผู้พยากรณ์จะต้องมีความชำนาญและคุ้นเคยกับลมฟ้าอากาศในบริเวณที่พยากรณ์อากาศ (สุวพันธ์, 2543)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. Quantitative Empirical เป็นการพยากรณ์การเคลื่อนตัวต่อไปในเวลาข้างหน้าของมวลอากาศหรือสารประกอบอุตุนิยม (Weather Element) เช่น อุณหภูมิ ด้วยวิธีการคำนวณจากสถิติที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลลมฟ้าอากาศมาเป็นระยะเวลานานๆ หรือข้อมูลของการเคลื่อนตัวของมวลอากาศ (สุวพันธ์, 2543)

1.2 ความรู้ทางอุตุนิยมวิทยา

สารประกอบอุตุนิยมหรือในการศึกษานี้จะเรียกว่า ตัวแปรอุตุนิยมวิทยา หมายถึง สิ่งที่เป็นข้อมูลทางอุตุนิยมจากสภาวะของบรรยากาศที่รู้ได้จากการตรวจอากาศ โดยการดูด้วยตาหรือการใช้เครื่องมือทางอุตุนิยมทำการตรวจวัด ดังนั้นการตรวจอากาศจึงต้องทำการตรวจทั้งที่บริเวณผิวโลกและในระดับสูงจากจากผิวโลกขึ้นไป เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการพยากรณ์อากาศ และปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ (สุวพันธ์, 2543)

เมฆ (Cloud) เกิดจากอากาศที่ร้อนชื้นที่ลอยตัวขึ้นเหนือผิวดินจนถึงระดับความสูงหนึ่ง โดยอาศัยฝุ่นละอองเล็กๆ ในอากาศเป็นนิวเคลียสควบแน่นจนกลายเป็นเมฆ เมื่ออุณหภูมิของอากาศต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง เมฆก็จะแปลงสภาพจากละอองน้ำเล็กๆ กลายเป็นผลึกน้ำแข็งเล็กๆ เมฆแบ่งเป็น 2 ชนิด ดังนี้ (วิชัย, 2521)

1. เมฆแผ่น (Startiform) เป็นเมฆที่เกิดจากการก่อตัวในแนวนอน ที่ปกคลุมท้องฟ้าเป็นบริเวณกว้าง แต่เป็นเมฆบางๆ โดยสามารถแบ่งเมฆแผ่นตามระดับความสูง ดังนี้

1.1 เมฆชั้นสูง (High clouds หรือ Family A) เป็นเมฆที่อยู่สูงจากผิวโลกตั้งแต่ 20,000 – 40.000 ฟุต ได้แก่ เมฆฝอย (Cirrus) มีรูปร่างคล้ายขนนก หรือปอยผมที่หยิกงอสีขาวกระจายเต็มท้องฟ้าถ้ามีเมฆชนิดนี้เกิดขึ้นแสดงว่าอากาศจะแจ่มใส เมฆฝอยแผ่น (Cirrostratus) มีลักษณะสีขาวบางมาก ในขณะที่เกิดเมฆชนิดนี้จะทำให้เกิดพระอาทิตย์ หรือพระจันทร์ทรงกลดขึ้น เมฆฝอยก้อน (Cirrocumulus) เกิดจากการรวมตัวระหว่างเมฆแผ่นก้อนกับเมฆฝอย อาจเป็นกลุ่ม หรือก้อนเล็กๆ เป็นพืดต่อกัน

1.2 เมฆชั้นกลาง (Middle Clouds หรือ Family B) เป็นเมฆที่อยู่สูงจากพื้นดินระหว่าง 6,500 – 20,000 ฟุต ได้แก่ เมฆก้อนชั้นกลาง (Altocumulus) มีรูปร่างต่างๆ กัน เป็นก้อน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ที่อยู่กระจัดกระจายทั่วท้องฟ้า มีสีขาวหรือบางครั้งอาจเป็นสีเทาในด้านที่เป็นฐานเมฆ เมฆแผ่นชั้นกลาง (Altostratus) เป็นเมฆที่ปกคลุมท้องฟ้าแผ่กระจายเป็นบริเวณกว้าง มีลักษณะเป็นสีเทาๆ

1.3 เมฆชั้นต่ำ (Low Clouds หรือ Family C) มีระดับความสูงจากพื้นดินขึ้นไปจนถึงความสูง 6,500 ฟุต ได้แก่ เมฆแผ่น (Stratus) เป็นแผ่นหนาทึบมีสีเทาดำลอยอยู่ในระดับต่ำเป็นพืดต่อเนื่องกันไปในท้องฟ้า ในฤดูหนาวจะปรากฏชัดเจนมาก เมฆฝนแผ่น (Nimbostratus) เป็นเมฆที่ทำให้เกิดฝนหรือหิมะ เมฆชนิดนี้บางครั้งหนาถึง 1 ไมล์ เมฆก้อนแผ่น (Stratocumulus) เป็นเมฆที่กระจัดกระจายอยู่ในท้องฟ้า มีสีเทา ต่อกันเป็นแนวยาวในทิศตั้งฉากกับทิศทางลม (วิชัย, 2521)

2. เมฆก้อน (Cumuliform) เป็นเมฆที่ก่อตัวในแนวตั้ง มีความสูงไม่แน่นอนในบางครั้งอาจเรียก “เมฆก่อตัวในแนวตั้ง” หรือ “Family D” มี 2 ชนิด คือ

2.1 เมฆก้อน (Cumulus) เป็นเมฆสีขาวคล้ายปุยฝ้าย ฐานของเมฆเป็นแนวตรงแต่ยอดเมฆจะสูงๆ ต่ำๆ คล้ายดอกกะหล่ำปลี สีของเมฆด้านที่รับแสงอาทิตย์จะขาวบริสุทธิ์ ถ้ามีเมฆชนิดนี้แสดงว่าอากาศแจ่มใส

2.2 เมฆก้อนฝน (Cumulonimbus) หรือเมฆฝนฟ้าคะนอง(Thunderstorm Cloud) มีความสูงตั้งแต่ 1,000 – 2,000 ฟุต ถึง 30,000 - 40,000 ฟุต เป็นเมฆที่มีขนาดใหญ่ หนาและทึบบริเวณยอดเมฆมีสีขาวแต่ฐานเมฆจะมีสีดำ ทำให้ท้องฟ้ามืดครึ้มราวกับเวลากลางคืน เป็นเมฆที่ทำให้เกิดฝนตกหนัก เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง และมีพายุพัดกระโชกแรงเป็นพักๆ
(วิชัย, 2521)

ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) คืออัตราส่วนระหว่างมวลของไอน้ำที่มีอยู่จริงกับมวลของไอน้ำอิ่มตัว ณ อุณภูมินั้น ความชื้นสัมพัทธ์สามารถคิดเป็นอัตราส่วนหรือร้อยละ จำนวนความชื้นสัมพัทธ์ RH ในบรรยากาศจะเปลี่ยนแปลงค่าจากระดับต่ำกับระดับสูงโดย

$$RH \propto \frac{1}{\text{การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิประจำวัน}}$$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มีสูตรสำหรับคำนวณหาค่าของความชื้นสัมพัทธ์ ดังนี้

$$R.H. = \frac{E' - \frac{1}{2}(t - t') \times 100}{E}$$

เมื่อ t เป็นอุณหภูมิตุ้มแห้ง ($^{\circ}C$)

t' เป็นอุณหภูมิตุ้มเปียก ($^{\circ}C$)

E เป็นความกดไอน้ำอิ่มตัว ณ อุณหภูมิตุ้มแห้ง เป็น (มิลลิเมตร)

E' เป็นความกดไอน้ำอิ่มตัว ณ อุณหภูมิตุ้มเปียก

ระยะทัศนวิสัย (Visibility) หมายถึง ระยะไกลที่สุดที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ซึ่งในการมองเห็นนั้นต้องมองเห็นชัดเจน แต่เมื่อใดที่มีทัศนวิสัยเลว คือเห็นได้ไกลกว่าปกติแล้ว ย่อมจะต้องมีสภาพอากาศไม่ดีอย่างใดอย่างหนึ่งที่เป็นตัวการทำให้ทัศนวิสัยเลว ดังแสดงในตารางที่ 1 (สุวพันธ์, 2543)

ตารางที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างลมฟ้าอากาศกับทัศนวิสัย

ลักษณะลมฟ้าอากาศที่สัมพันธ์กับทัศนวิสัย	การรายงาน	เกณฑ์ทัศนวิสัย
ฟ้าหลัว (Dry Haze) ลักษณะท้องฟ้าเป็นฝุ่นหรือผงเกลือเป็นฝ้าขาว แต่ไม่หนาพอจนรู้สึกว่าเป็นฝุ่น อากาศแห้ง-แล้งทำให้เห็นที่หมายในระยะไกลๆ เช่น ทิวเขามัวลง	ฟ้าหลัว	เห็นได้ไม่เกิน 6 ไมล์
ควัน (Smoke) ควันไฟเกิดจากการเผาผลาญที่พื้นดิน เช่นการเผาป่าเป็นบริเวณกว้างใหญ่ ไฟไหม้ป่า ควันจากปล่องโรงงานอุตสาหกรรม	ควันบาง (Light smoke)	เห็นได้ 5/8 ไมล์ ขึ้นไป
ฝุ่น (Dust) สังเกตได้ว่าเป็นฝุ่นเมื่อเกาะอยู่ตามที่ต่างๆ บนพื้นดิน หลังคารถ หน้าต่าง ฝุ่นที่มีตามริมทะเล-ทรายหรือในบริเวณพื้นดินที่แห้งแล้ง โดยลมหอบเอาขึ้นไปในอากาศจะแลเห็นเป็นผงฝุ่น ดวงอาทิตย์จะทำให้เห็นฝุ่นเป็นสีแดงเรื่อ เมื่ออยู่ต่ำๆ และสีขาวจัดเมื่ออยู่สูงๆ	ฝุ่นบาง ฝุ่นปานกลาง ฝุ่นหนา	เห็นได้เกิน 5/8 ไมล์ เห็นได้ 5/8 ไมล์ แต่ไม่เกิน 5/10 ไมล์ เห็นได้ไม่เกิน 5/10 ไมล์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ลักษณะลมฟ้าอากาศที่สัมพันธ์กับทัศนวิสัย	การรายงาน	เกณฑ์ทัศนวิสัย
ฝุ่นหรือทรายที่ถูกหอบตามลม (Blowing dust blowing sand) ฝุ่นหรือทรายที่ถูกหอบพัดไปตามทางแนวนอน ทำให้ทัศนวิสัยเสีย	บาง ปานกลาง หนา	เกณฑ์เดียวกับข้างบน
หมอก (Fog) เป็นละอองน้ำเหมือนอย่างเดียวกับเมฆ แต่เกิดใกล้พื้นดิน	ปานกลาง หนา หรือ หมอกจัด	เห็นได้ในระยะต่ำกว่า 1 ซม เห็นได้ระยะใกล้
หมอกน้ำแข็ง (Ice fog) เกิดหมอกในภาวะที่อุณหภูมิต่ำกว่า 0 °C ละอองน้ำในหมอกเป็นละอองน้ำแข็ง ทัศนวิสัยในทางนอน แต่ทางตั้งอยู่ในเกณฑ์ดี	บาง ปานกลาง หนา	เกณฑ์เช่นเดียวกับหมอก
หมอกที่ผิวพื้น (Ground fog) เหมือนหมอกธรรมดา แต่เกิดในตอนเช้าตามพื้นดินหุบเขา แล้วกระจายไปในตอนสาย ท้องฟ้าชั้นบนกระจ่าง	บาง ปานกลาง หนา	เกณฑ์เช่นเดียวกับหมอก
ฟ้าหลัวชื้นหรือหมอกบาง (Mist) เป็นเหมือนฟ้าหลัวและชื้น ในอากาศมีลักษณะละอองน้ำปลิวแต่ไม่เหมือนหมอกหรือฝนละอองคล้ายกับหมอกบาง แต่ในประเทศไทยเป็นโดยมากหลังจากฝนตกนานๆ ยังปรากฏท้องฟ้าเปียกแต่ไม่เห็นเมฆหรือหมอก เห็นดวงอาทิตย์ฝ้ามัวไป แต่ไม่อยู่สูงอย่างเมฆออลโตรเตรตัส	บาง	เห็นได้เกิน 5/8 ไมล์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ส่วนที่ 2 ทฤษฎีทางสถิติ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับอนุกรมเวลาและการพยากรณ์

อนุกรมเวลา (Time Series) คือ กลุ่มของค่าสังเกตที่มีการเก็บรวบรวมในลำดับเวลา โดยเรียกเป็นอนุกรมเวลาชนิดต่อเนื่องเมื่อกลุ่มของค่าสังเกตนั้นมีการเก็บรวบรวมต่อเนื่องตลอดเวลา และเรียกเป็นอนุกรมเวลาชนิดไม่ต่อเนื่องเมื่อกลุ่มของค่าสังเกต ณ เวลา $t_1, t_2, ..., t_n$ สามารถเขียนแทนด้วย $z(t_1), z(t_2), ..., z(t_n)$ ซึ่งอาจมีระยะห่างของเวลาเท่าหรือไม่เท่ากัน (George *et al.*, 1994)

ลักษณะของอนุกรมเวลาสามารถอธิบายได้ด้วยส่วนประกอบที่สำคัญ 4 ส่วนได้แก่ แนวโน้ม (Trend; T) การผันแปรตามฤดูกาล (Seasonal Variations; S) การผันแปรตามวัฏจักร (Cycle Variations; C) และการผันแปรแบบผิดปกติ (Irregular Variation; I)

1) แนวโน้ม (Trend; T) เป็นการเปลี่ยนแปลงของค่าของอนุกรมเวลาที่มีการเพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างค่อยเป็นค่อยไป ลักษณะเด่นของเส้นแนวโน้มคือต้องเป็นเส้นที่เรียบและไม่มีการหักมุม ณ ที่ใดๆ ของเส้น (มุกดา, 2549)

2) การผันแปรตามฤดูกาล (Seasonal Variation; S) เป็นการเคลื่อนไหวที่มีลักษณะการเกิดซ้ำๆ ของเหตุการณ์นี้ภายในระยะเวลาที่ไม่เกิน 1 ปี (มุกดา, 2549) ซึ่งอาจมีผลมาจากสภาพภูมิอากาศ วัฒนธรรม สังคม ฤดูกาลหรือจากสภาวะที่มนุษย์สร้างขึ้น (ทรงศิริ, 2549)

3) การผันแปรตามวัฏจักร (Seasonal Cycles: C) เป็นการเปลี่ยนแปลงในช่วงระยะเวลาสั้นหรือยาว ที่ไม่จำเป็นต้องมีรูปแบบหรือขนาดการเปลี่ยนแปลงที่เหมือนกัน เช่นถ้าจะกล่าวถึงวัฏจักรทางธุรกิจสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาจะประกอบไปด้วยช่วงที่แสดงถึงความเจริญรุ่งเรือง (Growth) ช่วงคงที่ (Maturity) และช่วงตกต่ำ (Decline) เป็นต้น (ทรงศิริ, 2549)

4) การผันแปรแบบผิดปกติ (Irregular Variation: I) อนุกรมเวลาส่วนใหญ่อาจถูกผลกระทบจากสิ่งภายนอก ที่ไม่อาจคาดการณ์ถึงสิ่งเหล่านี้ได้ล่วงหน้า นอกจากนี้ส่วนประกอบของ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การผันแปรแบบผิดปกติ ยังอาจเป็นพลังเล็กๆ ที่ไม่ทราบที่มา ซึ่งเมื่อรวมกันแล้วอาจให้ผลกระทบมากหรือน้อยต่ออนุกรมเวลาได้

ตัวแบบของอนุกรมเวลา (Model of Time Series) ที่นิยมใช้ มี 2 ตัวแบบ คือ ตัวแบบการบวกและตัวแบบการคูณ

1) ตัวแบบการบวก (Additive Model) เกิดขึ้นภายใต้แนวคิดที่ว่าส่วนประกอบทั้งสี่จะต้องเป็นอิสระต่อกัน กล่าวคือส่วนประกอบใดส่วนประกอบหนึ่งมีค่าเปลี่ยนแปลงไปไม่ว่าจะเพิ่มขึ้นหรือลดลง จะไม่มีผลกระทบต่อส่วนประกอบอื่นๆ ที่เหลือ (สมเกียรติ, 2548) ซึ่งมีตัวแบบดังนี้

$$Y = T + C + S + I$$

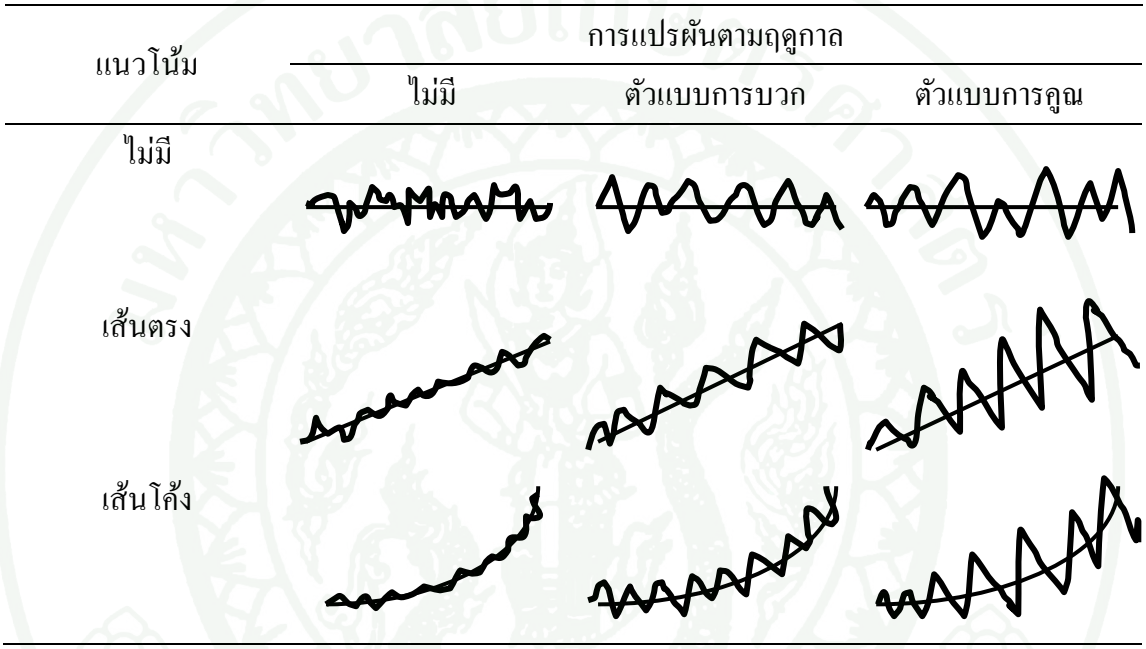
2) ตัวแบบการคูณ (Multiplicative Model) เป็นตัวแบบที่พบมากในอนุกรมเวลาทั่วไป โดยเฉพาะทางเศรษฐศาสตร์และธุรกิจ ซึ่งปัจจัยแต่ละชนิดมีความสัมพันธ์กันแช่น การผันแปรตามวัฏจักรอาจมีส่วนที่ทำให้เกิดแนวโน้ม หรือการผันแปรตามฤดูกาลหรือการผันแปรแบบผิดปกติ อาจทำให้แนวโน้มเปลี่ยนรูปแบบไป เป็นต้น ตัวแบบชนิดนี้เป็นที่นิยมใช้มากกว่าตัวแบบอื่น เนื่องจากสามารถแยกปัจจัยแต่ละชนิดซึ่งที่มีต้นกำเนิดต่างกัน แต่มีส่วนเกี่ยวข้องซึ่งกันและกัน หรืออาจเกิดจากต้นกำเนิดเดียวกัน ซึ่งแยกออกมาได้ยากกว่าสิ่งใดทำให้เกิดปัจจัยชนิดใด หรืออาจมีสิ่งอื่นๆ เช่น จำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น หรือการเพิ่มรสนิยมของคนซึ่งไปมีผลกระทบกับแนวโน้ม และวัฏจักรก็ได้ เป็นต้น (พูนศักดิ์, 2537)

$$Y = T \times C \times S \times I$$

โดยที่ Y แทน ข้อมูลอนุกรมเวลา
T แทน แนวโน้ม
C แทน การผันแปรตามวัฏจักร
S แทน การผันแปรตามฤดูกาล
I แทน การผันแปรแบบผิดปกติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การกำหนดว่าตัวแบบของข้อมูลอนุกรมเวลาเป็นตัวแบบการบวก หรือตัวแบบการคูณนั้น ขึ้นอยู่กับลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อมูลอนุกรมเวลา การพล๊อตกราฟของข้อมูลอนุกรมเวลาจะทำให้เห็นลักษณะของการเคลื่อนไหวของข้อมูลอนุกรมเวลา โดยภาพที่ 1 แสดงกราฟที่สร้างจากข้อมูลอนุกรมเวลาตัวแบบการบวกและตัวแบบการคูณ เมื่อการเคลื่อนไหวของข้อมูลอนุกรมเวลาเกิดจากการรวมตัวของแนวโน้มและการผันแปรตามฤดูกาลแบบต่างๆ



ภาพที่ 1 การรวมตัวของแนวโน้มและการผันแปรตามฤดูกาล

ลักษณะของแนวโน้มจำแนกเป็น 3 ชนิด คือ ไม่มีแนวโน้ม มีแนวโน้มเป็นเส้นตรง และมีแนวโน้มเป็นแนวเส้นโค้ง และการผันแปรตามฤดูกาลก็จำแนกได้ 3 ชนิดเช่นกัน คือ ไม่มีการผันแปรตามฤดูกาล มีการรวมตัวของฤดูกาลแบบบวก และมีการรวมตัวของฤดูกาลแบบคูณ (ทรงศิริ, 2549)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.2 การศึกษาลักษณะของตัวแปร และการเตรียมข้อมูลสำหรับการสร้างตัวแบบ

2.2.1 การตรวจสอบอิทธิพลของแนวโน้มและการผันแปรตามฤดูกาล

จะใช้วิธีวิเคราะห์การถดถอย เพื่อตรวจสอบข้อมูลอนุกรมเวลาว่ามีส่วนประกอบเนื่องจากอิทธิพลของแนวโน้มและการผันแปรตามฤดูกาลหรือไม่ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การตรวจสอบอนุกรมเวลาว่ามีส่วนประกอบเนื่องจากอิทธิพลของแนวโน้มหรือไม่

ตัวแบบแนวโน้มและฤดูกาล คือ

$$Y_t = \beta_0 + \omega t + \beta_1 D_1 + \beta_2 D_2 + \ldots + \beta_{11} D_{11} + \varepsilon_t \qquad (1)$$

โดยที่ Y = ข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือน

t = ตัวแปรเวลา

D_1 = 1 ถ้าเป็นเดือนมกราคม
= 0 ถ้าเป็นเดือนอื่นๆ

D_2 = 1 ถ้าเป็นเดือนกุมภาพันธ์
= 0 ถ้าเป็นเดือนอื่นๆ

D_3 = 1 ถ้าเป็นเดือนมีนาคม
= 0 ถ้าเป็นเดือนอื่นๆ

D_4 = 1 ถ้าเป็นเดือนเมษายน
= 0 ถ้าเป็นเดือนอื่นๆ

D_5 = 1 ถ้าเป็นเดือนพฤษภาคม
= 0 ถ้าเป็นเดือนอื่นๆ

D_6 = 1 ถ้าเป็นเดือนมิถุนายน
= 0 ถ้าเป็นเดือนอื่นๆ

D_7 = 1 ถ้าเป็นเดือนกรกฎาคม
= 0 ถ้าเป็นเดือนอื่นๆ

D_8 = 1 ถ้าเป็นเดือนสิงหาคม
= 0 ถ้าเป็นเดือนอื่นๆ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

D_9 = 1 ถ้าเป็นเดือนกันยายน

= 0 ถ้าเป็นเดือนอื่นๆ

D_{10} = 1 ถ้าเป็นเดือนตุลาคม

= 0 ถ้าเป็นเดือนอื่นๆ

D_{11} = 1 ถ้าเป็นเดือนพฤศจิกายน

= 0 ถ้าเป็นเดือนอื่นๆ

$\beta_0, \beta_1, ..., \beta_{11}$, β_0 แทน ค่าพารามิเตอร์

สมมติฐานของการทดสอบ

$H_0 : \omega = 0$ หรือ $Y_t = \beta_0 + \beta_1 D_1 + \beta_2 D_2 + \ldots + \beta_{11} D_{11} + \varepsilon_t$

$H_1 : \omega \neq 0$ หรือ $Y_t = \beta_0 + \omega t + \beta_1 D_1 + \beta_2 D_2 + \ldots + \beta_{11} D_{11} + \varepsilon_t$

ตัวสถิติทดสอบ

$$t = \frac{w}{S_w}$$

เมื่อ w เป็น ค่าประมาณของพารามิเตอร์ ω

S_w เป็น ค่าประมาณของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของ w

จะปฏิเสธ H_0 เมื่อ $|t| \geq t_{\frac{\alpha}{2}, n-13}$ แสดงว่าอนุกรมเวลามีการเคลื่อนไหวเนื่องจากอิทธิพลของแนวโน้ม หลังจากนั้นก็ทำการทดสอบต่อไปว่าเมื่ออนุกรมเวลามีส่วนประกอบของแนวโน้มแล้วจะมีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการผันแปรตามฤดูกาลหรือไม่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขั้นที่ 2 การตรวจสอบอนุกรมเวลาว่ามีส่วนประกอบเนื่องจากการผันแปรตามฤดูกาลหรือไม่ เมื่ออนุกรมเวลามีส่วนประกอบเนื่องจากอิทธิพลของแนวโน้ม

ตัวแบบแนวโน้มและฤดูกาล คือ

$$Y_t = \beta_0 + \omega t + \beta_1 D_1 + \beta_2 D_2 + \ldots + \beta_{11} D_{11} + \varepsilon_t \qquad (2)$$

สมมติฐานของการทดสอบ

$H_0 : \beta_0 = \beta_1 = \ldots = \beta_{11}$

$H_1 : \beta_i$ อย่างน้อยหนึ่งค่าที่ไม่เท่ากับ 0

ตัวสถิติทดสอบ คือ

$$F = \frac{[SSR(t, D_1, D_2, \ldots, D_{11}) - SSR(t)] / 11}{SSE(t, D_1, D_2, \ldots, D_{11}) / (n-13)}$$

เมื่อ SSR(t) เป็นส่วนของความผันแปรรวมที่เนื่องจาก t

$SSR(t, D_1, D_2, \ldots, D_{11})$ เป็นส่วนของความผันแปรรวมที่เนื่องจาก $t, D_1, D_2, \ldots, D_{11}$

$SSE(t, D_1, D_2, \ldots, D_{11})$ เป็นส่วนของความผันแปรรวมที่ไม่ใช่เนื่องมาจาก $t, D_1, \ldots, D_{11}$

จะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 เมื่อ $F \geq F_{\alpha,(11,n-13)}$ แสดงว่าอนุกรมเวลามีการเคลื่อนไหวเนื่องจากส่วนประกอบของแนวโน้มและการผันแปรตามฤดูกาล (เฟื่องลัดดา, 2548)

ขั้นที่ 3 การตรวจสอบอนุกรมเวลาว่ามีส่วนประกอบเนื่องจากการผันแปรตามฤดูกาลหรือไม่ เมื่ออนุกรมเวลาไม่มีส่วนประกอบเนื่องจากอิทธิพลของแนวโน้ม

ตัวแบบแนวโน้มและฤดูกาล คือ

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 D_1 + \beta_2 D_2 + \ldots + \beta_{11} D_{11} + \varepsilon_t \qquad (3)$$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สมมติฐานของการทดสอบ

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = ... = \beta_{11}$$

$H_1: \beta_i$ อย่างน้อยหนึ่งค่าที่ไม่เท่ากับ 0

ตัวสถิติทดสอบ คือ

$$F = \frac{[SSR(D_1, D_2, ..., D_{11})]/11}{SSE(D_1, D_2, ..., D_{11})/(n-12)}$$

เมื่อ $SSR(D_1, D_2, ..., D_{11})$ เป็นส่วนของความผันแปรรวมที่เนื่องจาก $D_1, D_2, ..., D_{11}$

$SSE(D_1, D_2, ..., D_{11})$ เป็นส่วนของความผันแปรรวมที่ไม่ใช่เนื่องมาจาก $D_1, ..., D_{11}$

จะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 เมื่อ $F \geq F_{\alpha,(11,n-12)}$ แสดงว่าอนุกรมเวลามีการเคลื่อนไหวเนื่องจากการผันแปรตามฤดูกาล (เฟื่องลัดดา, 2548)

2.2.2 การขจัดอิทธิพลของฤดูกาลออกจากข้อมูลด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ย (Ratio to Center Moving Average) มีขั้นตอนโดยสรุปดังนี้

ขั้นที่ 1 หาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบปกติหรือค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบเข้าสู่กึ่งกลาง

สำหรับกรณีปรับข้อมูลด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เฉลี่ยทีละ 3 ค่า จะหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางแบบปกติ

สำหรับกรณีปรับข้อมูลด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 4 ค่า และ 6 ค่า จะหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบเข้าสู่กึ่งกลาง

ขั้นที่ 2 ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ที่ได้ในขั้นที่ 1 เป็นค่าประมาณแนวโน้ม (T) และการผันแปรตามวัฏจักร (C) ดังนั้นจึงนำค่าเหล่านี้ไปหารออกจากข้อมูลเดิม สิ่งที่เหลืออยู่จะเป็นการผันแปรตามฤดูกาล (S) และการผันแปรแบบผิดปกติ (I) ดังนี้

$$\frac{Y}{\text{ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ที่ได้ในข้อ 1}} = \frac{T \times C \times S \times I}{\text{ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ที่ได้ในขั้นที่ 1}} = S \times I$$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขั้นที่ 3 ขจัดการผันแปรแบบผิดปกติ (I) ออกจาก S×I โดยตัดค่า S×I ที่มีค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดออก ค่าเฉลี่ยของ S×I จะเป็นอิทธิพลของฤดูกาลของแต่ละช่วงเวลา (S)

ขั้นที่ 4 ทำการปรับฐานของแต่ละเดือนให้เป็น 100 ดังนี้

กรณีปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 3 ค่า จะปรับฐานด้วย

$$\frac{300}{\text{ผลรวมของค่าที่ได้จากขั้นที่ 3 ทั้ง 3 ค่า}}$$

กรณีข้อมูลปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 4 ค่า จะปรับฐานด้วย

$$\frac{400}{\text{ผลรวมของค่าที่ได้จากขั้นที่ 3 ทั้ง 4 ค่า}}$$

กรณีข้อมูลปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 6 ค่า จะปรับฐานด้วย

$$\frac{600}{\text{ผลรวมของค่าที่ได้จากขั้นที่ 3 ทั้ง 6 ค่า}}$$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.3 การตรวจสอบปัญหาตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กันเอง (Multicollinearity)

จากข้อสมมติของตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นพหุข้อหนึ่งที่ว่าตัวแปรอิสระทั้งหมดที่อยู่ในตัวแบบต้องเป็นอิสระกัน ดังนั้นจึงควรทำการตรวจสอบความสัมพันธ์กันเองระหว่างตัวแปรอิสระ ซึ่งวิธีที่ใช้ในการตรวจสอบปัญหาดังกล่าวมีหลายวิธี แต่สำหรับการศึกษานี้จะพิจารณาจาก 2 วิธี ดังนี้

2.3.1 พิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson correlation coefficient, r)

$$r = \frac{n\sum X_i Y_i - \left(\sum X_i\right)\left(\sum Y_i\right)}{\sqrt{\left[n\sum X_i^2 - \left(\sum X_i\right)^2\right]\left[n\sum Y_i^2 - \left(\sum Y_i\right)^2\right]}} \quad ; \; i = 1,2,3,...,n$$

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เป็นค่าวัดทิศทางและระดับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัว ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง -1 กับ 1 ถ้า r มีค่าเข้าใกล้ -1 หรือ 1 แสดงว่าตัวแปรคู่นั้นมีความสัมพันธ์กันแบบเชิงเส้นในระดับสูง แต่ถ้ามีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงถึงการมีความสัมพันธ์กันแบบเชิงเส้นในระดับน้อยหรือตัวแปรทั้งสองอาจมีความสัมพันธ์แบบเส้นโค้งหรือไม่มีเลย และเครื่องหมาย + หรือ – หน้า r บอกถึงทิศทางของความสัมพันธ์ ถ้า r มีเครื่องหมาย + แสดงว่าตัวแปรหนึ่งมีความสัมพันธ์แบบเชิงเส้นกับอีกตัวแปรหนึ่งไปในทิศทางบวก คือเมื่อตัวแปรหนึ่งมีค่าเพิ่มขึ้นอีกตัวแปรหนึ่งก็มีค่าเพิ่มขึ้นด้วย แต่ถ้า r มีเครื่องหมาย – แสดงว่าตัวแปรหนึ่งมีความสัมพันธ์แบบเชิงเส้นกับอีกตัวแปรหนึ่งไปในทิศทางลบ คือเมื่อตัวแปรหนึ่งมีค่าเพิ่มขึ้นอีกตัวแปรหนึ่งจะมีค่าลดลง (Tabachnick and Fidell, 2007)

การตรวจสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเชิงปริมาณ 2 ตัวแปร มีขั้นตอนดังนี้

สมมติฐานของการทดสอบ

$H_0 : \rho = 0$ (ตัวแปร X และ Y ไม่มีความสัมพันธ์แบบเชิงเส้น)

$H_1 : \rho \neq 0$ (ตัวแปร X และ Y มีความสัมพันธ์แบบเชิงเส้น)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถิติทสอบด้วยการทดสอบแบบสองทาง

$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} \quad ; df = n-2$$

จะปฏิเสธ H_0 เมื่อค่า t ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่า $t_{\alpha,n-2}$ ที่เปิดจากตารางหรือ t ที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ $-t_{\alpha,n-2}$ (Christensen and Stoup, 1991)

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์นอกจากวัดระดับความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปรสองตัวแล้ว หากพบว่าตัวแปรอิสระคู่ใดที่ให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่สูงเกิน ± 0.8 ให้สงสัยว่าตัวแปรคู่นั้นอาจเกิดปัญหา Multicollinearity (วิรัชช, 2549)

2.3.2 การตรวจสอบโดยพิจารณาจากค่า Variance Inflation Factor (VIF)

เป็นการตรวจสอบการเกิดปัญหา Multicollinearity ที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรอิสระแต่ละตัว ได้แก่ การหาค่า Variance inflation factor สำหรับ X_j ถ้า VIF มีค่ามากกว่า 10 สามารถสรุปได้ว่าเกิดปัญหา Multicollinearity ระหว่างตัวแปรอิสระ (วิรัชช, 2549)

$$VIF = \frac{1}{1-r^2_{X_j(X_1,X_2,...,X_{j-1},X_{j+1},...,X_k)}}$$

เมื่อ $r^2_{X_j(X_1,X_2,...,X_{j-1},X_{j+1},...,X_k)}$ คือสัมประสิทธิ์การตัดสินใจของ X_j กับตัวแปรอิสระอื่นๆ ที่เหลือ

สำหรับการแก้ปัญหา Multicollinearity ที่สำคัญได้แก่ การเพิ่มค่าสังเกตหรือเพิ่มขนาดของตัวอย่างเพื่อหยุดแบบแผนของ Multicollinearity การแปลงตัวแปรอิสระบางตัวเพื่อลดความรุนแรงของปัญหา Multicollinearity การตัดตัวแปรอิสระบางตัวที่เป็นสาเหตุของปัญหา Multicollinearity ออก หรือใช้วิธีประมาณค่าพารามิเตอร์ของสมการถดถอยที่ดัดแปลงจากวิธีกำลังสองน้อยที่สุด คือ ridge regression (วิรัชช, 2549)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.4 การเลือกตัวแปรอิสระเข้าในตัวแบบการถดถอย ที่นิยมใช้มี 4 วิธี

2.4.1 วิธี All Possible Regression เป็นการเลือกตัวแบบที่ดีที่สุดจากตัวแบบการถดถอยที่เป็นไปได้ทั้งหมด โดยเริ่มจากตัวแบบที่ไม่มีตัวแปรอิสระ ต่อมาเป็นตัวแบบที่มีตัวแปรอิสระ 1 ตัว 2 ตัว 3 ตัว ไปเรื่อยๆ จนถึงตัวแบบที่มีตัวแปรอิสระครบทุกตัว ซึ่งถ้ามีตัวแปรอิสระทั้งหมด k ตัว ตัวแบบที่เป็นไปได้ทั้งหมดที่ต้องพิจารณาจะมีเท่ากับ 2^k ตัวแบบ โดยจะพิจารณาเลือกตัวแบบที่ดีที่สุดจากค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R_p^2) ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจที่ปรับแล้ว ($R_{a(p)}^2$) ค่าสถิติของมอลโลว์ (C_p) ค่า MSE_p เป็นต้น เมื่อ p คือ จำนวนพารามิเตอร์ที่อยู่ในตัวแบบการถดถอย ที่มีจำนวนตัวแปรอิสระเท่ากับ p – 1 ตัว (วิรัชช, 2545)

2.4.2 วิธี Forward Selection เป็นวิธีการเลือกตัวแปรอิสระเข้าในตัวแบบโดยเริ่มจากตัวแบบที่ไม่มีตัวแปรอิสระอยู่เลย จากนั้นจะเพิ่มตัวแปรอิสระเข้าในตัวแบบทีละหนึ่งตัวเข้าในตัวแบบ ซึ่งจะต้องเป็นตัวแปรที่ดีที่สุดที่สามารถเพิ่มเข้าในตัวแบบได้ และทุกครั้งที่มีการเพิ่มตัวแปรอิสระเข้าในตัวแบบจะต้องมีการทดสอบด้วย Partial F เสมอเพื่อดูว่าตัวแปรที่เพิ่มเข้ามานั้นควรอยู่ในตัวแบบหรือไม่ (วิรัชช, 2545)

2.4.3 วิธี Backward Elimination เป็นวิธีการเลือกตัวแปรอิสระเข้าในตัวแบบโดยเริ่มจากตัวแบบที่มีตัวแปรอิสระครบทุกตัว จากนั้นจะทำการเลือกตัวแปรอิสระออกทีละตัว ซึ่งตัวแปรที่นำออกจากตัวแบบคือ ตัวแปรที่มีส่วนในการอธิบาย Y น้อยที่สุด จนกระทั่งเหลือเฉพาะตัวแปรที่มีส่วนสำคัญในการอธิบายค่า Y โดยตัวแปรที่นำออกจากตัวแบบจะพิจารณาการทดสอบด้วย Partial F (วิรัชช, 2545)

2.4.4 วิธี Stepwise Regression เป็นวิธีการเลือกตัวแปรอิสระเข้าในตัวแบบโดยใช้หลักการของวิธี Forward Selection ร่วมกับวิธี Backward Elimination โดยในขั้นแรกจะใช้วิธี Backward Elimination เพื่อคัดเลือกตัวแปรออกให้มากที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ หลังจากนั้นก็จะใช้วิธี Forward Selection เพื่อเพิ่มตัวแปรที่เป็นไปได้เข้าในตัวแบบทีละตัว โดยจะซ้ำทั้ง 2 วิธีจนได้ตัวแบบที่เหมาะสมที่สุด นั่นคือตัวแบบที่ไม่สามารถเพิ่มหรือลดตัวแปรอิสระเข้าในตัวแบบอีกต่อไป (วิรัชช, 2545)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.5 การแปลงข้อมูล (Tranformation)

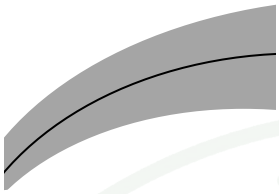
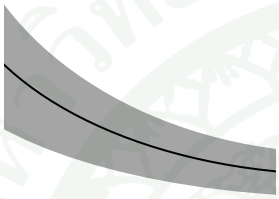
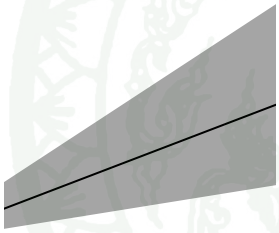
2.5.1 การแปลงค่าของตัวแปรอิสระ จะทำการแปลงค่าของตัวแปรอิสระเมื่อความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามและตัวแปรอิสระเป็นความสัมพันธ์ที่ไม่เป็นเส้นตรงที่ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติและความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่ โดยขั้นแรกจะทำกการพล็อตแผนภาพการกระจายเพื่อดูรูปแบบความสัมพันธ์ก่อน จากนั้นจึงเลือกวิธีแปลงข้อมูลที่เหมาะสมกับรูปแบบดังแสดงในภาพที่ 2 (วิรัชช, 2545)

รูปแบบการถดถอย	วิธีการแปลงค่าของตัวแปรอิสระ (X)
	$X' = \log X$ $X' = \sqrt{X}$ $X' = X^2$ $X' = \exp(X)$ $X' = X^{-1}$ $X' = \exp(-X)$

ภาพที่ 2 รูปแบบการถดถอยที่ไม่เป็นเส้นตรงที่มีความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนคงที่ และการแปลงค่าของตัวแปรอิสระอย่างง่าย

2.5.2 การแปลงค่าของตัวแปรตาม จะแปลงค่าของตัวแปรตามเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงไม่เป็นแบบปกติและความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนไม่คงที่ โดยการแปลงค่าของ Y จะเป็นช่วยให้ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่และช่วยให้ความสัมพันธ์จากเดิมที่เป็นความสัมพันธ์แบบเส้นโค้งสามารถเปลี่ยนให้เป็นความสัมพันธ์แบบเส้นตรงได้ แต่สำหรับข้อมูลบางชุดก็ต้องแปลงทั้ง X และ Y เพื่อให้ความสัมพันธ์ระหว่าง X และ Y มีความสัมพันธ์แบบเส้นตรง (วิรัชช, 2545)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รูปแบบการถดถอย	การแปลงค่าของตัวแปรตาม (Y)
	$Y' = \sqrt{Y}$
	$Y' = \log_{10} Y$
	$Y' = \frac{1}{Y}$

ภาพที่ 3 รูปแบบการถดถอยบางรูปแบบที่กราฟของการแจกแจงข้อมูลมีความเบ้ และความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเพิ่มขึ้น หรือลดลงพร้อมด้วยค่าเฉลี่ย E(Y) และวิธีการแปลงตัวแปรตาม (Y) อย่างง่าย

2.6 การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ พิจารณาจากคุณสมบัติของค่าความคลาดเคลื่อน ดังนี้

2.6.1 การทดสอบของ Durbin-Watson มีขั้นตอนในการทดสอบดังนี้

สมมติฐานการทดสอบ

$H_0 : \rho = 0$ หรือ H_0 : ค่าคลาดเคลื่อนไม่มีความสัมพันธ์กัน

$H_1 : \rho > 0$ หรือ H_1 : ค่าคลาดเคลื่อนมีความสัมพันธ์แบบบวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตัวสถิติทดสอบ คือ สถิติ d ของ Durbin-Watson กำหนดโดย

$$d = \frac{\sum_{t=2}^{n}(e_t - e_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^{n} e_t^2}$$

เมื่อ $e_t = Y_t - \hat{Y}_t \; ; t = 1, 2, ..., n$

n คือ จำนวนค่าสังเกต

การสรุปผล

ถ้า $d < d_L$ ปฏิเสธ $H_0 : \rho = 0$

ถ้า $d > d_U$ ไม่ปฏิเสธ $H_0 : \rho = 0$

ถ้า $d_L \le d \le d_U$ การทดสอบนี้สรุปผลไม่ได้

d_U คือ ค่าขอบเขตบน

d_L คือ ค่าขอบเขตล่าง (วิรัชช, 2545)

* ค่า d_L และ d_U เป็นค่าที่อ่านได้จากตารางขอบเขตการทดสอบ Durbin-Watson ซึ่งแสดงในตารางผนวกที่ 8

2.6.2 Normal Probability Plot เป็นการพล็อต Residual คู่กับ Expected values โดยเรียงลำดับค่า Residual จากน้อยไปมาก หากจุดที่ได้จากการพล็อตมีมีรูปร่างใกล้เคียงเส้นตรง แสดงว่าค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ

2.6.3 การตรวจสอบค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนไม่คงที่ (Detection of Heteroscedasticity) ตรวจสอบได้โดยการพล็อต residual คู่กับ $\hat{Y}$ หรือคู่กับ X หรือคู่กับเวลา (t) หากความคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่ ค่า Residual ที่พล็อตจะอยู่ภายในแนวนอนรอบๆ เส้นศูนย์กลาง (วิรัชช, 2545)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.7 การวิเคราะห์การถดถอยแบบแกร่ง (Robust Regression Analysis)

การวิเคราะห์การถดถอยแบบแกร่งเป็นการวิเคราะห์เพื่อลดอิทธิพลของค่าที่มีอิทธิพล โดยให้น้ำหนักน้อยกับค่าสังเกตที่มีความคลาดเคลื่อนสูง สำหรับการวิเคราะห์การถดถอยมีหลายวิธี แต่ละวิธีจะให้ตัวประมาณที่มีคุณสมบัติที่ต่างกันดังนี้ (ทรงศิริ, 2548)

2.7.1 ตัวประมาณที่ให้ผลรวมของฟังก์ชันของความคลาดเคลื่อนมีค่าน้อยที่สุด กรณีค่าที่มีอิทธิพลทำให้การแจกแจงเป็นแบบหางหนาจะเลือกฟังก์ชันของความคลาดเคลื่อนที่ให้น้ำหนักน้อยกับค่าที่หาง (ทรงศิริ, 2548)

2.7.2 ตัวประมาณที่ให้ค่ามัธยฐานของกำลังสองของความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด กรณีตัวแปรอิสระ k ตัวแปรจะหา b_j ที่ทำให้ค่ามัธยฐานของกำลังสองของความคลาดเคลื่อนมีค่าน้อยที่สุด (ทรงศิริ, 2548)

2.7.3 ตัวประมาณจากวิธีกำลังสองน้อยที่สุดถ่วงน้ำหนัก โดยกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักให้แปรผกผันกับค่าความคลาดเคลื่อน กล่าวคือเมื่อค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าสูงค่าถ่วงน้ำหนักจะมีค่าต่ำ ฟังก์ชันถ่วงน้ำหนักที่ใช้กันมากได้แก่ ฟังก์ชันถ่วงน้ำหนักของฮูเบอร์ และฟังก์ชันถ่วงน้ำหนักของไบสแควร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ (ทรงศิริ, 2548)

2.7.3.1 การให้น้ำหนักด้วยฟังก์ชันของไบสแควร์ วิธีนี้จะอาศัยค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ด้วยสมการที่ได้จากการประมาณค่าด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดมาช่วยในการกำหนดน้ำหนัก โดยการให้ค่าน้ำหนักจะลดลงเมื่อค่าความคลาดเคลื่อนเพิ่มมากขึ้น ซึ่งการให้น้ำหนักข้อมูลเป็นดังนี้

$$W_{(B)i} = W_B(e_i) = \begin{cases} \left[1-\left(\frac{e_i}{cS}\right)^2\right]^2 & ; |e_i| < cS \\ 0 & ; |e_i| \geq cS \end{cases}$$

โดยที่ $e_i = y_i - \hat{y}_i$

$S = \text{median}|e_i|$

c เป็นค่า tuning constant

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

$W_{(B)i}$ เป็นสัญลักษณ์แทนฟังก์ชันถ่วงน้ำหนักของไบสแควร์

การกำหนดค่า c มีความสำคัญอย่างยิ่งในการกำหนดค่าน้ำหนักของไบสแควร์ เนื่องจาก $|e_i| \geq cS$ ค่าน้ำหนัก W_i จะมีค่าเท่ากับ 0 ดังนั้นเมื่อเลือกค่า c ที่มีค่ามากเกินไปจะส่งผลให้การกำหนดน้ำหนักไม่สามารถกำจัดอิทธิพลของค่าผิดปกติได้ และในทำนองเดียวกัน เมื่อมีการกำหนดค่า c น้อยเกินไปประสิทธิภาพก็จะลดลงด้วยเช่นกัน ซึ่งโดยปกติเมื่อความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติควรเลือกใช้ c เท่ากับ 6 ซึ่งจะช่วยให้ประสิทธิภาพของการประมาณค่าพารามิเตอร์มีประสิทธิภาพที่ร้อยละ 95 (Fox, 2000)

2.7.3.2 การให้น้ำหนักด้วยฟังก์ชันของฮูเบอร์ เป็นวิธีการให้น้ำหนักที่อยู่ในกลุ่มของ Robust statistic ซึ่งเป็นวิธีที่ไม่อ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยจากข้อตกลงเบื้องต้นของการแจกแจงแบบปกติของตัวแบบ โดยจะให้น้ำหนักกับค่าสังเกตที่เป็นค่าผิดปกติน้อยกว่าค่าอื่นๆ ดังนี้

$$W_i = W_H(e_i) = \begin{cases} 1 & \text{สำหรับ } |e_i| > cS \\ \dfrac{cS}{|e_i|} & \text{สำหรับ } |e_i| \leq cS \end{cases}$$

โดยที่ $e_i = Y_i - \hat{Y}_i$

$S = \text{median } |e_i|$

c เป็นค่า tuning constant

$W_H(e_i)$ เป็นสัญลักษณ์แทนฟังก์ชันถ่วงน้ำหนักของ Huber

การกำหนดค่า c มีความสำคัญมาก เนื่องจาก $|e_i| \geq cS$ ค่าน้ำหนัก W_i จะมีค่าเท่ากับ 0 ดังนั้นเมื่อเลือกค่า c ที่มีค่ามากเกินไปจะส่งผลให้การกำหนดน้ำหนักไม่สามารถกำจัดอิทธิพลของค่าผิดปกติได้ ในทางตรงกันข้าม หากกำหนดค่า c น้อยเกินไปประสิทธิภาพก็จะลดลงด้วยเช่นกัน โดย Huber ได้แนะนำให้ใช้ค่า $c = 1.345$ ซึ่งเป็นค่าที่เหมาะสมที่สุดสำหรับใช้ในการสร้างตัวแบบการถดถอย (Huber, 1981)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.8 การประมาณค่าพารามิเตอร์

2.8.1 ตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นแบบพหุ คือตัวแบบที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไปโดยเรียกตัวแปรที่สนใจว่าตัวแปรตาม และเรียกตัวแปรที่ใช้พยากรณ์ตัวแปรที่สนใจว่าตัวแปรอิสระ เมื่อตัวแปรตามและตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์เชิงเส้นจะได้ตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นดังนี้

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + ... + \beta_k X_{ik} + \varepsilon_i \ ; i = 1, 2, \ldots, n \qquad (4)$$

เมื่อ Y_i คือ ตัวแปรตาม

$X_{i1}, X_{i2}, ..., X_{ik}$ คือ ตัวแปรอิสระ

$\beta_0, \beta_1, ..., \beta_k$ คือ พารามิเตอร์

ε_i คือ ความคลาดเคลื่อนของค่าสังเกตที่ i

วิธีกำลังสองน้อยที่สุดหรือวิธีกำลังสองน้อยที่สุดถ่วงน้ำหนัก จะเป็นการให้น้ำหนักแก่ข้อมูล เมื่อ w_i คือค่าน้ำหนักที่ให้กับตัวแปรที่นำมาศึกษา จากตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นแบบพหุ ค่าประมาณของพารามิเตอร์ β_i เมื่อมีการให้น้ำหนักกับข้อมูลด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด สามารถคำนวณได้จากสมการปกติดังนี้ (ทรงศิริ, 2548)

$$(X'WX)b_w = X'WY$$

โดยที่

$$X = \begin{bmatrix} 1 & X_{1,1} & \cdots & X_{k,1} \\ 1 & X_{1,2} & \cdots & X_{k,2} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ 1 & X_{1,n} & \cdots & X_{k,n} \end{bmatrix}$$

$$X' = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ X_{1,1} & X_{1,2} & \cdots & X_{k,2} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ X_{k,1} & X_{k,2} & \cdots & X_{k,n} \end{bmatrix}$$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

$$X'X = \begin{bmatrix} n & \sum X_{11} & \cdots & \sum X_k \\ \sum X_1 & \sum X_1^2 & \cdots & \sum X_1 X_k \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \sum X_k & \sum X_1 X_k & \cdots & \sum X_k^2 \end{bmatrix}$$

$$Y = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix}$$

$$X'Y = \begin{bmatrix} \sum Y \\ \sum X_1 Y \\ \vdots \\ \sum X_k Y \end{bmatrix}$$

และ

$$W_{n\times n} = \begin{bmatrix} w_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & w_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & w_3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & w_4 \end{bmatrix}$$

เมื่อ $\hat{\beta}_w$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยที่ได้จากการถ่วงน้ำหนัก
จะได้

$$\hat{\beta}_{w_{n-1}} = \begin{bmatrix} \hat{\beta}_0 \\ \hat{\beta}_1 \\ \vdots \\ \hat{\beta}_k \end{bmatrix}$$

โดยมีค่าความแปรปรวนของสัมประสิทธิ์การถดถอยคือ $\sigma^2(\hat{\beta}_w)_{p\times p} = (X'WX)^{-1}$
ซึ่งจะประมาณค่า $\sigma^2(\hat{\beta}_w)_{p\times p}$ ด้วย $S^2(\hat{\beta}_w)_{p\times p}$ ดังนี้

$$S^2(\hat{\beta}_w)_{p\times p} = MSE_w(X'WX)^{-1}$$

เมื่อ

$$MSE_w = \frac{\sum W_i(Y_i - \hat{Y}_i)^2}{n-p}$$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

และ $e_i = Y_i - \hat{Y}_i$

จะได้ $MSE_w = \frac{\sum W_i e_i^2}{n-p}$

ซึ่งค่า MSE_W คือ ค่าประมาณของค่าความแปรปรวนที่ได้จากการถ่วงน้ำหนัก (Michael *et al.,* 2005)

2.9 การวัดความถูกต้องของตัวแบบที่ใช้ในการพยากรณ์

สำหรับการศึกษาครั้งนี้จะทำการเปรียบเทียบความถูกต้องของตัวแบบที่ใช้ในการพยากรณ์ โดยพิจารณาจากค่า MSE (Mean Square Error) ของตัวแบบ ซึ่งหาได้จากสูตร

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^{n} e_i^2}{n-p}$$

เมื่อ $e_i = Y_i - \hat{Y}_i$

n คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

p คือ จำนวนตัวแปรทั้งหมดในตัวแบบ

ตัวแบบที่ให้ค่า MSE ต่ำสุดเป็นตัวแบบที่เหมาะสมที่สุด โดยค่า MSE เหมาะสำหรับการเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์หลายวิธีกับอนุกรมเวลาชุดใดชุดหนึ่ง (Gaynor *et al*., 1994)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพยากรณ์ปริมาณฝน

จักรกฤช (2543) ได้ศึกษาการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนของจังหวัดเชียงใหม่ โดยเปรียบเทียบตัวแบบพยากรณ์ที่ได้จากวิธีของบ๊อกซ์-เจนกินส์ วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเตอร์ โดยพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (MSE) ผลการศึกษาพบว่าวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเตอร์ มีประสิทธิภาพดีกว่าวิธีของบ๊อกซ์-เจนกินส์

พูนศักดิ์ (2537) ได้ศึกษาการสร้างสมการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อเดือนในเขตอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ โดยพิจารณาจากปัจจัยทางอุตุนิยมที่มีผลกระทบต่อปริมาณน้ำฝน 8 ตัว ด้วยวิธีวิเคราะห์การถดถอยแบบพหุ ซึ่งได้ตัวแบบของการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยของอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ดังนี้ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย = -2007.959 + 21.759 · ปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ + 67.260 · อุณหภูมิเฉลี่ย + 13.278 · จำนวนเมฆ – 66.008 · อุณหภูมิจุดน้ำค้าง + 14.571 · X_1 -2.207 · X_2 {X_1= 1 เมื่อเป็นฤดูหนาว (เดือนพฤศจิกายน ธันวาคม มกราคม และกุมภาพันธ์), X_1= 0 เมื่อเป็นฤดูร้อน (เดือนมีนาคม เมษายน และพฤษภาคม), X_2= 1 เมื่อเป็นฤดูฝน(เดือนมิถุนายน กรกฎาคม สิงหาคม กันยายน และตุลาคม), X_2= 0 เมื่อเป็นฤดูอื่นๆ}

วราฤทธิ์ (2550) ทำการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนรายเดือนของจังหวัดกาฬสินธุ์ โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม 2539 ถึงเดือนธันวาคม 2548 ใช้วิธีการพยากรณ์ 2 วิธี คือ วิธีของวินเตอร์ และวิธีของบ๊อกซ์- เจนกินส์ เพื่อพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนใน 6 เดือนแรกของปี 2549 ทำการเปรียบเทียบตัวแบบพยากรณ์ทั้งสอง โดยพิจารณาจากค่า MSE ผลการศึกษาพบว่าวิธีของวินเตอร์ เป็นวิธีการที่เหมาะสมกับลักษณะของข้อมูลมากกว่าวิธีของบอกซ์-เจนกินส์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับตัวแบบการถดถอย

กณิกนันต์ (2538) ศึกษาตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นแบบ Robust เพื่อพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังประเทศผู้นำเข้า (Y) โดยมีตัวแปรอิสระคือ ราคาส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยไปยังผู้นำเข้า (X1) ราคาส่งออกไม้ตัดดอกอื่นๆ ของไทยไปยังประเทศผู้นำเข้า (X2) ผลิตภัณฑ์ประชาชาติเบื้องต้นของประเทศผู้นำเข้า (X3) และตัวแปรดัมมี่ที่แสดงฤดูกาลรายไตรมาสที่ 2, 3, 4 ของปี (D1, D2, D3) ตามลำดับโดยเปรียบเทียบกับไตรมาสที่ 1 วิธีที่นำมาใช้ในการศึกษาคือ Winsorize และวิธี Maximum Likelihood Estimate โดยใช้ t-likelihood ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์เป็นข้อมูลปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของไทย ซึ่งเป็นข้อมูลรายไตรมาสระหว่างปี พ.ศ. 2525-2535 จากกรมศุลกากร ผลการศึกษาพบว่าตัวแบบที่ได้จากวิธี Winsorize และวิธี Maximum likelihood estimate โดยใช้ t-likelihood จะแตกต่างจากวิธีกำลังสองน้อยที่สุดพอสมควร โดยทั้งสองวิธีให้น้ำหนักข้อมูลที่เป็นค่าผิดปกติน้อยกว่าวิธีกำลังสองน้อยที่สุด

น้อมจิต (2551) ทำการศึกษาเพื่อหาตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนในภาคกลางของประเทศไทย โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบพหุ (Multiple Linear Regression Analysis) ในการวิเคราะห์สารประกอบอุตุนิยมวิทยา ที่เก็บรวบรวมโดยกรมอุตุนิยมวิทยาตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2539 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2548 โดยใช้วิธีการเลือกตัวแปรอิสระที่ต่างกัน 3 วิธี คือวิธีลดตัวแปรอิสระ (Backward Elimination Procedure) วิธีเพิ่มตัวแปรอิสระ (Forward Selection Procedure) และวิธีเพิ่มตัวแปรอิสระแบบขั้นตอน (Stepwise Regression Procedure) โดยเลือกตัวแบบที่ไม่มีปัญหา Multicollinearity ที่ให้ค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (R^2) สูงที่สุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ข้อมูลที่นำมาศึกษา คือ ข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนและสารประกอบอุตุนิยมวิทยาที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการเกิดฝนทั้งหมด 9 ตัว จาก 6 ภาคของประเทศไทย ที่กรมอุตุนิยมวิทยาทำการรวบรวมจากสถานีตรวจอากาศกว่า 120 สถานีทั่วประเทศ

2. การวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูล ใช้โปรแกรม SAS และโปรแกรม SPSS สำหรับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

วิธีการ

การศึกษาตัวแบบการถดถอยแบบแกร่ง โดยที่ข้อมูลที่นำมาศึกษามีการถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันถ่วงน้ำหนัก 2 ฟังก์ชัน ได้แก่ ฟังก์ชันถ่วงน้ำหนักของฮูเบอร์และฟังก์ชันถ่วงน้ำหนักของไบสแควร์ โดยมีตัวแปรที่นำมาศึกษาดังต่อไปนี้

ตัวแปรตาม ปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือน (Rain)

ตัวแปรอิสระ
1. ความกดอากาศเฉลี่ยต่อเดือน (Pressure)
2. อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยต่อเดือน (Maxtemp)
3. อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยต่อเดือน (Mintemp)
4. อุณหภูมิจุดน้ำค้างเฉลี่ยต่อเดือน (Dew_Ptemp)
5. ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยต่อเดือน (Rela_humi
6. ระยะทัศนวิสัยโดยเฉลี่ยต่อเดือน (Visibility)
7. จำนวนเมฆเฉลี่ยต่อเดือน (Cloud)
8. ความเร็วลมเฉลี่ยต่อเดือน (Wind)
9. ปริมาณน้ำระเหยเฉลี่ยต่อเดือน (Pan_Eva)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประเทศไทยตอนบนมี 3 ฤดูคือ ฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาว ประกอบด้วยพื้นที่ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออก ซึ่งมีตัวแปรดัมมี่แสดงฤดูกาลดังนี้

$$S1 = \begin{cases} 0 & \text{เมื่อเป็นฤดูอื่นๆ} \\ 1 & \text{เมื่อเป็นฤดูร้อน (ตั้งแต่กลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม)} \end{cases}$$

$$S2 = \begin{cases} 0 & \text{เมื่อเป็นฤดูอื่นๆ} \\ 1 & \text{เมื่อเป็นฤดูฝน (ตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม)} \end{cases}$$

ประเทศไทยตอนล่างมี 2 ฤดูคือ ฤดูร้อนและฤดูฝน ประกอบด้วยพื้นที่ภาคใต้ฝั่งตะวันออก และภาคใต้ฝั่งตะวันตก ซึ่งมีตัวแปรดัมมี่แสดงฤดูกาลดังนี้

$$S = \begin{cases} 0 & \text{เมื่อเป็นฤดูร้อน (ตั้งแต่กลางเดือนธันวาคม ถึงกลางเดือนเมษายน)} \\ 1 & \text{เมื่อเป็นฤดูฝน (ตั้งแต่กลางเดือนเมษายน ถึงกลางเดือนธันวาคม)} \end{cases}$$

ขั้นตอนในการสร้างตัวแบบมีดังนี้

1. การเตรียมข้อมูลเพื่อสร้างตัวแบบ

1.1 แบ่งข้อมูลที่นำมาศึกษาออกเป็น 2 ส่วน

ส่วนที่ 1 คือ ข้อมูลสำหรับสร้างตัวแบบเป็นข้อมูลในช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2540 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2550 โดยแบ่งเป็น 3 ขนาดคือ

ข้อมูลย้อนหลังขนาด 36 เดือน (พ.ศ. 2548 - 2550)
ข้อมูลย้อนหลังขนาด 60 เดือน (พ.ศ. 2546 - 2550)
ข้อมูลย้อนหลังขนาด 132 เดือน (พ.ศ. 2540 - 2550)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ส่วนที่ 2 คือ ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551 เป็นข้อมูลสำหรับตรวจสอบความแม่นยำระหว่างผลที่ได้จากค่าพยากรณ์ล่วงหน้า 12 เดือนจากตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมจากการวิเคราะห์ข้อมูลย้อนหลังขนาด 36 เดือน 60 เดือนและ 132 เดือน

1.2 การตรวจสอบลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อมูลในส่วนที่ 1 ว่ามีส่วนประกอบของแนวโน้มและ/หรือการผันแปรของฤดูกาลหรือไม่ โดยใช้วิธีวิเคราะห์การถดถอย ซึ่งมีขั้นตอนในการตรวจสอบดังนี้

ขั้นที่ 1 การตรวจสอบอนุกรมเวลาว่ามีส่วนประกอบเนื่องจากอิทธิพลของแนวโน้มหรือไม่ พิจารณาจาก t-test

ขั้นที่ 2 การตรวจสอบอนุกรมเวลาว่ามีส่วนประกอบเนื่องจากการผันแปรตามฤดูกาลหรือไม่ เมื่ออนุกรมเวลามีส่วนประกอบเนื่องจากอิทธิพลของแนวโน้ม พิจารณาจาก F-test

ขั้นที่ 3 การตรวจสอบอนุกรมเวลาว่ามีส่วนประกอบเนื่องจากการผันแปรตามฤดูกาลหรือไม่ เมื่ออนุกรมเวลาไม่มีส่วนประกอบเนื่องจากอิทธิพลของแนวโน้ม พิจารณาจาก F-test

1.3 การขจัดอิทธิพลของฤดูกาลออกจากข้อมูลโดยใช้วิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยแตกต่างกัน 4 กรณีดังนี้

กรณีที่ 1 คือ ข้อมูลจริงที่ไม่ได้ปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ย

กรณีที่ 2 คือ ข้อมูลจริงที่มีการปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 3 เดือน

กรณีที่ 3 คือ ข้อมูลจริงที่มีการปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 4 เดือน

กรณีที่ 4 คือ ข้อมูลจริงที่มีการปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 6 เดือน

2. การตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามและตัวแปรอิสระ

การตรวจสอบความสัมพันธ์เบื้องต้นระหว่างข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนกับสารประกอบอุตุนิยมวิทยาทั้ง 9 ตัวของทั้ง 6 ภาคว่ามีความสัมพันธ์หรือไม่ หากมีความสัมพันธ์กันความสัมพันธ์นั้นจะเป็นความสัมพันธ์แบบเส้นตรงหรือแบบเส้นโค้ง และถ้าความสัมพันธ์เป็นแบบเส้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โค้งก็จะทำการแปลงเพื่อให้ความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง โดยจะพิจารณาจากแผนภาพการกระจาย (Scatter plot) ระหว่างตัวแปรทีละคู่

3. การตรวจสอบปัญหา Multicollinearity

การตรวจสอบตัวแปรอิสระที่พิจารณาเข้าตัวแบบมีความสัมพันธ์กันเองสูงหรือไม่ (Multicollinearity) พิจารณาจากค่า Variance Inflation Factor (VIF) โดยตัวแปรอิสระที่ให้ค่า VIF สูงกว่า 10 จะถือว่าตัวแปรอิสระตัวนั้นทำให้เกิดปัญหา Multicollinearity และจะไม่ถูกพิจารณาเข้าตัวแบบ (วิรัชช, 2549)

4. การถ่วงน้ำหนักข้อมูลที่นำมาศึกษา ด้วยฟังก์ชันถ่วงน้ำหนัก 2 ฟังก์ชัน คือ

4.1 ฟังก์ชันถ่วงน้ำหนักของฮูเบอร์
4.2 ฟังก์ชันถ่วงน้ำหนักของไบสแควร์

5. การเลือกตัวแปรอิสระเข้าในตัวแบบ และการสร้างตัวแบบการถดถอย

การเลือกตัวแปรอิสระเข้าในตัวแบบการถดถอยใช้วิธี Stepwise เพื่อสร้างตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นเมื่อข้อมูลไม่ถ่วงน้ำหนัก ตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ใช้ฟังก์ชันถ่วงน้ำหนัก 2 ฟังก์ชัน คือ ฟังก์ชันถ่วงน้ำหนักของฮูเบอร์และฟังก์ชันถ่วงน้ำหนักของไบสแควร์

6. การตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบ

6.1 ตรวจสอบการแจกแจงแบบปกติของ Residual พิจารณาจาก Normal Probability Plot
6.2 ตรวจสอบความเป็นอิสระของความคลาดเคลื่อน จาก Durbin – Watson test
6.3 ตรวจสอบความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนว่ามีค่าคงที่หรือไม่ พิจารณาจากการพล็อตกราฟระหว่าง Residual กับค่าพยากรณ์ของ Y

7. ความแม่นยำของการพยากรณ์จากตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นที่ไม่ถ่วงน้ำหนัก ตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันของฮูเบอร์ และตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำ-

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หนักด้วยฟังก์ชันของไบสแควร์ ตัวแบบที่ให้ค่า Mean Square Error (MSE) ต่ำกว่า เป็นตัวแบบที่เหมาะสมกว่า

8. หาค่าพยากรณ์ล่วงหน้า 12 เดือน (ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551) จากตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมจากทั้ง 3 ตัวแบบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลและวิจารณ์

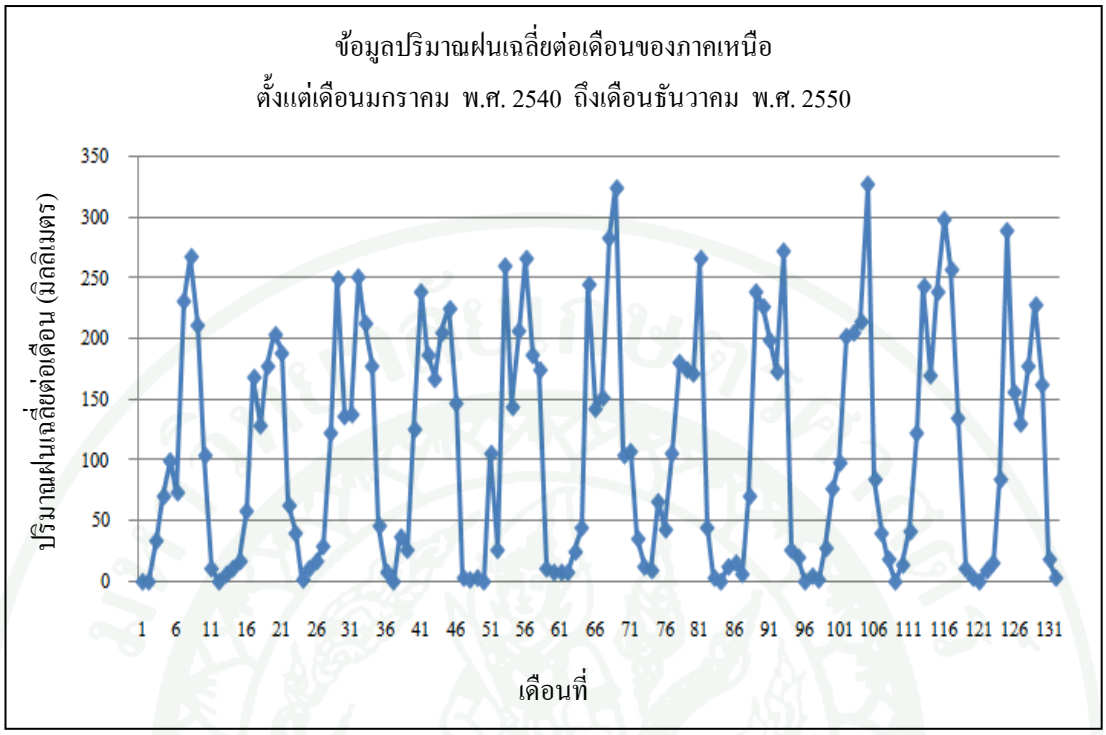
ผลการพัฒนาตัวแบบการถดถอยสำหรับพยากรณ์ปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือน 3 ตัวแบบ คือ ตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นเมื่อข้อมูลที่นำมาศึกษาไม่ถ่วงน้ำหนัก ตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ใช้ฟังก์ชันถ่วงน้ำหนักของฮูเบอร์ และตัวแบบการถดถอยแบบแแกร่งที่ใช้ฟังก์ชันถ่วงน้ำหนักของไบสแควร์ โดยแยกตามภาคต่างๆ 6 ภาค ได้แก่ ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคใต้ฝั่งตะวันออก และภาคใต้ฝั่งตะวันตก

1. ผลการตรวจสอบลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือน

ตารางที่ 2 ผลการตรวจสอบการเคลื่อนไหวของข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนของภาคต่างๆ

ข้อมูลปริมาณฝน	การตรวจสอบข้อมูลอนุกรมเวลา					
	แนวโน้ม		แนวโน้มและฤดูกาล		ฤดูกาล	
	t-stat.	P-value	F-stat.	P-value	F-stat.	P-value
ภาคเหนือ	1.349	0.180	-	-	60.445	0.000
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	-0.543	0.588	-	-	55.780	0.000
ภาคกลาง	0.373	0.000	13.647	0.000	-	-
ภาคตะวันออก	0.243	0.808	-	-	56.966	0.000
ภาคใต้ฝั่งตะวันออก	-0.429	0.669	-	-	14.891	0.000
ภาคใต้ฝั่งตะวันตก	-0.315	0.753	-	-	42.280	0.000

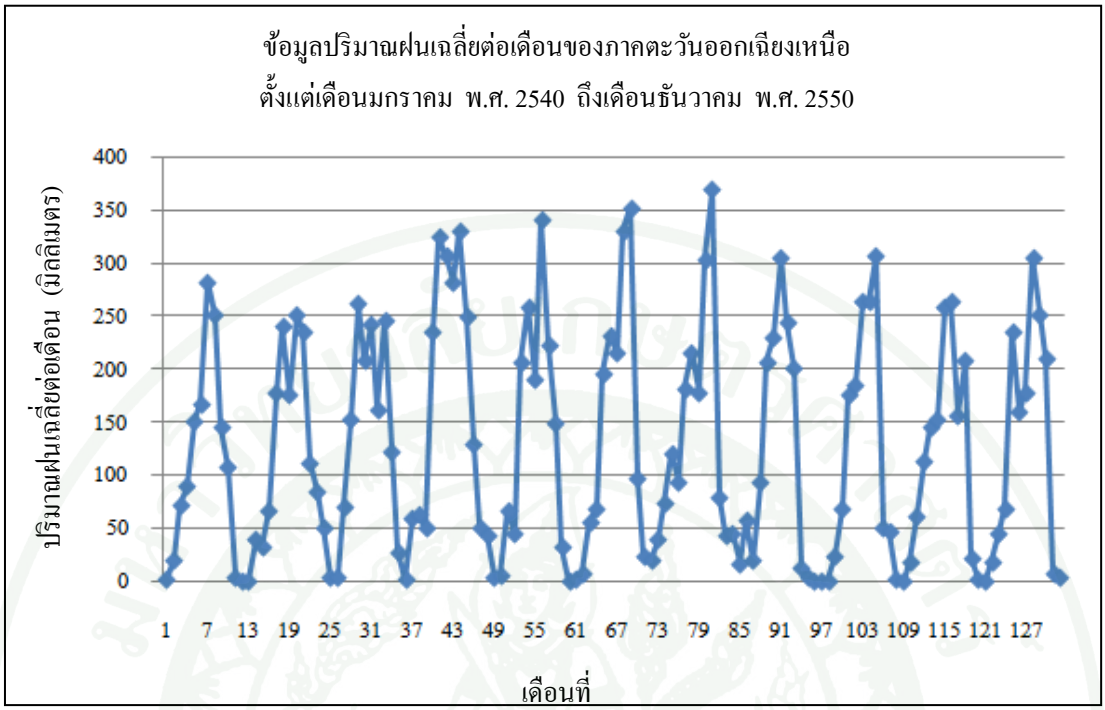
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 4 การเคลื่อนไหวของข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนของภาคเหนือ

จากภาพที่ 4 และตารางที่ 2 เมื่อตรวจสอบการเคลื่อนไหวของข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนของภาคเหนือด้วยวิธีวิเคราะห์การถดถอย พบว่าข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนของภาคเหนือมีการเคลื่อนไหวเนื่องจากส่วนประกอบของการผันแปรตามฤดูกาล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (F-test = 60.445 และ P-value = 0.000)

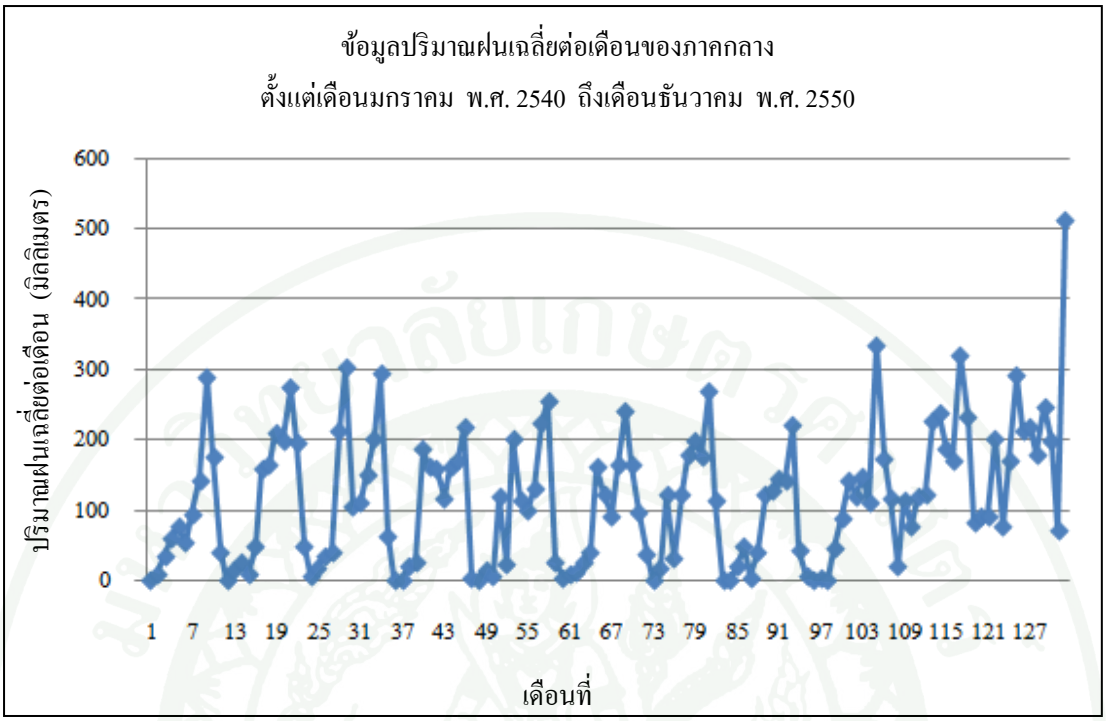
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 5 การเคลื่อนไหวของข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ภาพที่ 5 และตารางที่ 2 เมื่อตรวจสอบการเคลื่อนไหวของข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือด้วยวิธีวิเคราะห์การถดถอย พบว่าข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีการเคลื่อนไหวเนื่องจากส่วนประกอบของการผันแปรตามฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (F-test = 57.780 และ P-value = 0.000)

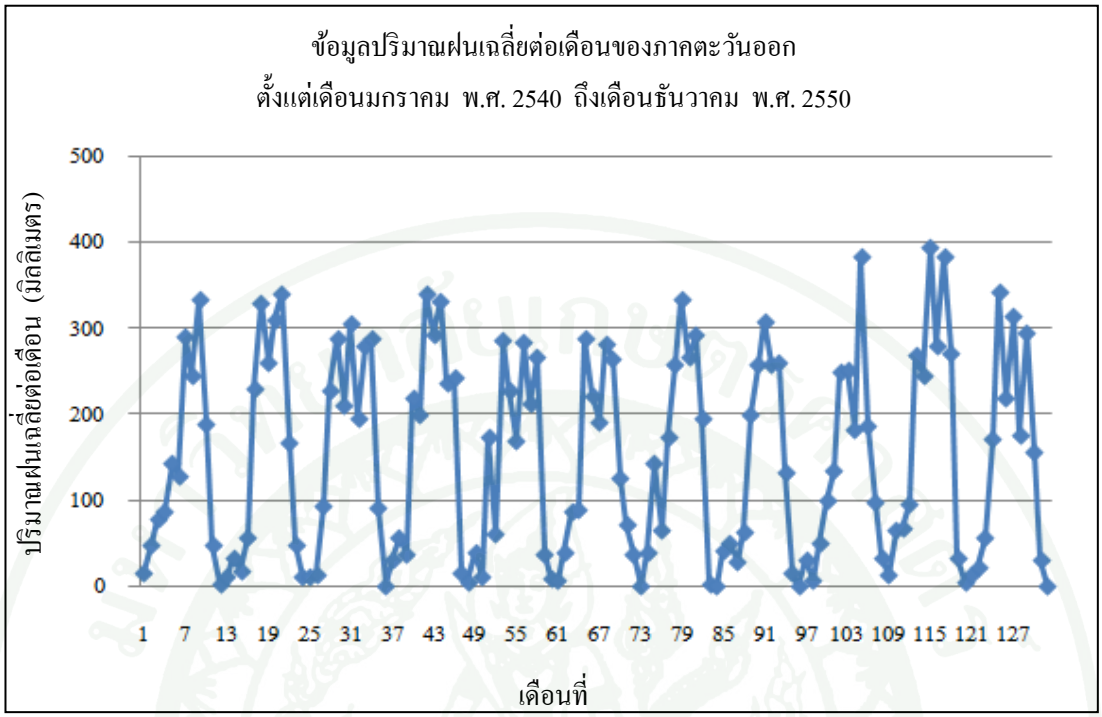
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 6 การเคลื่อนไหวของข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนของภาคกลาง

จากภาพที่ 6 และตารางที่ 2 เมื่อตรวจสอบการเคลื่อนไหวของข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนของภาคกลางด้วยวิธีวิเคราะห์การถดถอย พบว่าข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนของภาคกลางมีการเคลื่อนไหวเนื่องจากส่วนประกอบของแนวโน้มและการผันแปรตามฤดูกาล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (F-test = 13.647 และ P-value = 0.000)

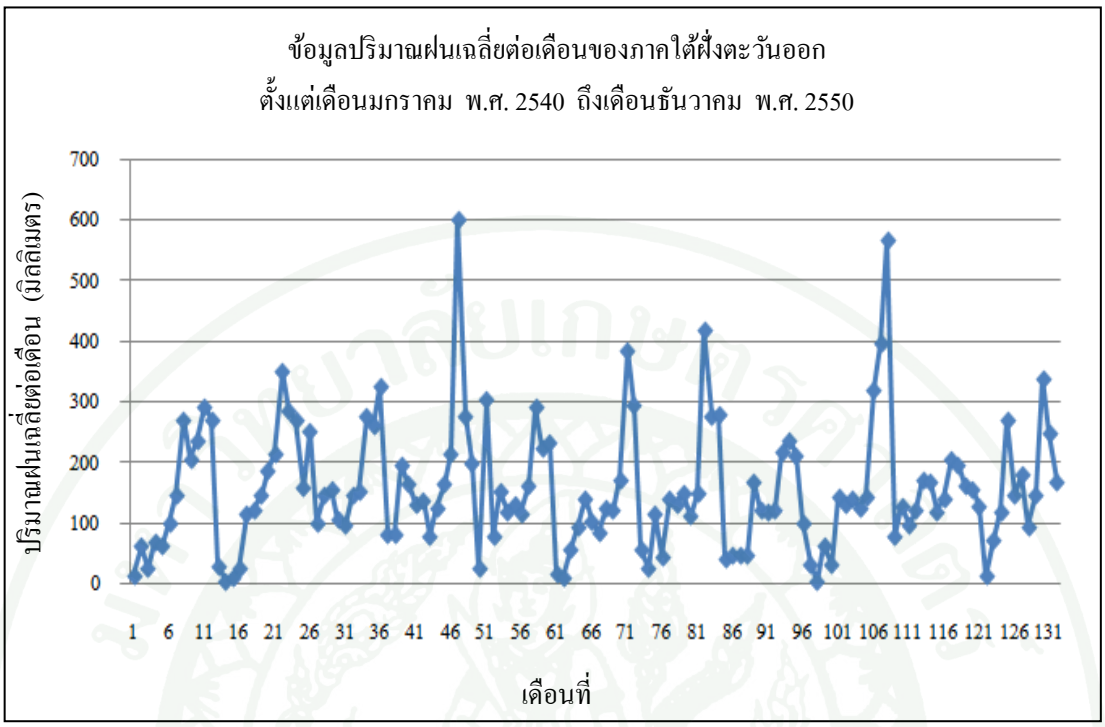
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 7 การเคลื่อนไหวของข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนของภาคตะวันออก

จากภาพที่ 7 และตารางที่ 2 เมื่อตรวจสอบการเคลื่อนไหวของข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนของภาคตะวันออกด้วยวิธีวิเคราะห์การถดถอย พบว่าข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนของภาคตะวันออกมีการเคลื่อนไหวเนื่องจากส่วนประกอบของการผันแปรตามฤดูกาล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (F-test = 56.966 และ P-value = 0.000)

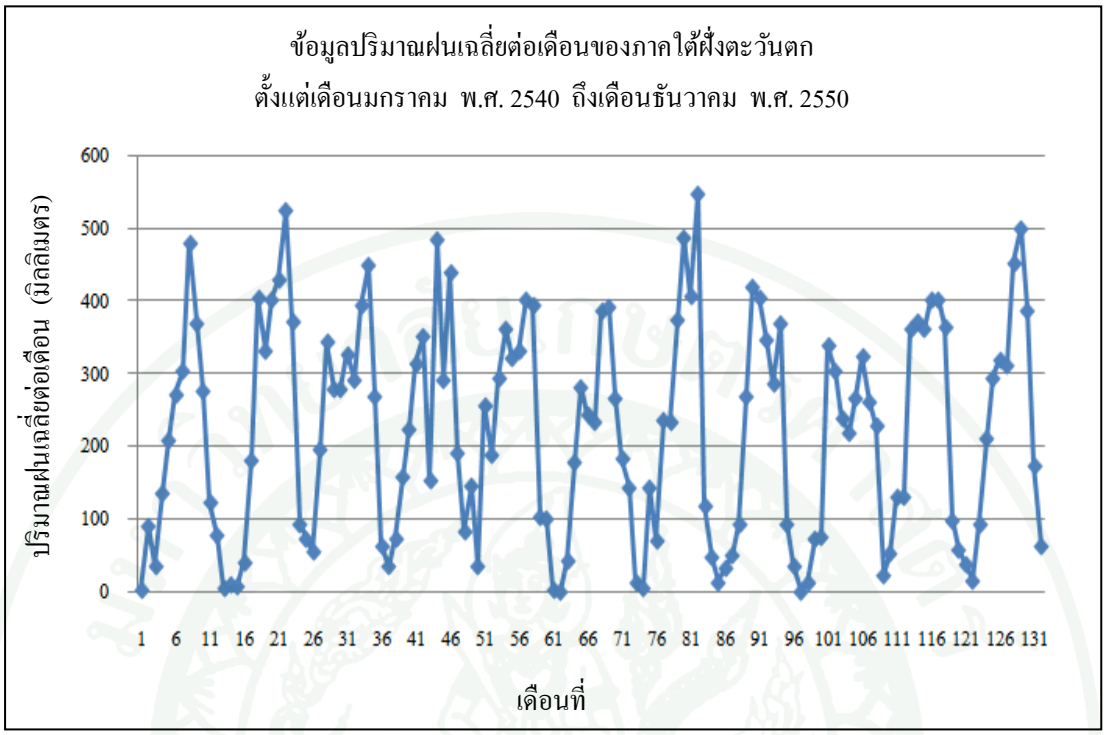
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 8 การเคลื่อนไหวของข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนของภาคใต้ฝั่งตะวันออก

จากภาพที่ 8 และตารางที่ 2 เมื่อตรวจสอบการเคลื่อนไหวของข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนของภาคใต้ฝั่งตะวันออกด้วยวิธีวิเคราะห์การถดถอย พบว่าข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนของภาคใต้ฝั่งตะวันออกมีการเคลื่อนไหวเนื่องจากส่วนประกอบของการผันแปรตามฤดูกาล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (F-test = 14.891 และ P-value = 0.000)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



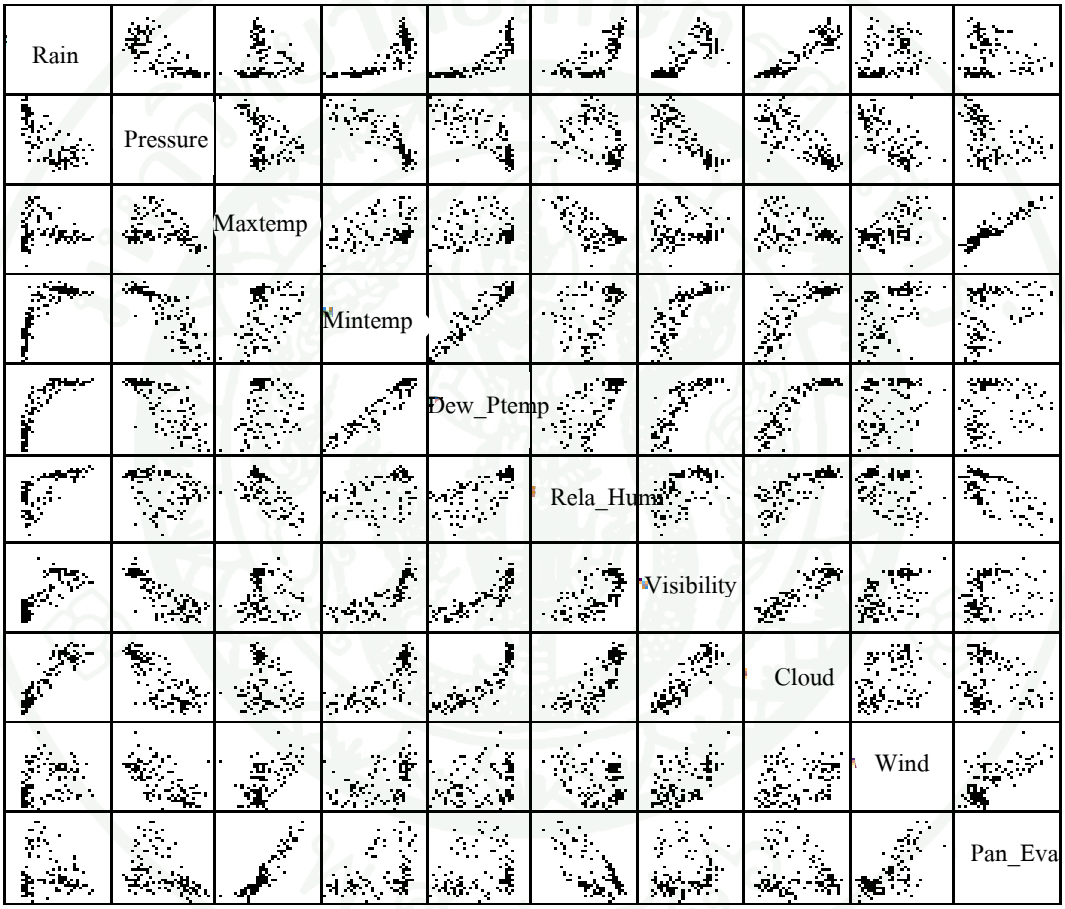
ภาพที่ 9 การเคลื่อนไหวของข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนของภาคใต้ฝั่งตะวันตก

จากภาพที่ 9 และตารางที่ 2 เมื่อตรวจสอบการเคลื่อนไหวของข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนของภาคใต้ฝั่งตะวันตกด้วยวิธีวิเคราะห์การถดถอย พบว่าข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนของภาคใต้ฝั่งตะวันตกมีการเคลื่อนไหวเนื่องจากส่วนประกอบของการผันแปรตามฤดูกาล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (F-test = 42.280 และ P-value = 0.000)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. การตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างสารประกอบอุตุนิยมวิทยาทั้ง 10 ตัว

การตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนกับสารประกอบอุตุนิยมวิทยาที่จัดให้เป็นตัวแปรอิสระทั้ง 9 ตัวของทั้ง 6 ภาค จะพิจารณาจากแผนภาพการกระจายและค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแต่ละคู่ดังนี้



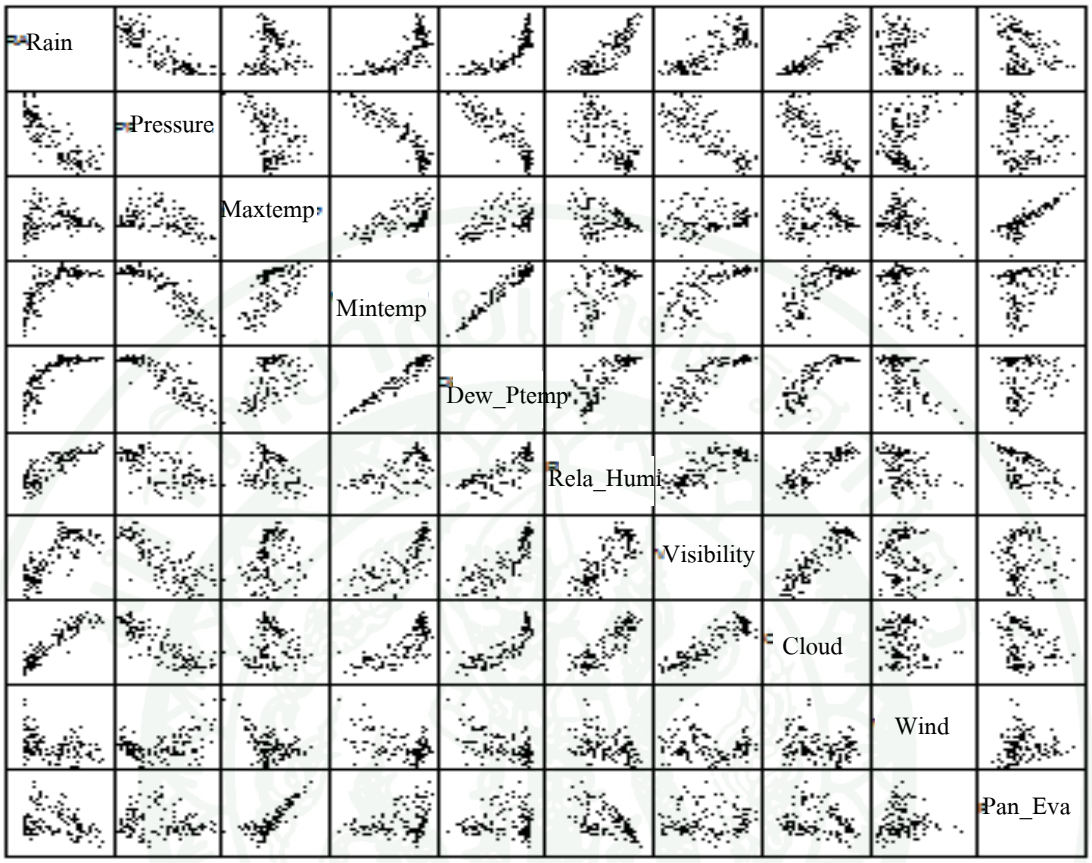
ภาพที่ 10 แผนภาพการกระจายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสารประกอบอุตุนิยมวิทยาของภาค-เหนือ

จากภาพที่ 10 พบว่าข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนของภาคเหนือ (Rain) มีความสัมพันธ์ที่เป็นเส้นตรงกับจำนวนเมฆเฉลี่ยต่อเดือน (Cloud) ส่วนสารประกอบอุตุนิยมวิทยาที่เหลืออีก 8 ตัว มีความสัมพันธ์ที่ไม่เป็นเส้นตรงกับข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือน (Rain) โดยแสดงระดับความสัมพันธ์ระหว่างสารประกอบอุตุนิยมวิทยาทั้ง 10 ตัว ของภาคเหนือไว้ในตารางที่ 3

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างสารประกอบอุตุนิยมวิทยาของภาคเหนือ

	Rain	Pressure	Maxtemp	Mintemp	Dew_Ptemp	Rela_Humi	Visibility	Cloud	Wind	Pan_Eva
Rain	1.0000	-0.7342	-0.1278	0.7801	0.8455	0.7153	0.8003	0.9056	0.2815	-0.0693
		< 0.0001	0.1441	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	0.0011	0.4299
Pressure		1.0000	-0.3446	-0.8650	-0.7867	-0.3142	-0.8226	-0.7672	-0.6749	-0.3889
			< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	0.0002	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
Maxtemp			1.0000	0.3048	0.0503	-0.6533	-0.0242	-0.2181	0.5278	0.9356
				0.0004	0.5670	< 0.0001	0.7834	0.0120	< 0.0001	< 0.0001
Mintemp				1.0000	0.9547	0.4774	0.8383	0.8149	0.5349	0.3514
					< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
Dew_Ptemp					1.0000	0.7077	0.8653	0.8900	0.3308	0.0881
						< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	0.0001	0.3150
Rela_Humi						1.0000	0.6249	0.7835	-0.2146	-0.6115
							< 0.0001	< 0.0001	0.0135	< 0.0001
Visibility							1.0000	0.9017	0.5413	0.1074
								< 0.0001	< 0.0001	0.2201
Cloud								1.0000	0.3455	-0.1355
									< 0.0001	0.1214
Wind									1.0000	0.6851
										< 0.0001
Pan_Eva										1.0000



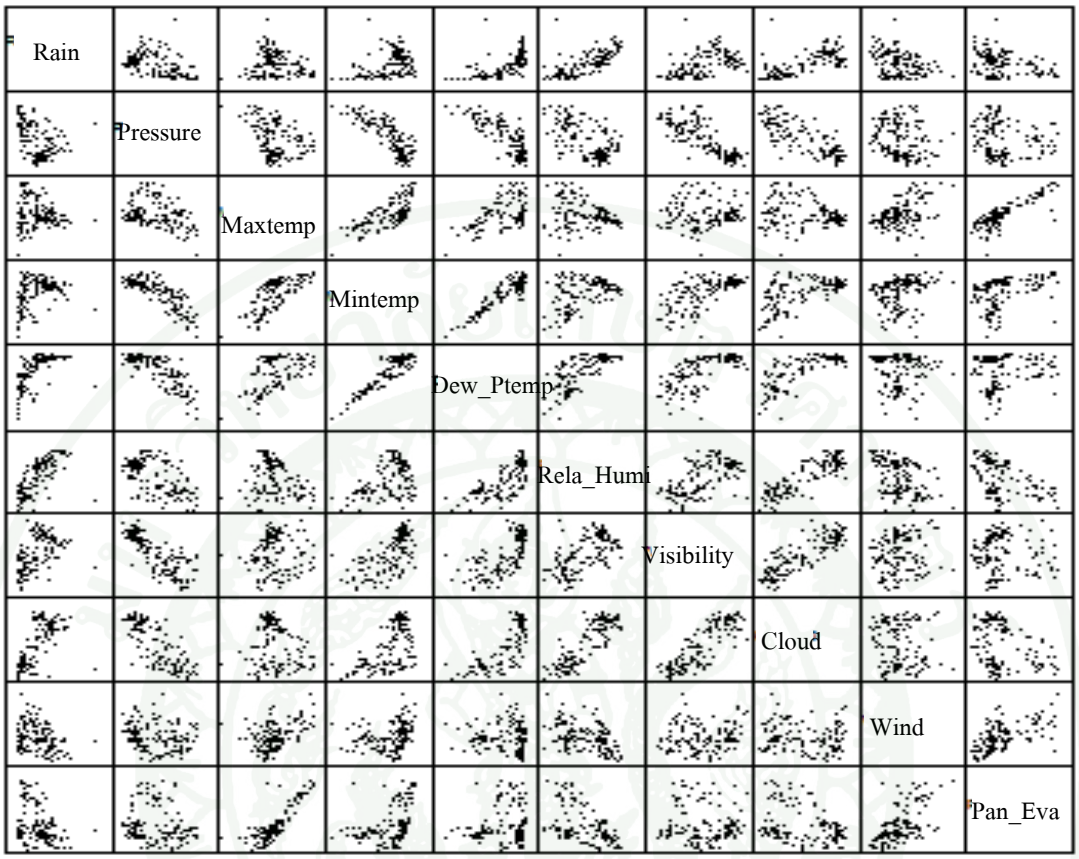
ภาพที่ 11 แผนภาพการกระจายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสารประกอบอุตุนิยมวิทยาของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

จากภาพที่ 11 พบว่าข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (Rain) มีความสัมพันธ์ที่เป็นเส้นตรงกับจำนวนเมฆเฉลี่ยต่อเดือน (Cloud) และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยต่อเดือน (Rela_Humi) ส่วนสารประกอบอุตุนิยมวิทยาที่เหลืออีก 7 ตัว มีความสัมพันธ์ที่ไม่เป็นเส้นตรงกับข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือน (Rain) โดยแสดงระดับความสัมพันธ์ระหว่างสารประกอบอุตุนิยมวิทยาทั้ง 10 ตัว ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือไว้ในตารางที่ 4

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 4 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างสารประกอบอุตุนิยมวิทยาของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

	Rain	Pressure	Maxtemp	Mintemp	Dew_Ptemp	Rela_Humi	Visibility	Cloud	Wind	Pan_Eva
Rain	1.0000	-0.8265	0.0592	0.7394	0.8344	0.8564	0.8085	0.9254	0.3165	-0.2489
		< 0.0001	<0.5001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	0.0002	0.0040
Pressure		1.0000	-0.4602	-0.9002	-0.8920	-0.6322	-0.8241	-0.8509	0.3298	-0.1581
			< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	0.0001	0.0701
Maxtemp			1.0000	0.5980	0.4085	-0.2278	0.1561	0.0410	-0.4028	0.8303
				< 0.0001	< 0.0001	0.0086	0.0738	0.6409	< 0.0001	< 0.0001
Mintemp				1.0000	0.9665	0.6114	0.7842	0.7710	-0.4316	0.2782
					< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	0.0012
Dew_Ptemp					1.0000	0.7864	0.8457	0.8526	-0.4692	0.0541
						< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	0.5382
Rela_Humi						1.0000	0.7740	0.8632	-0.3168	-0.5277
							< 0.0001	< 0.0001	0.0002	< 0.0001
Visibility							1.0000	0.8907	-0.1574	-0.0383
								< 0.0001	0.0715	0.6630
Cloud								1.0000	-0.2132	-0.2302
									0.0141	0.0079
Wind									1.0000	0.0166
										0.8500
Pan_Eva										1.0000



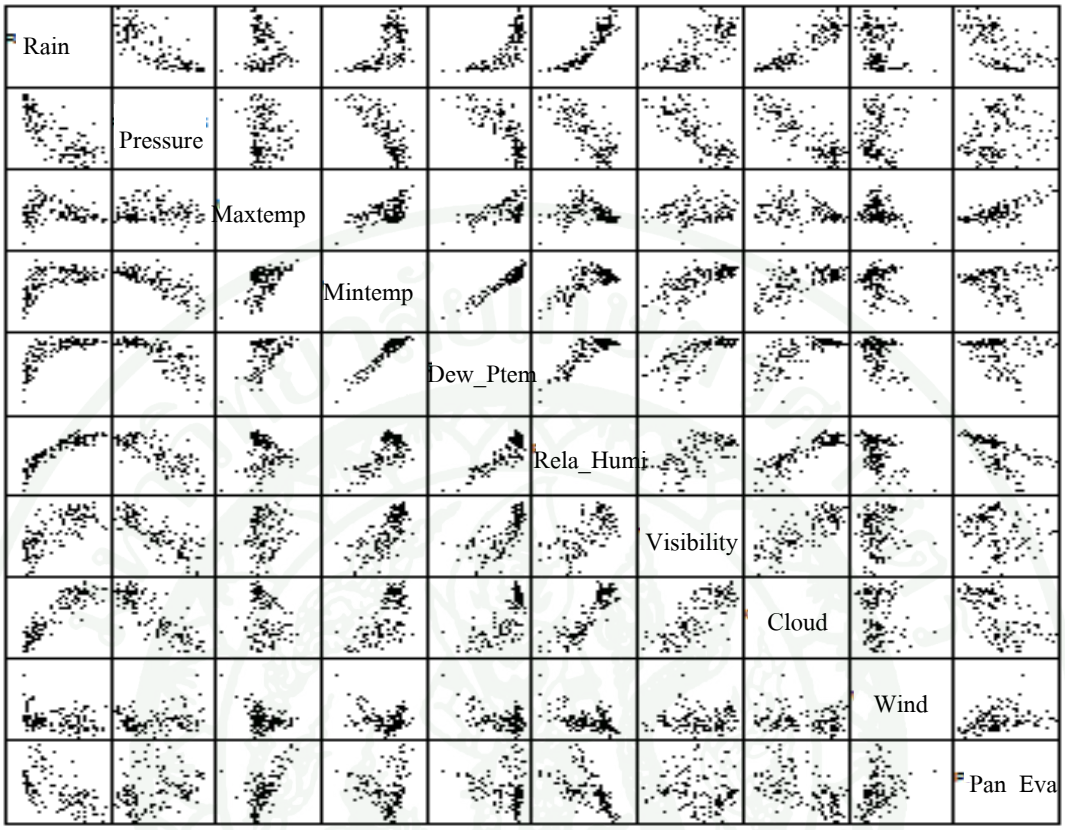
ภาพที่ 12 แผนภาพการกระจายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอุตุนิยมวิทยาของภาคกลาง

จากภาพที่ 12 พบว่าข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนของภาคกลาง (Rain) มีความสัมพันธ์ที่เป็นเส้นตรงกับจำนวนเมฆเฉลี่ยต่อเดือน (Cloud) และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยต่อเดือน (Rela_Humi) ส่วนสารประกอบอุตุนิยมวิทยาที่เหลืออีก 7 ตัว มีความสัมพันธ์ที่ไม่เป็นเส้นตรงกับข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือน (Rain) โดยแสดงระดับความสัมพันธ์ระหว่างสารประกอบอุตุนิยมวิทยาทั้ง 10 ตัว ของภาคกลางไว้ในตารางที่ 5

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างสารประกอบอุตุนิยมวิทยาของภาคกลาง

	Rain	Pressure	Maxtemp	Mintemp	Dew_Ptemp	Rela_Humi	Visibility	Cloud	Wind	Pan_Eva
Rain	1.0000	-0.4852	-0.0840	0.3893	0.6259	0.6900	0.5117	0.6634	-0.3020	-0.2607
		< 0.0001	0.3383	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	0.0004	0.0025
Pressure		1.0000	-0.3618	-0.8287	-0.8187	-0.5785	-0.7974	-0.8001	-0.21922	-0.1654
			< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	0.0116	0.0580
Maxtemp			1.0000	0.6476	0.4103	-0.2380	0.0576	-0.1221	0.4375	0.8381
				< 0.0001	< 0.0001	0.0060	0.5120	0.1630	< 0.0001	< 0.0001
Mintemp				1.0000	0.9170	0.4808	0.6493	0.6189	0.2520	0.3621
					< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	0.0036	< 0.0001
Dew_Ptemp					1.0000	0.7574	0.6972	0.7740	-0.0288	0.0834
						< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	0.7428	0.3420
Rela_Humi						1.0000	0.6325	0.8688	-0.4323	-0.5031
							< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
Visibility							1.0000	0.8449	0.1198	-0.0361
								< 0.0001	0.1713	0.6815
Cloud								1.0000	-0.0974	-0.3188
									0.2664	0.0002
Wind									1.0000	0.5902
										< 0.0001
Pan_Eva										1.0000



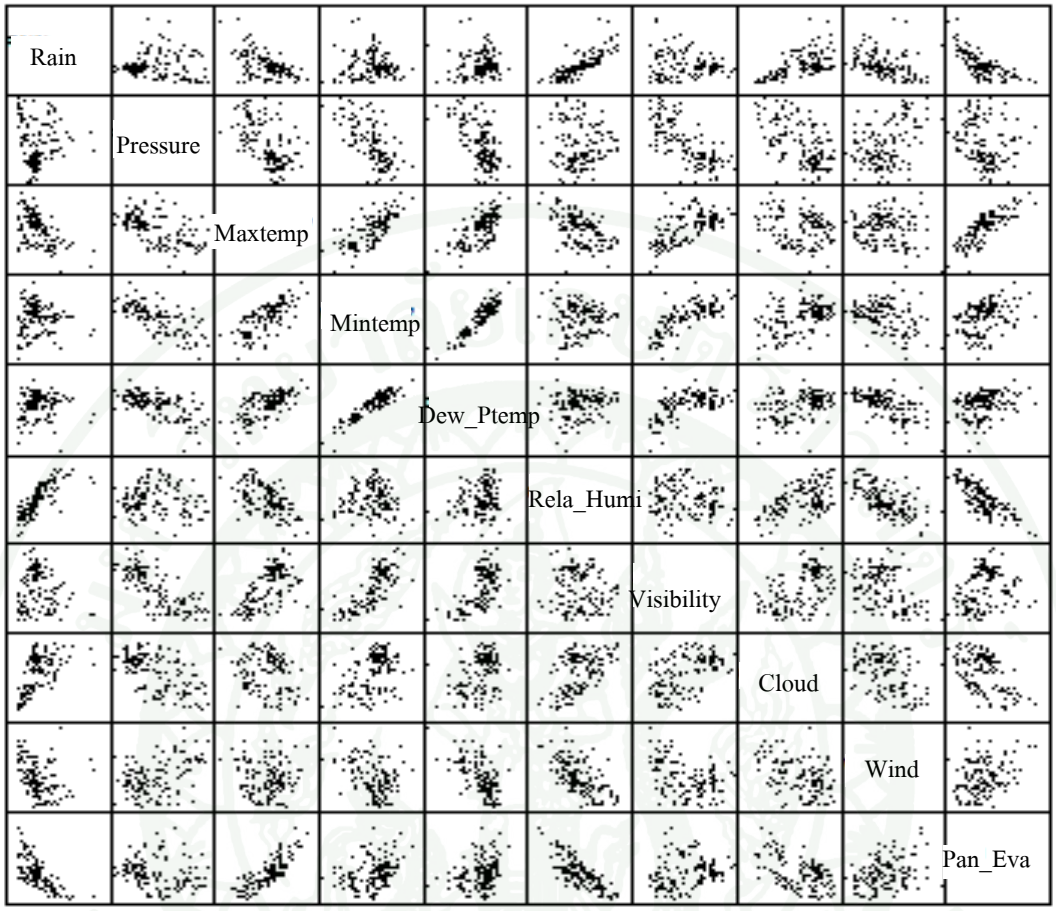
ภาพที่ 13 แผนภาพการกระจายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอุตุนิยมวิทยาของภาคตะวันออก

จากภาพที่ 13 พบว่าข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนของภาคตะวันออก (Rain) มีความสัมพันธ์ที่เป็นเส้นตรงกับจำนวนเมฆเฉลี่ยต่อเดือน (Cloud) ส่วนสารประกอบอุตุนิยมวิทยาที่เหลืออีก 8 ตัว มีความสัมพันธ์ที่ไม่เป็นเส้นตรงกับข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือน (Rain) โดยแสดงระดับความสัมพันธ์ระหว่างสารประกอบอุตุนิยมวิทยาทั้ง 10 ตัวของภาคตะวันออกไว้ในตารางที่ 6

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 6 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างสารประกอบอุตุนิยมวิทยาของภาคตะวันออก

	Rain	Pressure	Maxtemp	Mintemp	Dew_Ptemp	Rela_Humi	Visibility	Cloud	Wind	Pan_Eva
Rain	1.0000	-0.7841	-0.1914	0.6100	0.7354	0.8943	0.7176	0.9014	-0.2727	-0.5660
		< 0.0001	0.0279	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	0.0016	< 0.0001
Pressure		1.0000	-0.0961	-0.7889	-0.7944	-0.7576	-0.8034	-0.8307	0.1040	0.2509
			0.2731	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	0.2353	0.0037
Maxtemp			1.0000	0.5169	0.4025	-0.0603	0.1025	-0.2495	-0.3163	0.6596
				< 0.0001	< 0.0001	0.4924	0.2421	0.0039	0.0002	< 0.0001
Mintemp				1.0000	0.9505	0.7175	0.7040	0.6392	-0.2595	0.0176
					< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	0.0027	0.8416
Dew_Ptemp					1.0000	0.8710	0.7027	0.7237	-0.4593	-0.1925
						< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	0.0270
Rela_Humi						1.0000	-0.6427	-0.8734	-0.4686	-0.5969
							< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
Visibility							1.0000	0.7606	-0.0059	-0.1280
								< 0.0001	0.9464	0.1437
Cloud								1.0000	-0.1308	-0.5655
									0.1350	< 0.0001
Wind									1.0000	0.3086



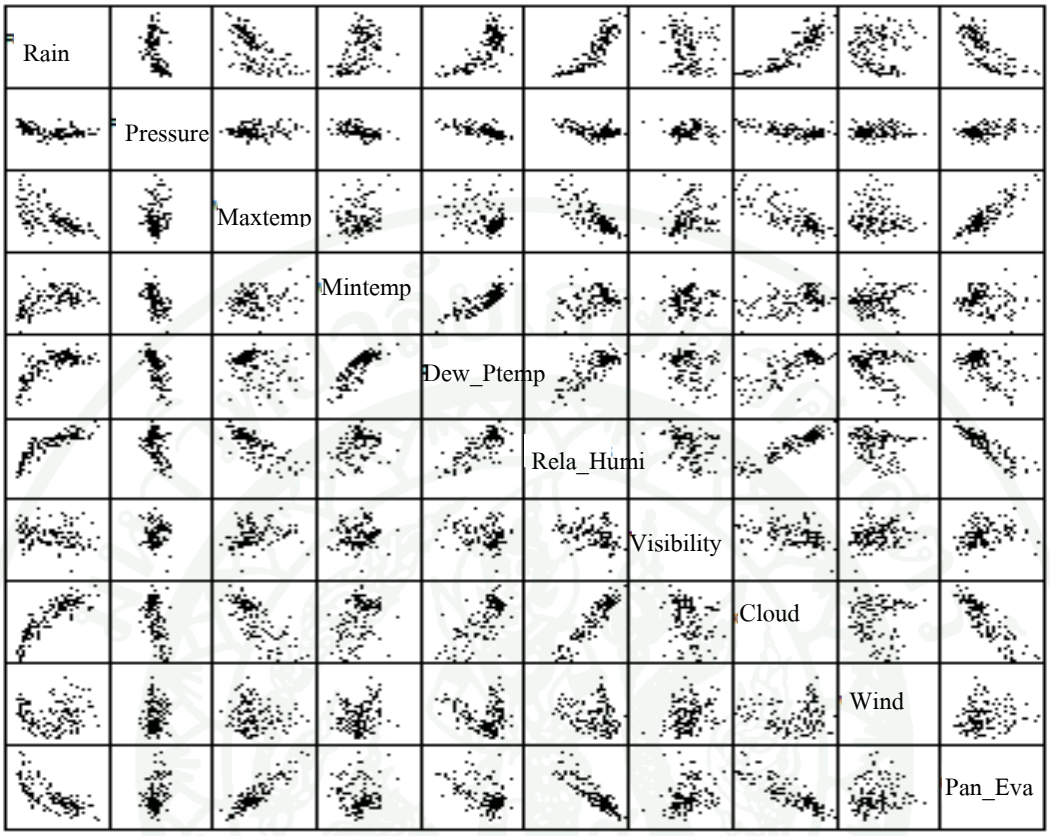
ภาพที่ 14 แผนภาพการกระจายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอุตุนิยมวิทยาของภาคใต้ฝั่งตะวันออก

จากภาพที่ 14 พบว่าข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนของภาคตะวันออก (Rain) มีความ สัมพันธ์ที่เป็นเส้นตรงกับจำนวนเมฆเฉลี่ยต่อเดือน (Cloud) และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยต่อเดือน (Rela_Humi) ส่วนสารประกอบอุตุนิยมวิทยาที่เหลืออีก 7 ตัว มีความสัมพันธ์ที่ไม่เป็นเส้นตรงกับข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือน (Rain) โดยแสดงระดับความสัมพันธ์ระหว่างสารประกอบอุตุนิยมวิทยาทั้ง 10 ตัวของภาคตะวันออกไว้ในตารางที่ 7

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 7 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างสารประกอบอุตุนิยมวิทยาของภาคใต้ฝั่งตะวันออก

	Rain	Pressure	Maxtemp	Mintemp	Dew_Ptemp	Rela_Humi	Visibility	Cloud	Wind	Pan_Eva
Rain	1.0000	-0.0103	-0.5673	0.0273	0.0557	0.7928	-0.1281	0.5458	-0.3327	-0.7131
		0.9063	< 0.0001	0.7557	0.5257	< 0.0001	0.1432	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
Pressure		1.0000	-0.5380	-0.7144	-0.6495	0.0095	-0.7555	-0.5716	0.4167	-0.2275
			< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	0.9136	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	0.0087
Maxtemp			1.0000	0.7374	0.6897	-0.5395	0.6312	-0.1137	-0.1588	0.8273
				< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	0.1943	0.0689	< 0.0001
Mintemp				1.0000	0.9086	-0.0465	0.7838	0.4525	-0.4202	-0.3555
					< 0.0001	0.5962	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
Dew_Ptemp					1.0000	0.1782	0.6592	0.3693	-0.6099	0.2914
						0.0409	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	0.0007
Rela_Humi						1.0000	-0.1024	0.5184	-0.6161	-0.7918
							0.2425	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
Visibility							1.0000	0.5146	0.4049	0.2555
								< 0.0001	< 0.0001	0.0031
Cloud								1.0000	-0.4452	-0.4829
									< 0.0001	< 0.0001
Wind									1.0000	0.2855
										0.0009
Pan_Eva										1.0000



ภาพที่ 15 แผนภาพการกระจายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอุตุนิยมวิทยาของภาคใต้ฝั่งตะวันตก

จากภาพที่ 15 พบว่าข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนของภาคใต้ฝั่งตะวันตก (Rain) มีความสัมพันธ์ที่ไม่เป็นเส้นตรงกับสารประกอบอุตุนิยมวิทยาที่จัดให้เป็นตัวแปรอิสระทั้ง 9 โดยแสดงระดับความสัมพันธ์ระหว่างสารประกอบอุตุนิยมวิทยาทั้ง 10 ตัวของภาคใต้ฝั่งตะวันตกไว้ในตารางที่ 8

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 8 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างสารประกอบอุตุนิยมวิทยาของภาคใต้ฝั่งตะวันตก

	Rain	Pressure	Maxtemp	Mintemp	Dew_Ptemp	Rela_Humi	Visibility	Cloud	Wind	Pan_Eva
Rain	1.0000	-0.4530	-0.6294	0.4457	0.7345	0.8685	-0.2398	0.8733	0.0608	-0.7459
		< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	0.0056	< 0.0001	0.4890	< 0.0001
Pressure		1.0000	0.1408	-0.5611	-0.6570	-0.4539	0.0312	-0.5362	0.0667	0.3507
			0.1075	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	0.7224	< 0.0001	0.4472	< 0.0001
Maxtemp			1.0000	0.1519	-0.2047	-0.7598	0.2154	-0.7463	-0.1354	0.8901
				0.0820	0.0185	< 0.0001	0.0131	< 0.0001	0.1216	< 0.0001
Mintemp				1.0000	0.8244	0.3210	0.0580	0.4088	0.1354	-0.1174
					< 0.0001	0.0002	0.5092	< 0.0001	0.1216	0.1800
Dew_Ptemp					1.0000	0.7424	-0.1614	0.7228	-0.1496	-0.4924
						< 0.0001	0.0645	< 0.0001	0.0870	< 0.0001
Rela_Humi						1.0000	-0.3219	0.9266	-0.1869	-0.8871
							0.0002	< 0.0001	0.0319	< 0.0001
Visibility							1.0000	-0.3337	0.2585	0.2695
								< 0.0001	0.0028	0.0018
Cloud								1.0000	-0.0217	-0.8719
									0.8053	< 0.0001
Wind									1.0000	0.0675

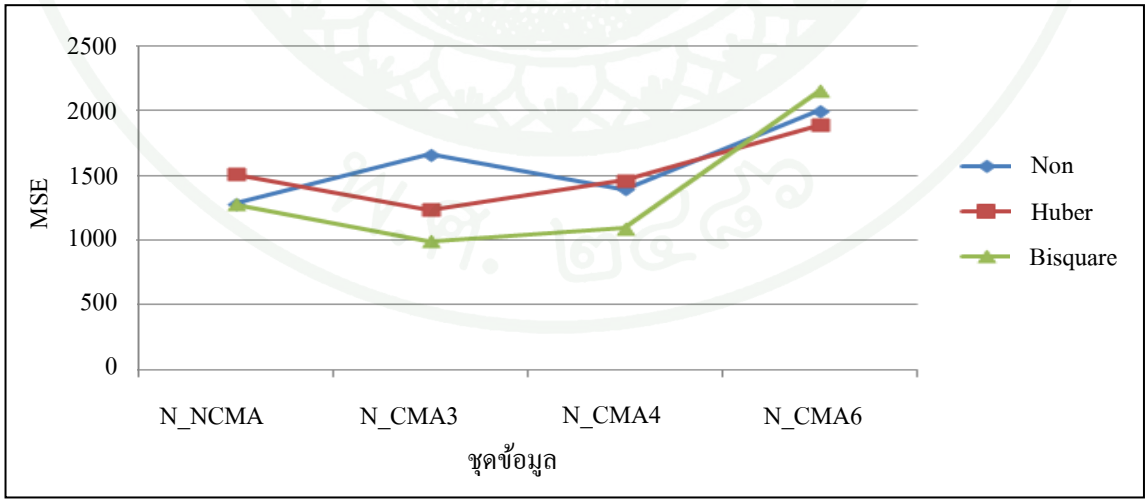
3. ตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมของทั้ง 6 ภาค

3.1 ตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมของภาคเหนือ

3.1.1 ตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมจากการวิเคราะห์ข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือนของภาคเหนือ (พ.ศ. 2548 - 2550)

ตารางที่ 9 ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบ เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือนของภาคเหนือ

ชุดข้อมูล	ค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSE)		
	ไม่ถ่วงน้ำหนัก	ถ่วงน้ำหนัก	
	(Non)	Huber	Bisquare
N_NCMA	1434.203	1509.250	1273.859
N_CMA3	1660.866	1232.892	992.599
N_CMA4	1392.744	1463.339	1091.812
N_CMA6	1998.435	1888.176	2153.138



ภาพที่ 16 ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบ เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือนของภาคเหนือ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 9 และภาพที่ 16 พบว่าเมื่อข้อมูลมีการปรับด้วยวิธีเดียวกัน การถ่วงน้ำหนักข้อมูลด้วยฟังก์ชันของไบสแควร์ให้ค่า MSE ของตัวแบบต่ำสุดเกือบทุกกรณี โดยเฉพาะกรณีที่ปรับข้อมูลด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 3 เดือน (N_CMA3) ยกเว้นกรณีที่ข้อมูลมีการปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 6 เดือน (N_CMA6) ตัวแบบที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันของฮูเบอร์ให้ค่า MSE ต่ำกว่า

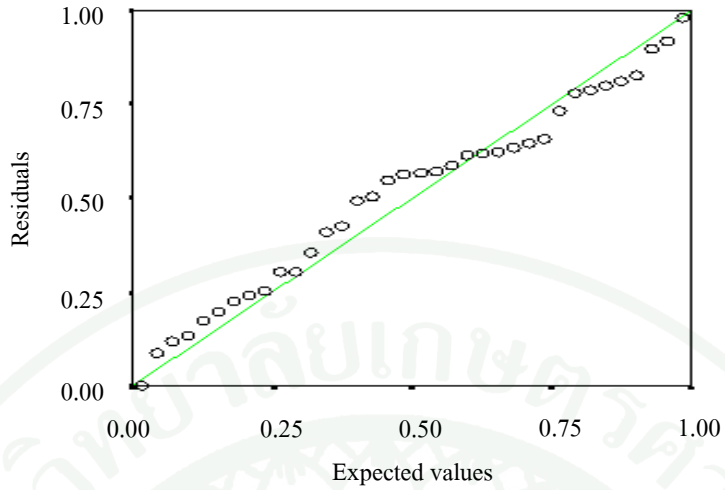
ตารางที่ 10 ตัวแปรอิสระและค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันของไบสแควร์กรณีข้อมูลปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 3 เดือนจากการศึกษาข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือนของภาคเหนือ

Variable	Parameter Est.	Std. Error	t-test	P-value	Collinearity (VIF)
Constant	-11445.7	4979.354	-2.299	0.029	
S1	-7.715	19.502	-0.396	0.695	2.586
S2	38.445	28.329	1.357	0.185	7.075
Cloud	24.541	5.009	4.899	0.000	5.837
$e^{Mintemp}$	-2.59×10^{-9}	0.000	-3.221	0.003	5.253
$(Pressure)^{-1}$	1.2×10^{7}	5049767	2.288	0.029	8.592

จากตารางที่ 10 พบว่าตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมจากการวิเคราะห์ข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือน คือตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันของไบสแควร์ที่ปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 3 เดือน (N_CMA3) ซึ่งให้ค่า MSE ต่ำที่สุดเท่ากับ 992.599 โดยตัวแบบที่ได้ให้ค่า R^2 เท่ากับ 0.886 และค่า R_a^2 เท่ากับ 0.868 ซึ่งให้ตัวแบบสำหรับพยากรณ์ดังนี้

$$Rain = -11445.7 - 7.715 \cdot S1 + 38.445 \cdot S2 + 24.541 \cdot Cloud - 2.59 \times 10^{-9} \cdot e^{Mintemp} + 1.2 \times 10^{7} \cdot (Pressure)^{-1}$$

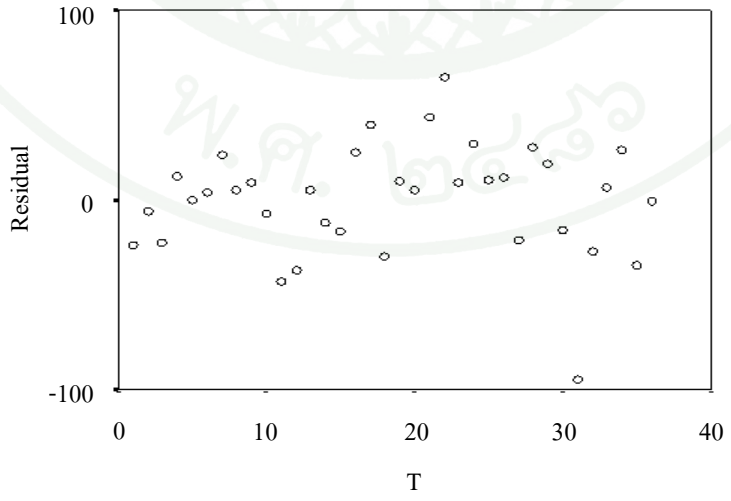
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 17 Normal probability plot ระหว่าง Residual กับ Expected values จากตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมของภาคเหนือ เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือน

จากภาพที่ 17 จะเห็นว่าจุดต่างๆ ที่พล็อตมีลักษณะการเรียงที่ใกล้เคียงเส้นตรง จึงสรุปได้ว่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบการถดถอยมีการแจกแจงแบบปกติ

เมื่อทำการทดสอบความเป็นอิสระของความคลาดเคลื่อนโดยใช้การทดสอบของ Durbin-Watson พบว่าให้ค่าเท่ากับ 1.430 ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง $d_L = 1.175$ กับ $d_U = 1.799$ ซึ่งเป็นบริเวณที่ไม่สามารถสรุปได้ว่าค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบเป็นอิสระกัน



ภาพที่ 18 การพล็อตระหว่าง Residual กับเวลา จากตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมของภาคเหนือ เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือน

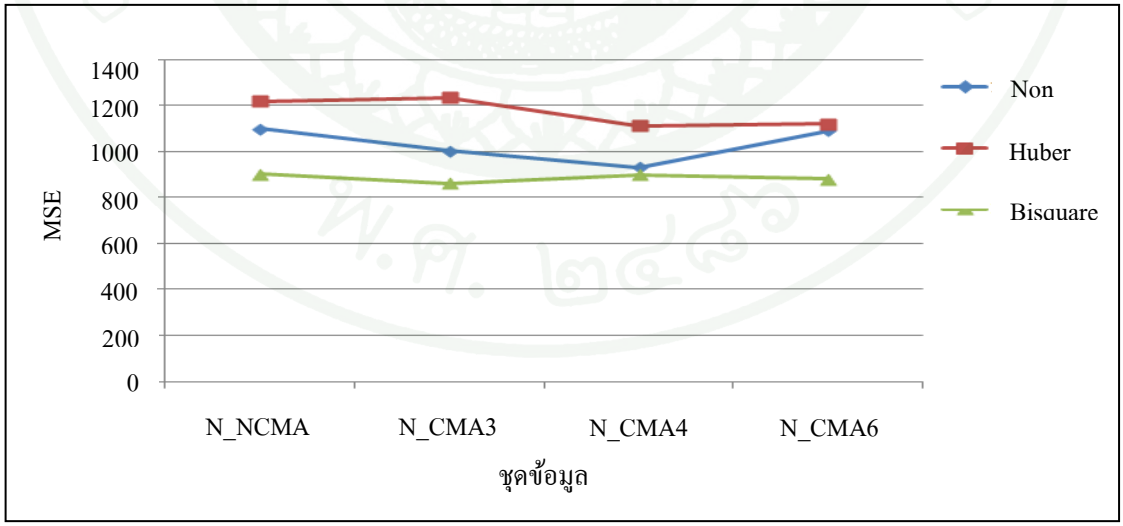
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากภาพที่ 18 พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนไม่เป็นอิสระกันและมีความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนไม่คงที่

3.1.2 ตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมจากการวิเคราะห์ข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือน ของภาคเหนือ (พ.ศ. 2546 - 2550)

ตารางที่ 11 ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบเมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือน ของภาคเหนือ

ชุดข้อมูล	ค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSE)		
	ไม่ถ่วงน้ำหนัก	ถ่วงน้ำหนัก	
	(Non)	Huber	Bisquare
N_NCMA	1098.076	1219.236	900.770
N_CMA3	1001.567	1235.565	861.472
N_CMA4	931.150	1112.083	899.187
N_CMA6	1090.780	1119.415	880.600



ภาพที่ 19 ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบ เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือนของภาคเหนือ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 11 และภาพที่ 19 พบว่าเมื่อข้อมูลมีการปรับด้วยวิธีเดียวกัน การถ่วงน้ำหนักข้อมูลด้วยฟังก์ชันของไบสแควร์ให้ค่า MSE ของตัวแบบต่ำสุดทุกกรณี โดยเฉพาะกรณีที่ปรับข้อมูลด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 3 เดือน (N_CMA3)

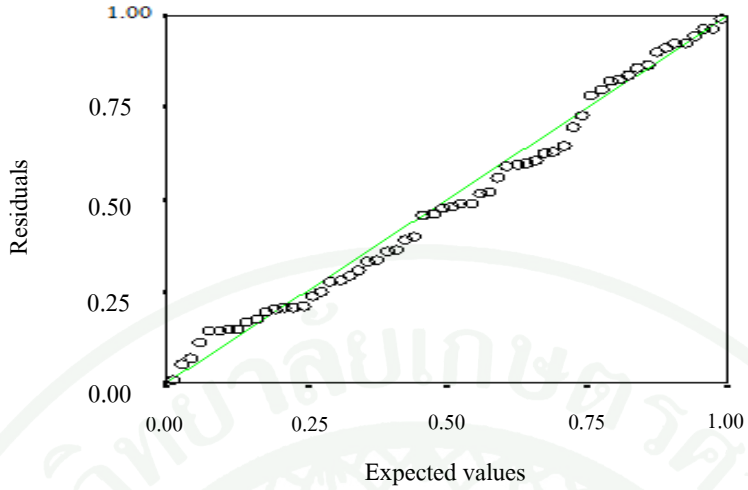
ตารางที่ 12 ตัวแปรอิสระและค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันของไบสแควร์กรณีข้อมูลปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 3 เดือนจากการศึกษาข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือนของภาคเหนือ

Variable	Parameter Est.	Std. Error	t-test	P-value	Collinearity (VIF)
Constant	-50.244	12.245	-4.103	0.000	
S1	18.259	10.057	1.816	0.075	1.321
S2	35.198	17.173	2.050	0.045	4.993
Cloud	25.628	3.350	7.650	0.000	4.859

จากตารางที่ 12 พบว่าตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมจากการวิเคราะห์ข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือน คือตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันไบสแควร์ที่ปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 3 เดือน (N_CMA3) ซึ่งให้ค่า MSE ต่ำที่สุดเท่ากับ 861.472 โดยตัวแบบที่ได้ให้ค่า R^2 เท่ากับ 0.879 และค่า R_a^2 เท่ากับ 0.872 ซึ่งให้ตัวแบบสำหรับพยากรณ์ดังนี้

$$Rain = -50.244 + 18.259 \cdot S1 + 35.198 \cdot S2 + 25.628 \cdot Cloud$$

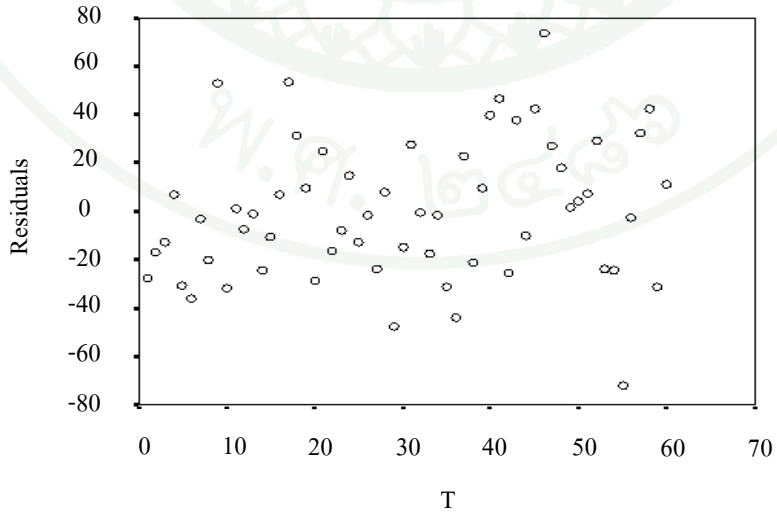
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 20 Normal probability plot ระหว่าง Residual กับ Expected values จากตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมของภาคเหนือ เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือน

จากภาพที่ 20 เห็นว่าจุดต่างๆ ที่พล็อตมีลักษณะการเรียงใกล้เคียงเส้นตรง แสดงว่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบการถดถอยมีการแจกแจงแบบปกติ

เมื่อทำการทดสอบความเป็นอิสระของความคลาดเคลื่อนโดยใช้ Durbin-Watson test ได้ค่าเท่ากับ 1.732 ซึ่งมีค่ามากกว่า d_U= 1.689 สรุปได้ว่าค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบเป็นอิสระกัน เมื่อพิจารณาจากภาพที่ 21 พบว่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่



ภาพที่ 21 การพล็อตระหว่าง Residual กับเวลา จากตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมของภาคเหนือ เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือน

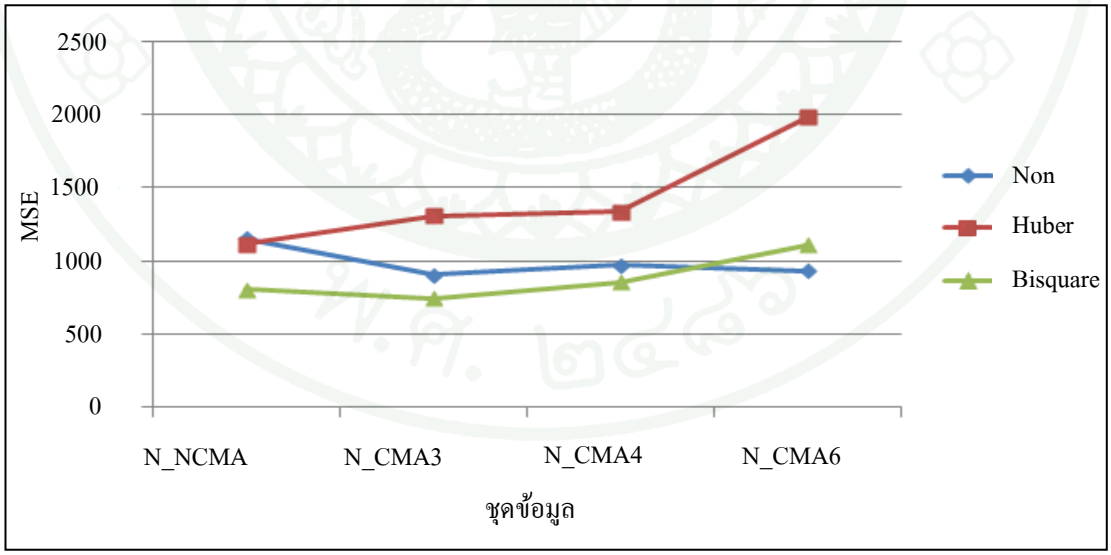
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากภาพที่ 21 แสดงให้เห็นว่าค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่

3.1.3 ตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมจากการวิเคราะห์ข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือน ของภาคเหนือ (พ.ศ. 2540 - 2550)

ตารางที่ 13 ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบเมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือน ของภาคเหนือ

ชุดข้อมูล	ค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSE)		
	ไม่ถ่วงน้ำหนัก	ถ่วงน้ำหนัก	
	(Non)	Huber	Bisquare
N_NCMA	1149.655	1113.873	804.510
N_CMA3	903.604	1308.792	741.265
N_CMA4	967.667	1332.293	853.411
N_CMA6	933.399	1978.697	1108.447



ภาพที่ 22 ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบ เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือน ของภาคเหนือ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากตารางที่ 13 และภาพที่ 22 เมื่อข้อมูลมีการปรับด้วยวิธีเดียวกัน การถ่วงน้ำหนักข้อมูลด้วยฟังก์ชันของไบสแควร์ให้ค่า MSE ของตัวแบบต่ำสุด โดยเฉพาะกรณีที่ปรับข้อมูลด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 3 เดือน (N_CMA3) ยกเว้นกรณีที่ข้อมูลมีการปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 6 เดือน (N_CMA6) ตัวแบบที่ไม่ถ่วงน้ำหนักให้ค่า MSE ต่ำกว่า

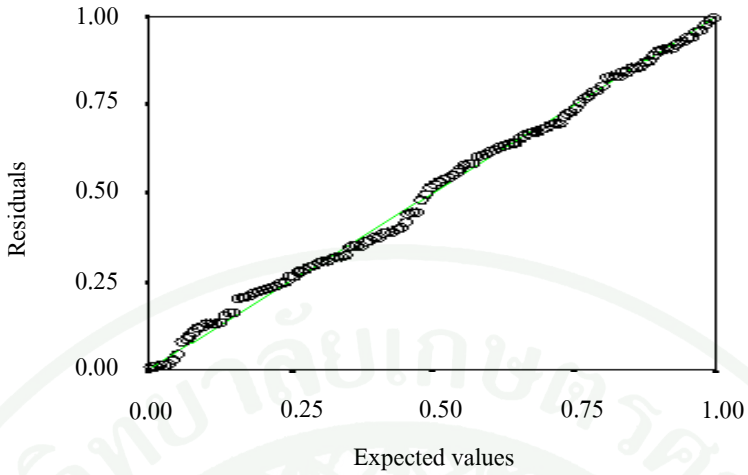
ตารางที่ 14 ตัวแปรอิสระและค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันของไบสแควร์กรณีข้อมูลปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 3 เดือนจากการศึกษาข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือนของภาคเหนือ

Variable	Parameter Est.	Std. Error	t-test	P-value	Collinearity (VIF)
Constant	-3820.463	1829.372	-2.088	0.039	
S1	7.443	8.938	0.833	0.407	2.667
S2	36.630	12.424	2.948	0.004	6.680
Cloud	26.229	2.275	11.531	0.000	5.628
$e^{Visibility}$	-0.004	0.001	-6.868	0.000	1.871
e^{Rela_Humi}	-2.87×10^{-36}	0.000	-2.807	0.006	1.234
$(Pressure)^{-1}$	3812626	1856410	2.054	0.042	6.040

จากตารางที่ 14 พบว่าตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมจากการวิเคราะห์ข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือน คือ ตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันของไบสแควร์ที่ปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 3 เดือน (N_CMA3) ซึ่งให้ค่า MSE ต่ำสุดเท่ากับ 741.265 โดยตัวแบบที่ได้ให้ค่า R^2 เท่ากับ 0.890 และค่า R^2_a เท่ากับ 0.885 ซึ่งให้ตัวแบบสำหรับพยากรณ์ดังนี้

$$Rain = -3820.463 + 7.443\cdot S1 + 36.630\cdot S2 + 26.229\cdot Cloud - 0.004\cdot e^{Visibility} - 2.87\times10^{-36}\cdot e^{Rela_Humi} - 3812626\cdot (Pressure)^{-1}$$

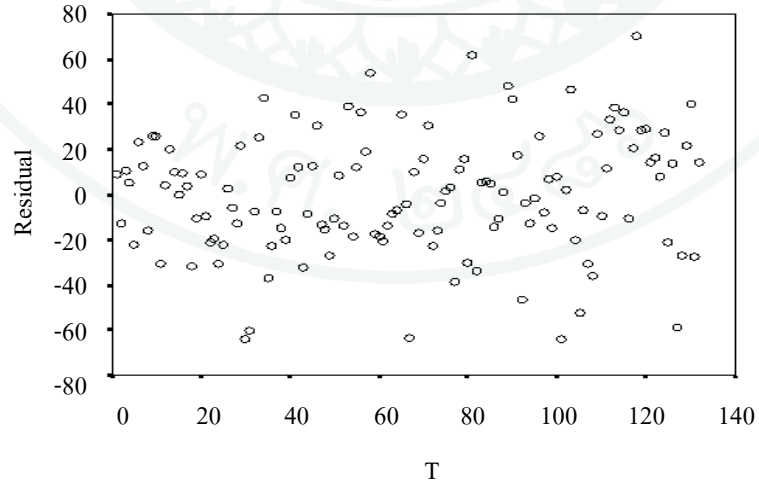
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 23 Normal probability plot ระหว่าง Residual กับ Expected values จากตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมของภาคเหนือ เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือน

จากภาพที่ 23 จะเห็นว่าจุดต่างๆ ที่พล็อตมีลักษณะการเรียงเกือบเป็นเส้นตรง ทำให้สรุปได้ว่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบการถดถอยมีการแจกแจงแบบปกติ

เมื่อทำการทดสอบความเป็นอิสระของความคลาดเคลื่อนโดยใช้การทดสอบของ Durbin-Watson พบว่าให้ค่า เท่ากับ 1.798 ซึ่งสรุปได้ว่าค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบเป็นอิสระกัน และเมื่อพิจารณาจากภาพที่ 24 พบว่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่



ภาพที่ 24 การพล็อตระหว่าง Residual กับเวลา ที่แสดงความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล 132 เดือนของภาคเหนือ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.1.4 ค่าพยากรณ์ปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนล่วงหน้าจากตัวแบบที่เหมาะสมทั้ง 3 ตัวแบบจากการวิเคราะห์ข้อมูล 3 ขนาดเทียบกับข้อมูลจริงตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551 ของภาคเหนือ

ตารางที่ 15 ค่าพยากรณ์ปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนล่วงหน้าจากตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสม 3 ตัวแบบจากการวิเคราะห์ข้อมูลทั้ง 3 ขนาดเทียบกับข้อมูลจริง ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551 ของภาคเหนือ

เดือน	ข้อมูลจริง	ข้อมูล 36 เดือน		ข้อมูล 60 เดือน		ข้อมูล 132 เดือน	
		Predicted	Error	Predicted	Error	Predicted	Error
ม.ค. 51	17.040	446.788	-429.748	0.000	17.040	0.000	17.040
ก.พ. 51	29.980	484.674	-454.694	22.733	7.247	45.175	-15.195
มี.ค. 51	18.440	499.015	-480.575	0.000	18.440	32.160	-13.720
เม.ย. 51	123.160	506.833	-383.673	50.411	72.749	90.415	32.745
พ.ค. 51	162.470	633.109	-470.639	154.099	8.371	170.735	-8.265
มิ.ย. 51	170.620	622.087	-451.467	171.526	-0.906	178.731	-8.111
ก.ค. 51	208.730	665.488	-456.758	193.053	15.677	195.127	13.603
ส.ค. 51	215.960	657.519	-441.559	184.852	31.108	185.312	30.648
ก.ย. 51	222.680	631.966	-409.286	168.450	54.230	173.565	49.115
ต.ค. 51	200.800	543.011	-342.211	96.348	104.452	95.832	104.968
พ.ย. 51	40.190	479.782	-439.592	32.791	7.399	26.495	13.695
ธ.ค. 51	11.600	438.915	-427.315	7.163	4.437	0.000	11.600
	MSE	205361.425		1925.923		1526.632	

จากตารางที่ 15 แสดงค่าพยากรณ์ปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนล่วงหน้าจากตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมทั้ง 3 ขนาดพบว่าตัวแบบที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันของไบสแควร์จากการวิเคราะห์ข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือน เป็นตัวแบบที่ให้ค่าพยากรณ์ปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนล่วงหน้าใกล้เคียงกับข้อมูลจริงมากกว่าตัวแบบที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือนและ 60 เดือน

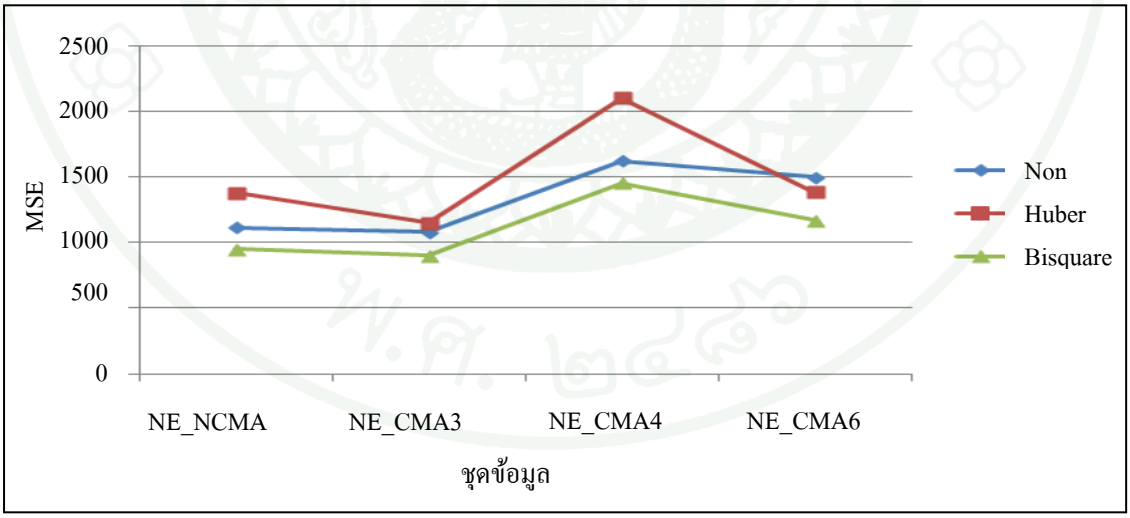
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2 ตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

3.2.1 ตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมจากการวิเคราะห์ข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (พ.ศ. 2548 - 2550)

ตารางที่ 16 ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบเมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ชุดข้อมูล	ค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSE)		
	ไม่ถ่วงน้ำหนัก	ถ่วงน้ำหนัก	
	(Non)	Huber	Bisquare
NE_NCMA	1116.261	1379.189	949.790
NE_CMA3	1079.415	1150.562	899.383
NE_CMA4	1623.726	2101.317	1451.319
NE_CMA6	1496.296	1383.660	1170.296



ภาพที่ 25 ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบเมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากตารางที่ 16 และภาพที่ 25 เมื่อข้อมูลมีการปรับด้วยวิธีเดียวกัน การถ่วงน้ำหนักข้อมูลด้วยฟังก์ชันของไบสแควร์ให้ค่า MSE ของตัวแบบต่ำสุดทุกกรณี โดยเฉพาะกรณีที่ปรับข้อมูลด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 3 เดือน (NE_CMA3)

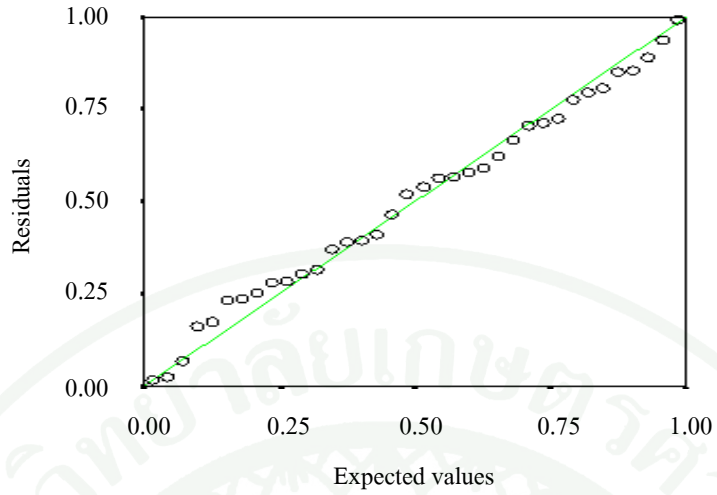
ตารางที่ 17 ตัวแปรอิสระและค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันของไบสแควร์กรณีข้อมูลปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 3 เดือนจากการศึกษาข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือนของภาคตะออก-เฉียงเหนือ

Variable	Parameter Est.	Std. Error	t-test	P-value	Collinearity (VIF)
Constant	-517.226	96.167	-5.378	0.000	
S1	46.598	17.411	2.676	0.012	2.301
S2	44.598	20.135	2.215	0.034	3.989
Rela_Humi	7.142	1.526	4.681	0.000	5.367
Cloud	15.832	5.884	2.691	0.011	6.259

จากตารางที่ 17 พบว่าตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมจากการวิเคราะห์ข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือน คือ ตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันของไบสแควร์ที่ปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 3 เดือน (NE_CMA3) ซึ่งให้ค่า MSE ต่ำที่สุดเท่ากับ 899.383 โดยตัวแบบที่ได้ให้ค่า R^2 เท่ากับ 0.918 และค่า R_a^2 เท่ากับ 0.907 ซึ่งให้ตัวแบบสำหรับพยากรณ์ดังนี้

$$\text{Rain} = -517.226 + 46.598 \cdot \text{S1} + 44.598 \cdot \text{S2} + 7.142 \cdot \text{Rela_Humi} + 15.832 \cdot \text{Cloud}$$

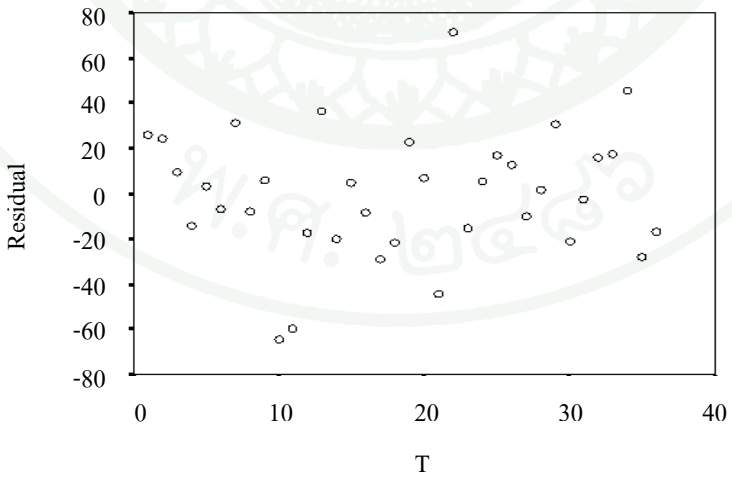
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 26 Normal probability plot ระหว่าง Residual กับ Expected values จากตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือน

จากภาพที่ 26 พบจุดต่างๆ ที่พล็อตมีการเรียงที่ใกล้เคียงเส้นตรงแสดงว่าความคลาดเคลื่อนที่ได้มีการแจกแจงแบบปกติ

เมื่อทดสอบความเป็นอิสระของความคลาดเคลื่อนโดยใช้ Durbin-Watson test ให้ค่าเท่ากับ 2.046 ซึ่งมีค่ามากกว่า d_U= 1.73 สรุปได้ว่าค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบเป็นอิสระกัน



ภาพที่ 27 การพล็อตระหว่าง Residual กับเวลา ที่แสดงความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล 36 เดือนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

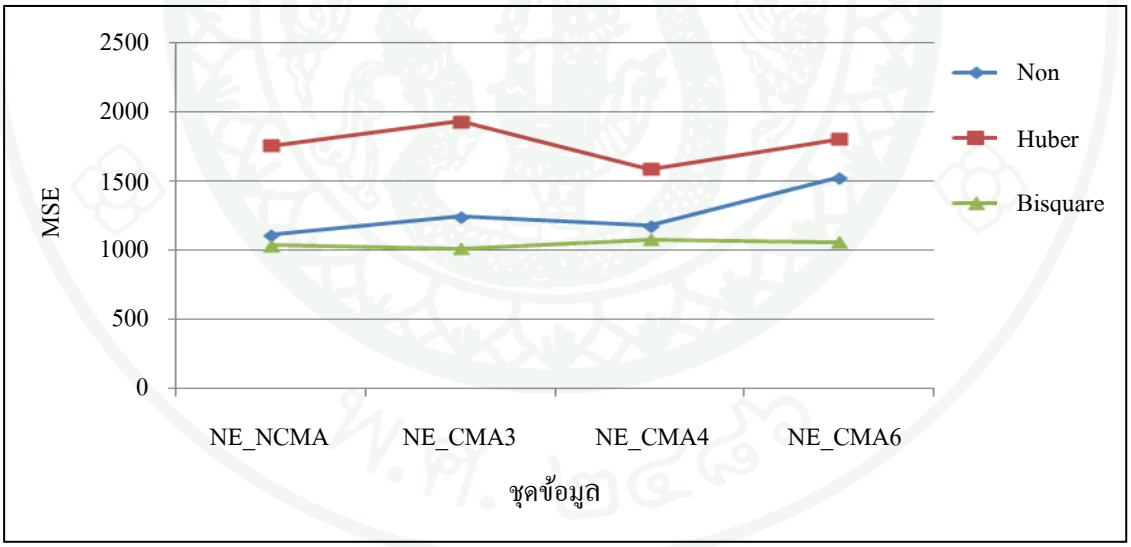
จากภาพที่ 27 สรุปได้ว่าค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2.2 ตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมจากการวิเคราะห์ข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือน ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (พ.ศ. 2546 - 2550)

ตารางที่ 18 ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบเมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือน ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ชุดข้อมูล	ค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSE)		
	ไม่ถ่วงน้ำหนัก	ถ่วงน้ำหนัก	
	(Non)	Huber	Bisquare
NE_NCMA	1110.551	1757.550	1033.792
NE_CMA3	1243.683	1930.629	924.934
NE_CMA4	1174.374	1584.108	1077.647
NE_CMA6	1524.007	1801.453	1056.094



ภาพที่ 28 ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบเมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือนของ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

จากตารางที่ 18 และภาพที่ 28 ข้อมูลที่มีการปรับด้วยวิธีเดียวกัน การถ่วงน้ำหนักข้อมูลด้วยฟังก์ชันของไบสแควร์ให้ค่า MSE ของตัวแบบต่ำสุดทุกกรณี โดยเฉพาะกรณีที่ปรับข้อมูลด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 3 เดือน (NE_CMA3)

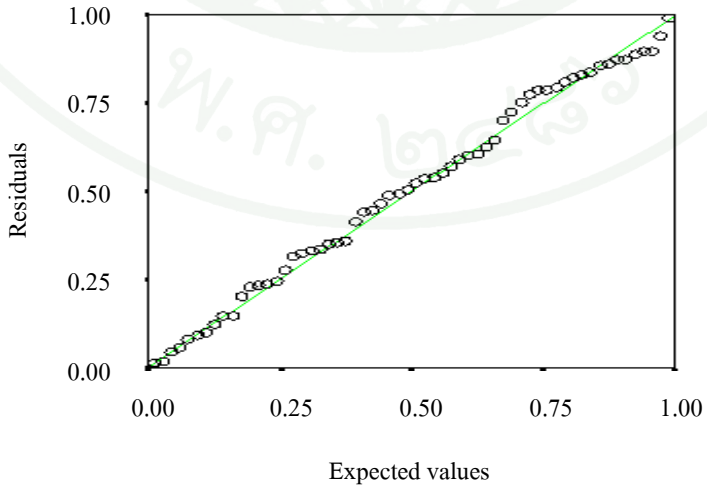
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 19 ตัวแปรอิสระและค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันของไบสแควร์กรณีข้อมูลปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 3 เดือนจากการศึกษาข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

Variable	Parameter Est.	Std. Error	t-test	P-value	Collinearity (VIF)
Constant	-392.167	80.977	-4.843	0.000	
S1	32.603	13.268	2.457	0.017	2.141
S2	39.504	17.691	2.233	0.030	4.934
Rela_Humi	5.270	1.309	4.026	0.000	5.625
Cloud	19.575	5.238	3.737	0.000	8.018

จากตารางที่ 19 พบว่าตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมจากการวิเคราะห์ข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือน คือตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันของไบสแควร์ที่ปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 3 เดือน (NE_CMA3) ให้ค่า MSE ต่ำที่สุดเท่ากับ 924.934 โดยตัวแบบที่ได้ให้ค่า R^2 เท่ากับ 0.900 และค่า R_a^2 เท่ากับ 0.893 ซึ่งให้ตัวแบบสำหรับพยากรณ์ดังนี้

$$\text{Rain} = -392.167 + 32.603 \cdot \text{S1} + 39.504 \cdot \text{S2} + 5.270 \cdot \text{Rela_Humi} + 19.575 \cdot \text{Cloud}$$

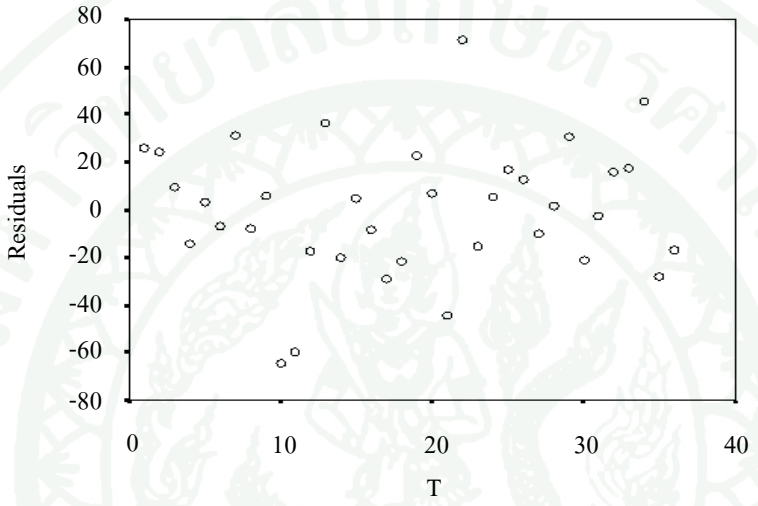


ภาพที่ 29 Normal probability plot ระหว่าง Residual กับ Expected values จากตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากภาพที่ 29 พบว่าจุดที่ได้จากการพล็อตมีการเรียงตัวเป็นเส้นตรง สรุปได้ว่าความคลาด-เคลื่อนมีการแจกแจงแบบปกติ

เมื่อทดสอบความเป็นอิสระของความคลาดเคลื่อนโดยใช้ Durbin-Watson test ให้ค่าเท่ากับ มากกว่า d_U= 1.73 สรุปได้ว่าค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบเป็นอิสระกัน



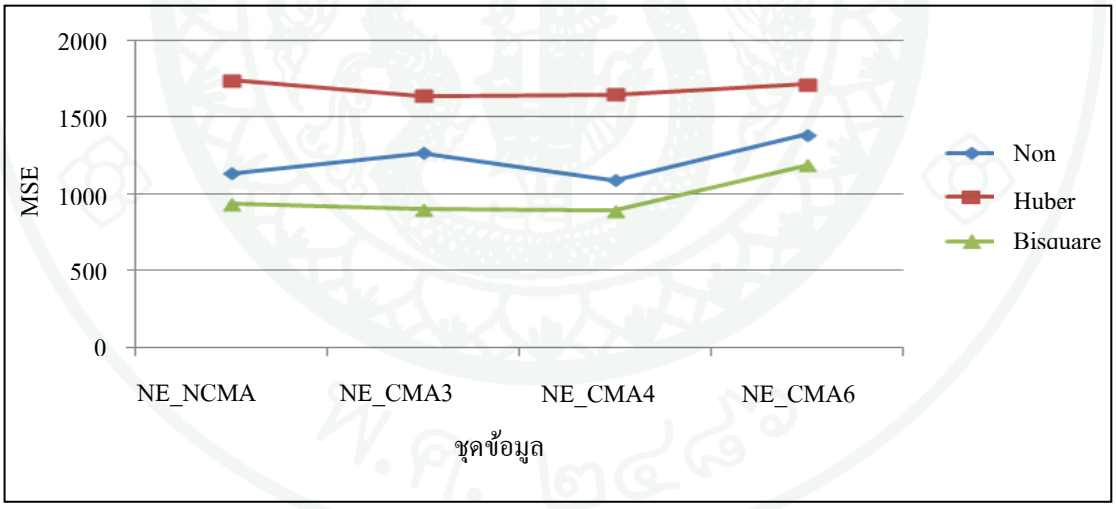
ภาพที่ 30 การพล็อตระหว่าง Residual กับเวลา ที่แสดงความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล 60 เดือนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2.3 ตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมจากการวิเคราะห์ข้อมูล 132 เดือนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (พ.ศ. 2540 - 2550)

ตารางที่ 20 ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบเมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ชุดข้อมูล	ค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSE)		
	ไม่ถ่วงน้ำหนัก	ถ่วงน้ำหนัก	
	(Non)	Huber	Bisquare
NE_NCMA	1134.517	1738.796	912.057
NE_CMA3	1263.912	1635.505	901.085
NE_CMA4	1090.743	1644.773	944.418
NE_CMA6	1385.508	1712.686	1188.595



ภาพที่ 31 ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบเมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

จากตารางที่ 20 และภาพที่ 31 พบว่าข้อมูลที่มีการปรับด้วยวิธีเดียวกัน การถ่วงน้ำหนักข้อมูลด้วยฟังก์ชันไบสแควร์ให้ค่า MSE ของตัวแบบต่ำสุดทุกกรณีโดยเฉพาะกรณีที่ปรับข้อมูลด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 3 เดือน (NE_CMA3)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

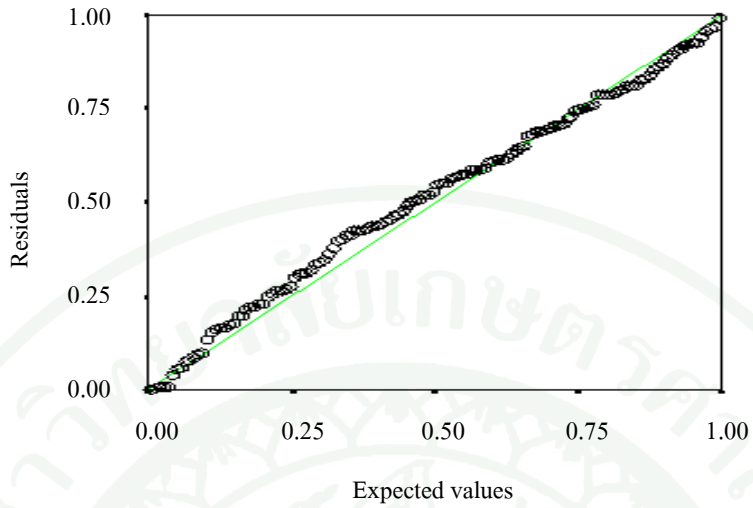
ตารางที่ 21 ตัวแปรอิสระและค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันของไบสแควร์กรณีข้อมูลปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 3 เดือนจากการศึกษาข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

Variable	Parameter Est.	Std. Error	t-test	P-value	Collinearity (VIF)
Constant	6694.073	2044.667	3.274	0.001	
S1	16.287	9.955	1.636	0.104	2.722
S2	44.569	12.670	3.518	0.001	5.716
Cloud	10.222	4.087	2.501	0.014	10.790
Rela_Humi	4.211	0.935	4.504	0.000	6.408
Pressure	-6.902	2.017	-3.421	0.001	6.045

จากตารางที่ 21 ตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมจากการวิเคราะห์ข้อมูล 132 เดือน คือ ตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันของไบสแควร์ที่ปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 3 เดือน (NE_CMA3) ให้ค่า MSE ค่า R^2 และค่า R_a^2 เท่ากับ 901.085, 0.892 และ 0.888 ตามลำดับ ซึ่งให้ตัวแบบสำหรับพยากรณ์ดังนี้

$$\text{Rain} = 6694.073 + 16.287 \cdot \text{S1} + 44.569 \cdot \text{S2} + 10.222 \cdot \text{Cloud} + 4.211 \cdot \text{Rela_Humi} - 6.902 \cdot \text{Pressure}$$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

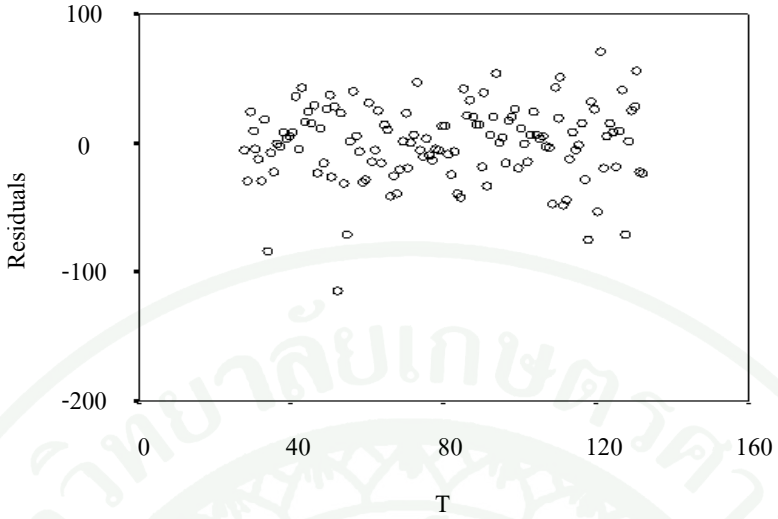


ภาพที่ 32 Normal probability plot ระหว่าง Residual กับ Expected values จากตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือน

จากภาพที่ 32 จุดที่ได้จากการพล็อตมีการเรียงตัวเป็นเส้นตรง แสดงให้เห็นว่าความคลาดเคลื่อนที่ได้มีการแจกแจงแบบปกติ

การทดสอบความเป็นอิสระของความคลาดเคลื่อนโดยใช้ Durbin-Watson test ให้เท่ากับ 2.172 มีค่ามากกว่า d_U= 1.802 สรุปได้ว่าค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบเป็นอิสระกันและเมื่อพิจารณาภาพที่ 33 พบว่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 33 การพล็อตระหว่าง Residual กับเวลา ที่แสดงความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล 132 เดือนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

3.2.4 ค่าพยากรณ์ปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนล่วงหน้าจากตัวแบบที่เหมาะสมทั้ง 3 ตัวแบบจากการวิเคราะห์ข้อมูล 3 ขนาดเทียบกับข้อมูลจริงตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 22 ค่าพยากรณ์ปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนล่วงหน้าจากตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสม 3 ตัวแบบจากการวิเคราะห์ข้อมูลทั้ง 3 ขนาดเทียบกับข้อมูลจริงตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

เดือน	ข้อมูลจริง	ข้อมูล 36 เดือน		ข้อมูล 60 เดือน		ข้อมูล 132 เดือน	
		Predicted	Error	Predicted	Error	Predicted	Error
ม.ค. 51	5.990	0.000	5.990	11.549	-5.559	6.087	-0.097
ก.พ. 51	9.370	56.875	-47.505	54.388	-45.018	27.005	-17.635
มี.ค. 51	63.210	34.930	28.280	32.347	30.863	40.522	22.688
เม.ย. 51	151.480	122.336	29.144	117.046	34.434	108.057	43.423
พ.ค. 51	236.810	214.226	22.584	196.433	40.377	205.687	31.123
มิ.ย. 51	203.690	211.546	-7.856	193.599	10.091	203.769	-0.079
ก.ค. 51	194.720	218.422	-23.702	208.318	-13.598	210.355	-15.635
ส.ค. 51	207.320	226.062	-18.742	203.934	3.386	212.392	-5.072
ก.ย. 51	378.580	244.920	133.660	216.160	162.420	218.251	160.329
ต.ค. 51	126.730	152.437	-25.707	168.041	-41.311	121.606	5.124
พ.ย. 51	57.000	79.968	-22.968	102.852	-45.852	59.717	-2.717
ธ.ค. 51	5.420	34.727	-29.307	54.176	-48.756	21.676	-16.256
	MSE	2303.542		3517.338		2723.042	

จากตารางที่ 22 แสดงค่าพยากรณ์ปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนล่วงหน้าของภาคตะวันออก-เฉียงเหนือ จากตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสม 3 ขนาด พบว่าตัวแบบที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันของไบสแควร์จากการวิเคราะห์ข้อมูล 36 เดือน เป็นตัวแบบที่ให้ค่า MSE น้อยที่สุดพร้อมทั้งให้ค่าพยากรณ์ปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนใกล้เคียงกับข้อมูลจริงมากกว่าตัวแบบที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือนและ 132 เดือน

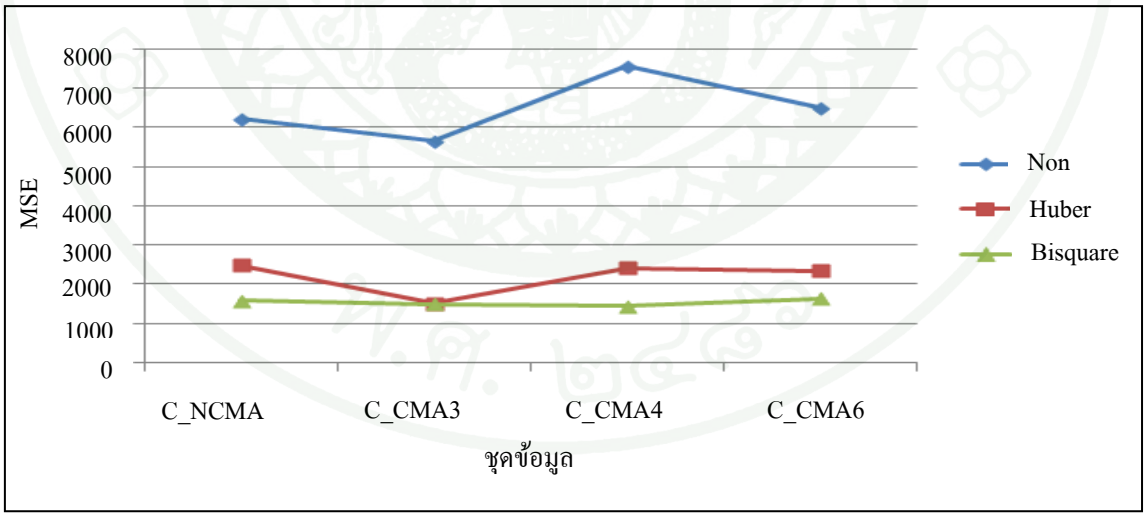
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.3 ตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมของภาคกลาง

3.3.1 ตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมจากการวิเคราะห์ข้อมูล 36 เดือนของภาคกลาง (พ.ศ. 2548 - 2550)

ตารางที่ 23 ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบเมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือนของภาคกลาง

ชุดข้อมูล	ค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSE)		
	ไม่ถ่วงน้ำหนัก	ถ่วงน้ำหนัก	
	(Non)	Huber	Bisquare
C_NCMA	6216.383	2487.510	1592.125
C_CMA3	5640.490	1512.055	1500.662
C_CMA4	7547.154	2419.334	1439.071
C_CMA6	6488.710	2337.720	1644.619



ภาพที่ 34 ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบ เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือนของภาคกลาง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากตารางที่ 23 และภาพที่ 34 ข้อมูลที่มีการปรับด้วยวิธีเดียวกัน การถ่วงน้ำหนักข้อมูลด้วยฟังก์ชันของไบสแควร์ให้ค่า MSE ของตัวแบบต่ำสุดทุกกรณี โดยเฉพาะกรณีที่ปรับข้อมูลด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 4 เดือน (C_CMA4)

ตารางที่ 24 ตัวแปรอิสระและค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันของไบสแควร์กรณีข้อมูลปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 4 เดือนจากการศึกษาข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือนของภาคกลาง

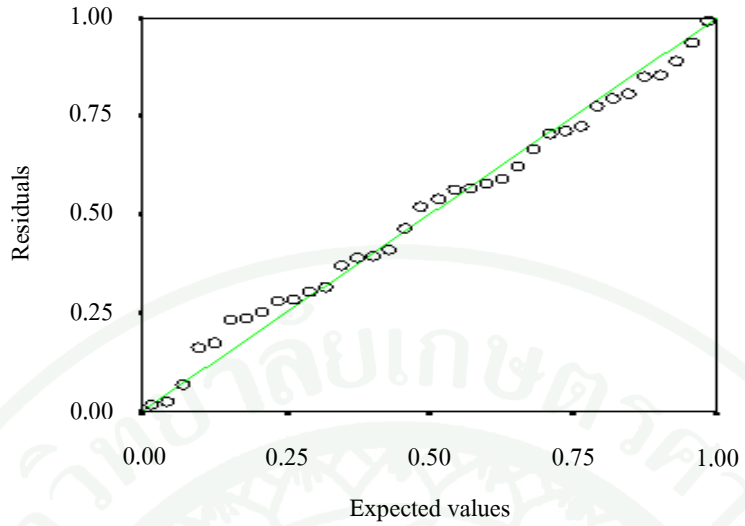
Variable	Parameter Est.	Std. Error	t-test	P-value	Collinearity (VIF)
Constant	-644.636	133.211	-4.839	0.000	
T	3.183	0.666	4.781	0.000	1.148
S1	19.342	17.753	1.090	0.284	1.418
S2	22.893	19.378	1.181	0.246	2.189
Rela_Humi	9.664	1.833	5.273	0.000	2.178

จากตารางที่ 24 ตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมจากการวิเคราะห์ข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือน คือ ตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันของไบสแควร์ที่ปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 4 เดือน (C_CMA4) ให้ค่า MSE ค่า R^2 และค่า R_a^2 เท่ากับ 1439.071, 0.760 และ 0.729 ตามลำดับ ซึ่งให้ตัวแบบสำหรับพยากรณ์ดังนี้

$$Rain = -644.636 + 3.183 \cdot T + 19.342 \cdot S1 + 22.893 \cdot S2 + 9.664 \cdot Rela_Humi$$

เมื่อ T เป็นตัวแปรเวลามีหน่วยเป็นครึ่งปี มีจุดกำหนด 1 กรกฎาคม พ.ศ. 2549

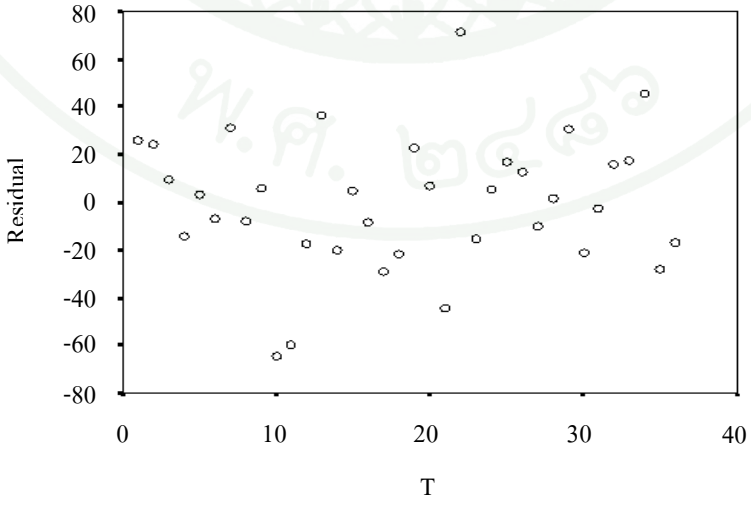
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 35 Normal probability plot ระหว่าง Residual กับ Expected values จากตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมของภาคกลาง เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือน

จากภาพที่ 35 จุดที่ได้จากการพล็อตมีการเรียงตัวเป็นเส้นตรงแสดงว่าความคลาดเคลื่อนที่ได้มีการแจกแจงแบบปกติ

การทดสอบความเป็นอิสระของความคลาดเคลื่อนโดยใช้ Durbin-Watson test ให้ค่าเท่ากับ 1.855 มากกว่า d_U= 1.73 สรุปได้ว่าค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบเป็นอิสระกัน เมื่อพิจารณาจากภาพที่ 36 พบความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่



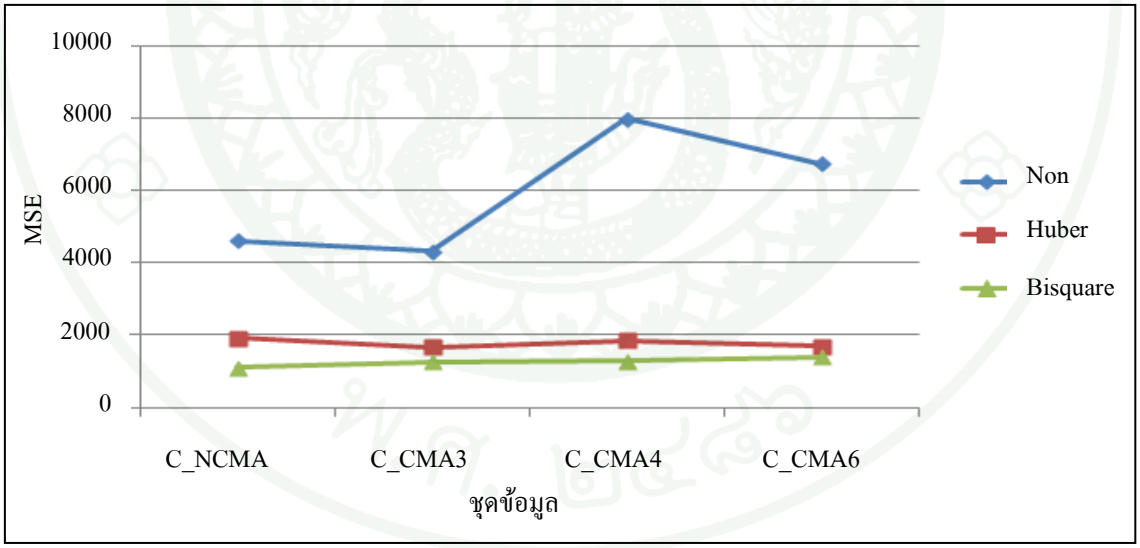
ภาพที่ 36 การพล็อตระหว่าง Residual กับเวลา ที่แสดงความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล 36 เดือนของภาคกลาง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.3.2 ตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมจากการวิเคราะห์ข้อมูล 60 เดือนของภาคกลาง (พ.ศ. 2546 - 2550)

ตารางที่ 25 ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบเมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือนของภาคกลาง

ชุดข้อมูล	ค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSE)		
	ไม่ถ่วงน้ำหนัก	ถ่วงน้ำหนัก	
	(Non)	Huber	Bisquare
C_NCMA	4603.138	1913.255	1243.786
C_CMA3	4305.680	1660.892	1173.280
C_CMA4	7970.288	1851.735	1274.866
C_CMA6	6730.044	1685.482	1209.279



ภาพที่ 37 ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบเมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือนของภาคกลาง

จากตารางที่ 25 และภาพที่ 37 ข้อมูลที่มีการปรับด้วยวิธีเดียวกัน การถ่วงน้ำหนักข้อมูลด้วยฟังก์ชันของไบสแควร์ให้ค่า MSE ของตัวแบบต่ำสุดทุกกรณี โดยเฉพาะกรณีที่ปรับข้อมูลด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 3 เดือน (C_CMA3)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

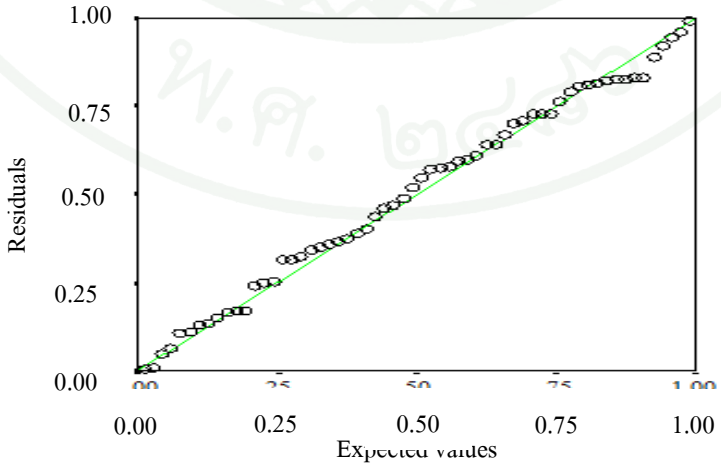
ตารางที่ 26 ตัวแปรอิสระและค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันของไบสแควร์กรณีข้อมูลปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 3 เดือนจากการศึกษาข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือนของภาคกลาง

Variable	Parameter Est.	Std. Error	t-test	P-value	Collinearity (VIF)
Constant	-607.044	84.988	-7.143	0.000	
T	1.575	0.260	6.053	0.000	1.039
S1	17.872	11.840	1.509	0.137	1.344
S2	37.043	14.194	2.610	0.012	2.504
Rela_Humi	8.980	1.200	7.485	0.000	2.333

จากตารางที่ 26 ตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมจากการวิเคราะห์ข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือน คือ ตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันของไบสแควร์ที่ปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 3 เดือน (C_CMA3) ให้ค่า MSE ค่า R^2 และค่า R_a^2 เท่ากับ 1173.280, 0.803 และ 0.789 ตามลำดับ ซึ่งให้ตัวแบบสำหรับพยากรณ์ดังนี้

$$\text{Rain} = -607.044 + 1.575 \cdot \text{T} + 17.872 \cdot \text{S1} + 37.043 \cdot \text{S2} + 8.980 \cdot \text{Rela_Humi}$$

เมื่อ T เป็นตัวแปรเวลามีหน่วยเป็นครึ่งปี จุดกำเนิด กรกฎาคม พ.ศ. 2548

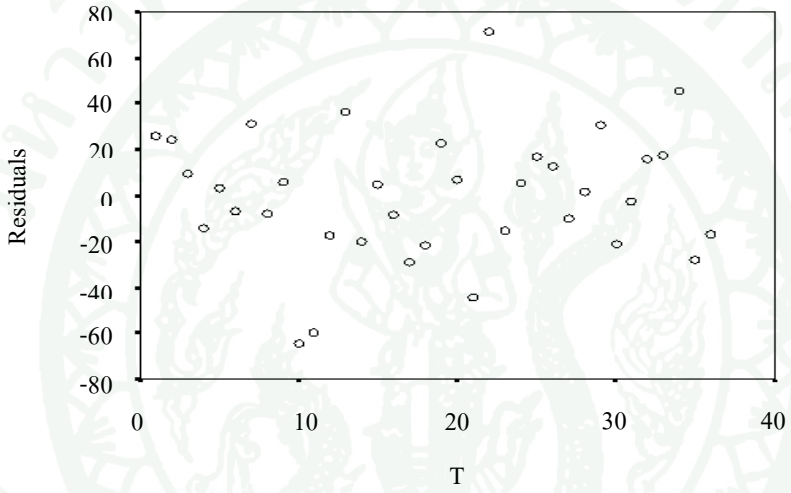


ภาพที่ 38 Normal probability plot ระหว่าง Residual กับ Expected values จากตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมของภาคกลาง เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากภาพที่ 38 จุดที่ได้จากการพล๊อตมีการเรียงตัวในแนวเส้นตรงแสดงว่าความคลาดเคลื่อนที่ได้มีการแจกแจงแบบปกติ

เมื่อทำการทดสอบความเป็นอิสระของความคลาดเคลื่อนโดยใช้การทดสอบของ Durbin-Watson พบว่าให้ค่าเท่ากับ 1.733 ซึ่งมีค่ามากกว่า d_U= 1.73 สรุปได้ว่าค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบเป็นอิสระกัน และเมื่อพิจารณาจากภาพที่ 39 พบว่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่



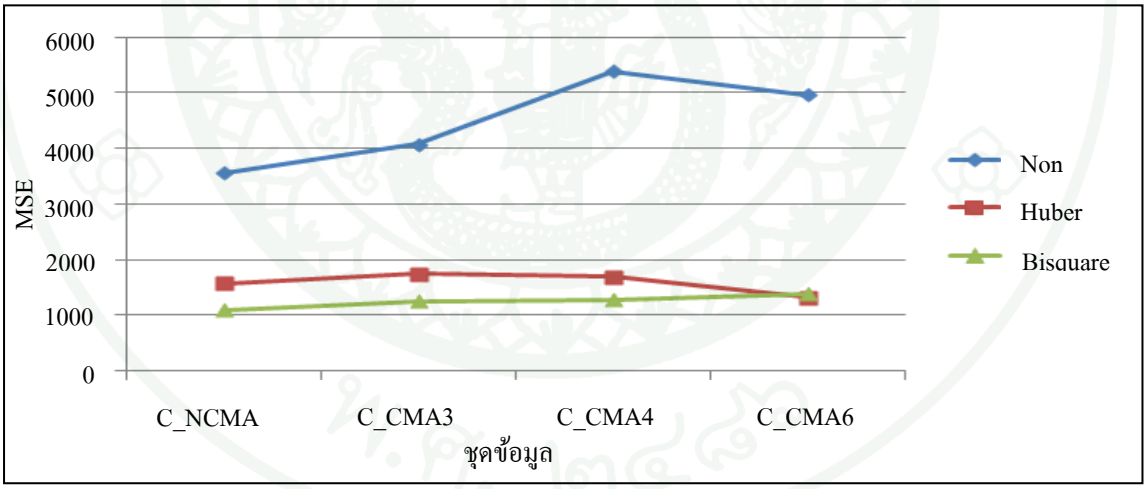
ภาพที่ 39 การพล็อตระหว่าง Residual กับเวลา ที่แสดงความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล 60 เดือนของภาคกลาง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.3.3 ตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมจากการวิเคราะห์ข้อมูล 132 เดือนของภาคกลาง (พ.ศ. 2540 - 2550)

ตารางที่ 27 ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบเมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือนของภาคกลาง

ชุดข้อมูล	ค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSE)		
	ไม่ถ่วงน้ำหนัก	ถ่วงน้ำหนัก	
	(Non)	Huber	Bisquare
C_NCMA	3563.013	1571.129	1096.567
C_CMA3	4079.634	1739.355	1256.992
C_CMA4	5392.840	1695.236	1277.939
C_CMA6	4969.927	1326.392	1392.187



ภาพที่ 40 ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบเมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือนของภาคกลาง

จากตารางที่ 27 และภาพที่ 40 ข้อมูลที่มีการปรับด้วยวิธีเดียวกัน การถ่วงน้ำหนักข้อมูลด้วยฟังก์ชันของไบสแควร์ให้ค่า MSE ของตัวแบบต่ำสุด โดยเฉพาะกรณีที่ไม่ปรับข้อมูลด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ย (C_NCMA) ยกเว้นกรณีข้อมูลมีการปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 6 เดือน (C_CMA6) ตัวแบบที่ได้จากการวิเคราะห์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อมูลที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันของฮูเบอร์ให้ค่า MSE ต่ำกว่า

ตารางที่ 28 ตัวแปรอิสระและค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันของไบสแควร์กรณีข้อมูลไม่ปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ย จากการศึกษาข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือนของภาคกลาง

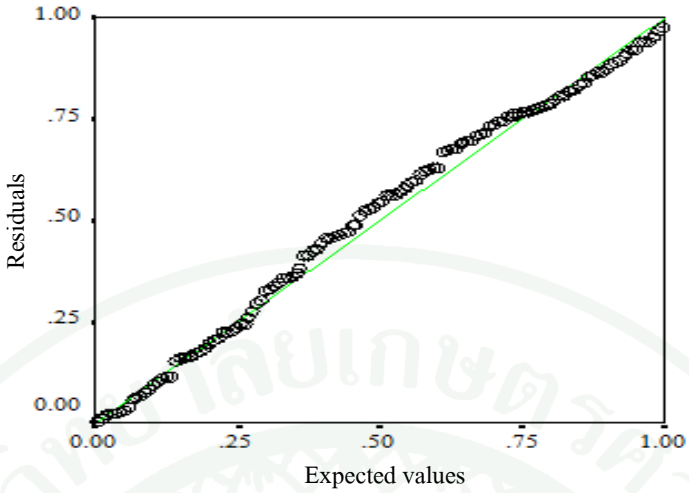
Variable	Parameter Est.	Std. Error	t-test	P-value	Collinearity (VIF)
Constant	-569.328	110.643	-5.146	0.000	
T	0.141	0.078	1.799	0.074	1.071
S1	-11.144	10.177	-1.095	0.276	2.338
S2	-30.587	13.822	-2.213	0.029	5.590
Rela_Humi	5.710	1.546	3.694	0.000	9.753
Pan_Eva	1.054	0.246	4.294	0.000	4.362
Cloud	16.797	4.644	3.617	0.000	10.289
$e^{Mintemp}$	-2.94×10^{-10}	0.000	-4.039	0.000	3.820
e^{Dew_ptemp}	1.624×10^{-9}	0.000	3.918	0.000	5.908

จากตารางที่ 28 แสดงตัวแปรอิสระที่อยู่ในตัวแบบพร้อมค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันไบสแควร์กรณีไม่ปรับข้อมูลด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ย (C_NCMA) จากการวิเคราะห์ข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือนตัวแบบที่ได้ให้ค่า MSE ค่า R^2 และค่า R_a^2 เท่ากับ 1096.567, 0.806 และ 0.794 ตามลำดับ ซึ่งให้ตัวแบบสำหรับพยากรณ์ดังนี้

$$Rain = -569.328 + 0.141 \cdot T - 11.144 \cdot S1 - 30.587 \cdot S2 + 5.710 \cdot Rela_Humi + 1.054 \cdot Pan_Eva + 16.797 \cdot Cloud - 2.94\times10^{-10} \cdot e^{Mintemp} + 1.624\times10^{-9} \cdot e^{Dew_Ptemp}$$

เมื่อ T เป็นตัวแปรเวลามีหน่วยเป็นครึ่งปี จุดกำเนิด 1 กรกฎาคม พ.ศ. 2545

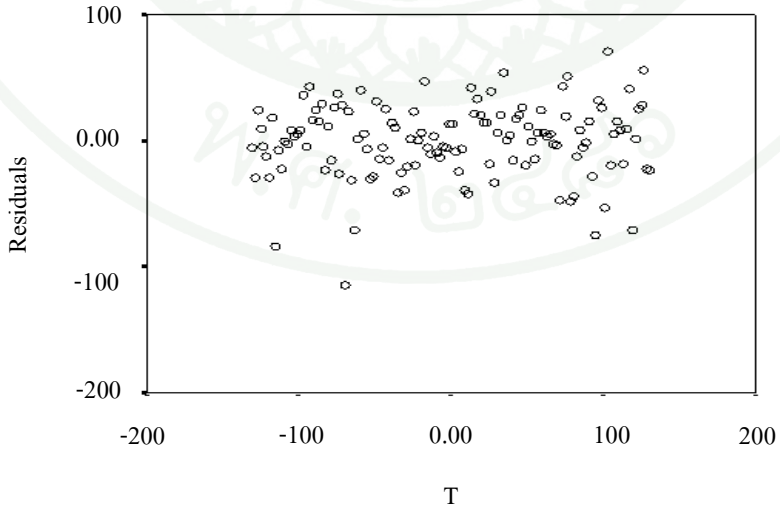
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 41 Normal probability plot ระหว่าง Residual กับ Expected values จากตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมของภาคกลาง เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือน

จากภาพที่ 41 จุดที่ได้จากการพล็อตมีการเรียงตัวเป็นเส้นตรงแสดงว่าความคลาดเคลื่อนที่ได้มีการแจกแจงแบบปกติ

การทดสอบความเป็นอิสระของความคลาดเคลื่อนโดยใช้การทดสอบของ Durbin-Watson พบว่าให้ค่าเท่ากับ 1.533 อยู่ระหว่าง $d_L = 1.44$ กับ $d_U = 1.73$ ซึ่งเป็นบริเวณที่ไม่สามารถสรุปได้ว่าค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบเป็นอิสระกัน



ภาพที่ 42 การพล็อตระหว่าง Residual กับเวลา ที่แสดงความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล 132 เดือนของภาคกลาง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากภาพที่ 42 พบว่าจุดที่ได้จากการพล็อตมีการกระจายรอบศูนย์สรุปได้ว่าค่าความคลาดเคลื่อนเป็นอิสระกันและมีความแปรปรวนคงที่

3.3.4 ค่าพยากรณ์ปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนล่วงหน้าจากตัวแบบที่เหมาะสมทั้ง 3 ตัวแบบจากการวิเคราะห์ข้อมูล 3 ขนาดเทียบกับข้อมูลจริงตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551 ของภาคกลาง

ตารางที่ 29 ค่าพยากรณ์ปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนล่วงหน้าจากตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสม 3 ตัวแบบจากการวิเคราะห์ข้อมูลทั้ง 3 ขนาดเทียบกับข้อมูลจริง ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551 ของภาคกลาง

เดือน	ข้อมูลจริง	ข้อมูล 36 เดือน		ข้อมูล 60 เดือน		ข้อมูล 132 เดือน	
		Predicted	Error	Predicted	Error	Predicted	Error
ม.ค. 51	14.180	0.000	14.180	0.000	14.180	7.974	6.206
ก.พ. 51	43.610	35.496	8.114	22.739	20.871	40.489	3.121
มี.ค. 51	17.950	11.924	6.026	2.002	15.948	52.647	-34.697
เม.ย. 51	117.330	64.593	52.737	57.505	59.825	118.755	-1.425
พ.ค. 51	175.130	118.472	56.658	114.220	60.910	134.439	40.691
มิ.ย. 51	159.470	126.779	32.691	125.362	34.108	144.580	14.890
ก.ค. 51	150.470	125.119	25.351	126.536	23.934	137.142	13.328
ส.ค. 51	166.770	127.948	38.822	132.201	34.569	137.990	28.780
ก.ย. 51	262.340	145.235	117.105	152.323	110.017	141.187	121.153
ต.ค. 51	229.480	120.900	108.580	130.822	98.658	189.295	40.185
พ.ย. 51	39.990	52.428	-12.438	65.185	-25.195	74.212	-34.222
ธ.ค. 51	0.900	2.814	-1.914	18.407	-17.507	4.440	-3.540
	MSE	3197.693		3080.890		1964.923	

จากตารางที่ 29 พบว่าตัวแบบที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันของไบสแควร์จากการวิเคราะห์ข้อมูล 132 เดือนเป็นตัวแบบให้ค่าพยากรณ์ปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนล่วงหน้าใกล้เคียงกับข้อมูลจริงมากกว่าตัวแบบที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือนและ 60 เดือน

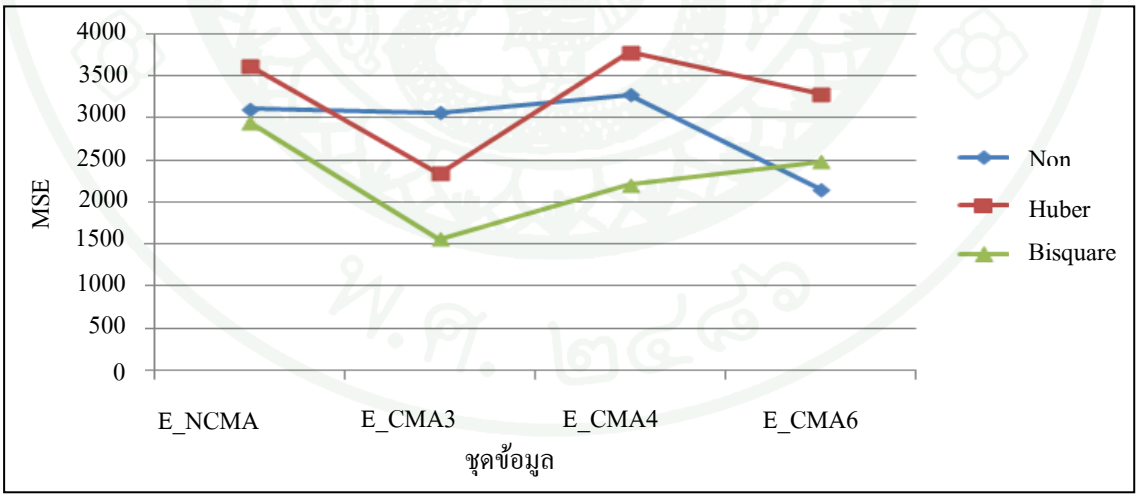
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.4 ตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมของภาคตะวันออก

3.4.1 ตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมจากการวิเคราะห์ข้อมูล 36 เดือนของภาคตะวันออก (พ.ศ. 2548 - 2550)

ตารางที่ 30 ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบเมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือนของภาคตะวันออก

ชุดข้อมูล	ค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSE)		
	ไม่ถ่วงน้ำหนัก	ถ่วงน้ำหนัก	
	(Non)	Huber	Bisquare
E_NCMA	3105.828	3614.155	2951.015
E_CMA3	3061.449	2333.459	1564.497
E_CMA4	3272.068	3775.850	2207.832
E_CMA6	2150.854	3283.548	2477.530



ภาพที่ 43 ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบเมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือนของภาคตะวันออก

จากตารางที่ 30 และภาพที่ 43 พบว่าข้อมูลที่มีการปรับด้วยวิธีเดียวกัน การถ่วงน้ำหนักข้อมูลด้วยฟังก์ชันของไบสแควร์ให้ค่า MSE ของตัวแบบต่ำสุดโดยเฉพาะกรณีปรับข้อมูลด้วยวิธี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 3 เดือน (E_CMA3) ยกเว้นกรณีข้อมูลมีการปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 6 เดือน (E_CMA6) ตัวแบบที่ไม่ถ่วงน้ำหนักให้ค่า MSE ต่ำกว่า

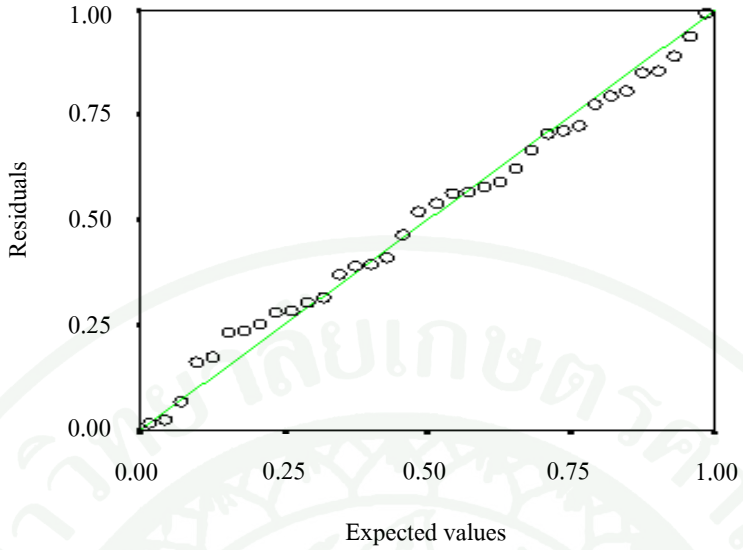
ตารางที่ 31 ตัวแปรอิสระและค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันของไบสแควร์กรณีข้อมูลปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 3 เดือนจากการศึกษาข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือนของภาคตะวันออก

Variable	Parameter Est.	Std. Error	t-test	P-value	Collinearity (VIF)
Constant	-96.083	35.697	-2.692	0.011	
S1	-4.810	18.940	-0.254	0.801	1.314
S2	46.973	29.208	1.608	0.118	4.050
Cloud	36.008	7.440	4.840	0.000	3.487
e^{Rela_Humi}	2.223×10^{-35}	0.000	2.932	0.006	1.163

จากตารางที่ 31 แสดงตัวแปรอิสระที่อยู่ในตัวแบบพร้อมค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันไบสแควร์ กรณีปรับข้อมูลด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 3 เดือน (E_CMA3) จากการวิเคราะห์ข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือน ตัวแบบที่ได้ให้ค่า MSE ค่า R^2 และค่า R_a^2 เท่ากับ 1564.497, 0.879 และ 0.859 ตามลำดับซึ่งให้ตัวแบบสำหรับพยากรณ์ดังนี้

$$Rain = -96.083 - 4.810 \cdot S1 + 46.973 \cdot S2 + 36.008 \cdot Cloud + 2.223 \times 10^{-35} \cdot e^{Rela_Humi}$$

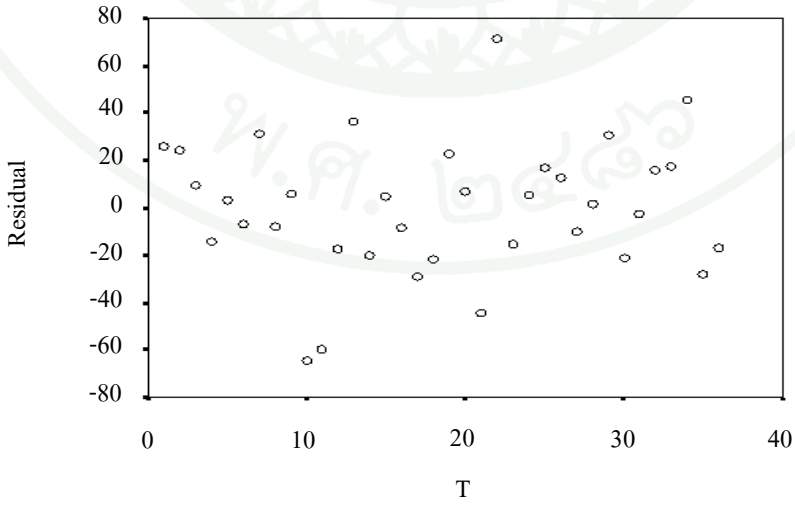
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 44 Normal probability plot ระหว่าง Residual กับ Expected values จากตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมของภาคตะวันออก เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือน

จากภาพที่ 44 จุดที่ได้จากการพล็อตมีการเรียงตัวเป็นเส้นตรงแสดงว่าความคลาดเคลื่อนที่ได้มีการแจกแจงแบบปกติ

การทดสอบความเป็นอิสระของความคลาดเคลื่อนโดย Durbin-Watson test ให้ค่าเท่ากับ 2.180 มากกว่า d_U= 1.73 สรุปว่าค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบเป็นอิสระกัน



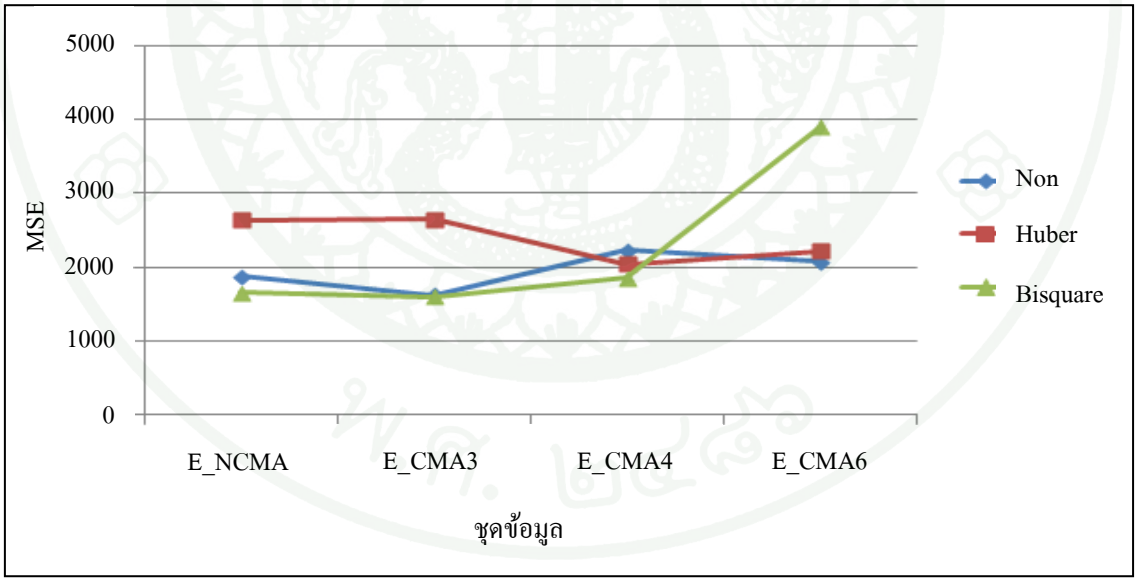
ภาพที่ 45 การพล็อตระหว่าง Residual กับเวลา ที่แสดงความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล 36 เดือนของภาคตะวันออก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.4.2 ตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมจากการวิเคราะห์ข้อมูล 60 เดือนของภาคตะวันออก (พ.ศ. 2546 - 2550)

ตารางที่ 32 ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบเมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือนของภาคตะวันออก

ชุดข้อมูล	ค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSE)		
	ไม่ถ่วงน้ำหนัก	ถ่วงน้ำหนัก	
	(Non)	Huber	Bisquare
E_NCMA	1868.206	2637.902	1765.583
E_CMA3	1622.152	2645.589	1133.472
E_CMA4	2229.618	2037.002	1347.764
E_CMA6	2075.224	2214.559	1267.688



ภาพที่ 46 ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบเมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือนของภาคตะวันออก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากตารางที่ 32 และภาพที่ 46 พบว่าข้อมูลที่มีการปรับด้วยวิธีเดียวกัน การถ่วงน้ำหนักข้อมูลด้วยฟังก์ชันของไบสแควร์ให้ค่า MSE ของตัวแบบต่ำสุด โดยเฉพาะกรณีที่ปรับข้อมูลด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 3 เดือน (E_CMA3)

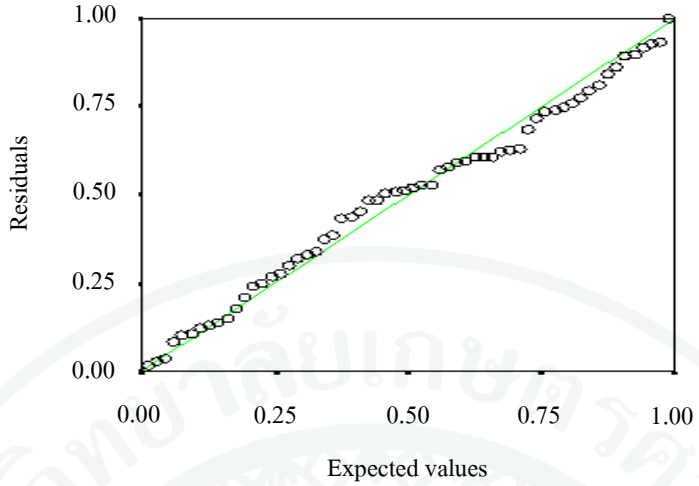
ตารางที่ 33 ตัวแปรอิสระและค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันของไบสแควร์กรณีข้อมูลปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 3 เดือนจากการศึกษาข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือนของภาคตะวันออก

Variable	Parameter Est.	Std. Error	t-test	P-value	Collinearity (VIF)
Constant	-175.625	29.037	-6.048	0.000	
S1	-13.857	11.831	-1.171	0.247	1.389
S2	47.981	18.969	2.529	0.014	4.629
Clous	37.337	4.514	8.272	0.000	3.894
$(Wind)^{-1}$	180.649	47.881	3.773	0.000	1.130

จากตารางที่ 33 แสดงตัวแปรอิสระที่อยู่ในตัวแบบพร้อมค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันไบสแควร์ กรณีปรับข้อมูลด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 3 เดือน (E_CMA3) จากการวิเคราะห์ข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือน ตัวแบบที่ได้ให้ค่า MSE ค่า R^2 และค่า R_a^2 เท่ากับ 1133.472, 0.906 และ 0.899 ตามลำดับ ซึ่งให้ตัวแบบสำหรับพยากรณ์ดังนี้

$$Rain = -175.625 - 13.857 \cdot S1 + 47.981 \cdot S2 + 37.337 \cdot Cloud + 180.649 \cdot (Wind)^{-1}$$

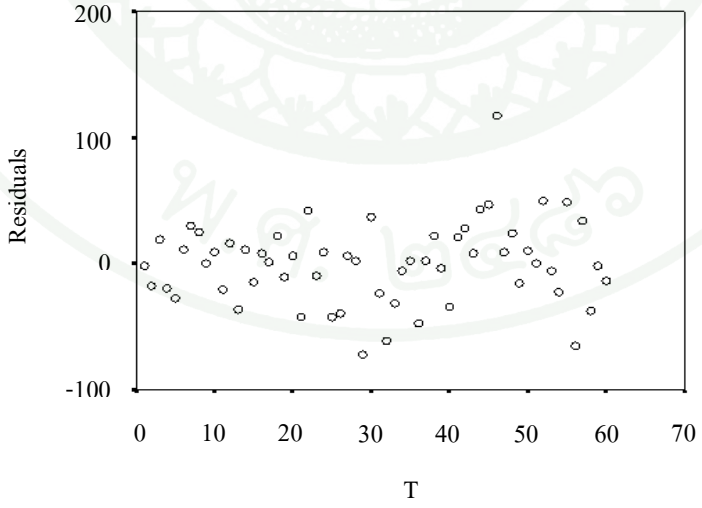
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 47 Normal probability plot ระหว่าง Residual กับ Expected values จากตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมของภาคตะวันออก เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือน

จากภาพที่ 47 จุดที่ได้จากการพล็อตมีการเรียงตัวเป็นเส้นตรงแสดงว่าความคลาดเคลื่อนที่ได้มีการแจกแจงแบบปกติ

การทดสอบความเป็นอิสระของความคลาดเคลื่อน โดย Durbin-Watson test ให้ค่าเท่ากับ 2.071 มากกว่า d_U= 1.73 สรุปว่าค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบเป็นอิสระกัน



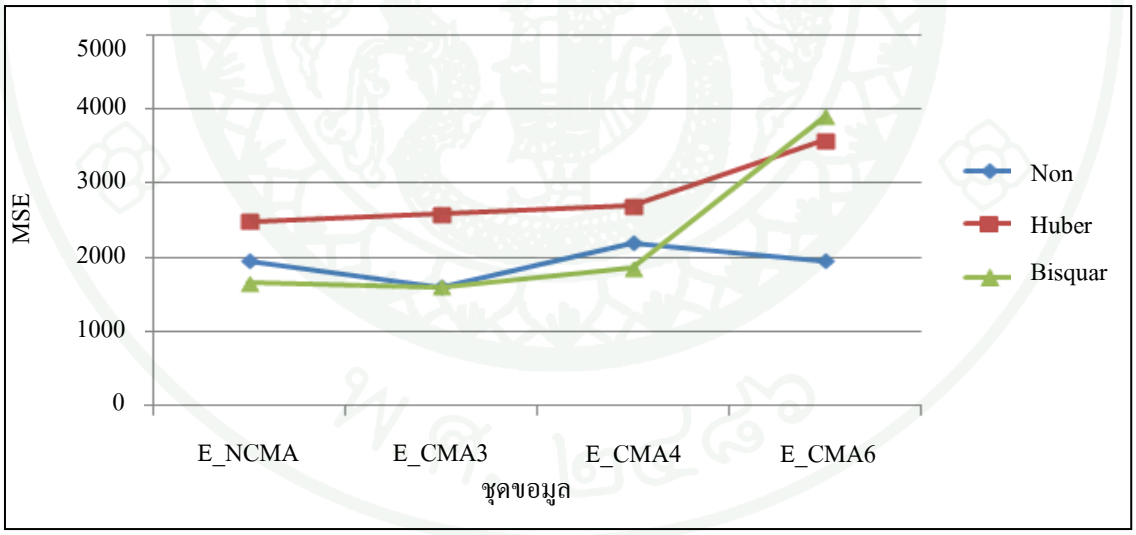
ภาพที่ 48 การพล็อตระหว่าง Residual กับเวลา ที่แสดงความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล 60 เดือนของภาคตะวันออก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.4.3 ตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมจากการวิเคราะห์ข้อมูล 132 เดือนของภาคตะวันออก (พ.ศ. 2540 - 2550)

ตารางที่ 34 ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบเมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือนของภาคตะวันออก

ชุดข้อมูล	ค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSE)		
	ไม่ถ่วงน้ำหนัก	ถ่วงน้ำหนัก	
	(Non)	Huber	Bisquare
E_NCMA	1955.890	2482.427	1654.034
E_CMA3	1601.397	2574.476	1593.562
E_CMA4	2193.988	2693.462	1855.600
E_CMA6	1950.120	3578.601	3897.757



ภาพที่ 49 ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบเมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือนของภาคตะวันออก

จากตารางที่ 34 และภาพที่ 49 พบว่าข้อมูลที่มีการปรับด้วยวิธีเดียวกัน การถ่วงน้ำหนักข้อมูลด้วยฟังก์ชันของไบสแควร์ให้ค่า MSE ของตัวแบบต่ำสุด โดยเฉพาะกรณีที่ปรับข้อมูลด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 3 เดือน (E_CMA3) ยกเว้นกรณีข้อมูลมีการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 6 เดือน (E_CMA6) ตัวแบบจากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ไม่ถ่วงน้ำหนักให้ค่า MSE ต่ำกว่า

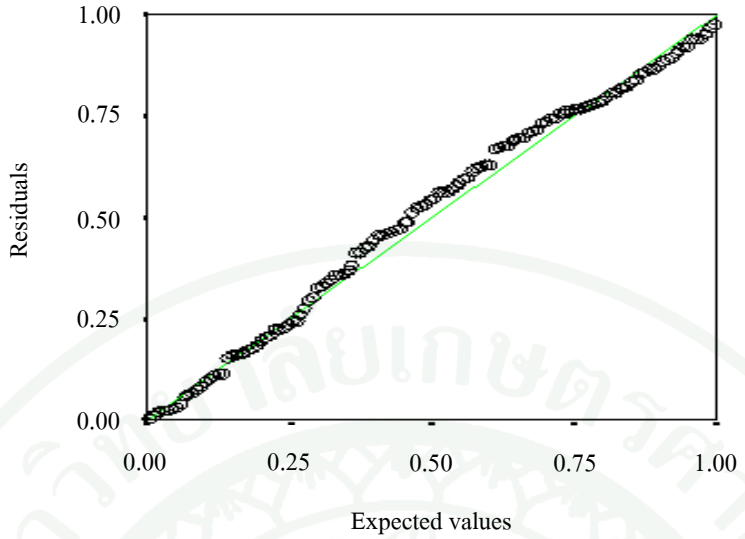
ตารางที่ 35 ตัวแปรอิสระและค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันของไบสแควร์กรณีข้อมูลปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 3 เดือนจากการศึกษาข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือนของภาคตะวันออก

Variable	Parameter Est.	Std. Error	t-test	P-value	Collinearity (VIF)
Constant	-106.552	17.419	-6.117	0.000	
S1	1.784	9.462	0.189	0.851	1.390
S2	50.903	12.824	3.969	0.000	3.311
Cloud	37.545	3.362	11.166	0.000	3.068
e^{Wind}	-0.695	0.235	-2.954	0.004	1.076
e^{Rela_Humi}	9.553×10^{-36}	0.000	2.139	0.034	1.150

จากตารางที่ 35 แสดงตัวแปรอิสระที่อยู่ในตัวแบบพร้อมค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันไบสแควร์ กรณีปรับข้อมูลด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 3 เดือน (E_CMA3) จากการวิเคราะห์ข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือน ตัวแบบที่ได้ให้ค่า MSE ค่า R^2 และค่า R_a^2 เท่ากับ 1593.562, 0.853 และ 0.847 ตามลำดับ ซึ่งให้ตัวแบบสำหรับพยากรณ์ดังนี้

$$Rain = -106.552 + 1.784 \cdot S1 + 50.903 \cdot S2 + 37.545 \cdot Cloud - 0.695 \cdot e^{Wind} + 9.553 \times 10^{-36} \cdot e^{Rela_Humi}$$

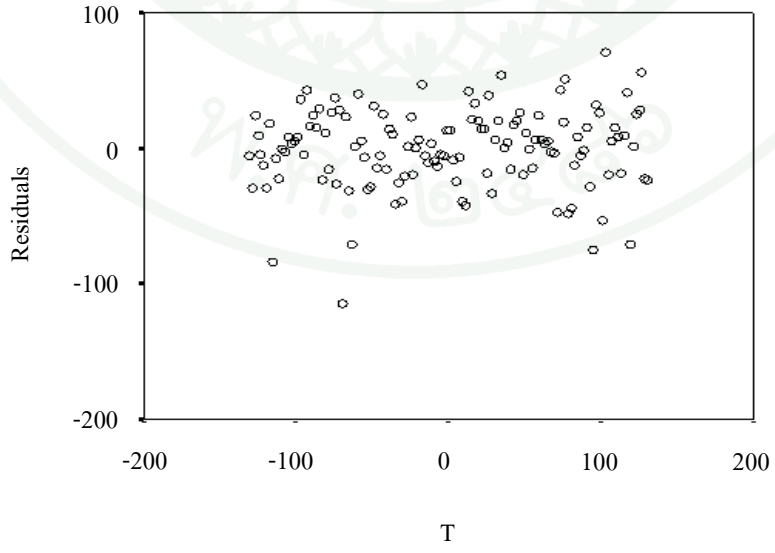
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 50 Normal probability plot ระหว่าง Residual กับ Expected values จากตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมของภาคตะวันออก เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือน

จากภาพที่ 50 จุดที่ได้จากการพล็อตมีการเรียงตัวเป็นเส้นตรงแสดงว่าความคลาดเคลื่อนที่ได้มีการแจกแจงแบบปกติ

การทดสอบความเป็นอิสระของความคลาดเคลื่อนโดย Durbin-Watson test ให้ค่าเท่ากับ 2.126 มากกว่า d_U= 1.832 สรุปว่าค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบเป็นอิสระกัน



ภาพที่ 51 การพล็อตระหว่าง Residual กับเวลา ที่แสดงความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล 132 เดือนของภาคตะวันออก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.4.4 ค่าพยากรณ์ปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนล่วงหน้าจากตัวแบบที่เหมาะสม 3 ตัวแบบจากการวิเคราะห์ข้อมูล 3 ขนาดเทียบกับข้อมูลจริงตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551 ของภาคตะวันออก

ตารางที่ 36 ค่าพยากรณ์ปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนล่วงหน้าจากตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสม 3 ตัวแบบจากการวิเคราะห์ข้อมูล 3 ขนาด เทียบกับข้อมูลจริง ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551 ของภาคตะวันออก

เดือน	ข้อมูลจริง	ข้อมูล 36 เดือน		ข้อมูล 60 เดือน		ข้อมูล 132 เดือน	
		Predicted	Error	Predicted	Error	Predicted	Error
ม.ค. 51	16.390	26.344	-9.954	15.381	1.009	115.993	-99.603
ก.พ. 51	67.690	93.551	-25.861	84.688	-16.998	4.272	63.418
มี.ค. 51	47.950	74.467	-26.517	55.293	-7.343	-19.502	47.950
เม.ย. 51	140.190	117.780	22.410	110.888	29.302	29.800	110.390
พ.ค. 51	228.490	225.559	2.931	214.961	13.529	321.707	-93.217
มิ.ย. 51	254.210	208.709	45.501	201.733	52.477	306.928	-52.718
ก.ค. 51	319.080	236.680	82.400	227.023	92.057	333.870	-14.790
ส.ค. 51	213.990	224.123	-10.133	218.252	-4.262	323.201	-109.211
ก.ย. 51	398.090	233.366	164.724	232.272	165.818	339.235	58.855
ต.ค. 51	224.630	156.012	68.618	167.501	57.129	259.611	-34.981
พ.ย. 51	40.170	118.167	-77.997	94.004	-53.834	195.458	-155.288
ธ.ค. 51	1.230	35.346	-34.116	11.456	-10.226	113.703	-112.473
	MSE	4548.599		4217.630		8499.467	

จากตารางที่ 36 พบว่าตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันไบสแควร์จากการวิเคราะห์ข้อมูล 60 เดือนเป็นตัวแบบที่ให้ค่าพยากรณ์ปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนใกล้เคียงกับข้อมูลจริงมากกว่าตัวแบบที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือนและ 132 เดือน

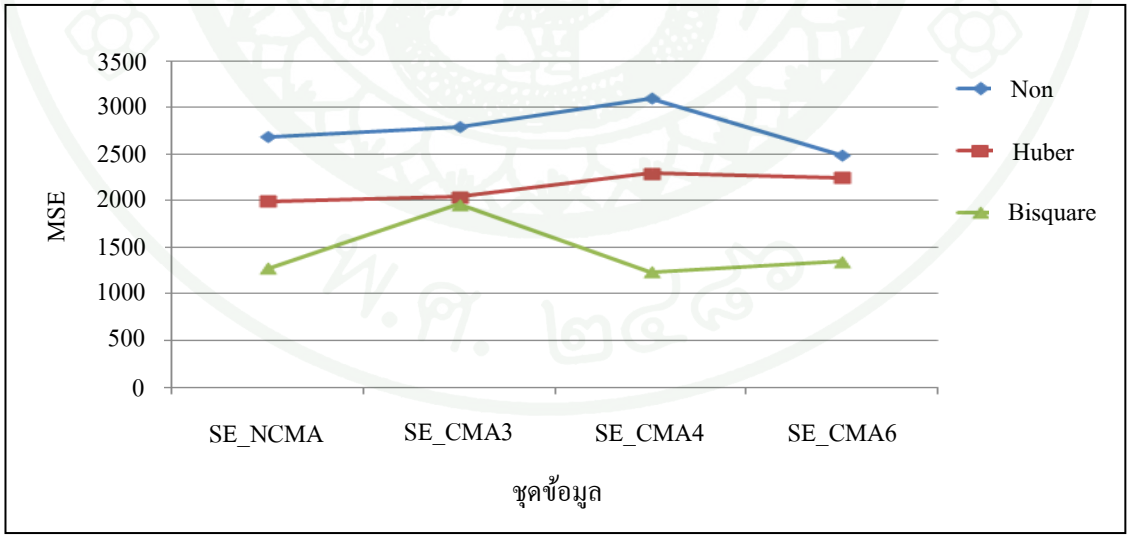
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.5 ตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมของภาคใต้ฝั่งตะวันออก

3.5.1 ตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมจากการวิเคราะห์ข้อมูล 36 เดือนของภาคใต้-ฝั่งตะวันออก (พ.ศ. 2548 - 2550)

ตารางที่ 37 ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบเมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือนของภาคใต้ฝั่งตะวันออก

ชุดข้อมูล	ค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSE)		
	ไม่ถ่วงน้ำหนัก	ถ่วงน้ำหนัก	
	(Non)	Huber	Bisquare
SE_NCMA	2688.661	1995.168	1274.291
SE_CMA3	2790.397	2041.092	1964.196
SE_CMA4	3096.664	2294.784	1234.378
SE_CMA6	2485.482	2245.788	1351.915



ภาพที่ 52 ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบเมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือนของภาคใต้ฝั่งตะวันออก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากตารางที่ 37 และภาพที่ 52 พบว่าเมื่อข้อมูลที่มีการปรับด้วยวิธีเดียวกัน การถ่วงน้ำหนักข้อมูลด้วยฟังก์ชันไบสแควร์ให้ค่า MSE ของตัวแบบต่ำสุด โดยเฉพาะกรณีปรับข้อมูลด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 4 เดือน (SE_CMA4)

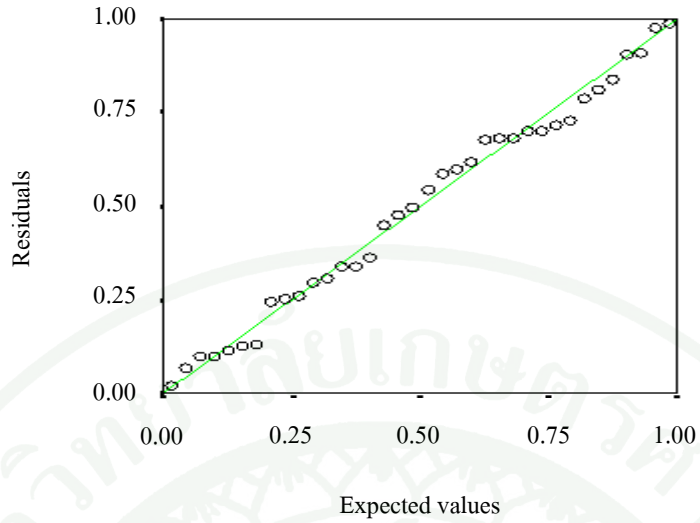
ตารางที่ 38 ตัวแปรอิสระและค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันของไบสแควร์กรณีข้อมูลปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 4 เดือนจากการศึกษาข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือนของภาคใต้ฝั่งตะวันออก

Variable	Parameter Est.	Std. Error	t-test	P-value	Collinearity (VIF)
Constant	-1865.549	203.166	-9.182	0.000	
S	11.693	13.498	0.866	0.393	1.291
Rela_Humi	24.803	2.565	9.669	0.000	1.291

จากตารางที่ 38 แสดงตัวแปรอิสระที่อยู่ในตัวแบบพร้อมค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันไบสแควร์ กรณีปรับข้อมูลด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 4 เดือน (SE_CMA4) จากการวิเคราะห์ข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือน ตัวแบบที่ได้ให้ค่า MSE ค่า R^2 และค่า R_a^2 เท่ากับ 1234.378, 0.800 และ 0.788 ตามลำดับ ซึ่งให้ตัวแบบสำหรับพยากรณ์ดังนี้

$$\text{Rain} = -1865.549 + 11.693 \cdot \text{S} + 24.803 \cdot \text{Rela_Humi}$$

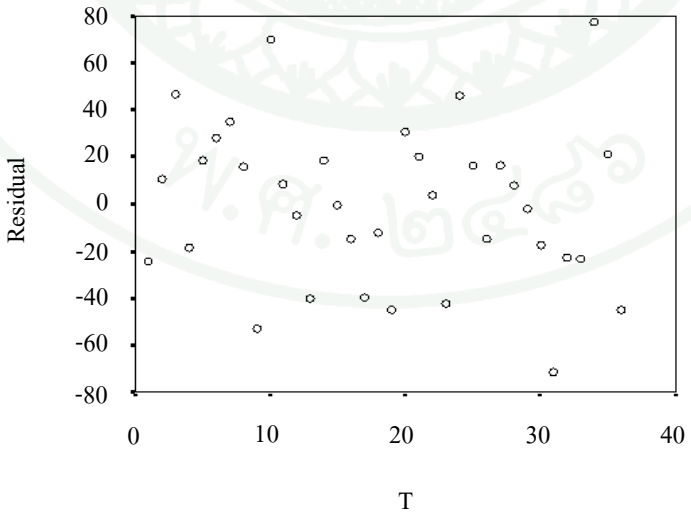
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 53 Normal probability plot ระหว่าง Residual กับ Expected values จากตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมของภาคใต้ฝั่งตะวันออก เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือน

จากภาพที่ 53 จุดที่ได้จากการพล็อตมีการเรียงตัวเป็นเส้นตรงแสดงว่าความคลาดเคลื่อนที่ได้มีการแจกแจงแบบปกติ

การทดสอบความเป็นอิสระของความคลาดเคลื่อนโดย Durbin-Watson test ให้ค่าเท่ากับ 2.029 มากกว่า d_U= 1.59 สรุปว่าค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบเป็นอิสระกัน



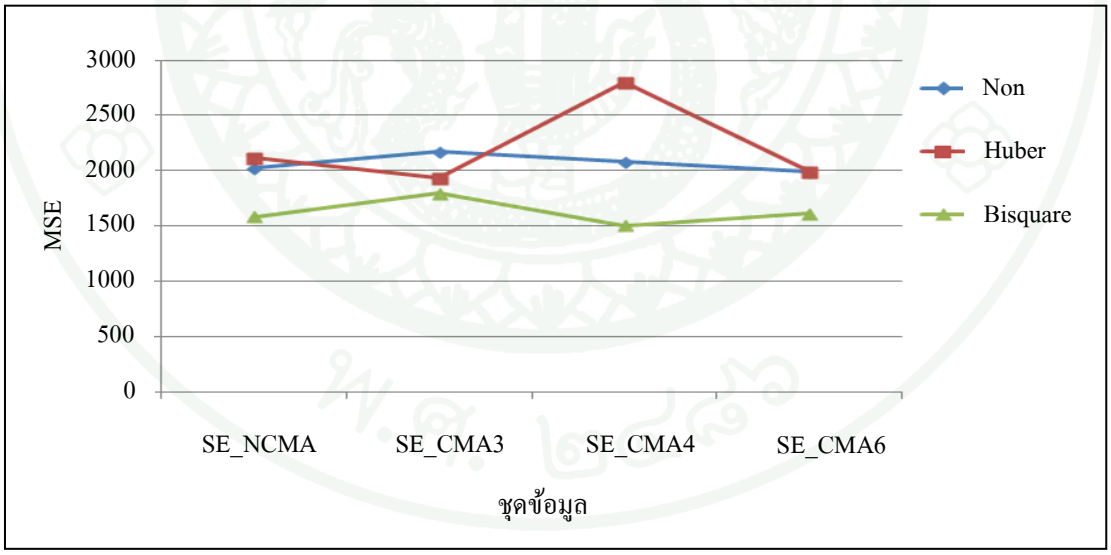
ภาพที่ 54 การพล็อตระหว่าง Residual กับเวลา ที่แสดงความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล 36 เดือนของภาคใต้ฝั่งตะวันออก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.5.2 ตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมจากการวิเคราะห์ข้อมูล 60 เดือน ของภาคใต้ฝั่งตะ-ตะวันออก (พ.ศ. 2546 - 2550)

ตารางที่ 39 ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบเมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือนของภาคใต้ฝั่งตะวันออก

ชุดข้อมูล	ค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSE)		
	ไม่ถ่วงน้ำหนัก	ถ่วงน้ำหนัก	
	(Non)	Huber	Bisquare
SE_NCMA	2023.807	2114.086	1585.785
SE_CMA3	2174.327	1931.974	1795.911
SE_CMA4	2079.145	2800.546	1503.026
SE_CMA6	1987.059	1987.058	1610.983



ภาพที่ 55 ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบเมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือนของภาคใต้ฝั่งตะวันออก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากตารางที่ 39 และภาพที่ 55 พบว่าข้อมูลที่มีการปรับด้วยวิธีเดียวกัน การถ่วงน้ำหนักข้อมูลด้วยฟังก์ชันไบสแควร์ให้ค่า MSE ของตัวแบบต่ำสุดโดยเฉพาะ กรณีที่ปรับข้อมูลด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 4 เดือน (SE_CMA4)

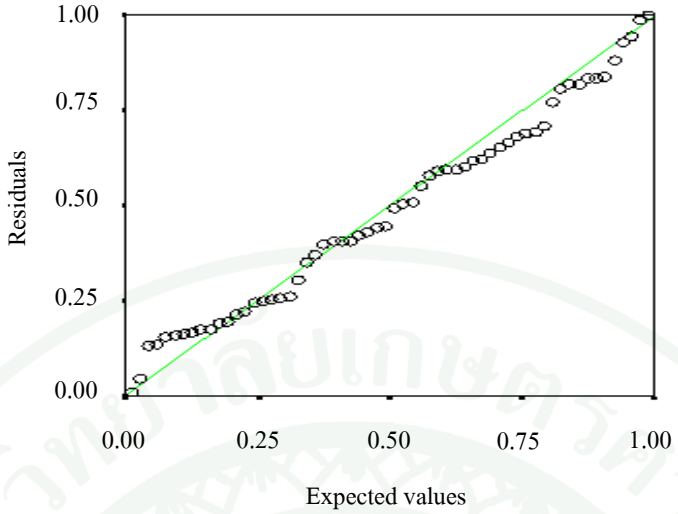
ตารางที่ 40 ตัวแปรอิสระและค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันของไบสแควร์กรณีข้อมูลปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 4 เดือนจากการศึกษาข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือนของภาคใต้ฝั่งตะวันออก

Variable	Parameter Est.	Std. Error	t-test	P-value	Collinearity (VIF)
Constant	-2849.333	230.544	-12.359	0.000	
S	18.279	13.498	1.354	0.181	1.768
Rela_Humi	36.185	2.688	13.462	0.000	1.702
Wind	43.391	16.066	2.701	0.009	2.151

จากตารางที่ 40 แสดงตัวแปรอิสระที่อยู่ในตัวแบบพร้อมค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันไบสแควร์กรณีปรับข้อมูลด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 3 เดือน (E_CMA3) จากการวิเคราะห์ข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือน ตัวแบบที่ได้ให้ค่า MSE ค่า R^2 และค่า R_a^2 เท่ากับ 1503.026, 0.825 และ 0.815 ตามลำดับ ซึ่งให้ตัวแบบสำหรับพยากรณ์ดังนี้

$$\text{Rain} = -2849.333 + 18.279 \cdot \text{S} + 36.185 \cdot \text{Rela_Humi} + 43.391 \cdot \text{Wind}$$

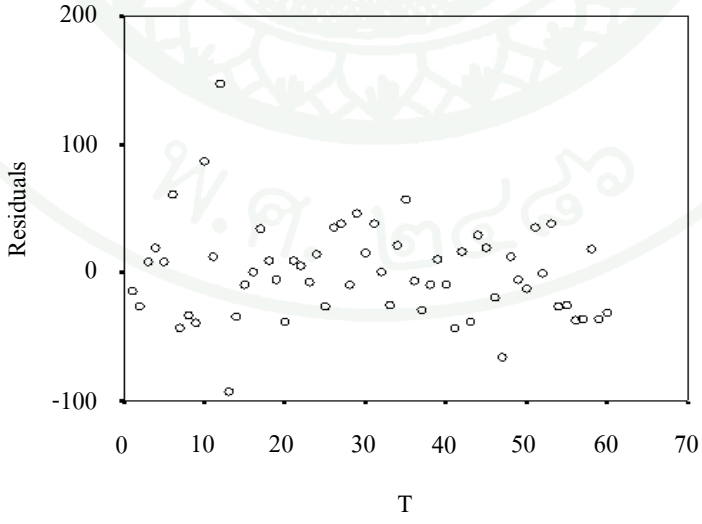
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 56 Normal probability plot ระหว่าง Residual กับ Expected values จากตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมของภาคใต้ฝั่งตะวันออก เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือน

จากภาพที่ 56 จุดที่ได้จากการพล็อตมีการเรียงตัวเป็นเส้นตรงแสดงว่าความคลาดเคลื่อนที่ได้มีการแจกแจงแบบปกติ

การทดสอบความเป็นอิสระของความคลาดเคลื่อนโดย Durbin-Watson test ให้ค่าเท่ากับ 2.187 มากกว่า d_U= 1.69 สรุปว่าค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบเป็นอิสระกัน



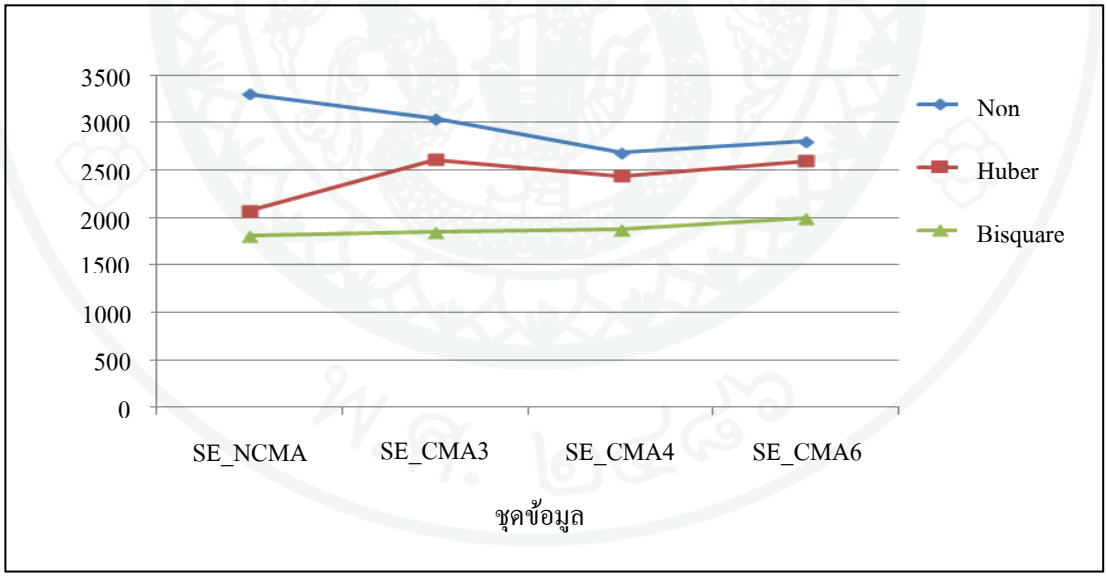
ภาพที่ 57 การพล็อตระหว่าง Residual กับเวลา ที่แสดงความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล 60 เดือนของภาคใต้ฝั่งตะวันออก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.5.3 ตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมจากการวิเคราะห์ข้อมูล 132 เดือนของภาคใต้ฝั่งตะวันออก (พ.ศ. 2540 - 2550)

ตารางที่ 41 ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบเมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือนของภาคใต้ฝั่งตะวันออก

ชุดข้อมูล	ค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSE)		
	ไม่ถ่วงน้ำหนัก	ถ่วงน้ำหนัก	
	(Non)	Huber	Bisquare
SE_NCMA	3300.124	2075.279	1808.434
SE_CMA3	3044.413	2609.861	1849.946
SE_CMA4	2685.699	2439.508	1876.406
SE_CMA6	2805.368	2594.350	1993.725



ภาพที่ 58 ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบเมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือนของภาคใต้ฝั่งตะวันออก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากตารางที่ 41 และภาพที่ 58 พบว่าข้อมูลที่มีการปรับด้วยวิธีเดียวกัน การถ่วงน้ำหนักข้อมูลด้วยฟังก์ชันไบสแควร์ให้ค่า MSE ของตัวแบบต่ำสุด โดยเฉพาะกรณีไม่ปรับข้อมูลด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ย

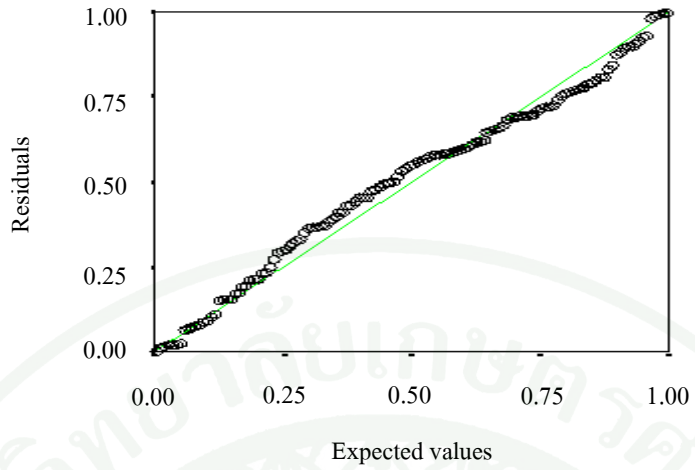
ตารางที่ 42 ตัวแปรอิสระและค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันของไบสแควร์กรณีข้อมูลไม่ปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ย จากการศึกษาข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือนของภาคใต้ฝั่งตะวันออก

Variable	Parameter Est.	Std. Error	t-test	P-value	Collinearity (VIF)
Constant	-1694.800	121.985	-13.893	0.000	
S	27.926	8.074	3.459	0.001	1.156
Rela_Humi	22.614	1.544	14.648	0.000	1.156

จากตารางที่ 42 แสดงตัวแปรอิสระที่อยู่ในตัวแบบพร้อมค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันไบสแควร์กรณีไม่ปรับข้อมูลด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ย (SE_NCMA) จากการวิเคราะห์ข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือน ตัวแบบที่ได้ให้ค่า MSE ค่า R^2 และค่า R_a^2 เท่ากับ 1808.434, 0.703 และ 0.698 ตามลำดับซึ่งให้ตัวแบบสำหรับพยากรณ์ดังนี้

$$\text{Rain} = -1694.800 + 27.926 \cdot \text{S} + 22.614 \cdot \text{Rela_Humi}$$

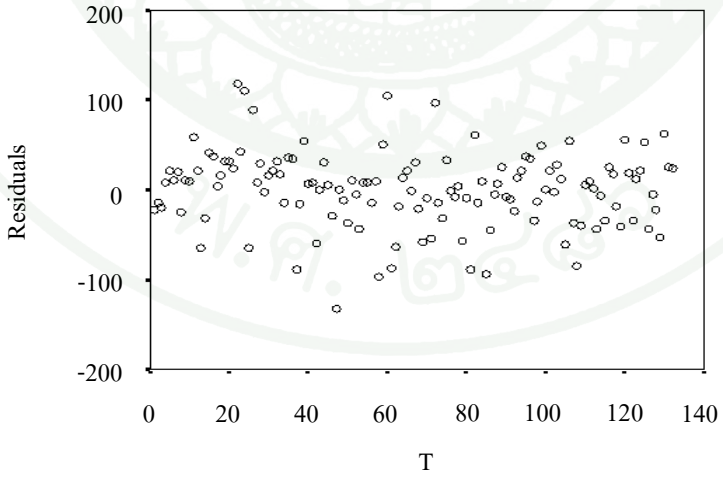
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 59 Normal probability plot ระหว่าง Residual กับ Expected values จากตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมของภาคใต้ฝั่งตะวันออก เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือน

จากภาพที่ 59 จุดที่ได้จากการพล็อตมีการเรียงตัวเป็นเส้นตรงแสดงว่าความคลาดเคลื่อนที่ได้มีการแจกแจงแบบปกติ

การทดสอบความเป็นอิสระของความคลาดเคลื่อนโดย Durbin-Watson test ให้ค่าเท่ากับ 2.014 มากกว่า d_U= 1.760 สรุปว่าค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบเป็นอิสระกัน



ภาพที่ 60 การพล็อตระหว่าง Residual กับเวลา ที่แสดงความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล 132 เดือนของภาคใต้ฝั่งตะวันออก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.5.4 ค่าพยากรณ์ปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนล่วงหน้าจากตัวแบบที่เหมาะสมทั้ง 3 ขนาดเทียบกับข้อมูลจริงตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551 ของภาคใต้ฝั่งตะวันออก

ตารางที่ 43 ค่าพยากรณ์ปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนล่วงหน้าจากตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสม 3 ตัวแบบ จากการวิเคราะห์ข้อมูล 3 ขนาดเทียบกับข้อมูลจริงตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551 ของภาคใต้ฝั่งตะวันออก

เดือน	ข้อมูลจริง	ข้อมูล 36 เดือน		ข้อมูล 60 เดือน		ข้อมูล 132 เดือน	
		Predicted	Error	Predicted	Error	Predicted	Error
ม.ค. 51	112.190	118.691	-6.501	132.249	-20.059	114.320	-2.130
ก.พ. 51	65.400	80.990	-15.590	98.509	-33.109	79.947	-14.547
มี.ค. 51	64.800	81.983	-17.183	95.618	-30.818	80.851	-16.051
เม.ย. 51	111.280	108.026	3.254	94.560	16.720	104.596	6.684
พ.ค. 51	186.720	161.140	25.580	172.834	13.886	170.287	16.433
มิ.ย. 51	152.060	161.140	-9.080	174.136	-22.076	170.287	-18.227
ก.ค. 51	110.970	137.577	-26.607	143.665	-32.695	148.804	-37.834
ส.ค. 51	118.380	106.821	11.559	98.796	19.584	120.763	-2.383
ก.ย. 51	95.530	132.864	-37.334	149.807	-54.277	144.507	-48.977
ต.ค. 51	189.600	211.986	-22.386	242.674	-53.074	216.646	-27.046
พ.ย. 51	578.170	357.083	221.087	337.821	240.349	258.482	319.688
ธ.ค. 51	300.700	152.919	147.781	192.598	108.102	145.527	155.173
	MSE	6798.447		7279.755		11997.009	

จากตารางที่ 43 พบว่าตัวแบบที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันไบสแควร์จากการวิเคราะห์ข้อมูล 36 เดือน เป็นตัวแบบที่ให้ค่าพยากรณ์ปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนใกล้เคียงกับข้อมูลจริงมากกว่าตัวแบบที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือนและ 132 เดือน

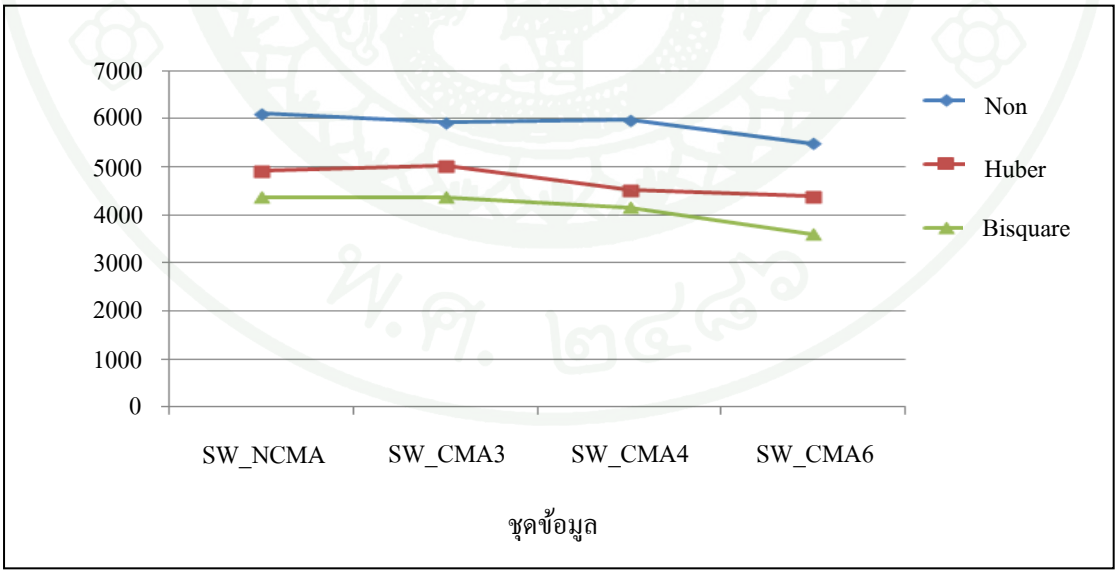
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.6 ตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมของภาคใต้ฝั่งตะวันตก

3.6.1 ตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมจากการวิเคราะห์ข้อมูล 36 เดือนของภาคใต้ฝั่งตะวันตก (พ.ศ. 2548 - 2550)

ตารางที่ 44 ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบเมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือนของภาคใต้ฝั่งตะวันตก

ชุดข้อมูล	ค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSE)		
	ไม่ถ่วงน้ำหนัก	ถ่วงน้ำหนัก	
	(Non)	Huber	Bisquare
SW_NCMA	6110.692	4912.933	4375.768
SW_CMA3	5925.803	5025.241	4367.337
SW_CMA4	5978.998	4519.629	4158.685
SW_CMA6	5487.798	4388.237	3603.698



ภาพที่ 61 ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบเมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือนของภาคใต้ฝั่งตะวันตก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากตารางที่ 44 และภาพที่ 61 แสดงค่า MSE พบว่าเมื่อข้อมูลที่มีการปรับด้วยวิธีเดียวกัน การถ่วงน้ำหนักข้อมูลด้วยฟังก์ชันไบแสคว์ให้ค่า MSE ของตัวแบบต่ำสุดโดยเฉพาะกรณีที่ปรับข้อมูลด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 6 เดือน (SW_CMA6)

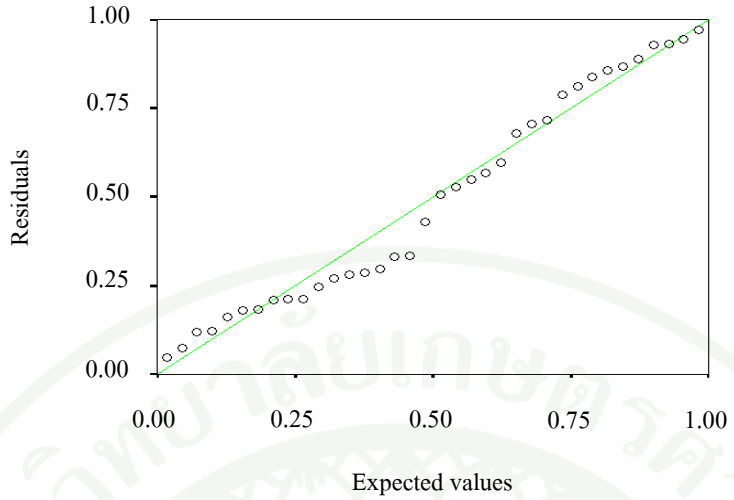
ตารางที่ 45 ตัวแปรอิสระและค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันของไบสแควร์กรณีข้อมูลปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 6 เดือนจากการศึกษาข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือนของภาคใต้ฝั่งตะวันตก

Variable	Parameter Est.	Std. Error	t-test	P-value	Collinearity (VIF)
Constant	-1198.577	307.587	-3.897	0.000	
S	78.785	32.656	2.413	0.022	2.589
$(Maxtemp)^{-1}$	41478.594	10173.667	4.077	0.000	1.580
e^{Dew_Ptemp}	2.46×10^{-9}	0.000	3.985	0.000	1.835

จากตารางที่ 45 แสดงตัวแปรอิสระที่อยู่ในตัวแบบพร้อมค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันไบสแควร์กรณีปรับข้อมูลด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 6 เดือน (SE_CMA6) จากการวิเคราะห์ข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือน ตัวแบบที่ได้ให้ค่า MSE ค่า R^2 และค่า R_a^2 เท่ากับ 3603.698, 0.810 และ 0.792 ตามลำดับ ซึ่งให้ตัวแบบสำหรับพยากรณ์ดังนี้

$$Rain = -1198.577 + 78.785 \cdot S + 41478.594 \cdot (Maxtemp)^{-1} + 2.46\times10^{-9} \cdot e^{Dew_Ptemp}$$

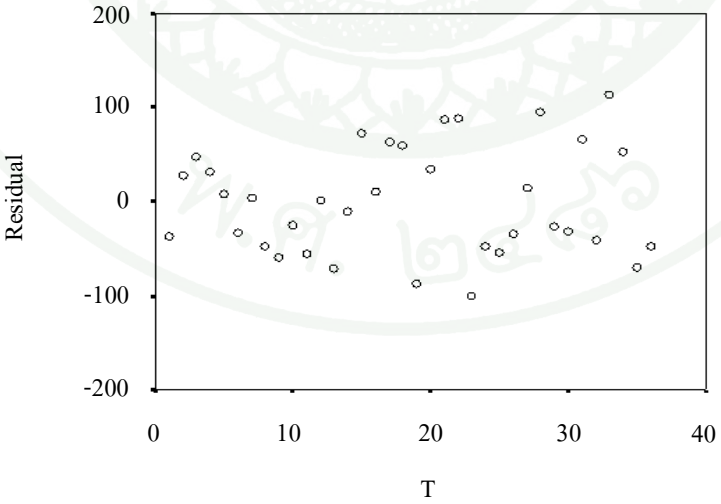
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 62 Normal probability plot ระหว่าง Residual กับ Expected values จากตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมของภาคใต้ฝั่งตะวันตก เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือน

จากภาพที่ 62 จุดที่ได้จากการพล็อตมีการเรียงตัวเป็นเส้นตรงแสดงว่าความคลาดเคลื่อนที่ได้มีการแจกแจงแบบปกติ

การทดสอบความเป็นอิสระของความคลาดเคลื่อนโดย Durbin-Watson test ให้ค่าเท่ากับ 1.782 มากกว่า d_U= 1.65 สรุปว่าค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบเป็นอิสระกัน



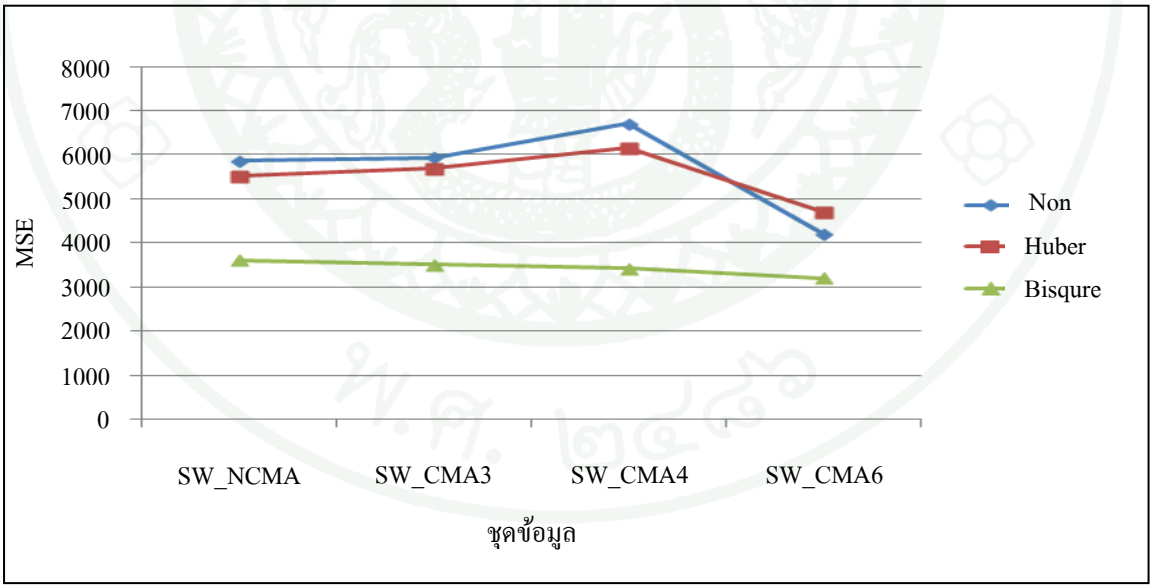
ภาพที่ 63 การพล็อตระหว่าง Residual กับเวลา ที่แสดงความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล 36 เดือนของภาคใต้ฝั่งตะวันตก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.6.2 ตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมจากการวิเคราะห์ข้อมูล 60 เดือน ภาคใต้ฝั่ง-ตะวันตก (พ.ศ. 2546 - 2550)

ตารางที่ 46 ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบเมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือน ของภาคใต้ฝั่งตะวันตก

ชุดข้อมูล	ค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSE)		
	ไม่ถ่วงน้ำหนัก	ถ่วงน้ำหนัก	
	(Non)	Huber	Bisquare
SW_NCMA	5868.712	5511.680	3846.058
SW_CMA3	5939.587	5684.799	4080.231
SW_CMA4	6701.715	6150.459	3761.030
SW_CMA6	4200.989	4702.023	3589.153



ภาพที่ 64 ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบเมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือน ของภาคใต้ฝั่งตะวันตก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากตารางที่ 46 และภาพที่ 64 พบว่าข้อมูลที่มีการปรับด้วยวิธีเดียวกัน การถ่วงน้ำหนักข้อมูลด้วยฟังก์ชันไบสแควร์ให้ค่า MSE ของตัวแบบต่ำสุดโดยเฉพาะกรณีที่ปรับข้อมูลด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 6 เดือน (SW_CMA6)

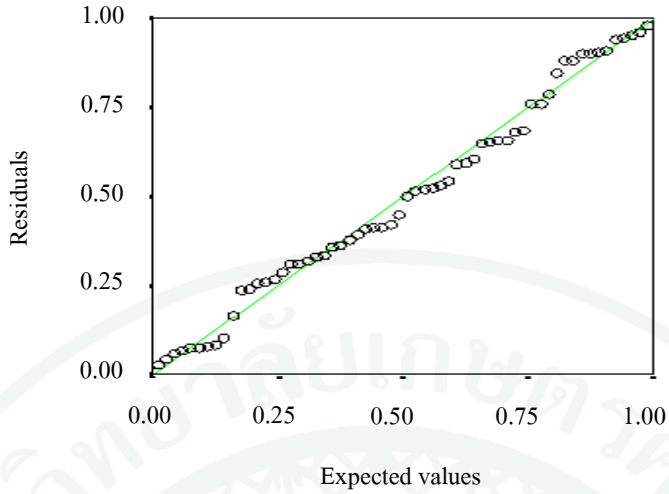
ตารางที่ 47 ตัวแปรอิสระและค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันของไบสแควร์กรณีข้อมูลปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 6 เดือนจากการศึกษาข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือนของภาคใต้ฝั่งตะวันตก

Variable	Parameter Est.	Std. Error	t-test	P-value	Collinearity (VIF)
Constant	-1034.343	299.913	-3.449	0.001	
S	69.607	26.161	2.661	0.010	2.781
e^{Dew_Ptemp}	2.624×10^{-9}	0.000	5.754	0.000	1.840
$(Maxtemp)^{-1}$	35713.721	9975.668	3.580	0.001	2.472
e^{Rela_Humi}	2.563×10^{-36}	0.000	2.402	0.020	1.692

จากตารางที่ 47 แสดงตัวแปรอิสระที่อยู่ในตัวแบบพร้อมค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันไบสแควร์กรณีปรับข้อมูลด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 6 เดือน (SE_CMA6) จากการวิเคราะห์ข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือน ตัวแบบที่ได้ให้ค่า MSE ค่า R^2 และค่า R_a^2 เท่ากับ 3589.153, 0.832 และ 0.820 ตามลำดับ ซึ่งให้ตัวแบบสำหรับพยากรณ์ดังนี้

$$Rain = -1034.343 + 69.607 \cdot S + 2.624 \times 10^{-9} \cdot e^{Rela_Humi} + 35713.721 \cdot (Maxtemp)^{-1} + 2.563 \times 10^{-36} \cdot e^{Rela_Humi}$$

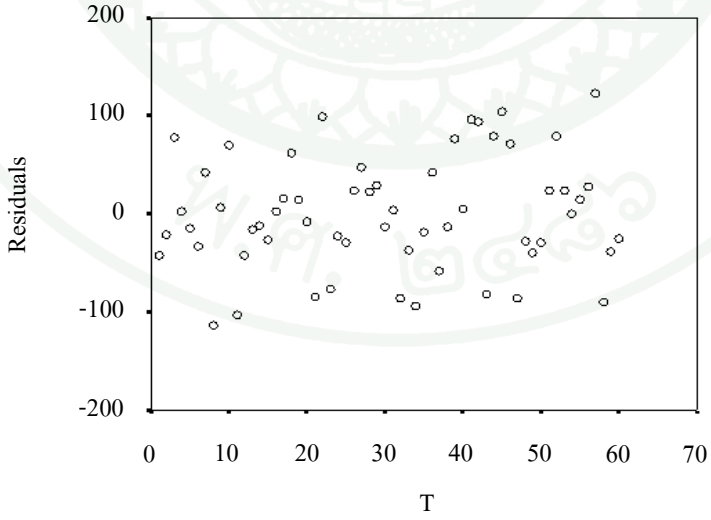
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 65 Normal probability plot ระหว่าง Residual กับ Expected values จากตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมของภาคใต้ฝั่งตะวันตก เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือน

จากภาพที่ 65 จุดที่ได้จากการพล็อตมีการเรียงตัวเป็นเส้นตรงแสดงว่าความคลาดเคลื่อนที่ได้มีการแจกแจงแบบปกติ

การทดสอบความเป็นอิสระของความคลาดเคลื่อนโดย Durbin-Watson test ให้ค่าเท่ากับ 2.017 มากกว่า d_U= 1.73 สรุปว่าค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบเป็นอิสระกัน



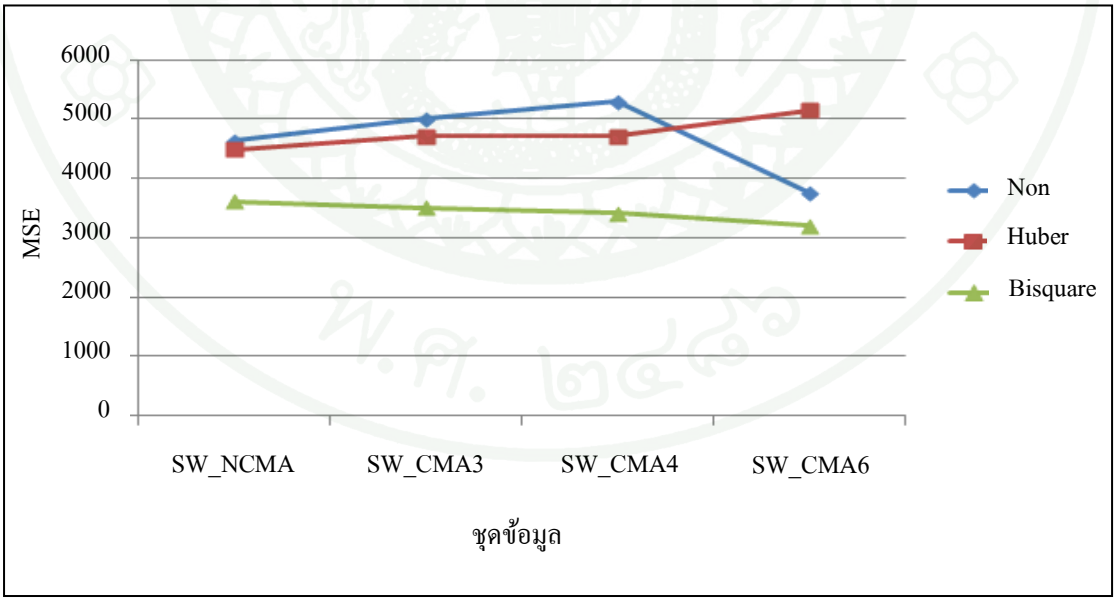
ภาพที่ 66 การพล็อตระหว่าง Residual กับเวลา ที่แสดงความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล 60 เดือนของภาคใต้ฝั่งตะวันตก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.6.3 ตัวแบบการถดถอยจากการวิเคราะห์ข้อมูล 132 เดือนของภาคใต้ฝั่งตะวันตก (พ.ศ. 2540 - 2550)

ตารางที่ 48 ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบเมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือน ของภาคใต้ฝั่งตะวันตก

ชุดข้อมูล	ค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (MSE)		
	ไม่ถ่วงน้ำหนัก	ถ่วงน้ำหนัก	
	(Non)	Huber	Bisquare
SW_NCMA	4633.355	4484.432	3613.001
SW_CMA3	5001.641	4709.267	3511.426
SW_CMA4	5299.838	4710.965	3416.278
SW_CMA6	3751.743	5149.826	3324.705



ภาพที่ 67 ค่า MSE จากตัวแบบการถดถอย 12 ตัวแบบเมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือน ของภาคใต้ฝั่งตะวันตก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากตารางที่ 48 และภาพที่ 67 พบว่าข้อมูลที่มีการปรับด้วยวิธีเดียวกัน การถ่วงน้ำหนักข้อมูลด้วยฟังก์ชันไบสแควร์ให้ค่า MSE ของตัวแบบต่ำสุด โดยเฉพาะกรณีที่ปรับข้อมูลด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 6 เดือน (SW_CMA6)

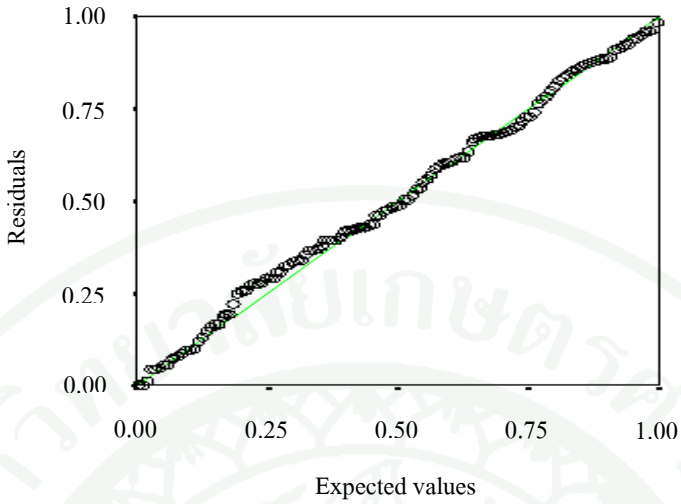
ตารางที่ 49 ตัวแปรอิสระและค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันของไบสแควร์กรณีข้อมูลปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 6 เดือนจากการศึกษาข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือนของภาคใต้ฝั่งตะวันตก

Variable	Parameter Est.	Std. Error	t-test	P-value	Collinearity (VIF)
Constant	-17431.000	6658.909	-2.618	0.010	
S	57.034	16.000	3.565	0.001	2.470
$(Pressure)^{-1}$	1.7×10^{7}	6700615	2.501	0.014	1.544
$(Pan_Eva)^{-1}$	20231.008	8371.138	2.417	0.017	6.244
e^{Dew_Ptemp}	2.082×10^{-9}	0.000	6.630	0.000	2.335
$(Maxtemp)^{-1}$	24338.606	9834.342	2.475	0.015	5.359

จากตารางที่ 49 แสดงตัวแปรอิสระที่อยู่ในตัวแบบพร้อมค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันไบสแควร์ กรณีไม่ปรับข้อมูลด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ย (SE_NCMA) จากการวิเคราะห์ข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือน ตัวแบบที่ได้ให้ค่า MSE ค่า R^2 และค่า R_a^2 เท่ากับ 3324.705, 0.816 และ 0.808 ตามลำดับซึ่งให้ตัวแบบสำหรับพยากรณ์ดังนี้

$$Rain = -17431 + 57.034 \cdot S - 1.7 \times 10^{7} \cdot (Pressure)^{-1} + 202231 \cdot (Pan_Eva)^{-1}$$
$$+ 2.082 \times 10^{-9} \cdot e^{Dew_Ptemp} + 24338.606 \cdot (Maxtemp)^{-1}$$

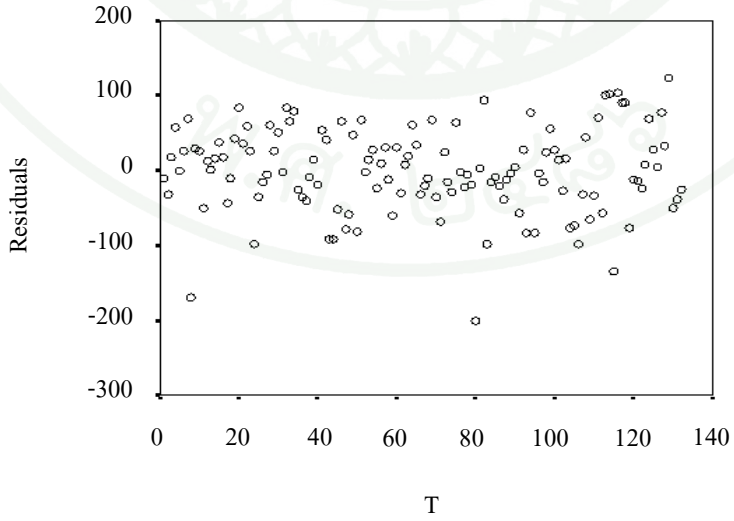
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 68 Normal probability plot ระหว่าง Residual กับ Expected values จากตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมของภาคใต้ฝั่งตะวันตก เมื่อศึกษาจากข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือน

จากภาพที่ 68 จุดที่ได้จากการพล็อตมีการเรียงตัวเป็นเส้นตรงแสดงว่าความคลาดเคลื่อนที่ได้มีการแจกแจงแบบปกติ

การทดสอบความเป็นอิสระของความคลาดเคลื่อนโดย Durbin-Watson test ให้ค่าเท่ากับ 2.069 มากกว่า d_U= 1.832 ทำให้สรุปได้ว่าค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบเป็นอิสระกัน



ภาพที่ 69 การพล็อตระหว่าง Residual กับเวลา ที่แสดงความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล 132 เดือนของภาคใต้ฝั่งตะวันตก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากภาพที่ 69 แสดงให้เห็นว่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าคงที่

3.6.4 ค่าพยากรณ์ปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนล่วงหน้าจากตัวแบบที่เหมาะสมทั้ง 3 ขนาดเทียบกับข้อมูลจริง ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551 ของภาคใต้ฝั่งตะวันตก

ตารางที่ 50 ค่าพยากรณ์ปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนล่วงหน้าจากตัวแบบการถดถอยทั้ง 3 ตัวแบบ เทียบกับข้อมูลจริง ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551 ของภาคใต้ฝั่ง-ตะวันตก

เดือน	ข้อมูลจริง	ข้อมูล 36 เดือน		ข้อมูล 60 เดือน		ข้อมูล 132 เดือน	
		Predicted	Error	Predicted	Error	Predicted	Error
ม.ค. 51	44.140	90.202	-46.062	77.891	-33.751	49.012	-4.872
ก.พ. 51	64.080	63.764	0.316	53.744	10.336	0.000	64.080
มี.ค. 51	99.600	66.165	33.435	58.865	40.735	65.665	33.935
เม.ย. 51	151.560	121.982	29.578	118.328	33.232	170.564	-19.004
พ.ค. 51	369.180	281.152	88.028	261.863	107.317	283.212	85.968
มิ.ย. 51	380.680	291.226	89.454	280.718	99.962	292.499	88.181
ก.ค. 51	275.480	274.372	1.108	255.401	20.079	271.880	3.600
ส.ค. 51	207.790	250.660	-42.870	230.487	-22.697	247.581	-39.791
ก.ย. 51	423.030	288.449	134.581	285.062	137.968	292.046	130.984
ต.ค. 51	354.640	272.036	82.604	268.547	86.093	268.301	86.339
พ.ย. 51	133.550	266.105	-132.555	238.501	-104.951	240.248	-106.698
ธ.ค. 51	44.200	136.786	-92.586	117.171	-72.971	74.137	-29.937
	MSE	6616.664		6293.097		5390.664	

จากตารางที่ 50 พบว่าตัวแบบที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันไบสแควร์จากการวิเคราะห์ข้อมูล 132 เดือน เป็นตัวแบบที่ให้ค่าพยากรณ์ปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนใกล้เคียงกับข้อมูลจริงมากกว่าตัวแบบที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือนและ 60 เดือน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

การศึกษาเพื่อพัฒนาตัวแบบการถดถอยสำหรับพยากรณ์ปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนของภาคต่างๆ ของไทย สามารถสรุปผลแยกเป็นภาคต่างๆ ดังนี้

1. สรุปผลการศึกษาเพื่อพัฒนาตัวแบบสำหรับพยากรณ์ปริมาณฝนของภาคเหนือ

ตารางที่ 51 สรุปค่า MSE จากตัวแบบการถดถอยรวมทั้งหมด 36 ตัวแบบของภาคเหนือ

Data set	Weight function	MSE		
		36 Month	60 Month	132 Month
N_NCMA	Non	1279.868	1098.076	1149.655
	Huber	1509.250	1219.236	1113.873
	Bisquare	1273.859	900.770	804.510
N_CMA3	Non	1660.866	1001.567	903.604
	Huber	1232.892	1235.565	1308.792
	Bisquare	992.599	861.472	741.265
N_CMA4	Non	1392.744	931.150	967.667
	Huber	1463.339	1112.083	1332.293
	Bisquare	1091.812	899.187	853.411
N_CMA6	Non	1998.435	1090.780	933.399
	Huber	1888.176	1119.415	1978.697
	Bisquare	2153.138	880.600	1108.447

จากตารางที่ 51 แสดงค่า MSE จากตัวแบบการถดถอยทั้ง 36 ตัวแบบของภาคเหนือ พบว่าโดยภาพรวมแล้วการถ่วงน้ำหนักข้อมูลด้วยฟังก์ชันของไบสแควร์ให้ค่า MSE ของตัวแบบต่ำสุดสำหรับทุกขนาดของข้อมูลที่นำมาศึกษา และตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมที่สุดของภาคเหนือ คือ ตัวแบบที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันของไบสแควร์กรณีปรับข้อมูลด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 3 เดือน (N_CMA3) จากการวิเคราะห์ข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือน ซึ่งให้ค่า MSE ของตัวแบบต่ำสุดเท่ากับ 741.265 พร้อมทั้งให้ค่าพยากรณ์ปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนล่วงหน้าใกล้เคียงกับข้อมูลจริงมากกว่าตัวแบบอื่น มีตัวแบบสำหรับพยากรณ์ดังนี้

$$\text{Rain} = -3820.463 + 7.443 \cdot S1 + 36.630 \cdot S2 + 26.229 \cdot \text{Cloud} - 0.004 \cdot e^{\text{Visibility}} - 3812626 \cdot (\text{Pressure})^{-1} - 2.87 \times 10^{-36} \cdot e^{\text{Re la_Humi}}$$

2. สรุปผลการศึกษาเพื่อพัฒนาตัวแบบสำหรับพยากรณ์ปริมาณฝนของภาคตะวันออกเฉียง-เหนือ

ตารางที่ 52 สรุปค่า MSE จากตัวแบบการถดถอยรวมทั้งหมด 36 ตัวแบบภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

Data set	Weight function	MSE		
		36 Month	60 Month	132 Month
NE_NCMA	Non	1116.261	1110.551	1134.517
	Huber	1379.189	1757.550	1738.796
	Bisquare	949.790	1033.792	933.589
NE_CMA3	Non	1079.415	1243.683	1263.912
	Huber	1150.562	1930.629	1635.505
	Bisquare	899.383	924.934	1013.385
NE_CMA4	Non	1623.726	1174.374	1090.743
	Huber	2101.317	1584.108	1644.773
	Bisquare	1451.319	1007.061	1077.647
NE_CMA6	Non	1496.296	1524.007	1385.508
	Huber	1383.660	1801.453	1712.686
	Bisquare	1170.296	1056.094	1188.595

จากตารางที่ 52 แสดงค่า MSE จากตัวแบบการถดถอยทั้งหมด 36 ตัวแบบของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าการถ่วงน้ำหนักข้อมูลด้วยฟังก์ชันของไบสแควร์ให้ค่า MSE ของตัวแบบต่ำสุด สำหรับทุกขนาดของข้อมูลที่นำมาศึกษา โดยตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมของภาค

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตะวันอออกเฉียงเหนือ คือ ตัวแบบที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันไบสแควร์กรณีปรับข้อมูลด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 3 เดือน (NE_CMA3) จากการวิเคราะห์ข้อมูล 36 เดือน ซึ่งให้ค่า MSE ของตัวแบบต่ำที่สุดเท่ากับ 899.383 พร้อมทั้งให้ค่าพยากรณ์ปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนล่วงหน้าใกล้เคียงกับข้อมูลจริงมากกว่าตัวแบบอื่น มีตัวแบบสำหรับพยากรณ์ดังนี้

$$Rain = -517.226 + 46.598 \cdot S1 + 44.598 \cdot S2 + 7.142 \cdot Rela_Humi + 15.832 \cdot Cloud$$

3. สรุปผลการศึกษาเพื่อพัฒนาตัวแบบสำหรับพยากรณ์ปริมาณฝนของภาคกลาง

ตารางที่ 53 สรุปค่า MSE จากตัวแบบการถดถอยรวมทั้งหมด 36 ตัวแบบภาคกลาง

Data set	Weight function	MSE		
		36 Month	60 Month	132 Month
C_NCMA	Non	6216.383	4603.138	3563.013
	Huber	2487.510	1913.255	1571.129
	Bisquare	1592.125	1243.786	1096.567
C_CMA3	Non	5640.490	4305.680	4079.634
	Huber	1512.055	1660.892	1739.355
	Bisquare	1500.662	1173.280	1256.992
C_CMA4	Non	7547.154	7970.288	5392.840
	Huber	2419.334	1851.735	1695.236
	Bisquare	1439.071	1274.866	1277.939
C_CMA6	Non	6488.710	6730.044	4969.927
	Huber	2337.720	1685.482	1326.392
	Bisquare	1644.619	1209.279	1392.187

จากตารางที่ 53 แสดงค่า MSE จากตัวแบบการถดถอยทั้งหมด 36 ตัวแบบของภาคกลาง พบว่าโดยภาพรวมแล้วการถ่วงน้ำหนักข้อมูลด้วยฟังก์ชันไบสแควร์ให้ค่า MSE ของตัวแบบต่ำสุดสำหรับทุกขนาดของข้อมูลที่นำมาศึกษา และตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมที่สุดของภาคกลาง คือ ตัวแบบที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันของไบสแควร์ที่ไม่ปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่-

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กึ่งกลางเฉลี่ย (C_NCMA) จากการวิเคราะห์ข้อมูล 132 เดือน ซึ่งให้ค่า MSE ของตัวแบบต่ำที่สุด เท่ากับ 1096.567 พร้อมทั้งให้ค่าพยากรณ์ปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนล่วงหน้าใกล้เคียงกับข้อมูลจริง มากกว่าตัวแบบอื่น มีตัวแบบสำหรับพยากรณ์ดังนี้

$$\text{Rain} = -569.328 + 0.141 \cdot T - 11.144 \cdot S1 - 30.587 \cdot S2 + 5.710 \cdot \text{Rela_Humi} + 1.054 \cdot \text{Pan_Eva} + 16.797 \cdot \text{Cloud} - 2.94 \times 10^{-10} \cdot e^{\text{Mintemp}} + 1.624 \times 10^{-9} \cdot e^{\text{Dew_Ptemp}}$$

เมื่อ T เป็นตัวแปรเวลามีหน่วยเป็นครึ่งปี จุดกำเนิด 1 กรกฎาคม พ.ศ. 2545

4. สรุปผลการศึกษาเพื่อพัฒนาตัวแบบสำหรับพยากรณ์ปริมาณฝนของภาคตะวันออก

ตารางที่ 54 สรุปค่า MSE จากตัวแบบการถดถอยรวมทั้งหมด 36 ตัวแบบของภาคตะวันออก

Data set	Weight function	MSE		
		36 Month	60 Month	132 Month
E_NCMA	Non	3105.828	1868.206	1955.890
	Huber	3614.155	2637.902	2482.427
	Bisquare	2951.015	1765.583	1654.034
E_CMA3	Non	3061.449	1622.152	1601.397
	Huber	2333.459	2645.589	2574.476
	Bisquare	1564.497	1133.472	1593.562
E_CMA4	Non	3272.068	2229.618	2193.988
	Huber	3775.850	2037.002	2693.462
	Bisquare	2207.832	1347.764	1855.600
E_CMA6	Non	2150.854	2075.224	1950.120
	Huber	3283.548	2214.559	3578.601
	Bisquare	2477.530	1267.688	3897.757

จากตารางที่ 54 แสดงค่า MSE จากตัวแบบการถดถอยทั้ง 36 ตัวแบบของภาคตะวันออก พบว่าโดยภาพรวมแล้วการถ่วงน้ำหนักข้อมูลด้วยฟังก์ชันไบสแควร์ให้ค่า MSE ของตัวแบบต่ำสุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สำหรับทุกขนาดของข้อมูลที่นำมาศึกษา และตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมที่สุดของภาคตะวันออก คือ ตัวแบบที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันของไบสแควร์ กรณีปรับข้อมูลด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 3 เดือน จากการวิเคราะห์ข้อมูลย้อนหลัง 60 เดือน ซึ่งให้ค่า MSE ของตัวแบบต่ำที่สุดเท่ากับ 1133.472 พร้อมทั้งให้ค่าพยากรณ์ปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนล่วงหน้าใกล้เคียงกับข้อมูลจริงมากกว่าตัวแบบอื่น มีตัวแบบสำหรับพยากรณ์ดังนี้

$$Rain = -175.625 - 13.857 \cdot S1 + 47.981 \cdot S2 + 37.337 \cdot Cloud + 180.649 \cdot (Wind)^{-1}$$

5. สรุปผลการศึกษาเพื่อพัฒนาตัวแบบสำหรับพยากรณ์ปริมาณฝนของภาคใต้ฝั่งตะวันออก

ตารางที่ 55 สรุปค่า MSE จากตัวแบบการถดถอยรวมทั้งหมด 36 ตัวแบบของภาคใต้ฝั่งตะวันออก

Data set	Weight function	MSE		
		36 Month	60 Month	132 Month
SE_NCMA	Non	2688.661	2023.807	3300.124
	Huber	1995.168	2114.086	2075.279
	Bisquare	1274.291	1585.785	1808.434
SE_CMA3	Non	2790.397	2174.327	3044.413
	Huber	2041.092	1931.974	2609.861
	Bisquare	1964.196	1795.911	1849.946
SE_CMA4	Non	3096.664	2079.145	2685.699
	Huber	2294.784	2800.546	2439.508
	Bisquare	1234.378	1503.026	1876.406
SE_CMA6	Non	2485.482	1987.059	2805.368
	Huber	2245.788	1987.058	2594.350
	Bisquare	1351.915	1610.983	1993.725

จากตารางที่ 55 แสดงค่า MSE จากตัวแบบการถดถอยทั้ง 36 ตัวแบบของภาคใต้ฝั่งตะวันออก พบว่าตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมของภาคใต้ฝั่งตะวันออก คือ ตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันไบสแควร์ที่ปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลาง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เฉลี่ยทีละ 4 เดือน (SE_CMA4) จากการวิเคราะห์ข้อมูลย้อนหลัง 36 เดือน ซึ่งให้ค่า MSE ของตัวแบบต่ำที่สุดเท่ากับ 1234.378 และให้ค่าพยากรณ์ปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนล่วงหน้าใกล้เคียงกับข้อมูลจริงมากกว่าตัวแบบอื่น มีตัวแบบสำหรับพยากรณ์ดังนี้

$$Rain = -1865.549 + 11.693 \cdot S + 24.803 \cdot Rela_Humi$$

6. สรุปผลการศึกษาเพื่อพัฒนาตัวแบบสำหรับพยากรณ์ปริมาณฝนของภาคใต้ฝั่งตะวันตก

ตารางที่ 56 สรุปค่า MSE จากตัวแบบการถดถอยรวมทั้งหมด 36 ตัวแบบของภาคใต้ฝั่งตะวันตก

Data set	Weight function	MSE		
		36 Month	60 Month	132 Month
SW_NCMA	Non	6110.692	5868.712	4633.355
	Huber	4912.933	5511.680	4484.432
	Bisquare	4375.768	3846.058	3613.001
SW_CMA3	Non	5925.803	5939.587	5001.641
	Huber	5025.241	5684.799	4709.267
	Bisquare	4367.337	4080.231	3511.426
SW_CMA4	Non	5978.998	6701.715	5299.838
	Huber	4519.629	6150.459	4710.965
	Bisquare	4158.685	3761.030	3416.278
SW_CMA6	Non	5487.798	4200.989	3751.743
	Huber	4388.237	4702.023	5149.826
	Bisquare	3603.698	3589.153	3324.705

จากตารางที่ 56 แสดงค่า MSE จากตัวแบบการถดถอยทั้ง 36 ตัวแบบของภาคใต้ฝั่งตะวันตก พบว่าการถ่วงน้ำหนักข้อมูลด้วยฟังก์ชันไบสแควร์ให้ค่า MSE ของตัวแบบต่ำสุดสำหรับทุกขนาดของข้อมูลที่นำมาศึกษา และตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมของภาคใต้ฝั่งตะวันตก คือ ตัวแบบที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันของไบสแควร์ กรณีปรับข้อมูลด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 6 เดือน จากการวิเคราะห์ข้อมูลย้อนหลัง 132 เดือน ซึ่งให้ค่า MSE

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ของตัวแบบต่ำสุดเท่ากับ 3324.705 และให้ค่าพยากรณ์ปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนล่วงหน้าใกล้เคียงกับข้อมูลจริงมากกว่าตัวแบบอื่น มีตัวแบบสำหรับพยากรณ์ดังนี้

$$\text{Rain} = -17431 + 57.034 \cdot \text{S} - 1.7 \times 10^{7} \cdot (\text{Pressure})^{-1} + 202231 \cdot (\text{Pan_Eva})^{-1} + 2.082 \times 10^{-9} \cdot e^{\text{Dew_Ptemp}} + 24338.606 \cdot (\text{Maxtemp})^{-1}$$

โดยสรุปจะเห็นว่าการถ่วงน้ำหนักข้อมูลด้วยฟังก์ชันไบสแควร์จะให้ค่า MSE ของตัวแบบต่ำสุด และตัวแบบการถดถอยที่เหมาะสมสำหรับพยากรณ์ปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนล่วงหน้าของทั้ง 6 ภาคได้แก่ ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคใต้ฝั่งตะวันออก และภาคใต้ฝั่งตะวันตก คือ ตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ถ่วงน้ำหนักด้วยฟังก์ชันไบสแควร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาเพื่อพัฒนาตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ใช้ฟังก์ชันถ่วงน้ำหนัก 2 ฟังก์ชัน คือ ฟังก์ชันของฮูเบอร์ และฟังก์ชันของไบสแควร์ สำหรับสร้างตัวแบบการถดถอยเพื่อพยากรณ์ปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนของภาคต่างๆ ของไทย มีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการสร้างตัวแบบสำหรับพยากรณ์เพื่อใช้ในการศึกษาต่อไปดังนี้

ข้อเสนอแนะจากการศึกษา

1. ตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ใช้ฟังก์ชันถ่วงน้ำหนักของฮูเบอร์ จะให้ค่าน้ำหนักกับข้อมูลแต่ละตัวโดยอาศัยค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการพยากรณ์ โดยจะให้ค่าน้ำหนักกับค่าที่ผิดปกติน้อยกว่าค่าอื่นๆ

2. ตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ใช้ฟังก์ชันถ่วงน้ำหนักของไบสแควร์ จะให้ค่าน้ำหนักกับข้อมูลแต่ละตัวโดยอาศัยค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ก่อนถ่วงน้ำหนัก และให้ค่าน้ำหนักกับข้อมูลที่แตกต่างกันโดยค่าสังเกตที่มีความคลาดเคลื่อนมากจะให้ค่าน้ำหนักน้อยกว่าค่าสังเกตที่มีความคลาดเคลื่อนน้อย

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. การศึกษาตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ใช้ฟังก์ชันถ่วงน้ำหนักของฮูเบอร์ ตัวแบบการถดถอยแบบแกร่งที่ใช้ฟังก์ชันถ่วงน้ำหนักของไบสแควร์ และตัวแบบการถดถอยเชิงเส้นตรงพหุสำหรับพยากรณ์ปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนของทั้ง 6 ภาค ผู้วิจัยที่สนใจจะศึกษาเรื่องนี้ต่อไปควรศึกษาตัวแบบการถดถอยที่ไม่เชิงเส้นเพื่อหาตัวแบบที่เหมาะสม

2. ผู้วิจัยที่สนใจจะศึกษาเพื่อพัฒนาตัวแบบการถดถอยสำหรับพยากรณ์ปริมาณฝนล่วงหน้าอาจศึกษาจากตัวแบบการถดถอยแบบไม่อิงพารามิเตอร์เพื่อหาตัวแบบที่เหมาะสมที่ให้ค่าพยากรณ์ที่ใกล้กับข้อมูลจริงมากที่สุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กณิกนันต์ เลียนยี 2538. **การใช้ Robust Regression ในการทำนายปริมาณการส่งออกกล้วยไม้ตัดดอก.** วิทยานิพนธ์. มหาวิทยาลัยศิลปากร.

จักรกฤช กิตตินภากุล. 2543. **การเปรียบเทียบการวิเคราะห์ข้อมูลตามฤดูกาลโดยวิธีบ๊อกซ์-เจนกินส์และวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โปเนนเชียลแบบโฮลท์-วินเตอร์.** สารนิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาสถิติประยุกต์. คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

น้อมจิต กิตติโชติพาณิชย์ และคณะ 2551. **ตัวแบบสำหรับพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนในภาคของประเทศไทย.** วารสารวิทยาศาสตร์ลาดกระบัง, ปีที่ 17 ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม ถึงเดือนมิถุนายน, ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ

ต้นสกุล ศานติบูรณ์ 2549. **อุตุนิยมวิทยา.** คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาราชภัฏอุดรธานี.

ทรงศิริ แต้สมบัติ. 2548. **การวิเคราะห์การถดถอย.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

พรนภา ทองเทพ. 2552. **การประมาณปริมาณฝนด้วยข้อมูลดาวเทียมสำหรับภาคเหนือของประเทศไทย.** การค้นคว้าแบบอิสระ, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

พูนศักดิ์ ศิริโสม. 2537. **การพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนโดยใช้สาระอุตยิยมวิทยาในเขตอำเภอเมืองเชียงใหม่**. สารนิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาสถิติประยุกต์. คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

มุกดา แม้นมินทร์. 2549. **อนุกรมเวลาและการพยากรณ์.** สำนักพิมพ์ประกายพฤก, กรุงเทพฯ

วารุณี รวยดี. 2552. **การเปรียบเทียบวิธีการถ่วงน้ำหนักเฉพาะที่ในการวิเคราะห์การถดถอยสำหรับข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันและมีค่าผิดปกติ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิรัชช พานิชวงศ์. 2545. **การวิเคราะห์การถดถอย.** สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ.

วราฤทธิ์ พานิชกิจโกศลกุล. 2549. **การพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนรายเดือนของจังหวัดกาฬสินธุ์ โดยใช้เทคนิคการพยากรณ์เชิงสถิติ.** วารสารวิทยาศาสตร์ทักษิณ ปีที่ 3 ฉบับที่ 2 เดือนกรกฎาคมถึงเดือนธันวาคม 2549. 67-82.

สมเกียรติ เกตุเอี่ยม. 2548. **เทคนิคการพยากรณ์.** มหาวิทยาลัยทักษิณ, สงขลา.

Christensen, L.B. and C.M. Stoup. 1991. **Introduction to statistics for the social and behavioral sciences.** 2nd ed. Pacific Grove, Calif.

Gaynor, P.E. and R.C. Kirkpatrick. 1994. **Introduction to time-series modeling and forecasting in business and economics.** McGraw-Hill, New York.

Kutner, H.M., C.J.Nachtsheim, J. Neter and W. Li. 2005. **Applied Linear Statistical Model.** McGraw hill/Irwin, Singapore.

Makrisdakis, S., S.C. Wheelwright and R.J. Hyndman. 1998. **Forecasting methods and Applications.** 3rd ed., Jonh Wiley & Sons, Inc., New York.

Tabachnick, B.G. and L.S. Fidell, 2007. **Using Multivariate Statistics.** 5th ed. Harper Collins College, New York.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สัญลักษณ์สำหรับตารางผนวกที่ 1 ถึงตารางที่ 6

กำหนด C1 แทน ลำดับที่ของข้อมูล

C2 แทน ปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือน

C3 แทน ความกดอากาศเฉลี่ยต่อเดือน

C4 แทน อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยต่อเดือน

C5 แทน อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยต่อเดือน

C6 แทน อุณหภูมิจุดน้ำค้างเฉลี่ยต่อเดือน

C7 แทน ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยต่อเดือน

C8 แทน ระยะทัศนวิสัยโดยเฉลี่ยต่อเดือน

C9 แทน จำนวนเมฆเฉลี่ยต่อเดือน

C10 แทน ความเร็วลมเฉลี่ยต่อเดือน

C11 แทน ปริมาณน้ำระเหยเฉลี่ยต่อเดือน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 สารประกอบอุตุนิยมวิทยาเฉลี่ยต่อเดือนของภาคเหนือ

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
1	0.06	1013.71	30.54	14.29	15.05	71.21	3.90	1.87	0.64	103.60
2	0.89	1010.70	33.48	15.81	15.01	62.42	4.70	2.11	1.05	122.05
3	34.68	1010.42	35.99	20.08	18.34	62.26	4.15	2.37	1.32	154.65
4	70.64	1009.55	35.42	21.41	19.74	65.95	6.65	3.95	1.29	166.25
5	99.90	1006.10	36.39	24.27	22.43	68.37	9.05	5.00	1.48	182.90
6	73.39	1005.74	34.94	24.49	22.53	70.35	10.70	6.80	1.70	160.05
7	231.97	1005.12	31.87	24.25	23.41	80.75	9.05	9.20	1.36	113.05
8	267.39	1005.78	31.62	23.97	23.69	83.30	8.40	8.90	1.17	104.75
9	211.41	1009.95	31.80	23.42	23.40	83.30	7.50	7.60	0.74	109.30
10	103.80	1012.64	32.74	22.77	23.07	81.90	5.90	5.06	0.54	113.35
11	11.23	1013.77	31.78	20.04	20.37	77.55	5.05	3.88	0.53	97.75
12	0.00	1014.10	32.15	17.73	18.17	73.30	4.60	2.20	0.50	104.90
13	6.27	1013.01	32.94	16.08	16.39	69.05	3.76	1.61	0.53	108.40
14	10.83	1012.09	34.97	16.76	15.60	60.95	4.52	1.80	0.92	131.15
15	17.69	1009.46	37.83	20.67	17.26	54.67	4.24	2.00	1.23	181.30
16	59.28	1008.36	38.04	23.39	20.29	59.95	5.81	3.00	1.31	190.15
17	168.57	1006.69	36.54	24.99	23.37	71.10	8.24	6.00	1.19	173.20
18	128.22	1005.20	34.83	25.23	24.09	75.19	9.57	7.43	1.34	151.90
19	177.45	1006.31	32.67	24.34	23.96	80.76	8.76	8.00	0.95	120.75
20	204.07	1007.47	32.92	24.22	24.04	81.43	9.14	8.10	0.85	127.75
21	188.73	1007.72	32.86	23.63	23.79	82.14	6.19	6.95	0.59	118.75
22	63.97	1009.51	33.13	22.61	22.67	79.15	5.05	4.80	0.48	114.05
23	40.97	1011.44	31.70	19.89	19.97	76.33	5.38	4.20	0.86	101.85
24	2.05	1013.82	30.79	17.77	17.40	71.86	5.71	3.60	0.82	103.85
25	11.69	1011.56	31.73	17.23	17.17	70.67	4.14	3.19	0.61	102.95
26	16.90	1012.40	33.90	19.01	17.65	64.67	3.33	2.29	0.72	111.90
27	29.04	1005.79	36.91	20.36	17.78	59.14	4.52	2.14	1.10	167.45
28	123.12	1006.48	34.84	23.95	22.57	72.90	7.33	6.33	1.02	141.25
29	249.46	1006.78	32.52	23.46	23.22	80.52	8.76	7.71	0.92	126.00
30	136.27	1005.52	32.21	23.92	23.51	80.71	9.05	8.10	1.04	114.95
31	137.89	1004.01	32.43	24.17	23.55	79.90	9.48	8.33	1.18	121.30
32	250.80	1006.41	31.15	23.49	23.45	84.00	8.33	8.95	0.96	101.65
33	212.63	1007.26	31.89	23.46	23.59	83.86	7.95	7.95	0.63	105.85
34	177.81	1010.24	31.50	22.49	22.77	83.38	6.52	6.90	0.65	99.50
35	46.01	1011.93	30.90	20.40	20.74	80.33	6.48	4.90	0.62	92.50
36	7.99	1015.88	27.20	14.48	14.55	72.71	5.33	3.78	1.21	92.25

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
37	0.20	1012.40	31.90	16.12	16.46	70.55	5.00	2.33	0.58	107.32
38	37.91	1010.53	32.51	17.36	17.00	68.77	4.27	3.50	0.79	109.82
39	26.43	1008.71	35.08	19.42	17.64	62.50	4.14	3.05	0.84	148.50
40	125.74	1006.92	35.45	23.32	21.99	71.14	7.50	5.77	1.10	151.14
41	239.18	1006.30	32.88	23.59	23.33	80.14	9.00	7.41	1.05	133.00
42	187.66	1005.63	32.14	24.10	23.77	82.09	9.45	8.45	1.10	111.91
43	167.81	1004.37	31.96	23.75	23.49	81.77	8.91	8.14	1.18	115.95
44	206.02	1005.12	32.17	23.84	23.69	82.05	8.95	8.36	0.98	114.36
45	225.33	1007.84	31.50	23.06	23.29	84.23	6.91	7.64	0.71	100.50
46	147.56	1008.86	32.25	22.87	23.17	82.86	7.23	6.27	0.62	109.82
47	2.91	1012.28	31.20	18.51	19.16	77.09	5.55	2.72	0.74	102.77
48	1.58	1012.47	31.29	17.69	18.26	75.36	5.18	2.79	0.55	102.32
49	4.19	1010.70	32.31	17.33	17.81	72.50	4.59	2.95	0.68	105.14
50	0.18	1009.71	34.24	17.53	16.75	64.55	3.45	1.86	0.75	114.50
51	106.57	1009.14	33.29	21.74	20.95	73.36	6.00	5.23	0.92	124.41
52	27.07	1006.75	38.25	24.32	22.09	63.41	6.00	2.55	1.20	182.18
53	260.83	1005.97	32.87	23.92	23.74	81.32	9.09	7.59	1.10	129.32
54	144.24	1004.99	32.68	24.10	23.59	80.00	9.95	8.00	1.20	126.55
55	206.36	1004.67	31.58	24.07	23.62	82.14	9.09	8.59	1.17	106.82
56	266.34	1004.96	32.02	24.11	23.97	82.82	9.27	8.18	1.06	112.00
57	186.29	1007.51	32.30	23.51	23.70	82.64	8.05	7.23	0.72	110.27
58	174.78	1010.20	32.28	23.03	23.32	82.59	6.32	6.14	0.75	109.23
59	11.03	1014.05	29.90	17.53	17.90	76.23	5.41	3.39	0.85	98.55
60	7.50	1015.23	30.48	17.74	18.22	75.77	5.45	3.50	0.72	97.45
61	7.92	1014.04	30.44	15.99	16.71	73.77	3.59	3.32	0.71	94.95
62	7.90	1012.95	33.80	18.20	18.15	68.59	3.86	2.73	0.67	107.45
63	25.54	1009.38	35.76	20.01	18.92	64.23	3.91	2.68	0.96	144.36
64	44.26	1007.61	37.93	22.49	20.21	61.32	6.14	3.09	1.23	179.36
65	245.48	1006.20	34.12	23.79	23.41	77.41	8.86	6.73	1.22	146.55
66	142.17	1005.46	33.17	24.43	24.05	80.05	10.09	7.73	1.20	127.09
67	151.84	1004.84	31.50	24.16	23.94	83.05	9.36	8.91	1.15	98.23
68	283.86	1006.05	31.54	23.59	23.72	84.32	8.91	9.00	0.97	105.68
69	324.64	1008.01	31.41	23.40	23.83	85.55	7.77	8.18	0.74	96.05
70	104.73	1010.75	32.20	21.94	22.48	81.50	7.00	5.05	0.58	111.05
71	107.34	1012.85	30.68	20.67	21.27	81.64	6.36	4.95	0.66	88.55
72	36.22	1013.31	30.53	19.23	20.09	80.50	6.05	4.28	0.52	86.00

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
73	13.07	1014.68	29.67	16.42	17.59	77.82	4.45	3.39	0.50	90.77
74	9.20	1012.18	33.35	17.25	18.05	71.14	4.95	2.29	0.60	111.41
75	66.42	1010.39	34.60	20.21	19.65	69.59	6.55	4.18	1.04	144.91
76	43.51	1007.69	37.30	23.45	22.18	67.18	6.14	2.68	1.04	164.86
77	106.00	1005.84	35.57	24.39	23.22	72.68	8.95	5.59	1.27	164.41
78	181.29	1005.62	32.30	24.20	23.71	80.77	9.36	8.05	1.19	114.09
79	175.38	1006.45	32.86	24.00	23.93	81.27	9.23	7.45	0.99	126.82
80	172.22	1005.56	32.24	24.12	23.94	82.09	9.18	7.95	0.95	112.73
81	266.14	1007.18	32.10	23.73	24.00	84.73	8.27	7.64	0.65	105.14
82	45.29	1010.95	32.91	22.69	22.84	79.73	6.14	4.52	0.61	114.24
83	3.32	1012.44	32.91	19.17	19.70	74.64	5.77	2.05	0.49	112.24
84	0.03	1015.34	30.30	15.30	15.61	70.86	4.82	2.32	0.68	101.05
85	12.60	1013.06	31.66	15.62	16.13	70.18	4.00	2.43	0.56	101.24
86	15.78	1011.67	32.83	16.98	16.22	65.14	4.77	2.86	0.92	120.19
87	7.37	1008.56	37.19	20.62	17.94	57.36	3.95	1.95	1.30	171.45
88	70.94	1007.52	37.95	23.67	20.78	61.00	6.55	3.77	1.46	192.29
89	238.61	1006.34	34.00	24.10	23.55	78.05	9.27	7.09	1.23	140.19
90	226.95	1006.01	32.15	23.91	23.57	81.23	8.82	7.73	1.10	112.10
91	198.64	1006.13	32.00	23.77	23.49	81.36	9.09	8.27	0.96	116.86
92	173.62	1005.40	31.98	24.09	23.69	81.86	8.91	8.50	1.14	110.90
93	272.15	1009.15	32.02	23.31	23.50	83.32	7.64	7.68	0.68	104.29
94	26.95	1012.88	32.56	21.45	21.68	77.82	3.59	3.58	0.54	115.76
95	20.03	1013.60	32.15	19.53	19.42	73.86	5.36	3.05	0.71	109.29
96	0.00	1014.59	30.01	14.15	14.70	71.05	3.41	1.41	0.51	94.05
97	4.59	1012.78	31.54	15.92	16.30	70.50	3.23	2.55	0.53	99.18
98	2.04	1010.85	35.56	18.10	17.12	62.73	3.64	1.41	0.87	123.55
99	28.64	1010.93	35.66	20.54	18.34	61.14	4.32	3.23	1.19	161.36
100	76.40	1009.12	36.95	23.29	21.43	65.86	6.50	4.00	1.14	169.05
101	97.73	1005.64	36.18	24.55	22.92	70.68	8.50	6.14	1.17	166.00
102	202.34	1004.19	32.93	24.59	24.17	81.18	8.91	8.55	1.16	115.14
103	204.94	1005.67	32.84	24.35	23.66	79.82	9.36	7.86	1.11	126.73
104	215.14	1005.60	31.30	24.11	23.69	83.32	8.68	9.05	1.05	97.32
105	327.34	1007.45	31.86	23.75	23.93	85.09	7.77	8.14	0.66	100.86
106	84.59	1011.32	32.54	22.84	22.76	80.41	5.91	5.27	0.65	113.59
107	40.35	1012.04	31.49	20.97	21.21	79.95	6.27	4.50	0.60	97.14
108	18.72	1013.90	29.17	17.92	17.40	74.23	5.23	4.40	0.86	95.09

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
109	0.10	1012.42	31.41	15.33	16.14	71.79	4.73	1.03	0.62	107.28
110	14.10	1011.97	33.35	18.57	17.99	68.28	5.09	2.66	0.80	117.21
111	41.96	1008.32	36.19	21.33	19.35	62.93	5.14	2.41	1.11	158.41
112	122.62	1007.51	35.76	23.21	21.74	69.83	7.09	4.59	1.20	153.03
113	243.33	1007.75	32.57	23.14	22.76	79.14	8.32	6.31	0.99	130.59
114	169.61	1006.08	32.98	24.15	23.79	79.79	9.45	7.00	1.15	129.83
115	238.43	1004.77	31.34	24.07	23.70	83.24	8.82	8.31	1.30	106.97
116	298.51	1005.08	31.38	23.76	23.59	83.69	8.55	8.17	1.18	106.28
117	257.56	1008.25	31.91	23.50	23.67	83.66	7.32	6.79	0.67	111.03
118	134.96	1011.38	32.07	22.44	22.74	81.79	5.45	4.34	0.66	110.41
119	11.25	1011.96	32.46	19.15	19.71	75.76	4.64	1.34	0.61	108.00
120	3.15	1014.52	30.14	15.85	16.09	72.17	4.82	1.41	0.72	101.31
121	0.15	1014.69	30.86	15.03	15.16	69.14	4.21	1.83	0.70	107.10
122	10.48	1011.86	33.27	16.13	15.22	63.10	3.76	1.48	0.74	114.07
123	15.88	1008.51	36.48	19.57	17.17	58.79	3.52	1.48	1.01	155.14
124	83.97	1008.71	36.70	23.27	20.58	63.31	6.66	3.45	1.35	176.21
125	288.64	1007.10	32.34	23.81	23.42	81.03	8.03	7.21	0.99	123.55
126	156.47	1005.20	33.68	24.40	23.96	79.14	9.21	6.48	1.10	138.72
127	130.99	1005.78	32.21	24.01	23.50	80.48	9.03	7.48	1.20	119.86
128	177.95	1005.10	31.96	23.90	23.64	82.28	8.55	7.76	1.11	114.97
129	228.66	1006.73	32.06	23.50	23.75	83.41	7.45	7.28	0.70	105.59
130	162.85	1009.99	31.21	22.25	22.39	82.03	5.31	5.72	0.76	101.59
131	18.56	1013.05	29.73	18.75	18.70	76.52	4.66	3.93	0.80	94.41
132	3.20	1012.43	30.97	16.68	17.39	73.79	4.24	1.69	0.56	98.72
133	17.04	1012.57	31.08	15.78	16.39	72.07	4.17	1.69	0.57	100.68
134	29.98	1012.57	31.51	18.60	17.78	71.74	4.78	3.56	0.83	111.52
135	18.44	1009.05	34.99	20.79	18.82	63.96	4.60	2.56	0.79	148.08
136	123.16	1007.25	35.88	23.98	22.22	69.64	6.76	4.64	0.95	153.76
137	162.47	1005.53	32.81	23.79	23.11	78.64	7.84	6.60	0.96	128.64
138	170.62	1005.49	32.80	24.20	23.63	79.84	8.52	7.28	1.09	122.44
139	208.73	1005.40	31.91	23.90	23.48	81.44	8.76	8.12	1.14	113.60
140	215.96	1005.86	31.72	23.81	23.62	82.68	8.68	7.80	0.94	106.96
141	222.68	1006.97	32.23	23.75	23.66	83.00	8.12	7.16	0.77	108.00
142	200.80	1010.30	32.08	23.15	23.36	83.12	6.88	5.72	0.52	103.44
143	40.19	1012.95	30.40	19.29	19.38	77.60	6.16	3.24	0.81	101.48
144	11.60	1014.40	28.71	15.19	16.10	75.96	4.20	2.24	0.56	85.24

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 2 สารประกอบอุตุนิยมวิทยาเฉลี่ยต่อเดือนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
1	2.08	1013.82	30.29	16.56	15.71	67.50	4.56	2.44	1.25	114.81
2	20.71	1011.24	31.88	19.34	17.71	66.38	6.00	3.88	1.71	118.06
3	71.69	1011.09	34.68	21.38	19.26	63.94	5.56	2.81	1.58	157.63
4	89.77	1009.97	34.34	22.89	21.61	71.50	7.56	4.38	1.39	148.44
5	151.54	1006.63	35.18	24.71	23.24	71.94	8.75	5.56	1.54	160.56
6	167.77	1006.20	34.56	24.82	23.43	73.81	9.50	6.44	1.86	148.69
7	282.65	1005.83	32.07	24.61	23.90	80.88	9.13	9.00	1.63	112.38
8	251.59	1005.83	32.32	24.47	23.92	81.00	9.31	8.25	2.02	121.88
9	145.20	1010.23	31.89	23.79	23.40	80.69	8.88	7.00	1.24	116.00
10	108.20	1012.78	32.31	23.40	23.18	79.88	8.00	4.80	1.24	121.00
11	5.06	1013.61	32.44	20.57	19.88	71.44	6.25	2.75	1.38	121.94
12	1.09	1014.42	32.36	19.02	18.17	68.19	6.31	2.06	1.52	126.53
13	0.86	1012.97	33.45	19.16	18.09	66.18	5.06	2.00	1.27	124.94
14	39.68	1012.08	34.70	21.26	19.29	65.06	5.53	2.94	1.55	131.38
15	32.72	1009.70	37.31	24.15	20.55	59.47	6.12	3.06	1.69	180.63
16	67.70	1008.80	37.18	24.95	22.21	64.47	6.29	3.76	1.55	173.13
17	177.69	1007.13	36.45	25.86	24.01	71.24	8.59	5.94	1.68	171.75
18	240.51	1005.66	34.89	25.55	24.56	76.47	10.00	6.76	1.66	147.38
19	175.89	1006.50	33.89	25.15	24.38	78.18	9.76	6.59	1.55	143.31
20	252.34	1007.58	33.29	24.67	24.54	81.47	9.94	7.00	1.28	133.44
21	235.85	1007.61	31.98	24.13	24.02	82.76	7.71	7.29	1.16	104.53
22	111.96	1009.64	32.28	22.59	21.99	76.41	6.41	4.82	1.36	124.06
23	84.97	1011.11	31.06	20.58	19.41	71.82	6.65	4.71	2.05	116.69
24	50.92	1014.09	29.70	18.16	16.61	67.59	6.41	3.82	2.56	122.93
25	4.02	1012.29	30.68	17.71	16.32	66.18	5.88	3.82	2.03	122.38
26	5.03	1013.38	33.06	19.07	16.78	60.71	5.06	2.18	2.46	139.81
27	70.76	1006.05	36.36	23.08	19.91	61.71	5.88	3.65	1.72	166.60
28	152.84	1007.15	34.20	24.15	23.09	75.00	8.53	6.29	1.44	138.63
29	262.02	1007.42	32.24	24.12	23.74	81.82	9.24	7.88	1.50	121.19
30	208.11	1005.68	32.86	24.52	23.98	79.71	10.00	7.53	1.79	127.00
31	242.44	1004.19	32.62	24.63	24.17	80.41	9.76	7.59	2.22	128.00
32	162.37	1006.52	32.14	24.27	23.92	81.59	9.53	8.18	1.99	117.40
33	246.93	1007.45	31.88	23.82	23.93	83.65	8.41	7.35	1.30	105.73
34	123.08	1010.32	31.43	22.95	22.75	80.71	8.35	6.29	1.67	112.56
35	28.41	1011.95	30.17	20.76	20.07	76.18	7.29	5.12	2.28	105.40
36	1.92	1015.86	26.69	15.11	13.55	65.18	5.82	4.18	3.58	117.88

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
37	59.82	1012.79	31.56	18.02	17.01	67.47	5.12	2.94	2.01	124.29
38	63.54	1011.43	31.91	18.11	16.91	66.41	4.82	3.71	2.09	122.81
39	50.52	1008.86	35.37	21.88	19.29	62.88	5.71	3.59	1.89	164.25
40	234.67	1007.62	34.29	24.00	23.14	74.29	7.88	6.35	1.53	140.29
41	324.95	1006.71	33.00	24.30	24.11	81.00	8.76	7.24	1.42	127.94
42	307.22	1006.19	32.41	24.43	24.10	81.35	9.53	8.00	1.54	117.12
43	282.19	1004.51	31.96	24.28	23.90	80.76	9.47	8.24	1.95	117.65
44	330.78	1004.99	32.32	24.38	24.08	81.06	9.71	7.76	2.00	122.31
45	250.18	1008.05	31.29	23.48	23.35	83.06	7.65	7.35	1.56	103.29
46	129.64	1008.73	31.85	23.36	22.88	79.24	8.59	6.18	1.64	115.59
47	51.09	1012.29	30.72	18.90	17.86	69.53	6.59	3.29	2.62	123.81
48	43.96	1012.73	30.84	18.74	17.60	68.94	6.76	3.35	2.49	126.88
49	4.36	1010.92	32.35	19.79	18.65	68.56	6.12	3.65	1.76	121.82
50	5.44	1010.33	33.48	19.92	18.22	64.06	5.00	2.47	1.88	124.25
51	67.94	1009.67	33.19	22.35	21.00	71.44	7.12	5.53	1.78	134.35
52	44.68	1007.26	38.15	25.56	22.85	63.67	7.53	4.00	1.82	188.06
53	207.16	1006.49	33.60	24.64	23.84	78.33	9.47	7.35	1.79	137.25
54	259.32	1005.07	33.01	24.63	24.10	80.11	9.59	8.00	1.84	128.00
55	190.67	1004.75	32.84	24.74	24.02	79.61	9.88	7.82	2.19	130.50
56	341.48	1004.98	32.05	24.56	24.35	83.17	9.65	8.47	1.74	115.33
57	222.37	1007.48	32.28	24.09	24.16	82.78	8.24	6.94	1.16	113.65
58	150.11	1010.19	32.31	23.51	23.20	79.78	7.76	5.18	1.76	121.35
59	32.44	1013.95	29.35	18.44	17.47	71.56	6.35	3.56	2.46	113.59
60	0.60	1015.60	29.88	17.96	16.97	69.22	7.12	3.41	2.49	119.41
61	1.98	1014.46	30.63	16.76	16.09	67.22	4.59	2.06	1.86	119.59
62	8.72	1013.52	33.28	20.02	18.46	65.50	5.47	2.76	1.65	121.82
63	56.78	1009.91	34.82	22.78	20.75	66.44	5.53	4.41	1.75	148.35
64	68.38	1008.16	36.54	24.25	22.00	66.11	7.24	4.47	1.64	165.41
65	196.88	1007.03	34.05	24.56	23.95	78.61	9.53	6.82	1.77	138.65
66	232.08	1005.67	33.79	24.92	24.22	78.56	10.06	7.82	1.88	134.94
67	215.22	1004.96	33.08	25.00	23.78	77.50	9.88	8.35	2.49	133.12
68	330.61	1006.08	31.85	24.25	23.82	82.17	9.35	8.71	1.81	109.76
69	352.83	1008.13	31.20	23.97	24.01	85.33	8.18	8.00	1.34	95.88
70	96.75	1010.70	32.16	22.88	22.31	77.78	7.35	4.59	1.56	124.18
71	23.80	1012.95	31.42	21.11	20.24	73.44	7.71	3.88	2.20	119.29
72	19.58	1013.44	31.50	20.30	19.83	73.61	8.12	3.82	1.73	113.59

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
73	39.79	1015.31	29.95	16.25	15.66	67.61	5.78	2.78	2.02	119.89
74	73.89	1012.23	33.36	20.25	19.13	68.06	5.67	3.56	1.68	121.28
75	121.03	1010.92	33.68	21.98	20.61	69.72	7.22	5.06	1.89	143.67
76	94.08	1008.07	36.58	24.84	22.96	68.11	7.39	3.83	1.58	166.56
77	182.22	1005.95	35.83	25.26	23.54	70.72	9.39	5.67	1.97	165.33
78	216.50	1005.93	33.63	24.97	23.87	76.78	10.00	7.17	2.09	135.67
79	178.86	1006.74	33.55	24.71	24.02	78.39	10.72	6.83	1.73	135.94
80	304.35	1005.63	32.79	24.53	24.08	80.72	10.11	7.78	1.97	122.41
81	369.36	1007.24	31.69	24.04	24.13	84.44	8.94	7.72	1.43	102.06
82	79.23	1011.17	32.28	22.72	21.93	74.83	6.94	3.94	2.26	132.22
83	44.11	1012.47	32.53	20.17	19.28	69.56	5.39	2.33	2.28	129.33
84	46.15	1015.72	29.58	16.52	15.07	65.22	5.33	2.83	2.87	126.41
85	17.34	1013.66	30.84	17.65	16.56	68.11	5.78	3.06	1.81	113.50
86	57.23	1012.58	30.72	18.35	17.13	69.67	4.83	3.44	2.02	113.67
87	20.27	1009.31	36.01	22.36	19.50	61.28	5.17	2.89	2.23	168.11
88	93.29	1008.34	36.33	24.14	22.02	67.00	7.06	4.11	1.77	166.11
89	207.25	1006.82	34.46	24.73	23.68	76.06	9.89	6.78	1.93	147.83
90	230.38	1006.27	32.84	24.57	23.48	78.06	9.78	7.06	2.37	130.17
91	305.49	1006.22	32.47	24.16	23.76	81.44	9.78	8.17	1.68	121.67
92	243.72	1005.35	32.37	24.63	23.96	80.61	10.11	8.11	2.21	123.89
93	201.35	1009.32	31.96	23.92	23.36	81.18	8.50	7.12	1.52	112.50
94	12.55	1013.08	32.23	21.46	20.14	70.59	4.39	2.65	2.24	140.72
95	4.98	1013.55	32.55	20.04	18.20	65.82	6.61	2.29	2.58	141.89
96	0.18	1014.42	30.58	16.09	14.48	63.06	4.50	1.65	2.14	128.67
97	0.86	1013.32	31.46	17.25	15.69	63.29	4.61	2.53	1.69	118.56
98	1.06	1010.97	35.90	21.52	18.47	58.47	4.61	1.88	1.74	139.06
99	24.30	1011.89	34.66	21.58	18.08	58.88	5.67	3.88	2.48	162.22
100	69.35	1009.60	36.33	24.47	21.89	65.53	6.72	5.29	2.16	165.28
101	175.95	1006.14	35.82	25.31	23.81	73.35	9.22	6.82	1.80	157.17
102	184.88	1004.78	33.70	25.18	24.13	77.00	10.22	7.88	2.18	130.50
103	264.38	1005.90	32.87	24.50	24.05	80.41	10.11	7.65	1.96	125.61
104	263.58	1005.79	32.12	24.29	23.92	81.88	9.50	8.82	2.08	109.89
105	307.23	1007.44	31.86	24.09	24.30	85.29	8.94	7.94	1.56	102.61
106	50.16	1011.20	32.10	23.04	22.22	76.00	6.72	4.76	2.28	131.78
107	46.80	1011.98	31.44	21.41	20.73	75.00	7.50	4.47	2.21	113.17
108	2.08	1014.22	28.86	17.71	15.70	65.94	6.83	4.18	3.41	124.67

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
109	0.70	1012.56	31.87	16.83	15.82	64.37	6.00	1.37	2.04	135.59
110	18.88	1012.55	33.08	20.09	18.18	64.19	7.50	3.15	2.32	138.59
111	61.70	1009.20	35.08	22.68	20.54	65.67	6.78	3.78	1.93	155.85
112	114.40	1008.26	35.12	24.25	22.84	72.30	8.44	4.96	1.56	151.26
113	145.42	1008.19	34.01	24.15	22.94	74.96	9.22	6.19	1.62	150.70
114	152.69	1006.36	34.07	25.04	23.97	76.44	10.67	6.15	1.91	144.37
115	258.18	1005.15	32.33	24.81	23.92	80.22	10.00	8.04	2.60	124.22
116	264.75	1005.18	31.89	24.46	23.94	82.15	10.00	7.96	2.06	118.04
117	156.93	1008.41	32.09	23.90	23.58	81.11	8.00	5.85	1.21	116.41
118	208.67	1011.31	31.73	23.00	22.74	79.81	6.28	4.19	1.69	115.44
119	22.30	1011.57	32.99	21.23	20.70	72.56	5.72	2.04	1.60	121.19
120	1.76	1014.63	30.00	17.38	16.19	66.96	6.00	2.22	2.84	125.70
121	1.32	1015.45	30.16	16.70	15.36	65.00	6.65	2.37	2.67	132.78
122	19.28	1011.67	34.15	19.46	17.35	61.44	5.26	2.26	1.61	131.26
123	45.68	1008.87	35.81	23.58	21.40	65.81	6.78	3.70	1.72	159.67
124	68.88	1009.53	35.93	23.99	21.41	65.52	8.19	4.48	2.03	170.81
125	235.06	1007.56	33.35	24.49	23.42	77.30	9.22	6.19	1.77	139.37
126	160.21	1005.52	34.30	25.23	24.45	77.74	10.00	6.22	1.61	141.67
127	178.80	1005.88	33.68	24.76	23.77	76.93	10.19	6.63	1.99	147.41
128	306.22	1005.14	32.01	24.43	24.02	81.89	9.56	7.89	1.94	118.00
129	251.91	1006.94	32.08	24.04	23.99	83.11	8.04	6.78	1.17	109.22
130	211.01	1009.96	30.41	22.65	22.07	80.52	6.59	6.11	2.25	107.67
131	7.45	1013.17	29.10	18.47	16.91	69.52	6.15	3.48	2.92	120.22
132	4.80	1012.35	31.29	18.95	18.21	69.93	5.93	2.44	2.00	122.63
133	5.99	1013.07	30.56	16.97	16.07	67.22	6.04	2.07	2.31	124.70
134	9.37	1013.87	29.02	16.92	15.16	65.48	6.67	3.78	2.91	127.59
135	63.21	1009.97	34.26	21.25	18.93	63.56	6.11	3.26	2.09	165.85
136	151.48	1007.90	35.06	24.19	22.68	71.52	7.70	5.19	1.59	133.89
137	236.81	1006.12	32.56	24.18	23.59	80.41	8.56	7.11	1.71	133.30
138	203.69	1006.16	32.81	24.69	24.06	80.19	9.63	7.04	1.66	123.19
139	194.72	1005.86	32.57	24.56	23.81	80.00	10.00	7.56	1.88	132.07
140	207.32	1006.17	32.23	24.35	23.98	81.89	9.56	7.19	1.78	119.15
141	378.58	1006.95	31.64	24.08	23.97	84.22	9.11	7.33	1.59	102.15
142	126.73	1010.20	32.09	23.70	23.43	81.04	8.44	5.74	1.92	116.26
143	57.00	1012.80	29.70	20.28	19.11	73.93	7.89	4.37	3.28	114.30
144	5.42	1014.29	28.48	16.41	15.85	70.30	6.00	3.15	2.86	105.30

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 3 สารประกอบอุตุนิยมวิทยาเฉลี่ยต่อเดือนของภาคกลาง

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
1	0.39	1012.92	32.05	19.85	17.64	65.88	5.30	2.63	1.63	127.00
2	9.38	1010.20	34.39	22.86	19.85	64.13	6.00	3.75	1.98	139.86
3	35.83	1010.74	35.58	24.56	21.75	66.25	6.10	3.13	2.68	180.33
4	61.70	1009.70	35.93	25.11	22.04	66.00	8.40	4.00	2.10	188.17
5	76.51	1006.98	36.25	26.41	23.11	67.00	9.90	5.63	2.66	195.71
6	54.72	1006.98	35.95	26.11	22.59	65.38	10.70	6.38	3.04	186.29
7	95.80	1006.62	33.31	25.70	23.00	72.88	10.00	9.00	3.23	136.29
8	142.72	1006.90	33.22	25.52	23.64	76.38	10.00	8.75	3.16	132.71
9	290.09	1010.24	33.30	24.55	24.40	81.50	8.70	8.25	1.93	119.29
10	175.87	1012.24	33.38	24.66	24.00	78.88	8.30	6.50	1.29	120.86
11	41.29	1012.84	33.07	23.65	21.88	72.75	7.00	4.13	1.68	117.00
12	0.26	1013.25	33.66	22.50	20.18	67.38	7.30	2.75	1.70	134.00
13	15.89	1012.26	34.14	22.61	20.55	68.38	5.00	3.00	1.64	130.00
14	27.37	1011.89	35.51	24.28	21.74	67.13	6.60	3.13	2.71	158.29
15	9.43	1010.02	37.00	25.48	21.83	62.50	6.50	3.38	3.69	203.43
16	48.96	1008.92	37.33	26.53	23.73	66.63	6.60	3.88	3.34	198.57
17	159.88	1007.34	36.55	26.36	24.60	72.13	8.90	6.13	2.40	187.43
18	165.06	1006.36	34.74	25.74	24.40	75.13	10.20	7.25	2.26	160.57
19	211.71	1007.08	34.05	25.23	24.54	77.88	10.00	7.38	1.94	147.00
20	199.18	1007.96	33.72	25.06	24.45	78.88	9.80	8.00	1.71	143.14
21	274.71	1007.85	32.88	24.08	24.46	82.38	8.50	8.13	1.56	121.71
22	195.11	1009.06	32.85	24.71	23.93	79.63	6.70	6.38	1.31	112.57
23	50.57	1010.32	31.82	23.12	21.80	75.75	7.00	5.75	1.79	110.71
24	7.43	1012.73	31.29	21.70	19.13	68.25	7.20	4.50	2.24	124.71
25	18.79	1010.87	32.41	21.58	19.09	67.13	6.40	4.50	2.09	130.43
26	36.39	1012.25	33.42	22.51	20.10	67.25	5.50	3.50	2.16	131.29
27	41.64	1006.35	36.08	24.86	21.63	65.50	6.80	4.00	2.89	184.29
28	212.05	1007.09	34.29	25.28	24.25	78.00	8.10	7.38	1.86	142.57
29	303.31	1007.40	32.93	24.99	24.36	81.38	8.90	8.25	1.99	132.57
30	106.27	1006.61	32.91	25.36	24.00	78.38	10.30	8.50	2.49	128.71
31	112.46	1005.29	33.25	25.42	23.51	75.50	10.40	8.25	2.96	142.14
32	152.39	1007.39	32.84	24.88	23.60	78.00	9.90	8.75	2.05	125.86
33	202.94	1007.60	33.01	24.60	24.01	80.13	9.20	8.00	1.59	122.86
34	295.06	1009.53	31.91	23.98	23.93	83.00	8.40	7.50	1.45	107.43
35	64.31	1010.95	31.40	22.95	21.98	77.50	7.80	5.75	1.56	105.29
36	1.99	1014.08	28.52	18.79	15.64	65.38	7.70	4.00	2.56	121.57

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
37	0.51	1011.58	32.57	21.87	19.76	69.75	5.50	3.75	2.13	128.86
38	21.81	1010.27	33.28	21.85	19.49	67.63	6.10	4.13	1.88	131.57
39	25.27	1008.74	34.97	24.28	21.19	66.25	6.50	5.00	2.08	167.14
40	186.52	1007.49	34.34	25.48	24.39	77.63	8.40	7.00	1.96	141.00
41	161.42	1006.74	33.94	25.58	24.50	78.63	9.70	7.38	1.93	144.71
42	158.58	1006.59	33.04	25.20	24.31	80.25	9.50	8.75	2.24	128.00
43	117.59	1005.46	32.75	24.96	23.94	79.75	9.10	8.25	2.35	125.86
44	163.18	1006.08	32.98	24.98	23.91	79.13	9.70	8.50	1.95	132.00
45	171.24	1008.20	32.54	24.48	23.78	80.88	8.10	8.25	1.63	115.00
46	219.59	1008.42	32.68	24.54	24.30	82.50	8.40	7.50	1.25	113.43
47	3.76	1011.13	31.71	21.99	19.91	70.63	8.20	3.88	2.04	124.29
48	0.77	1011.29	32.56	22.30	19.70	68.00	7.60	3.50	1.98	134.14
49	14.43	1010.08	33.36	23.10	20.91	70.00	6.30	4.75	1.96	129.29
50	5.94	1009.50	34.27	23.18	20.14	65.75	5.30	3.25	2.06	133.86
51	119.58	1009.12	33.52	24.57	23.04	74.75	6.90	6.25	2.00	139.71
52	22.88	1007.63	37.38	26.67	24.51	69.00	8.60	4.63	2.84	199.86
53	202.03	1006.61	34.00	25.25	24.40	78.75	9.90	7.63	2.39	145.86
54	113.39	1006.01	33.63	25.52	23.95	76.88	9.60	8.25	2.29	141.43
55	101.24	1005.81	33.45	25.64	24.08	77.25	9.80	8.13	2.56	141.86
56	130.04	1006.01	32.86	25.44	23.96	78.25	9.80	8.75	2.60	124.57
57	225.40	1007.79	33.87	24.86	24.36	80.25	9.00	8.13	1.71	126.14
58	255.08	1009.52	32.58	24.54	24.55	83.75	7.40	7.38	1.31	108.71
59	26.24	1012.79	30.92	21.13	19.34	71.75	7.00	4.50	2.09	116.86
60	5.11	1014.09	31.57	21.49	19.39	68.88	7.40	3.75	2.18	125.14
61	10.04	1013.09	32.08	20.96	18.86	68.00	4.90	3.13	1.98	125.00
62	12.21	1012.57	34.14	23.94	21.69	69.63	4.90	3.75	2.03	133.00
63	26.83	1009.59	34.99	25.14	22.85	69.63	6.10	4.38	2.84	170.00
64	39.93	1008.14	36.89	25.93	23.35	67.25	7.10	4.63	2.56	194.71
65	161.77	1006.96	34.02	25.44	24.70	78.88	8.90	7.38	2.24	146.29
66	121.56	1006.46	33.97	25.40	24.66	78.00	9.70	8.13	2.26	144.00
67	92.34	1006.04	33.46	25.84	24.30	77.13	9.40	8.50	2.69	134.14
68	164.52	1006.85	32.82	25.13	23.86	78.50	9.00	9.00	2.35	123.71
69	242.37	1008.13	32.26	24.91	24.33	82.50	9.00	8.50	1.74	110.43
70	165.17	1010.07	32.84	24.26	23.74	79.25	7.10	6.13	1.45	122.00
71	96.12	1011.73	32.10	23.70	22.41	76.00	7.60	5.63	1.93	109.57
72	39.20	1012.24	32.46	23.32	21.85	74.25	7.50	5.00	1.63	111.29

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
73	0.00	1013.73	31.85	20.47	18.43	67.38	5.60	3.00	1.93	127.00
74	17.77	1011.41	34.01	22.83	20.98	68.50	5.40	3.50	2.08	133.29
75	122.16	1010.36	34.49	24.17	22.56	71.50	6.40	5.50	2.30	157.71
76	30.89	1008.17	36.35	25.87	24.06	69.50	8.00	3.63	2.38	185.43
77	123.36	1006.51	35.25	25.86	24.23	73.13	9.00	6.63	2.33	168.29
78	179.18	1006.69	33.68	25.70	24.23	77.38	9.40	7.88	2.10	137.86
79	198.54	1007.31	32.73	25.16	24.50	81.75	8.80	7.88	1.81	127.43
80	177.12	1006.44	33.14	25.56	24.36	79.25	9.60	8.25	2.09	131.71
81	270.41	1007.52	32.37	24.79	24.33	82.75	8.50	8.63	1.55	107.57
82	114.21	1010.27	32.62	24.61	23.66	78.63	6.90	5.75	1.83	120.71
83	0.03	1011.31	33.67	23.70	21.43	69.75	6.30	3.00	1.75	129.43
84	0.00	1013.97	31.21	20.11	16.89	63.25	6.50	2.88	2.40	135.57
85	20.29	1012.19	32.43	21.53	19.49	68.57	5.30	3.63	1.54	123.71
86	49.03	1011.48	32.67	21.97	19.80	69.00	5.50	3.38	2.30	137.57
87	4.46	1009.06	35.75	25.11	21.98	65.25	5.90	3.38	2.76	184.14
88	41.01	1008.05	37.37	26.41	23.08	64.50	7.50	3.63	2.48	202.29
89	121.83	1007.00	34.20	25.91	24.35	76.13	9.60	7.38	2.09	148.86
90	129.04	1006.94	33.14	25.44	23.99	77.75	9.20	7.88	2.04	126.14
91	145.53	1006.86	33.58	25.41	23.95	76.88	9.40	8.50	1.71	138.86
92	143.29	1006.47	33.01	25.39	23.98	77.88	9.40	8.38	1.99	131.71
93	221.69	1009.26	32.73	25.06	24.26	80.75	8.30	8.00	1.40	120.00
94	43.11	1011.97	33.30	24.24	22.11	71.75	5.60	4.13	1.60	140.57
95	6.38	1012.20	33.76	23.62	20.28	64.75	8.00	3.25	1.95	146.14
96	0.00	1012.96	32.04	19.62	16.34	61.38	5.50	2.38	1.71	133.43
97	4.06	1012.23	32.12	20.99	18.78	67.38	4.70	3.50	1.73	124.00
98	1.41	1011.03	34.93	24.13	22.06	68.25	5.60	2.75	2.29	146.43
99	45.07	1011.25	34.90	24.53	21.76	66.50	6.00	4.00	2.58	176.57
100	90.13	1009.60	36.06	26.25	24.26	70.38	7.90	4.75	2.29	180.57
101	142.74	1006.29	35.74	26.44	24.64	73.25	9.80	6.63	1.99	171.43
102	120.33	1005.24	33.92	26.18	24.76	77.13	9.70	8.13	2.36	143.00
103	147.95	1006.77	33.25	25.73	24.19	78.38	9.60	8.13	2.03	130.86
104	110.37	1006.64	33.13	25.54	24.23	78.25	9.30	8.50	1.99	125.14
105	335.92	1007.61	32.61	25.24	24.48	81.63	8.90	8.38	1.36	108.43
106	174.38	1010.46	32.96	24.69	23.60	78.00	7.20	6.75	1.54	122.43
107	117.80	1011.16	31.97	23.96	22.54	76.88	7.30	5.63	1.44	107.57
108	20.52	1012.55	30.11	21.10	18.66	68.25	7.40	5.13	2.05	121.86

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
109	114.30	1011.58	32.72	20.62	19.17	67.44	5.90	2.78	1.58	199.20
110	78.75	1011.51	34.06	23.53	21.56	68.83	6.40	3.83	2.09	197.27
111	119.54	1009.11	35.46	25.09	23.23	70.00	7.50	4.28	2.76	175.73
112	123.91	1008.20	35.68	25.68	24.07	72.17	8.40	5.50	2.05	173.07
113	227.83	1007.98	34.08	25.44	24.30	76.78	8.00	7.06	1.77	145.60
114	238.47	1007.00	33.80	25.36	24.39	77.56	9.20	7.39	2.06	142.00
115	186.41	1006.28	33.03	25.57	24.16	77.33	9.20	8.22	2.72	137.13
116	171.82	1006.28	32.85	25.23	23.65	76.50	9.40	8.33	2.71	127.27
117	321.22	1008.40	32.97	23.41	24.35	80.61	8.80	7.56	1.54	123.13
118	232.13	1010.82	32.89	23.29	23.98	78.67	7.50	5.89	1.54	126.33
119	82.81	1011.02	33.79	23.61	22.17	71.00	6.20	2.72	1.58	130.13
120	90.30	1013.21	31.61	20.69	18.12	64.78	7.20	2.89	2.55	136.80
121	92.11	1013.76	32.15	21.09	18.37	61.50	6.44	3.50	2.48	138.67
122	202.77	1011.74	33.79	22.01	20.41	65.83	5.50	2.50	2.55	138.53
123	77.33	1009.09	36.14	25.33	23.18	66.59	6.33	3.61	2.93	180.53
124	171.10	1009.44	36.21	25.89	23.97	68.88	7.61	5.17	2.61	180.60
125	291.59	1007.62	33.44	25.52	24.52	75.95	8.33	7.39	2.06	134.87
126	214.31	1005.92	34.77	25.93	24.72	73.02	9.44	6.89	2.01	149.67
127	218.34	1006.94	33.38	25.21	23.94	74.31	9.28	7.67	2.34	141.00
128	180.07	1006.12	33.18	25.32	23.84	73.53	9.28	8.17	2.43	128.93
129	247.27	1007.12	33.21	25.19	24.28	75.84	8.83	7.89	1.80	122.93
130	199.07	1009.43	31.92	24.64	23.07	73.72	7.50	7.22	2.26	116.93
131	70.83	1011.85	30.82	21.54	19.13	65.39	7.11	4.39	2.73	123.67
132	512.91	1011.28	32.88	21.96	20.07	64.73	6.67	3.39	1.96	134.80
133	14.18	1011.79	32.56	21.01	19.00	66.78	5.67	3.22	2.38	136.20
134	43.61	1011.74	32.49	22.96	20.72	69.72	5.89	5.17	2.57	131.33
135	17.95	1009.48	35.07	24.46	21.84	67.06	6.67	4.22	2.93	178.07
136	117.33	1007.91	35.59	25.57	24.07	72.89	7.89	5.89	2.67	167.07
137	175.13	1006.34	33.56	25.14	23.94	76.72	8.72	7.39	2.82	148.40
138	159.47	1006.79	33.63	25.08	24.17	77.61	9.06	7.28	2.70	143.40
139	150.47	1006.77	33.05	24.96	23.79	77.39	9.11	8.06	2.85	137.67
140	166.77	1006.89	33.20	25.02	23.92	77.67	8.72	7.89	2.82	136.00
141	262.34	1007.46	32.69	24.74	23.88	79.56	8.33	7.89	2.59	125.00
142	229.48	1009.61	32.91	24.78	24.42	80.94	7.61	7.22	2.04	119.27
143	39.99	1011.49	30.82	22.66	20.85	73.28	7.72	5.67	3.25	122.20
144	0.90	1012.92	30.06	19.43	17.80	67.72	6.39	3.56	2.91	119.29

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 4 สารประกอบอุตุนิยมวิทยาเฉลี่ยต่อเดือนภาคตะวันออก

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
1	16.88	1012.83	31.59	20.31	19.16	70.10	6.36	3.00	2.03	133.75
2	49.32	1010.47	32.98	23.26	22.00	73.10	7.18	5.30	2.06	131.75
3	78.72	1011.39	33.95	24.04	23.09	74.20	6.73	4.40	2.47	167.25
4	88.32	1010.29	34.32	24.61	23.66	74.50	8.55	4.80	2.27	158.75
5	142.99	1007.80	34.81	26.10	24.53	74.50	9.18	6.20	2.96	171.88
6	128.68	1007.91	34.28	26.18	24.42	74.90	9.55	6.80	2.89	157.88
7	290.05	1007.61	32.39	26.02	24.26	79.00	9.45	8.80	3.17	134.71
8	244.69	1007.77	32.55	25.88	24.46	79.70	9.36	8.40	3.55	137.50
9	333.90	1010.54	32.64	24.55	24.60	82.60	8.91	7.90	1.40	118.75
10	190.03	1012.17	32.95	24.24	24.11	81.00	8.45	6.70	1.69	130.00
11	47.88	1012.39	32.76	23.56	22.73	75.20	7.36	4.90	2.52	131.38
12	3.49	1012.84	33.73	22.72	21.32	69.50	8.27	3.10	2.22	149.38
13	11.44	1012.34	33.83	23.34	22.44	72.90	6.73	3.30	1.67	134.38
14	34.08	1012.48	34.21	25.07	23.92	74.50	7.55	3.90	2.17	138.57
15	18.72	1010.82	35.58	25.77	23.96	71.30	8.00	3.60	2.43	176.38
16	57.56	1009.71	36.01	26.84	25.08	73.30	7.82	4.30	2.48	174.75
17	229.29	1008.04	35.60	26.23	25.58	77.00	9.08	6.30	2.06	161.38
18	329.77	1007.13	33.96	25.88	25.23	79.00	9.83	7.50	2.22	134.38
19	259.95	1007.70	33.22	25.19	25.09	80.90	9.67	7.30	1.76	130.88
20	310.87	1008.51	33.01	24.76	25.01	82.55	9.50	7.82	1.64	132.38
21	341.25	1008.09	32.18	24.48	24.74	84.09	8.67	8.27	1.61	111.13
22	167.94	1008.87	32.54	24.27	23.95	80.27	7.08	7.09	1.56	116.00
23	48.51	1009.59	31.78	23.35	21.89	75.09	7.42	6.27	2.56	120.13
24	11.12	1011.90	31.23	21.83	19.49	69.00	7.25	4.91	3.26	140.38
25	10.88	1010.42	32.46	22.33	19.63	66.82	7.25	5.00	2.42	140.38
26	14.55	1012.11	33.33	23.02	20.77	68.45	6.25	4.45	2.29	131.00
27	94.59	1006.94	34.67	25.20	23.47	73.18	8.08	5.00	2.25	163.88
28	228.91	1007.41	33.61	25.28	24.59	79.55	8.75	7.27	1.84	121.13
29	288.89	1007.93	32.38	24.76	24.65	83.09	9.00	8.09	1.65	103.75
30	211.42	1007.27	32.48	25.20	24.21	79.55	9.50	8.18	2.58	119.63
31	305.91	1006.10	32.50	25.37	24.35	79.36	9.25	7.91	3.22	128.25
32	195.59	1007.99	32.29	24.86	24.14	80.18	9.17	8.36	2.66	124.75
33	279.09	1008.02	32.41	24.34	24.27	81.91	9.08	7.91	2.03	122.75
34	288.41	1009.37	32.10	23.83	23.73	81.91	8.25	7.27	2.23	118.63
35	90.76	1010.35	31.47	23.12	22.01	76.45	7.58	5.91	2.80	122.25
36	1.49	1012.83	28.87	19.70	15.85	61.82	7.25	4.64	5.15	153.71

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
37	30.30	1011.28	32.33	22.32	20.75	71.36	5.92	4.36	2.55	138.11
38	56.13	1010.26	32.93	22.08	20.59	70.73	6.00	4.45	2.35	133.33
39	38.17	1009.08	34.31	24.53	23.07	73.64	6.83	5.45	2.30	158.78
40	219.50	1007.96	33.43	25.21	24.73	80.00	8.17	6.73	1.92	129.78
41	199.01	1007.31	33.74	25.78	25.03	79.64	9.17	7.36	2.19	138.89
42	340.58	1007.29	32.26	24.93	24.66	82.27	8.83	8.55	2.00	111.00
43	293.31	1006.15	31.96	24.91	24.48	82.09	8.50	8.36	2.38	116.56
44	332.02	1006.66	32.37	25.42	24.45	80.45	9.42	7.91	2.93	128.11
45	236.37	1008.52	32.02	24.58	24.32	82.91	7.83	8.00	1.98	110.56
46	242.22	1008.39	31.97	24.35	24.35	84.18	7.92	7.55	1.53	105.78
47	14.99	1010.25	31.98	22.25	20.06	69.00	7.92	4.45	3.57	144.56
48	5.63	1010.57	32.91	22.93	20.46	67.64	8.25	4.64	3.00	146.56
49	38.80	1010.12	32.73	23.28	21.95	73.36	7.08	4.91	1.96	132.44
50	10.81	1009.67	33.54	23.53	21.85	70.45	6.17	4.18	2.30	132.33
51	174.69	1009.30	32.99	24.31	23.65	77.82	7.33	6.64	2.05	130.44
52	61.17	1008.31	35.43	26.11	25.03	74.64	9.08	5.18	2.17	162.33
53	285.37	1007.26	33.23	25.64	24.91	79.82	9.67	7.18	2.55	134.67
54	227.93	1006.62	32.72	25.61	24.64	79.73	9.25	8.09	2.73	127.22
55	169.72	1006.61	32.62	25.89	24.65	79.18	9.25	7.55	3.05	132.00
56	283.76	1006.59	32.08	25.60	24.40	79.91	9.50	8.64	2.98	128.56
57	212.45	1008.14	32.76	25.00	24.79	82.09	9.08	8.09	1.43	119.89
58	266.57	1009.40	32.33	24.40	24.57	84.91	7.67	7.55	1.48	107.56
59	38.71	1012.03	31.03	21.63	19.51	70.18	7.33	4.73	3.60	133.00
60	10.59	1013.44	32.05	21.83	19.59	67.73	7.50	3.64	3.04	146.22
61	6.52	1012.82	32.17	21.24	19.95	70.27	5.17	2.91	2.15	135.89
62	39.87	1012.96	33.06	23.58	22.49	73.82	5.33	4.64	1.74	121.33
63	86.40	1010.11	33.71	25.33	23.86	75.27	6.50	5.27	2.08	153.89
64	89.70	1008.73	35.08	25.68	24.42	74.64	7.75	5.27	2.04	163.89
65	287.85	1007.76	33.28	25.59	24.95	80.45	8.92	6.91	2.35	126.11
66	222.57	1007.27	33.04	25.83	25.03	80.18	9.58	7.82	2.22	123.11
67	192.21	1007.05	32.81	25.96	24.93	79.73	8.75	7.64	3.03	136.22
68	283.05	1007.64	31.68	25.11	24.51	82.45	8.58	8.73	2.45	108.78
69	265.35	1008.70	31.84	25.16	24.37	81.73	8.75	8.36	2.08	113.44
70	126.22	1010.02	33.01	24.17	23.45	78.27	7.75	5.55	1.64	131.78
71	71.63	1011.23	32.62	23.74	22.57	74.91	7.83	5.18	2.43	128.67
72	38.38	1011.86	33.15	23.64	22.60	74.27	7.83	4.73	1.76	126.00

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
73	0.00	1013.38	32.55	21.03	18.81	65.18	7.00	2.73	2.35	151.56
74	40.31	1011.65	33.30	23.48	21.85	71.64	6.83	4.09	1.90	133.33
75	142.57	1010.72	33.21	24.45	23.85	77.64	7.33	5.45	1.64	140.00
76	64.73	1008.87	35.05	25.61	24.61	74.36	9.25	4.00	1.81	170.78
77	174.81	1007.22	34.06	25.76	25.07	78.09	9.08	7.00	2.20	148.11
78	259.32	1007.40	33.03	25.14	24.55	78.91	9.42	7.18	1.65	131.22
79	334.12	1007.91	32.03	24.67	24.55	82.00	9.00	7.82	1.79	115.78
80	266.23	1007.13	32.37	25.18	24.71	80.27	9.33	8.00	2.35	128.56
81	292.43	1008.02	31.71	24.45	24.45	83.09	8.50	8.64	1.75	109.00
82	194.96	1010.00	32.07	23.90	23.67	80.36	7.75	6.55	2.10	117.33
83	2.48	1010.99	33.54	23.30	21.74	70.55	6.92	3.18	2.35	141.00
84	0.00	1013.23	31.77	20.47	17.63	62.36	7.00	3.09	3.90	150.44
85	41.66	1012.21	32.21	21.66	20.43	71.09	5.75	3.82	1.65	126.67
86	51.37	1011.76	32.09	22.45	21.03	72.00	6.42	4.00	2.18	131.67
87	28.20	1009.83	34.21	24.89	23.27	72.27	7.25	4.27	2.47	168.00
88	64.33	1008.94	35.56	25.92	24.52	72.64	7.92	4.27	2.35	178.44
89	199.92	1007.73	33.53	25.57	24.88	78.36	9.00	7.09	2.25	139.67
90	257.55	1007.73	32.38	25.14	24.45	80.36	8.83	7.91	2.46	121.44
91	308.27	1007.46	32.61	24.48	24.25	79.09	8.92	8.00	1.88	128.33
92	257.90	1007.27	32.00	25.34	24.40	80.36	8.67	8.36	2.62	125.67
93	259.39	1009.57	32.09	24.33	24.31	82.73	7.83	7.91	1.29	107.67
94	133.71	1011.56	32.98	23.72	22.72	75.36	6.58	4.36	1.95	139.56
95	14.97	1011.60	33.78	23.69	21.30	67.73	7.50	3.45	2.59	152.22
96	0.00	1012.27	32.58	20.43	17.70	62.45	6.17	2.64	2.61	149.22
97	31.91	1012.23	31.70	21.23	19.91	71.00	5.42	4.18	1.96	123.78
98	6.54	1011.68	33.63	24.62	23.16	74.00	6.58	3.82	2.06	139.89
99	50.29	1011.71	33.69	24.61	22.70	72.09	6.33	4.45	2.58	163.44
100	100.08	1010.19	34.78	26.06	24.84	75.55	7.33	5.18	2.28	154.33
101	134.89	1007.04	34.55	26.49	25.36	77.55	8.75	6.73	2.17	151.56
102	250.33	1006.22	33.41	26.20	25.14	78.73	9.17	7.64	3.05	148.38
103	252.80	1007.45	32.25	25.74	24.73	80.91	8.42	8.18	2.60	129.63
104	181.55	1007.42	32.31	25.64	24.67	80.91	8.58	8.00	2.39	122.44
105	383.31	1008.10	31.88	25.02	24.66	83.00	8.33	8.36	1.89	104.44
106	186.37	1010.06	32.50	24.53	23.96	80.73	7.08	6.64	1.96	116.11
107	97.55	1010.67	32.05	23.86	22.78	77.27	7.25	5.27	2.46	117.33
108	33.36	1011.68	30.26	21.82	19.31	69.64	7.00	5.73	3.85	127.67

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
109	12.86	1011.41	32.48	21.53	20.17	69.93	6.42	2.79	2.18	136.50
110	65.17	1011.56	33.52	23.98	22.21	72.57	6.33	4.14	2.21	112.91
111	67.38	1009.68	33.76	24.99	23.71	75.27	7.42	4.87	2.47	142.27
112	96.40	1008.22	34.44	25.66	24.39	76.27	8.42	5.40	2.02	146.58
113	268.30	1007.71	33.44	25.49	24.58	79.80	8.33	6.67	1.97	132.92
114	245.56	1007.10	32.74	25.49	24.74	81.20	8.75	7.00	2.03	122.50
115	394.60	1006.71	31.96	25.86	24.80	82.13	8.17	8.27	3.13	117.75
116	280.24	1006.28	31.67	25.46	24.48	81.93	8.67	8.13	2.86	120.25
117	382.75	1007.47	31.76	24.80	24.64	84.33	8.33	7.20	1.71	111.42
118	271.92	1009.20	32.36	24.61	24.07	81.60	7.50	5.60	1.95	119.00
119	33.58	1009.91	33.66	23.86	22.67	74.00	6.50	2.87	2.00	134.25
120	6.08	1011.83	32.19	21.43	18.81	65.20	6.92	2.80	3.31	147.58
121	12.98	1013.19	32.61	22.01	19.06	65.27	6.33	3.73	2.86	148.42
122	22.54	1012.02	32.78	22.75	21.09	72.07	6.33	3.40	2.47	130.42
123	56.26	1009.73	34.48	25.47	23.88	74.93	7.53	4.60	2.71	157.50
124	170.71	1009.92	34.37	25.37	24.39	77.53	8.00	5.33	1.99	148.42
125	342.10	1008.12	32.67	25.41	25.01	82.73	8.60	7.13	1.76	126.33
126	219.25	1006.54	33.47	25.72	25.25	81.33	9.33	6.87	1.87	128.58
127	314.43	1007.56	32.35	25.09	24.57	82.33	8.93	7.60	2.35	120.67
128	177.07	1006.77	32.26	25.43	24.47	80.47	8.87	8.13	2.71	125.25
129	295.25	1007.59	32.04	24.91	24.64	82.93	8.60	7.80	1.77	112.50
130	155.77	1009.21	31.83	24.43	23.45	79.33	7.87	7.20	2.85	113.75
131	30.77	1011.09	31.46	21.97	19.21	67.07	7.40	4.20	3.62	140.75
132	0.45	1010.92	32.96	22.01	20.44	69.20	7.33	3.20	2.50	142.00
133	16.39	1011.56	32.53	21.90	19.84	68.20	6.27	3.40	2.82	141.91
134	67.69	1011.78	31.98	22.97	21.08	72.33	6.13	5.40	2.49	125.73
135	47.95	1009.90	33.47	24.43	22.51	72.67	7.07	4.87	2.87	155.73
136	140.19	1008.37	34.14	25.18	24.32	77.53	8.27	6.07	2.45	143.27
137	228.49	1007.12	32.58	25.65	24.53	79.80	8.73	7.60	3.07	130.73
138	254.21	1007.56	32.43	25.45	24.47	79.87	9.20	7.13	2.86	123.82
139	319.08	1007.60	31.87	24.94	24.16	80.67	8.80	7.87	2.97	125.27
140	213.99	1007.59	32.09	25.17	24.33	80.53	8.73	7.53	2.79	121.73
141	398.09	1008.02	31.67	24.85	24.14	82.27	8.67	7.80	2.63	108.45
142	224.63	1009.60	32.55	24.55	24.41	83.27	7.67	6.67	1.92	102.27
143	40.17	1010.81	30.99	23.09	21.17	73.93	7.73	5.87	3.58	117.64
144	1.23	1012.13	31.09	20.55	18.43	66.60	7.00	3.60	3.43	124.64

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 5 สารประกอบอุตุนิยมวิทยาเฉลี่ยต่อเดือนภาคใต้ฝั่งตะวันออก

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
1	14.21	1012.42	30.10	21.22	20.85	76.58	6.42	4.08	2.58	118.38
2	62.53	1010.34	31.49	22.97	22.57	78.33	6.92	5.75	2.20	111.89
3	24.67	1011.42	32.61	23.39	23.08	76.92	6.67	4.08	2.75	149.35
4	68.02	1010.34	33.28	24.00	23.69	77.58	8.42	5.42	1.90	140.35
5	64.08	1008.54	33.96	25.11	23.99	75.55	9.64	6.55	2.46	145.46
6	101.61	1008.96	33.55	24.65	23.57	76.64	9.73	6.82	2.14	131.04
7	145.63	1008.69	32.36	24.41	23.50	79.27	8.09	8.55	1.93	107.46
8	271.51	1009.13	32.30	24.29	23.48	79.09	8.45	7.82	2.11	110.36
9	206.74	1011.00	31.94	24.25	23.99	82.36	7.09	8.00	1.27	105.87
10	235.08	1011.96	31.67	24.10	24.17	83.70	7.10	7.20	1.37	105.25
11	293.64	1011.92	30.61	23.65	23.60	83.55	7.36	6.45	1.79	95.07
12	271.14	1012.31	30.73	23.34	23.03	80.91	7.00	5.64	2.50	107.09
13	30.11	1012.16	32.08	22.99	23.16	78.64	6.54	4.45	2.65	130.70
14	5.16	1012.47	33.21	23.43	23.51	76.55	7.31	3.91	2.69	147.50
15	11.52	1010.84	34.56	23.65	23.43	73.45	6.85	4.36	2.95	185.11
16	25.57	1009.73	35.52	25.01	24.55	74.27	6.54	4.82	2.90	177.60
17	114.33	1008.22	35.00	25.62	25.01	76.27	8.15	6.73	2.22	160.80
18	122.97	1007.94	33.42	24.85	24.27	78.45	9.85	7.82	2.10	135.44
19	145.76	1008.19	33.30	24.22	24.07	78.73	8.50	7.36	1.89	138.40
20	185.84	1009.00	32.65	24.11	24.00	80.55	8.57	7.64	1.68	130.40
21	214.98	1008.73	32.14	24.21	23.97	82.18	8.93	8.36	1.72	114.20
22	350.93	1008.88	31.26	23.91	23.92	84.00	7.93	8.45	1.82	104.00
23	284.52	1009.24	30.38	23.46	23.40	84.40	6.92	7.90	1.82	91.78
24	269.98	1010.91	29.44	22.70	22.26	82.00	6.21	7.27	2.89	104.50
25	158.55	1009.69	30.36	22.41	22.47	81.18	5.86	6.82	2.63	120.50
26	252.47	1011.76	30.66	22.54	22.68	80.91	6.21	6.00	2.46	112.90
27	101.13	1007.09	33.08	23.31	23.68	79.09	7.29	5.18	1.84	152.60
28	147.14	1007.83	32.68	23.89	24.02	80.18	8.07	7.36	1.80	126.90
29	156.31	1008.28	32.80	23.77	23.96	80.73	8.29	7.45	1.49	131.44
30	105.33	1008.28	32.43	23.86	23.25	77.64	8.71	7.64	2.28	128.00
31	97.32	1007.33	32.53	23.93	23.15	77.09	8.64	7.64	2.65	132.00
32	146.68	1008.92	32.71	23.67	23.06	77.18	8.93	7.36	2.35	140.10
33	152.84	1008.70	32.51	23.69	23.51	79.73	8.57	7.27	1.96	135.50
34	275.52	1009.21	31.12	23.68	23.85	85.00	7.50	7.91	1.58	110.50
35	260.14	1009.91	30.35	23.41	23.21	83.64	6.79	7.45	1.81	99.30
36	325.30	1011.40	28.19	21.84	20.22	78.00	5.79	7.09	3.44	105.80

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
37	82.87	1010.83	30.51	22.62	22.29	80.27	6.29	5.73	2.75	115.38
38	81.34	1009.96	31.26	22.16	22.13	79.27	6.07	5.36	2.26	122.31
39	195.67	1009.13	32.16	23.19	23.35	80.45	6.57	5.82	1.87	137.00
40	164.19	1008.05	32.60	24.01	24.25	81.91	7.64	6.55	1.42	127.00
41	132.26	1008.05	33.24	24.38	24.05	79.18	8.86	6.91	1.95	134.54
42	138.32	1008.01	32.21	24.04	23.69	80.55	8.36	8.36	1.83	112.15
43	80.08	1007.07	32.91	23.86	23.35	77.27	8.14	7.36	2.11	130.15
44	125.49	1008.00	32.28	23.69	23.08	77.92	8.93	8.08	2.43	127.31
45	164.22	1009.07	32.58	23.46	23.58	80.75	7.64	7.67	1.64	122.69
46	215.77	1008.74	31.63	23.49	23.67	82.83	8.29	8.17	1.75	108.46
47	602.99	1009.28	30.00	22.90	22.75	82.92	6.21	7.08	2.23	91.46
48	276.99	1010.06	30.53	22.74	22.69	81.67	6.92	6.33	1.81	100.77
49	200.63	1009.79	30.69	22.70	23.02	82.58	6.64	6.67	2.03	101.69
50	25.90	1009.71	32.39	22.55	22.53	77.75	6.07	5.00	1.93	125.46
51	304.39	1009.24	32.10	23.52	23.60	82.33	6.79	6.75	1.79	118.69
52	77.37	1008.53	34.22	24.59	24.58	78.58	7.79	5.33	1.64	150.23
53	152.42	1007.99	33.09	24.42	24.29	81.25	8.71	7.50	1.86	125.54
54	120.03	1007.77	32.68	24.19	23.59	78.67	8.64	8.17	2.20	121.54
55	131.94	1007.74	32.89	24.04	23.75	79.17	8.71	7.25	2.20	134.62
56	115.83	1008.05	32.72	24.17	23.53	78.42	8.71	8.17	2.61	127.08
57	162.44	1008.90	32.86	23.88	23.74	80.50	8.57	7.50	1.88	125.92
58	292.07	1009.34	31.28	23.74	24.16	86.00	7.64	8.58	1.33	94.77
59	224.90	1011.04	30.09	22.86	22.36	81.42	6.21	7.25	2.33	99.08
60	232.14	1012.58	30.36	22.52	22.24	80.58	6.36	6.00	2.53	107.42
61	15.40	1012.27	30.49	22.04	21.80	79.00	5.86	5.50	3.05	116.38
62	9.48	1012.93	32.04	22.03	22.37	77.92	6.36	4.58	3.07	132.54
63	57.58	1010.16	33.28	23.26	23.39	78.33	6.57	4.50	2.76	157.92
64	93.34	1008.69	34.06	24.25	24.35	78.50	7.57	5.58	2.18	152.92
65	140.74	1008.16	33.41	24.44	24.32	79.00	8.93	6.75	2.07	137.58
66	104.08	1008.11	33.61	24.39	23.99	78.38	8.86	7.54	1.89	124.62
67	84.10	1008.34	33.74	24.39	23.45	76.08	8.71	7.15	2.62	131.57
68	125.88	1008.87	32.54	24.07	23.32	79.15	8.36	8.38	2.25	120.00
69	121.22	1009.86	32.46	23.86	23.28	79.85	8.86	7.77	2.22	118.00
70	172.51	1009.97	32.46	23.71	23.71	81.77	7.36	6.62	1.50	125.38
71	385.56	1010.62	30.54	23.64	23.76	85.14	6.57	7.29	1.48	90.77
72	294.61	1011.22	31.14	23.74	23.78	83.69	6.92	6.54	2.07	101.77

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
73	56.98	1012.77	30.99	22.46	22.00	78.08	5.85	5.23	2.49	118.62
74	24.89	1011.34	32.13	22.94	22.61	77.29	6.71	4.86	2.79	127.31
75	114.65	1010.40	33.20	23.69	23.52	78.57	7.43	5.57	2.41	144.23
76	45.77	1009.00	34.46	24.24	23.95	76.36	8.29	4.71	1.89	164.69
77	139.35	1008.09	33.41	24.79	24.29	80.21	8.29	7.71	1.65	129.69
78	132.20	1008.38	33.61	24.34	23.78	78.64	8.29	6.64	1.72	134.08
79	149.37	1008.90	32.43	23.99	23.71	81.21	8.36	7.93	1.73	118.08
80	111.59	1008.54	32.92	24.26	23.69	79.07	8.64	7.57	2.18	129.85
81	149.50	1009.21	32.50	23.92	23.62	81.43	8.79	7.86	1.94	116.62
82	419.86	1009.97	30.85	23.69	23.82	86.07	7.29	8.36	1.53	92.23
83	277.31	1010.50	31.09	23.40	23.46	83.00	6.43	6.14	1.70	102.00
84	281.01	1012.19	29.86	22.21	21.54	79.57	6.36	6.43	2.58	102.92
85	40.97	1011.69	30.96	22.67	22.36	79.79	6.36	5.14	2.52	116.08
86	47.99	1011.41	31.62	22.51	22.35	78.57	6.29	5.07	2.45	125.00
87	47.89	1009.91	33.38	23.99	23.44	77.29	7.14	5.29	2.48	154.77
88	47.87	1009.16	34.77	24.68	24.23	76.79	7.93	5.50	2.02	161.00
89	167.03	1008.39	33.42	24.59	24.21	80.00	8.43	7.36	1.83	132.54
90	121.73	1009.00	32.86	24.29	23.64	79.43	8.79	7.71	2.01	119.77
91	118.26	1008.52	32.74	23.94	23.42	79.43	8.93	7.50	1.67	125.25
92	122.86	1008.65	32.60	24.19	23.59	79.86	8.79	7.86	1.90	120.62
93	216.81	1009.85	32.31	23.70	23.80	82.71	7.57	7.71	1.28	117.08
94	236.68	1011.18	31.55	23.60	23.57	83.21	6.43	7.50	1.61	108.23
95	213.27	1011.01	31.28	23.62	23.29	81.50	7.00	6.50	2.03	109.46
96	100.59	1011.55	30.61	22.10	21.46	77.86	5.93	5.79	2.24	112.62
97	32.52	1011.90	30.91	21.78	21.47	77.64	6.07	5.29	2.57	122.77
98	3.06	1011.78	33.10	22.66	22.41	75.64	6.36	4.21	2.27	143.62
99	64.53	1011.47	33.21	23.46	22.84	75.64	6.93	5.21	3.11	162.15
100	30.97	1010.27	34.71	24.74	24.19	76.31	8.08	5.08	2.22	166.38
101	144.09	1008.00	34.21	24.92	24.35	79.14	8.86	7.29	1.76	142.54
102	131.24	1007.48	33.20	24.68	24.05	79.64	9.07	7.71	1.92	125.00
103	140.51	1008.72	32.96	24.25	23.61	78.71	8.79	7.79	1.74	122.77
104	126.60	1008.59	33.35	24.28	23.71	78.79	8.64	7.64	2.01	134.38
105	143.80	1009.00	32.57	24.15	23.91	81.36	8.43	7.86	1.56	116.92
106	320.92	1010.06	31.34	23.80	24.07	85.50	7.64	8.14	1.27	96.69
107	396.88	1010.25	30.69	23.59	23.61	84.86	7.07	7.71	1.68	90.23
108	568.19	1010.61	28.54	22.63	22.26	84.36	6.14	8.21	2.54	82.92

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
109	79.28	1011.14	30.95	22.01	22.15	80.23	6.47	5.23	1.60	109.40
110	129.05	1011.41	31.63	23.29	23.14	80.41	7.07	5.41	2.21	112.10
111	96.52	1009.65	33.26	23.45	23.52	78.82	7.47	4.91	1.78	148.38
112	122.06	1008.93	33.67	23.92	24.14	80.27	8.40	5.59	1.20	133.71
113	173.01	1009.11	32.93	23.93	24.21	83.27	8.53	6.86	1.07	118.10
114	168.03	1008.57	33.17	24.02	24.03	81.41	9.07	6.91	1.30	120.81
115	119.93	1008.66	32.71	24.24	23.91	80.55	8.47	7.55	1.53	115.29
116	141.22	1008.69	32.85	23.93	23.35	78.86	9.13	7.45	1.66	123.86
117	206.82	1009.85	32.42	23.71	23.63	82.09	9.27	7.32	1.33	114.62
118	197.51	1011.17	31.87	23.65	23.83	83.27	8.20	6.73	1.27	112.29
119	163.54	1010.51	31.72	23.36	23.67	82.73	6.33	5.73	1.30	104.43
120	156.39	1011.51	30.85	22.60	22.19	79.41	6.93	5.91	2.49	108.90
121	127.29	1012.69	30.65	22.39	21.98	79.77	6.41	5.82	2.44	107.95
122	12.71	1011.83	32.11	21.82	21.80	77.00	7.27	4.14	2.46	132.05
123	72.47	1009.98	34.04	23.09	23.05	77.18	7.77	4.82	2.05	157.71
124	119.67	1009.79	34.05	24.26	24.16	79.27	8.45	5.36	1.85	146.24
125	270.67	1008.74	33.25	24.42	24.44	83.32	8.77	7.14	1.30	121.86
126	145.95	1007.28	33.49	24.60	24.41	82.09	9.05	6.73	1.24	119.48
127	180.40	1008.55	32.47	24.29	23.90	81.91	8.91	7.55	1.40	116.95
128	95.25	1008.23	32.98	24.23	23.42	78.91	9.32	7.45	1.95	123.95
129	146.82	1008.58	32.85	24.10	23.74	81.64	9.32	7.18	1.65	119.48
130	338.72	1009.47	30.87	23.67	23.68	85.91	7.82	7.55	1.40	91.86
131	248.63	1010.37	30.13	22.70	22.63	83.59	6.18	6.68	1.71	92.48
132	168.53	1010.35	30.72	22.58	22.47	81.32	7.14	5.77	2.15	104.14
133	112.19	1011.00	30.96	22.44	22.31	80.00	6.52	5.24	2.00	112.90
134	65.40	1011.37	31.47	22.47	22.22	78.48	6.95	5.57	2.49	118.15
135	64.80	1009.73	32.50	23.25	23.06	78.52	7.48	5.10	2.39	143.25
136	111.28	1008.34	33.68	23.92	23.91	79.57	8.71	5.48	1.49	135.65
137	186.72	1008.26	33.13	24.14	23.90	81.24	8.95	7.14	1.48	124.50
138	152.06	1008.57	32.85	24.08	23.08	81.24	8.95	7.00	1.51	115.50
139	110.97	1008.47	32.82	23.91	23.57	80.29	8.95	7.10	1.60	119.75
140	118.38	1008.42	33.42	23.94	23.50	79.05	8.62	6.71	1.60	135.10
141	95.53	1009.13	32.70	23.93	23.39	80.10	9.00	7.05	1.90	111.45
142	189.60	1009.68	32.30	23.99	24.01	83.29	7.81	6.86	1.38	105.10
143	578.17	1009.77	29.65	23.47	23.17	85.14	6.86	7.52	2.03	77.02
144	300.70	1011.17	29.50	22.26	21.75	81.38	6.33	6.67	2.24	90.55

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 6 สารประกอบอุตุนิยมวิทยาเฉลี่ยต่อเดือนภาคใต้ฝั่งตะวันตก

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
1	4.66	1011.28	32.89	22.06	21.00	72.14	8.38	3.43	2.91	156.67
2	90.78	1009.76	33.03	23.49	22.93	78.00	8.63	6.29	1.77	125.67
3	36.65	1010.84	34.38	23.61	23.09	75.29	8.38	3.71	1.84	173.50
4	136.75	1010.09	34.09	24.11	23.94	78.86	8.63	5.00	1.39	151.50
5	210.03	1009.00	33.33	25.09	24.94	81.43	8.75	7.14	2.39	135.50
6	272.18	1009.65	32.25	24.18	24.57	84.29	8.63	7.14	1.73	111.33
7	304.14	1009.33	31.79	24.35	24.30	83.43	8.25	8.14	1.69	104.50
8	480.61	1009.87	31.89	24.61	24.29	82.29	8.38	7.29	3.37	119.33
9	370.59	1011.30	31.56	24.15	24.44	85.57	7.00	8.71	1.16	94.00
10	276.59	1011.76	32.33	23.93	24.29	85.14	7.63	7.29	1.10	121.17
11	123.61	1011.14	32.36	23.93	23.77	81.57	8.75	6.29	1.70	112.80
12	78.15	1011.42	32.25	23.65	23.19	79.00	8.75	5.43	2.27	123.83
13	5.34	1011.28	34.19	23.50	22.67	73.71	8.88	3.29	2.47	158.50
14	10.84	1011.78	35.31	24.04	22.93	72.14	9.00	3.14	2.13	162.83
15	9.00	1010.44	36.15	24.00	22.93	70.86	8.25	3.43	2.00	193.67
16	41.88	1009.49	36.74	25.59	24.62	73.33	7.71	3.67	1.78	189.20
17	181.75	1008.26	35.24	26.03	25.37	77.86	8.75	6.57	1.56	146.67
18	404.91	1008.59	32.35	25.11	25.31	85.14	8.63	8.00	2.01	98.67
19	332.45	1008.65	32.35	24.69	24.99	85.71	8.25	7.43	1.73	113.83
20	402.63	1009.37	31.76	24.29	24.80	86.86	8.25	7.71	1.37	103.00
21	429.24	1009.26	31.20	24.04	24.50	86.71	8.13	8.00	1.74	99.83
22	525.10	1009.10	30.63	24.18	24.63	89.14	7.88	8.86	2.00	81.83
23	371.45	1008.97	30.83	24.00	24.26	87.71	8.00	8.29	1.57	84.50
24	94.40	1010.11	30.80	23.21	23.04	83.00	8.25	6.86	1.90	100.17
25	74.14	1008.86	32.24	22.99	22.71	78.86	8.13	5.86	1.61	125.33
26	54.99	1010.85	32.85	23.39	22.41	75.29	8.50	5.14	2.17	136.33
27	195.81	1007.21	33.53	24.29	24.01	80.14	8.13	6.29	1.60	124.50
28	343.65	1008.36	31.96	24.54	24.51	84.43	8.38	7.86	2.37	107.67
29	279.10	1008.78	31.99	24.31	24.46	84.14	8.63	7.29	1.40	113.33
30	280.16	1009.17	31.60	24.34	24.20	83.71	8.25	7.43	2.74	108.33
31	327.43	1008.37	31.56	24.66	24.23	83.14	8.00	7.71	3.10	109.17
32	292.24	1009.76	31.81	24.50	24.00	82.57	8.50	7.29	2.30	113.33
33	393.76	1009.33	31.70	23.89	24.10	85.00	8.50	7.43	1.67	105.33
34	448.96	1009.32	31.13	23.81	23.94	86.29	8.00	8.29	1.59	92.33
35	270.68	1009.63	30.83	23.44	23.56	85.57	7.75	7.71	1.47	87.00
36	64.98	1010.10	30.59	22.61	21.33	76.86	8.00	6.71	2.71	120.83

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
37	35.76	1009.85	32.35	23.05	22.20	75.71	8.75	5.57	1.94	132.83
38	74.79	1009.24	33.06	22.81	22.20	75.29	7.88	5.71	1.41	132.17
39	158.55	1008.81	33.14	23.64	23.51	79.29	8.38	6.29	1.13	138.33
40	225.50	1008.17	32.74	24.23	24.46	83.14	8.25	7.14	1.03	113.83
41	315.53	1008.68	32.34	24.61	24.69	82.86	8.50	7.29	2.39	113.67
42	351.48	1008.51	31.28	24.18	24.31	84.14	8.00	8.14	2.16	91.00
43	153.28	1007.79	31.83	24.40	24.17	81.29	8.25	7.29	2.29	117.83
44	484.64	1008.81	31.13	23.99	24.01	84.00	8.00	8.14	2.53	103.50
45	292.68	1009.47	31.76	24.00	24.21	83.86	8.50	7.43	1.19	107.17
46	440.78	1009.05	30.88	23.76	24.14	85.86	7.88	8.29	2.30	97.67
47	190.66	1008.50	31.03	23.44	23.37	83.29	8.25	7.00	1.23	100.00
48	85.00	1009.35	31.86	23.16	23.21	81.00	8.63	6.14	1.33	111.67
49	145.69	1009.08	31.86	23.23	23.14	80.43	8.38	6.14	1.36	115.50
50	36.04	1009.22	33.21	23.00	22.83	76.57	7.88	4.86	1.44	128.67
51	258.08	1008.95	32.55	23.65	23.79	81.14	8.25	6.71	1.39	123.67
52	188.46	1008.55	33.85	24.35	24.87	81.14	8.25	5.86	0.97	133.50
53	295.73	1008.35	32.50	24.54	24.93	83.71	8.50	7.57	2.04	109.00
54	361.81	1008.34	31.98	24.56	24.59	82.86	8.50	7.86	2.71	104.33
55	320.94	1008.37	32.15	24.46	24.54	82.57	8.50	7.29	2.31	109.17
56	331.94	1008.85	31.98	24.70	24.69	82.71	8.50	7.86	3.99	105.60
57	403.40	1009.39	31.58	24.00	24.43	85.86	7.75	7.71	1.34	96.17
58	395.36	1009.28	31.36	23.87	24.40	87.00	8.25	8.57	1.13	88.17
59	103.36	1009.93	31.56	23.90	22.90	78.71	8.13	6.43	2.11	119.67
60	101.24	1011.59	31.78	23.10	22.74	79.29	8.38	5.43	1.70	115.50
61	4.24	1010.88	32.69	23.03	21.49	71.43	8.88	4.43	3.09	151.83
62	1.21	1011.82	34.50	22.84	21.14	68.29	8.75	3.71	2.17	156.50
63	42.87	1009.40	35.29	24.03	22.67	70.86	8.71	4.29	1.84	175.33
64	178.30	1008.33	35.03	24.69	24.17	77.14	8.57	6.00	1.11	148.00
65	283.17	1008.28	33.43	24.84	24.60	80.00	8.86	6.71	1.94	123.33
66	243.36	1008.57	32.60	24.80	24.77	82.29	8.57	7.29	1.57	107.33
67	233.30	1009.03	32.44	25.10	24.77	81.29	8.71	7.29	3.39	118.33
68	387.66	1009.45	31.57	24.96	24.44	82.57	8.00	7.86	2.96	100.50
69	392.54	1010.48	31.23	24.19	24.21	84.43	8.14	7.71	2.29	102.50
70	267.37	1010.00	32.07	23.94	24.16	84.43	8.29	6.67	0.90	107.17
71	183.41	1010.00	31.81	23.99	23.91	83.14	8.71	7.00	1.04	96.50
72	144.19	1010.45	32.30	24.23	23.67	80.29	9.00	6.00	1.44	107.00

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
73	13.03	1011.78	32.79	23.57	22.01	73.00	8.71	4.14	2.64	140.17
74	6.80	1010.42	34.30	23.87	22.06	70.14	8.86	4.14	2.26	147.00
75	142.89	1009.82	34.73	24.36	23.47	74.57	8.43	5.43	1.59	155.83
76	71.99	1008.82	34.77	24.51	24.13	75.86	8.57	5.57	1.24	154.17
77	236.40	1008.36	32.86	25.13	24.91	81.71	8.71	7.57	2.10	112.67
78	233.29	1008.74	32.60	24.34	24.54	82.29	8.57	6.57	1.34	112.67
79	374.10	1009.22	31.69	23.96	24.33	84.57	8.14	7.86	1.83	98.50
80	488.19	1009.10	31.59	24.56	24.51	83.29	8.14	7.14	2.76	102.83
81	406.96	1009.70	30.94	24.16	24.41	85.86	8.29	7.86	2.41	89.75
82	548.26	1009.94	30.20	23.83	24.13	87.57	8.43	8.29	1.56	79.67
83	120.10	1009.82	32.09	23.86	23.86	82.14	8.86	6.00	1.10	109.50
84	47.53	1010.93	31.57	23.44	22.09	75.43	8.86	5.71	2.77	123.50
85	14.80	1010.46	33.54	23.86	21.97	70.86	9.00	3.57	2.53	149.17
86	32.47	1010.43	33.87	23.71	22.49	73.14	8.29	4.00	2.00	140.00
87	50.47	1009.45	34.34	24.41	23.80	75.86	8.57	5.00	1.73	147.83
88	93.80	1008.94	35.00	24.83	24.53	77.14	8.71	5.43	1.11	139.00
89	270.01	1008.53	33.06	25.03	24.61	79.43	8.57	7.00	2.26	114.00
90	420.29	1009.44	31.61	24.86	24.56	83.43	8.43	7.71	3.04	97.33
91	405.29	1008.87	31.45	24.10	24.20	85.00	8.57	7.86	1.67	93.83
92	346.94	1009.16	31.75	24.79	24.66	83.86	8.29	7.71	2.91	99.67
93	286.57	1009.84	31.95	24.00	24.26	85.14	8.14	7.71	0.97	105.67
94	370.17	1010.67	31.79	23.69	23.84	83.29	8.14	6.57	1.26	104.00
95	94.11	1010.11	32.72	23.85	23.64	79.71	8.86	5.86	1.83	104.17
96	37.08	1010.35	32.48	23.40	22.20	74.00	8.83	5.17	2.88	134.80
97	1.60	1010.66	33.50	23.14	21.57	70.17	9.17	4.00	2.92	156.40
98	12.67	1010.95	35.60	23.22	22.02	69.00	9.00	3.33	2.35	161.00
99	73.30	1010.56	35.64	24.22	22.72	70.17	8.83	4.50	2.60	177.20
100	77.02	1009.80	35.64	25.12	24.25	74.00	8.67	5.00	1.62	160.20
101	338.82	1008.32	32.87	25.08	24.92	81.17	8.67	7.67	2.23	115.20
102	303.88	1007.92	32.22	25.15	24.83	82.00	8.67	7.67	2.78	101.20
103	238.82	1009.10	32.08	25.02	24.27	80.00	8.83	7.33	3.10	116.00
104	220.08	1009.00	32.15	25.03	24.50	81.33	8.67	7.50	3.27	123.40
105	267.20	1009.25	31.85	24.65	24.45	82.33	8.67	7.83	2.80	107.80
106	323.97	1009.80	31.12	24.08	24.27	86.50	9.00	8.00	1.23	91.80
107	261.37	1009.71	31.07	23.93	23.95	84.67	8.50	8.00	1.32	89.40
108	228.73	1009.57	29.83	23.43	22.72	82.50	8.17	7.83	2.28	93.60

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
109	24.75	1010.25	32.37	23.17	22.23	77.50	9.14	5.17	1.79	128.00
110	52.57	1010.27	33.54	24.22	22.57	76.17	9.00	5.33	2.26	129.60
111	131.12	1009.67	34.50	24.14	23.25	75.14	9.71	5.14	1.83	161.20
112	132.70	1007.67	33.44	24.63	24.19	78.71	9.29	5.57	1.41	112.50
113	362.64	1009.11	32.11	24.50	24.40	83.14	9.14	6.86	1.99	110.33
114	371.43	1008.69	31.87	24.37	24.44	83.71	9.29	7.14	1.83	108.67
115	361.20	1009.01	31.41	25.16	24.69	82.71	8.71	7.57	3.61	111.83
116	401.91	1009.02	31.27	24.47	24.23	82.86	9.29	7.29	3.43	120.33
117	402.59	1009.92	31.13	23.94	24.01	84.14	9.29	7.29	2.26	112.33
118	365.07	1010.81	31.46	23.87	24.00	84.43	9.00	6.43	2.09	120.67
119	99.60	1009.61	32.57	23.81	23.81	80.57	8.14	5.29	1.51	116.17
120	59.79	1010.23	32.07	23.49	22.76	77.00	9.29	5.14	2.60	125.50
121	38.70	1011.52	31.94	23.20	22.00	74.86	9.14	5.00	2.67	131.00
122	16.79	1010.56	33.49	23.10	21.59	70.29	9.43	3.43	2.81	149.67
123	94.14	1009.42	33.89	23.70	23.26	76.00	8.86	5.14	1.77	147.17
124	211.73	1009.13	33.74	24.33	24.31	79.57	9.43	5.86	1.60	139.83
125	295.43	1008.53	32.19	24.37	24.74	83.86	9.57	7.14	1.64	116.83
126	319.77	1007.31	32.01	24.57	24.79	83.57	9.43	7.14	1.87	104.17
127	313.13	1008.67	31.49	24.58	24.50	84.38	9.25	7.38	2.63	98.57
128	452.71	1008.73	31.10	24.68	24.19	83.25	9.50	7.63	3.38	105.86
129	501.31	1008.97	31.21	24.19	24.25	85.00	9.13	7.38	2.56	103.71
130	388.38	1009.35	30.43	23.65	23.98	87.50	8.50	7.88	1.68	87.00
131	175.23	1009.61	31.23	23.30	22.85	81.13	8.25	6.38	1.86	102.43
132	62.55	1009.45	31.84	23.23	22.35	77.00	9.25	5.50	2.76	122.57
133	44.14	1010.04	32.50	23.51	22.35	75.00	9.38	5.00	2.84	135.71
134	64.08	1010.43	33.01	22.99	21.58	72.00	9.13	5.13	2.73	140.86
135	99.60	1009.03	33.34	23.88	22.85	75.50	9.38	5.38	2.34	153.57
136	151.56	1008.02	33.30	24.25	24.14	80.50	9.38	6.50	1.41	127.43
137	369.18	1008.64	31.70	24.45	24.35	82.25	9.38	7.25	3.00	113.71
138	380.68	1008.86	31.48	23.75	24.36	84.38	9.38	7.38	2.09	96.71
139	275.48	1008.71	31.46	23.49	24.15	83.38	9.25	7.00	2.04	107.43
140	207.79	1008.69	31.91	23.61	24.08	81.63	8.88	6.63	2.25	122.29
141	423.03	1009.54	31.20	23.59	24.19	85.00	9.00	7.50	2.76	101.71
142	354.64	1009.56	31.59	23.39	24.19	84.88	8.88	6.88	1.65	103.86
143	133.55	1008.89	30.73	23.23	23.41	82.88	9.00	6.75	2.11	93.14
144	44.20	1009.96	31.26	22.84	21.96	75.88	9.13	5.75	3.05	115.43

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สัญลักษณ์สำหรับตารางผนวกที่ 7

กำหนด C1 = ข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยต่อเดือนของภาคเหนือ จำนวน 132 เดือน

C2 = การหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ทีละ 4 ค่า

C3 = การหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนเข้าสู่กึ่งกลางที่ทีละ 2 ค่า ซึ่งก็คือ ส่วนประกอบของแนวโน้มและการผันแปรตามวัฏจักร ($T \times C$)

C4 = การขจัดส่วนประกอบเนื่องจากแนวโน้มและการผันแปรตามวัฏจักรออกจากข้อมูล โดยการนำ $(C3 \div C4) \times 100$ ผลที่ได้จากการหารคือส่วนประกอบเนื่องจากการผันแปรตามฤดูกาลและการผันแปรแบบผิดปกติ ($S \times I$) จากนั้นนำข้อมูลใน C4 ไปขจัดส่วนประกอบเนื่องจากการผันแปรแบบผิดปกติ (I) ออก โดยการหาค่าเฉลี่ยของเดือนเดียวกันทุกๆ 4 เดือน ซึ่งได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 111.40, 84.70, 62.71, 89.53

C5 = ตัวเลขที่ได้จากการปรับฐานข้อมูลให้เป็น 100 ดังนี้

แถวที่ 1 = $(111.40 \times 400) \div 348.34 = 127.92$

แถวที่ 2 = $(84.70 \times 400) \div 348.34 = 97.26$

แถวที่ 3 = $(62.71 \times 400) \div 348.34 = 72.01$

แถวที่ 4 = $(89.53 \times 400) \div 348.34 = 102.81$

C6 = $(C1 \div C5) \times 100$ = ข้อมูลที่ปรับด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางเฉลี่ยทีละ 4 ค่า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 7 การปรับข้อมูลด้วยวิธีอัตราส่วนต่อการเฉลี่ยเคลื่อนที่เข้าสู่กึ่งกลางทีละ 4 เดือน

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
1	0.06				139.28	0.04
2	0.89				93.75	0.95
3	34.68	26.57	39.05	88.81	79.07	43.86
4	70.64	51.53	60.59	116.59	87.90	80.36
5	99.90	69.65	94.31	105.92	139.28	71.72
6	73.39	118.98	143.57	51.12	93.75	78.28
7	231.97	168.16	182.10	127.39	79.07	293.39
8	267.39	196.04	199.84	133.80	87.90	304.19
9	211.41	203.64	176.05	120.09	139.28	151.79
10	103.80	148.46	115.03	90.23	93.75	110.72
11	11.23	81.61	55.97	20.07	79.07	14.20
12	0.00	30.33	18.70	0.00	87.90	0.00
13	6.27	7.08	7.89	79.47	139.28	4.50
14	10.83	8.70	16.11	67.24	93.75	11.55
15	17.69	23.52	43.81	40.38	79.07	22.37
16	59.28	64.09	78.77	75.26	87.90	67.44
17	168.57	93.44	113.41	148.64	139.28	121.03
18	128.22	133.38	151.48	84.65	93.75	136.77
19	177.45	169.58	172.10	103.11	79.07	224.44
20	204.07	174.62	166.59	122.50	87.90	232.16
21	188.73	158.56	141.50	133.38	139.28	135.50
22	63.97	124.44	99.18	64.50	93.75	68.23
23	40.97	73.93	51.80	79.09	79.07	51.82
24	2.05	29.67	23.79	8.62	87.90	2.33
25	11.69	17.90	16.41	71.23	139.28	8.39
26	16.90	14.92	30.05	56.23	93.75	18.03
		45.19				

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 7 (ต่อ)

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
27	29.04	104.63	74.91	38.77	79.07	36.73
28	123.12	134.47	119.55	102.99	87.90	140.07
29	249.46	161.69	148.08	168.46	139.28	179.10
30	136.27	193.61	177.65	76.71	93.75	145.35
31	137.89	184.40	189.00	72.96	79.07	174.40
32	250.80	194.78	189.59	132.29	87.90	285.32
33	212.63	171.81	183.30	116.00	139.28	152.66
34	177.81	111.11	141.46	125.70	93.75	189.66
35	46.01	58.00	84.56	54.41	79.07	58.19
36	7.99	23.03	40.52	19.72	87.90	9.09
37	0.20	18.13	20.58	0.97	139.28	0.14
38	37.91	47.57	32.85	115.40	93.75	40.44
39	26.43	107.32	77.44	34.13	79.07	33.43
40	125.74	144.75	126.03	99.77	87.90	143.05
41	239.18	180.10	162.43	147.26	139.28	171.72
42	187.66	200.17	190.13	98.70	93.75	200.17
43	167.81	196.71	198.44	84.57	79.07	212.24
44	206.02	186.68	191.69	107.47	87.90	234.37
45	225.33	145.46	166.07	135.69	139.28	161.78
46	147.56	94.35	119.90	123.07	93.75	157.40
47	2.91	39.06	66.70	4.36	79.07	3.68
48	1.58	2.22	20.64	7.66	87.90	1.80
49	4.19	28.13	15.17	27.62	139.28	3.01
50	0.18	34.50	31.32	0.57	93.75	0.19
51	106.57	98.66	66.58	160.06	79.07	134.79
52	27.07	134.68	116.67	23.20	87.90	30.80
53	260.83	159.63	147.15	177.25	139.28	187.27

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 7 (ต่อ)

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
54	144.24	219.44	189.53	76.10	93.75	153.86
55	206.36	200.81	210.13	98.21	79.07	261.00
56	266.34	208.44	204.63	130.16	87.90	303.00
57	186.29	159.61	184.03	101.23	139.28	133.75
58	174.78	94.90	127.26	137.35	93.75	186.43
59	11.03	50.31	72.60	15.19	79.07	13.95
60	7.50	8.59	29.45	25.47	87.90	8.53
61	7.92	12.22	10.40	76.14	139.28	5.69
62	7.90	21.41	16.81	47.00	93.75	8.43
63	25.54	80.80	51.10	49.98	79.07	32.30
64	44.26	114.36	97.58	45.36	87.90	50.35
65	245.48	145.94	130.15	188.61	139.28	176.25
66	142.17	205.84	175.89	80.83	93.75	151.65
67	151.84	225.63	215.73	70.38	79.07	192.04
68	283.86	216.27	220.95	128.47	87.90	322.93
69	324.64	205.14	210.71	154.07	139.28	233.08
70	104.73	143.23	174.19	60.12	93.75	111.71
71	107.34	65.34	104.29	102.93	79.07	135.76
72	36.22	41.46	53.40	67.83	87.90	41.21
73	13.07	31.23	36.34	35.96	139.28	9.38
74	9.20	33.05	32.14	28.63	93.75	9.81
75	66.42	56.28	44.67	148.70	79.07	84.01
76	43.51	99.31	77.79	55.93	87.90	49.50
77	106.00	126.55	112.93	93.87	139.28	76.10
78	181.29	158.72	142.63	127.10	93.75	193.37
79	175.38	198.76	178.74	98.12	79.07	221.82
80	172.22	164.76	181.76	94.75	87.90	195.92

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 7 (ต่อ)

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
81	266.14	121.74	143.25	185.79	139.28	191.08
82	45.29	78.70	100.22	45.19	93.75	48.31
83	3.32	15.31	47.00	7.06	79.07	4.20
84	0.03	7.93	11.62	0.26	87.90	0.03
85	12.60	8.95	8.44	149.31	139.28	9.05
86	15.78	26.67	17.81	88.61	93.75	16.83
87	7.37	83.18	54.92	13.42	79.07	9.32
88	70.94	135.97	109.57	64.74	87.90	80.70
89	238.61	183.79	159.88	149.25	139.28	171.31
90	226.95	209.46	196.62	115.43	93.75	242.08
91	198.64	217.84	213.65	92.98	79.07	251.24
92	173.62	167.84	192.84	90.03	87.90	197.52
93	272.15	123.19	145.51	187.03	139.28	195.39
94	26.95	79.78	101.49	26.56	93.75	28.75
95	20.03	12.89	46.34	43.23	79.07	25.33
96	0.00	6.67	9.78	0.00	87.90	0.00
97	4.59	8.82	7.74	59.29	139.28	3.30
98	2.04	27.92	18.37	11.11	93.75	2.18
99	28.64	51.20	39.56	72.40	79.07	36.22
100	76.40	101.28	76.24	100.21	87.90	86.92
101	97.73	145.35	123.32	79.25	139.28	70.17
102	202.34	180.04	162.70	124.37	93.75	215.83
103	204.94	237.44	208.74	98.18	79.07	259.20
104	215.14	208.00	222.72	96.60	87.90	244.75
105	327.34	166.86	187.43	174.65	139.28	235.02
106	84.59	117.75	142.30	59.44	93.75	90.23
107	40.35	35.94	76.85	52.51	79.07	51.03

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 7 (ต่อ)

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
108	18.72	18.32	27.13	69.00	87.90	21.30
109	0.10	18.72	18.52	0.54	139.28	0.07
110	14.10	44.70	31.71	44.47	93.75	15.04
111	41.96	105.50	75.10	55.87	79.07	53.07
112	122.62	144.38	124.94	98.14	87.90	139.50
113	243.33	193.50	168.94	144.03	139.28	174.70
114	169.61	237.47	215.48	78.71	93.75	180.92
115	238.43	241.03	239.25	99.66	79.07	301.56
116	298.51	232.37	236.70	126.12	87.90	339.59
117	257.56	175.57	203.97	126.28	139.28	184.92
118	134.96	101.73	138.65	97.34	93.75	143.96
119	11.25	37.38	69.55	16.17	79.07	14.23
120	3.15	6.26	21.82	14.44	87.90	3.58
121	0.15	7.42	6.84	2.19	139.28	0.11
122	10.48	27.62	17.52	59.83	93.75	11.18
123	15.88	99.74	63.68	24.94	79.07	20.08
124	83.97	136.24	117.99	71.17	87.90	95.53
125	288.64	165.02	150.63	191.62	139.28	207.23
126	156.47	188.51	176.77	88.52	93.75	166.90
127	130.99	173.52	181.02	72.36	79.07	165.67
128	177.95	175.11	174.32	102.09	87.90	202.44
129	228.66	147.01	161.06	141.97	139.28	164.17
130	162.85	103.32	125.16	130.11	93.75	173.71
131	18.56				79.07	23.47
132	3.20				87.90	3.64

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 8 ขอบเขตการทดสอบ Durbin-Watson, $\alpha = 0.05$

Level of Signification $\alpha = 0.05$														
Number of Independent Variable k														
	k = 2		k = 3		k = 4		k = 5		k = 6		k = 7		k = 8	
n	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U
19	1.07	1.54	0.97	1.69	0.86	1.85	0.75	2.02	0.65	2.21	0.55	2.40	0.46	2.59
20	1.10	1.54	1.00	1.68	0.89	1.83	0.79	1.99	0.69	2.16	0.60	2.34	0.50	2.52
21	1.13	1.54	1.03	1.67	0.93	1.81	0.83	1.96	0.73	2.12	0.64	2.29	0.55	2.46
22	1.15	1.54	1.05	1.66	0.96	1.80	0.86	1.94	0.77	2.09	0.68	2.25	0.59	2.41
23	1.17	1.54	1.08	1.66	0.99	1.79	0.90	1.92	0.80	2.06	0.72	2.21	0.63	2.36
24	1.19	1.55	1.10	1.66	1.01	1.78	0.93	1.90	0.84	2.04	0.75	2.17	0.67	2.32
25	1.21	1.55	1.12	1.65	1.04	1.77	0.95	1.89	0.87	2.01	0.78	2.14	0.70	2.28
26	1.22	1.55	1.16	1.65	1.06	1.76	0.98	1.87	0.90	1.99	0.82	2.12	0.74	2.25
27	1.24	1.56	1.18	1.65	1.08	1.75	1.00	1.86	0.93	1.97	0.85	2.09	0.77	2.22
28	1.26	1.56	1.18	1.65	1.10	1.75	1.03	1.85	0.95	1.96	0.87	2.07	0.80	2.19
29	1.27	1.56	1.20	1.65	1.12	1.74	1.05	1.84	0.98	1.94	0.90	2.05	0.83	2.16
30	1.28	1.57	1.21	1.65	1.14	1.74	1.07	1.83	1.00	1.93	0.93	2.03	0.85	2.14
31	1.30	1.57	1.23	1.65	1.16	1.74	1.09	1.83	1.02	1.92	0.95	2.02	0.88	2.12
32	1.31	1.57	1.24	1.65	1.18	1.73	1.11	1.82	1.04	1.91	0.97	2.00	0.90	2.10
33	1.32	1.58	1.26	1.65	1.19	1.73	1.13	1.81	1.06	1.90	0.99	1.99	0.93	2.09
34	1.33	1.58	1.27	1.65	1.21	1.73	1.14	1.81	1.08	1.89	1.02	1.98	0.95	2.07
35	1.34	1.58	1.28	1.65	1.22	1.73	1.16	1.80	1.10	1.88	1.03	1.97	0.97	2.05
36	1.35	1.59	1.30	1.65	1.24	1.72	1.18	1.80	1.11	1.88	1.05	1.96	0.99	2.04
37	1.36	1.59	1.31	1.66	1.25	1.72	1.19	1.80	1.13	1.87	1.07	1.95	1.01	2.03
38	1.37	1.59	1.32	1.66	1.26	1.72	1.20	1.79	1.15	1.86	1.09	1.94	1.03	2.02
39	1.38	1.60	1.33	1.66	1.27	1.72	1.22	1.79	1.16	1.86	1.10	1.93	1.05	2.01
40	1.39	1.60	1.34	1.66	1.29	1.72	1.23	1.79	1.18	1.85	1.12	1.92	1.06	2.00
45	1.43	1.62	1.38	1.67	1.34	1.72	1.29	1.78	1.24	1.84	1.19	1.90	1.14	1.96
50	1.46	1.63	1.42	1.67	1.38	1.72	1.34	1.77	1.29	1.82	1.25	1.88	1.20	1.93
55	1.49	1.64	1.45	1.68	1.41	1.72	1.37	1.77	1.33	1.81	1.29	1.86	1.25	1.91
60	1.51	1.65	1.48	1.69	1.44	1.73	1.41	1.77	1.37	1.81	1.34	1.85	1.30	1.89
65	1.54	1.66	1.50	1.70	1.47	1.73	1.44	1.77	1.40	1.81	1.37	1.84	1.34	1.88
70	1.55	1.67	1.53	1.70	1.49	1.74	1.45	1.77	1.43	1.80	1.40	1.84	1.37	1.87
75	1.57	1.68	1.54	1.71	1.52	1.74	1.49	1.77	1.46	1.80	1.43	1.83	1.40	1.87
80	1.59	1.69	1.56	1.72	1.53	1.74	1.51	1.77	1.48	1.80	1.45	1.83	1.43	1.86
85	1.60	1.70	1.58	1.72	1.55	1.75	1.53	1.77	1.50	1.80	1.47	1.83	1.45	1.86
90	1.61	1.70	1.59	1.73	1.57	1.75	1.54	1.78	1.52	1.80	1.49	1.83	1.47	1.85
95	1.62	1.71	1.60	1.73	1.58	1.76	1.56	1.78	1.54	1.80	1.51	1.83	1.49	1.85
100	1.63	1.72	1.61	1.74	1.59	1.76	1.57	1.78	1.55	1.80	1.53	1.83	1.51	1.85
150	1.71	1.76	1.69	1.77	1.68	1.79	1.67	1.80	1.65	1.82	1.64	1.83	1.62	1.85
200	1.75	1.79	1.74	1.80	1.73	1.81	1.72	1.82	1.71	1.83	1.70	1.84	1.69	1.85

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นางสาวณัฐสินี บัวดี
วัน เดือน ปี ที่เกิด	22 กรกฎาคม 2524
สถานที่เกิด	อำเภอชะอวด จังหวัดนครศรีธรรมราช
ประวัติการศึกษา	ระดับปริญญาตรี คณะวิทยาศาสตร์ วิชาเอกคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ตำแหน่งปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและ/หรือรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์