โครงการ

การเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์

ชื่อโครงการ การเปลี่ยนแปลงระยะยาวของปริมาณเมฆในประเทศไทย ระหว่างปี ค.ศ. 1982-2015

Long-term Changes of Cloud Cover over Thailand for the period 1982 to 2015

ชื่อนิสิต นางสาวสุจินันท์ อัครวัฒน์วรกุล **เลขประจำตัว** 5932824323

ภาควิชา วิทยาศาสตร์ทางทะเล

ปีการศึกษา 2562

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การเปลี่ยนแปลงระยะยาวของปริมาณเมฆในประเทศไทย ระหว่างปี ค.ศ. 1982-2015

สุจินันท์ อัครวัฒน์วรกุล

โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Long-term Changes of Cloud Cover over Thailand for the period 1982 to 2015

Sujinan Akarawatworakul

A Senior Project in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Bachelor of Science in Marine Science
Department of Marine Science, Faculty of Science, Chulalongkorn University
Academic Year 2019

หัวข้อโครงการ การเปลี่ยนแปลงระยะยาวของปริมาณเมฆในประเทศไทย ระหว่างปี ค.ศ. 1982-2015

โดย นางสาวสุจินันท์ อัครวัฒน์วรกุล

ภาควิชา วิทยาศาสตร์ทางทะเล

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปัทมา สิงหรักษ์

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับโครงงาน ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาบัณฑิต ในรายวิชา 2309499 โครงงานวิทยาศาสตร์

..... หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล

(รองศาสตราจารย์ ดร. วรณพ วิยกาญจน์)

คณะกรรมการสอบโครงงาน

ปัทมา สิงหรักษ์ ..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปัทมา สิงหรักษ์)

สมฤดี จิตประไพ ..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมฤดี จิตประไพ)

อิชณิกา ศิวายพราหมณ์ ..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อิชณิกา ศิวายพราหมณ์)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.สุจารี บุรีกุล)

Project Title	Long-term Changes of Cloud Cover over Thailand for the period 1982 to 2015
By	Miss Sujinan Akarawatworakul
Field of Study	Marine Science
Advisor	Assistant Professor Patama Singhruck, Ph.D.

Accepted by the Department of Marine Science, Faculty of Science, Chulalongkorn University in Partial Fulfillment of the Requirement for the Bachelor's Degree.

..... Head of Marine Science Department

(Assoc. Prof. Voranop Viyakarn, Ph.D.)

PROJECT COMMITTEE

Patama Singhruck ..... Project Advisor

(Assistant Professor Patama Singhruck, Ph.D.)

สมฤดี ศิลาประไพ ..... Member

(Asst. Prof. Somrudee Jitpraphai, Ph.D.)

อิศรา ศิวะไพรัม ..... Member

(Asst. Prof. Itchika Sivaipram, Ph.D.)

Sujaree Bureekul ..... Member

(Sujaree Bureekul, Ph.D.)

ชื่อโครงการ การเปลี่ยนแปลงระยะยาวของปริมาณเมฆในประเทศไทย ระหว่างปี ค.ศ. 1982-2015
ชื่อนิสิต นางสาวสุจินันท์ อัครวัฒน์วรกุล
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปัทมา สิงหรักษ์
ปีการศึกษา 2562
ภาควิชา วิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของปริมาณเมฆในประเทศไทย ระหว่างปี ค.ศ. 1982-2015 โดยใช้ข้อมูลปริมาณเมฆที่ปกคลุมประเทศไทยแบบรายเดือน จากชุดข้อมูล CLARA-A2 ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้มาจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาแบบ Polar orbit AVHRR ความละเอียด 0.05°x0.05° ทำการวิเคราะห์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเชิงเส้น ของค่าสัดส่วนเมฆปกคลุม (Fractional Cloud Cover, CFC) เป็นรายภูมิภาค ได้แก่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง ภาคเหนือ ภาคตะวันออก ภาคใต้ และวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงเส้น ระหว่างปริมาณเมฆกับดัชนี Ocean Nino Index (ONI) ซึ่งบ่งชี้การเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ-ลานีญา ผลการศึกษาพบว่าปริมาณเมฆเฉลี่ยรายปีมากที่สุด คือ ภาคใต้ ภาคตะวันออก ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ ตามลำดับ โดยที่ภาคใต้และภาคตะวันออกเป็นภูมิภาคที่ติดกับทะเล จึงได้รับอิทธิพลโดยตรง นอกจากนี้ ปริมาณเมฆในทุกภูมิภาค มีการผันแปรระหว่างปี และมีความสัมพันธ์แบบตรงกันข้ามกับค่าดัชนี ONI ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ของภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก ภาคกลาง ภาคใต้ เท่ากับ -0.517, -0.681, -0.738, -0.713 และ -0.800 ตามลำดับ โดยที่ ปีที่มีปริมาณเมฆมากสัมพันธ์กับปรากฏการณ์ลานีญา และปีที่มีปริมาณเมฆน้อยสัมพันธ์กับปรากฏการณ์เอลนีโญ ขณะที่การเปลี่ยนแปลงระยะยาวของปริมาณเมฆในทุกภูมิภาค ไม่มีการแนวโน้มการเพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

คำสำคัญ: ปริมาณเมฆ แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงระยะยาว ปรากฏการณ์เอลนีโญ-ลานีญา ดัชนี ONI

Project Title Long-term Changes of Cloud Cover over Thailand for the period 1982 to 2015

Name Miss Sujinan Akarawatworakul

Advisor Assistant Professor Patama Singhruck, Ph.D.

Academic Year 2019

Department Marine Science, Faculty of Science, Chulalongkorn University

---

Abstract

This study investigates the long-term changes in cloud cover in Thailand between 1982 and 2015. The study uses CLARA-A2 dataset which is obtained from the AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) sensor carried by polar-orbiting operational meteorological satellites, with 0.05°x0.05° resolution. The linear trends of Fractional Cloud Cover (CFC) were analyzed by region: northeast, central, north, east and south. In addition, the linear correlations between the cloud content and the Ocean Nino Index (ONI) which indicates the El Nino-La Niña phenomenon were examined. The results showed that the average annual cloud cover was highest in the southern, followed by eastern, central, north-eastern and northern regions respectively. The southern and eastern regions locating adjacent to the sea were directly influenced by the moisture flux. The amount of clouds in every region showed interannual variation and exhibited negative correlation with the ONI index. The Pearson correlation coefficients for north, northeast, east, central and south regions were -0.517, -0.681, -0.738, -0.713, -0.800 respectively. The years with higher amount of cloud were associated with the La Niña events, whereas the years with smaller amount of cloud were associated with the El Nino phenomena. There were no significant increasing or decreasing trends in cloud cover in all regions.

Keywords: Cloud cover, Long-term changes of cloud, El Nino-La Nina, Ocean Nino Index

กิตติกรรมประกาศ

โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยความช่วยเหลือจากคณาจารย์และบุคคลจากหลายฝ่าย ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.ปัทมา สิงหรักษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการเป็นอย่างสูงที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำในการทำการวิเคราะห์ และตรวจสอบแก้ไขโครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ คุณศิริพัชร์ ยิ่งอริยกุลและคุณกรัณย์กร กฤษฎานนท์ ที่ให้คำปรึกษา แนะนำในการเตรียมและวิเคราะห์ข้อมูล

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมฤดี จิตประไพ ที่สละเวลาอันมีค่าในการจัดการ และประสานงานโครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์ในครั้งนี้ ซึ่งอยู่ในช่วงระยะเวลาการระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 (COVID–19) ที่มีผลกระทบทั้งต่อการปฏิบัติงาน และการนำเสนอผลงานครั้งนี้ และขอขอบพระคุณอาจารย์ในภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล ที่สละเวลา ให้ความช่วยเหลืออำนวยความสะดวกและให้ข้อเสนอแนะแก่นิสิตในการปฏิบัติงานและการนำเสนอผลงานในครั้งนี้ จนกระทั่งโครงการสำเร็จ

ขอขอบพระคุณครอบครัวที่คอยมอบความรัก ดูแลเอาใจใส่ ให้กำลังคำปรึกษาแนะนำ พร้อมทั้งให้กำลังใจเสมอมา ตลอดจนสนับสนุนในด้านการศึกษาจนประสบผลสำเร็จ และขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่และน้องในรั้วจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และในภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล โดยเฉพาะนิสิตชั้นปีที่ 4 ที่คอยช่วยเหลือในการทำงาน และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันอยู่เสมอ ตลอดจนให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อโครงการอย่างยิ่ง และเป็นกำลังใจในการทำโครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์ครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุจินันท์ อัครวัฒน์วรกุล
ผู้จัดทำโครงการ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ .....ก
Abstract .....ข
กิตติกรรมประกาศ .....ค
สารบัญ .....ง
สารบัญรูป .....ฉ
สารบัญตาราง .....ช
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและมูลเหตุจูงใจในการศึกษา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ 1
1.3 ขอบเขตการศึกษา 1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
บทที่ 2 ทฤษฎีและการศึกษาที่เกี่ยวข้อง 3
2.1 เมฆ 3
2.2 Oceanic Nino Index(ONI) 3
2.3 Walker Circulation 5
บทที่ 3 วิธีการศึกษา 7
3.1 พื้นที่ศึกษา 7
3.2 ชุดข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา 7
3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล 7
บทที่ 4 ผลการศึกษา และวิจารณ์ผล 12
4.1 วัฏจักรรายปีของปริมาณเมฆปกคลุมในประเทศไทย 12
4.2 ความผันแปรระหว่างปีของค่าเฉลี่ยรายปีของเมฆ 15
4.3 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงระยะยาว (long-term trend) ของปริมาณเมฆ 16
4.4 ความสัมพันธ์ของปริมาณเมฆกับปรากฏการณ์เอนโซ่ 19

บทที่ 5 สรุปผลศึกษาและข้อเสนอแนะ.....23
เอกสารอ้างอิง.....24

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 ที่ตั้งของภูมิภาค Nino สำหรับการวัดอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในมหาสมุทรแปซิฟิกตะวันออกและกลาง 4

2.2 El Nino and La Nina Years and Intensities Based on Oceanic Nino Index (ONI) 5

2.3 การหมุนเวียนแบบวอล์คเกอร์ 6

3.1 ปริมาณเมฆปกคลุมในแผนที่โลก 8

3.2 การแบ่งภูมิภาคของประเทศไทย 5 ภูมิภาค 8

4.1 วัฏจักรรายปีของปริมาณเมฆที่ปกคลุมประเทศไทย 13

4.2 การเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยของปริมาณเมฆในประเทศไทย ระหว่างปี ค.ศ. 1982-2015 15

4.3 ค่าเฉลี่ยปริมาณเมฆที่ปกคลุมภาคเหนือประเทศไทย ระหว่างปี ค.ศ. 1982-2015 17

4.4 ค่าเฉลี่ยปริมาณเมฆที่ปกคลุมภาคตะวันออกเฉียงเหนือประเทศไทย ระหว่างปี ค.ศ. 1982-2015 17

4.5 ค่าเฉลี่ยปริมาณเมฆที่ปกคลุมภาคตะวันออกประเทศไทย ระหว่างปี ค.ศ. 1982-2015 18

4.6 ค่าเฉลี่ยปริมาณเมฆที่ปกคลุมภาคกลางประเทศไทย ระหว่างปี ค.ศ. 1982-2015 18

4.7 ค่าเฉลี่ยปริมาณเมฆที่ปกคลุมภาคใต้ประเทศไทย ระหว่างปี ค.ศ. 1982-2015 19

4.8 การเปลี่ยนแปลงระหว่างปีของปริมาณเมฆและดัชนี ONI ระหว่างปี ค.ศ. 1982-2015 20

4.9 scatter plot diagram ระหว่างค่าเฉลี่ยปริมาณเมฆที่ปกคลุมภาคเหนือประเทศไทย และดัชนี ONI ระหว่างปี ค.ศ. 1982-2015 20

4.10 scatter plot diagram ระหว่างค่าเฉลี่ยปริมาณเมฆที่ปกคลุมภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประเทศไทยและดัชนี ONI ระหว่างปี ค.ศ. 1982-2015 21

4.11 scatter plot diagram ระหว่างค่าเฉลี่ยปริมาณเมฆที่ปกคลุมภาคตะวันออกประเทศไทย และดัชนี ONIระหว่างปี ค.ศ. 1982-2015 21

4.12 scatter plot diagram ระหว่างค่าเฉลี่ยปริมาณเมฆที่ปกคลุมภาคกลางประเทศไทย และดัชนี ONI ระหว่างปี ค.ศ. 1982-2015 22

4.13 scatter plot diagram ระหว่างค่าเฉลี่ยปริมาณเมฆที่ปกคลุมภาคใต้ประเทศไทย และดัชนี ONI ระหว่างปี ค.ศ.1982-2015 22

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4.1 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเชิงเส้น (linear trend) ของค่าสัดส่วนปริมาณเมฆ 19

4.2 ความสัมพันธ์เชิงเส้นของค่าเฉลี่ยปริมาณเมฆและดัชนี ONI 22

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและมูลเหตุจูงใจในการศึกษา

ปัจจุบันภาวะโลกร้อนเข้ามามีบทบาทต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์เป็นอย่างมาก นอกจากจะทำให้อุณหภูมิของโลกสูงขึ้นแล้วยังส่งผลให้สภาพภูมิอากาศโลกเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลัน โดยส่วนใหญ่สภาพภูมิอากาศมักเกี่ยวข้องกับธรรมชาติของโลก จึงทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมต่างๆด้วย เช่น อุณหภูมิน้ำในมหาสมุทรเพิ่มมากขึ้น ระดับน้ำทะเลเพิ่มขึ้น ภัยธรรมชาติ ปริมาณน้ำฝน เป็นต้น (IPCC, 2013) ซึ่งปัจจัยต่างๆเหล่านี้สำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ที่จะต้องปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมเพื่อความอยู่รอด จึงมีการศึกษาปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวกับบรรยากาศเพื่อให้เข้าใจผลกระทบจากการเกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศมากยิ่งขึ้น โดยหนึ่งในนั้นคือเมฆ

เมฆเป็นองค์ประกอบหนึ่งของบรรยากาศที่สัมพันธ์ต่อตัวแปรอื่นในบรรยากาศ เช่น ละอองลอย (Benas et al., 2018) เมฆมีหลายชนิดจึงเป็นตัวแปรหนึ่งสามารถบอกถึงสภาพอากาศในเวลานั้นได้ มีปฏิสัมพันธ์ต่อรังสีความร้อนที่แผ่จากดวงอาทิตย์มาสู่โลก เนื่องจากเมฆมีคุณสมบัติสะท้อนพลังงานแสงอาทิตย์ทำให้โลกเย็นลง แต่ในขณะเดียวกันเมฆก็ดูดซับความร้อนด้วยเช่นกัน ทั้งยังเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดฝนอีกด้วย (Lee and Wong, 2018) ในงานวิจัยที่ผ่านมามีการศึกษาเกี่ยวกับปริมาณเมฆในประเทศไทยตั้งแต่ปี ค.ศ. 2006-2015 โดยใช้วิธีการทำแผนที่ของเมฆที่ปกคลุมประเทศไทย จากภาพถ่ายดาวเทียมและสร้างแบบจำลองเฉลี่ยรายเดือนและรายปี ทำให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเมฆไปตามฤดูกาลทั้งยังแสดงให้เห็นถึงผลกระทบของสภาพอากาศท้องถิ่นทั่วประเทศ (Charuchittipan et al., 2018)

จากงานวิจัยที่ผ่านมานั้น มีระยะเวลาในการศึกษาไม่มากพอที่จะทำให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย ทำให้ผู้วิจัยสนใจทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของปริมาณเมฆในประเทศไทยระหว่างปี ค.ศ. 1982-2015 ซึ่งมีระยะเวลา 34 ปี โดยแบ่งการศึกษาตามภูมิภาคต่างๆของประเทศไทยเนื่องด้วยในแต่ละภูมิภาคมีลักษณะภูมิประเทศ ฤดูกาล และปัจจัยที่ส่งผลต่อสภาพอากาศแตกต่างกัน โดยศึกษาผ่านการสังเกตของเทคโนโลยีที่มีความแม่นยำ โดยใช้ชุดข้อมูล CLARA-A2 (Karlsson et al., 2017) จากดาวเทียม เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณของเมฆในครั้งนี้ ทั้งนี้ผู้วิจัยเองเล็งเห็นถึงการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้นจากปัจจัยต่างๆของเมฆ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงระยะยาวและการผันแปรระหว่างปีของปริมาณเมฆในประเทศไทย

1.3 ขอบเขตการศึกษา

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงระยะยาวของปริมาณเมฆในประเทศไทย ระหว่างปี ค.ศ. 1982-2015

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เป็นแหล่งข้อมูลที่ใช้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณเมฆ และปัจจัยอื่นๆในบรรยากาศที่มีความสัมพันธ์ต่อปริมาณเมฆ สามารถใช้ข้อมูลเหล่านี้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย เนื่องจากเมฆเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่ทั้งส่งผลและได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

บทที่ 2 ทฤษฎีและการศึกษาที่เกี่ยวข้อง

2.1 เมฆ

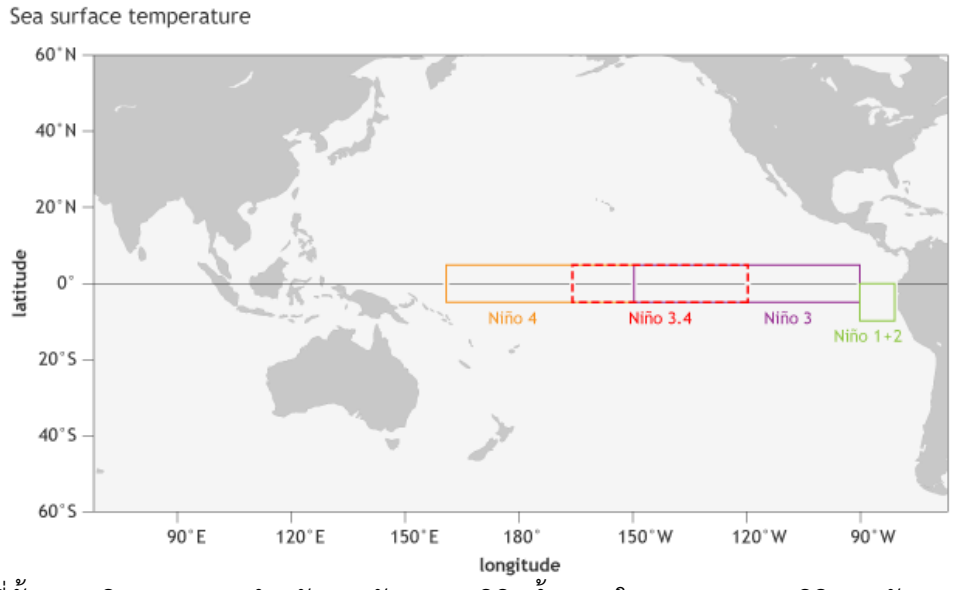
เมฆ (Cloud) คือ กลุ่มของละอองน้ำขนาดเล็กซึ่งเกิดจากการควบแน่นของหยดน้ำในอากาศ มีรูปร่าง 2 ลักษณะคือ เมฆก้อนและเมฆแผ่น โดยเมฆถูกแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ เมฆชั้นต่ำ เมฆชั้นกลาง และเมฆชั้นสูง

บทบาทของเมฆในการกำหนดความไวของสภาพอากาศที่จะเปลี่ยนแปลง เมฆจะส่งผลกระทบต่อสภาพอากาศ แต่การเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศส่งผลกระทบต่อเมฆด้วยเช่นกัน ความสัมพันธ์นี้สร้างระบบการตอบสนองต่อสภาพอากาศที่ซับซ้อน ซึ่งเมฆจะปรับสมดุลการแผ่รังสีและน้ำของโลก

- เมฆทำให้ผิวโลกเย็นลงโดยสะท้อนแสงอาทิตย์ที่เข้ามา
- เมฆทำให้พื้นผิวโลกอุ่นขึ้นโดยการดูดซับความร้อนที่ปล่อยออกมาจากพื้นผิว
- เมฆอุ่นหรือเย็นชั้นบรรยากาศของโลกโดยการดูดซับความร้อนที่ปล่อยออกมาจากพื้นผิวและแผ่ไปยังอวกาศ
- เมฆทำให้ชั้นบรรยากาศโลกอบอุ่นและแห้งและส่งน้ำไปยังพื้นผิวโดยก่อให้เกิดฝน
- เมฆนั้นถูกสร้างขึ้นโดยการเคลื่อนไหวของบรรยากาศที่เกิดจากการทำให้ร้อนหรือเย็นลงของรังสีและการตกตะกอน (International Satellite Cloud Climatology Project, 2017)

2.2 Oceanic Nino Index(ONI)

ค่า ONI เป็นค่าดัชนีชี้วัดที่คำนวณจากค่าอุณหภูมิที่ผิวน้ำทะเล ที่เปลี่ยนไปจากค่าอุณหภูมิน้ำทะเลปกติ โดยค่า ONI จะคำนวณจากพื้นที่บริเวณที่เรียกว่า Nino 3.4 region ซึ่งจะกินพื้นที่บริเวณละติจูดที่ 5°S-5°N และลองจิจูดที่ 120°W-170°W ดังที่แสดงในรูป 2.1 โดย National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) ใช้ค่า ONI เป็นตัวดัชนีในการทำนายการเกิดปรากฏการณ์ El Nino-Southern Oscillation (ENSO) และประเมินค่าความแรงของปรากฏการณ์

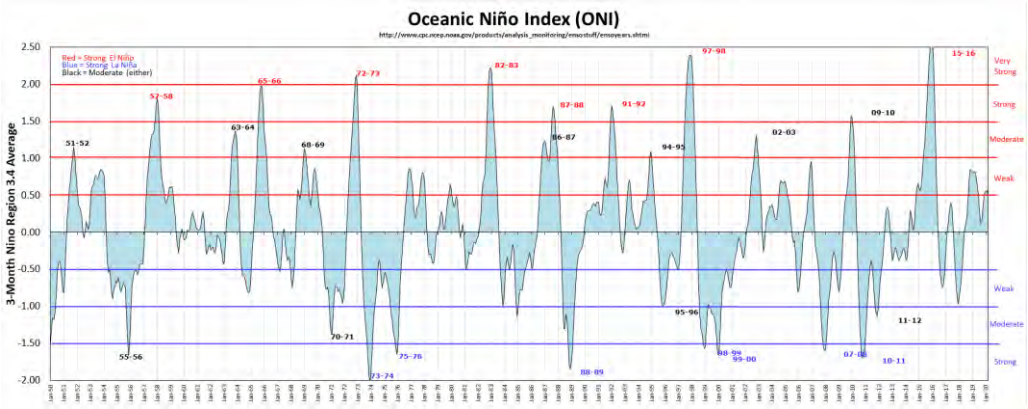


รูปที่ 2.1 ที่ตั้งของภูมิภาค Nino สำหรับการวัดอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในมหาสมุทรแปซิฟิกตะวันออกและกลาง (Dahlman, 2009)

โดยทาง NOAA ให้คำจำกัดความไว้ว่าถ้าค่า ONI มีค่าเป็นบวกตั้งแต่ +0.5°C ขึ้นไปจะถือว่าเป็นช่วงของ El Nino แต่ถ้าค่า ONI มีค่าเป็นลบตั้งแต่ -0.5°C ลงมาให้ถือว่าเป็นช่วงของ La Nina ซึ่งจากประวัติข้อมูลย้อนหลังนั้น เราจะสามารถสรุปได้ว่าช่วงเวลาหนึ่งๆคือช่วงของ El Nino หรือ La Nina อย่างเต็มรูปแบบได้ ก็ต่อเมื่อ ค่า ONI เกินกว่าค่าที่กำหนดไว้ไม่น้อยกว่า 5 ช่วงการวัดติดต่อกัน (หนึ่งช่วงการวัดคือค่าเฉลี่ยของทุกสามเดือน)

ค่าดัชนี ONI ยังถูกนำไปใช้ในการระบุค่าความแรงของปรากฏการณ์ El Nino และ La Nina โดยค่าดัชนีอยู่ในช่วงบวกหรือลบ 0.5-0.9 ถือว่าเป็นค่าที่มีกำลังอ่อน ค่าในช่วงบวกหรือลบ 1.0-1.4 มีกำลังปานกลาง และค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 1.5 ถือว่ามีกำลังแรง

จากรูปที่ 2.2 แสดงดัชนี ONI เทียบกับเวลา โดยปีที่ถือว่า El Nino มีกำลังแรง จะแทนด้วยตัวอักษรสีแดง ส่วนตัวอีกษรสีน้ำเงินแสดงปีที่ La Nina มีกำลังแรง และใน ตารางที่ 2.1 สรุปปีที่เกิด El Nino และ La Nina รวมทั้งค่าความแรงที่เกิดขึ้นของแต่ละรอบปรากฏการณ์ (NOAA, 2020 อ้างถึงใน วัฒนาและอนุชา, 2020)



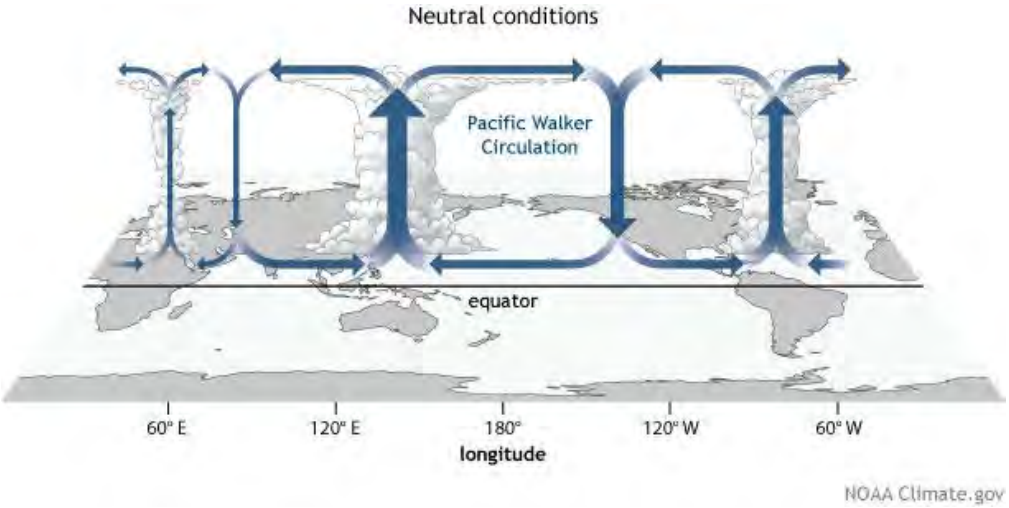
รูปที่ 2.2 El Nino and La Nina Years and Intensities Based on Oceanic Nino Index (ONI) (Golden Gate Weather Service, 2020)

ตารางที่ 2.1 สรุปปีที่เกิด El Nino และ La Nina รวมทั้งระบุค่าความแรงที่เกิดขึ้นของแต่ละรอบปรากฏการณ์

El Nino			La Nina		
Weak	Medium	Strong	Weak	Medium	Strong
1951	1986	1957	1950	1954	1955
1963	1987	1965	1956	1964	1973
1968	1994	1972	1962	1970	1975
1969	2002	1982	1967	1998	1988
1976		1991	1971	1999	
1977		1997	1974	2007	
2004		2009	1984	2010	
2006			1995		
			2000		

2.3 Walker Circulation

การหมุนเวียนแบบวอล์คเกอร์ คือ การหมุนเวียนของบรรยากาศบริเวณศูนย์สูตรในแนวดิ่ง ประกอบด้วย 2 เซลล์คือการหมุนเวียนเหนือมหาสมุทรแปซิฟิกและเหนือมหาสมุทรอินเดีย รูปแบบปกติของการหมุนเวียนเหนือมหาสมุทรแปซิฟิกจะมีการยกตัวขึ้นของอากาศบริเวณอินโดนีเซีย เมื่อยกตัวขึ้นถึงระดับบน (upper troposphere) จะหมุนเวียนไปทางตะวันออกแล้วจมตัวลงบริเวณชายฝั่งตะวันตกของอเมริกาใต้ และที่ระดับล่างใกล้ผิวพื้นจะหมุนเวียนกลับมาทางตะวันตก ในช่วงเอลนีโญ รูปแบบจะเปลี่ยนไป โดยบริเวณอากาศยกตัวจะขยับจากอินโดนีเซียไปทางตะวันออก (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2546)



รูปที่ 2.3 การหมุนเวียนแบบวอล์คเกอร์ (Liberto, 2014)

บทที่ 3 วิธีการศึกษา

วิธีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณเมฆปกคลุมประเทศไทย แบ่งออกเป็น 3 หัวข้อคือ พื้นที่ศึกษา ชุดข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา และการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 พื้นที่ศึกษา

ประเทศไทย แบ่งออกเป็น 5 ภูมิภาค ได้แก่ ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก ภาคกลางและภาคใต้

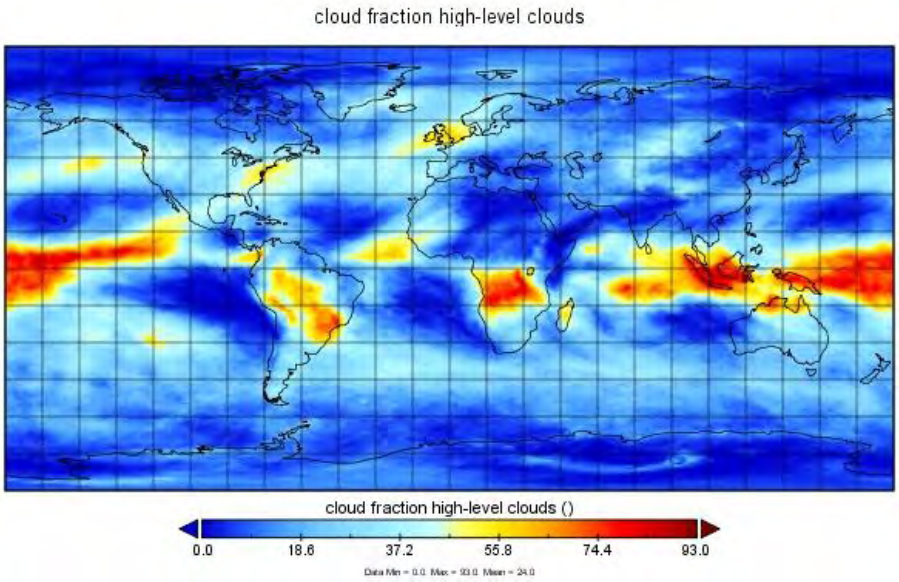
3.2 ชุดข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

3.2.1 ข้อมูลเมฆจากชุดข้อมูล CLARA-A2 (Karlsson et al., 2017) ได้มาจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาแบบ Polar orbit จากเซ็นเซอร์ AVHRR ที่โคจรอยู่กับดาวเทียม NOAA และ METOP ชุดข้อมูล CLARA-A2 รุ่นที่ 2 ให้คุณสมบัติของเมฆ (cloud), อัลบีโด้ของพื้นผิวโลก (albedo) และพารามิเตอร์การแผ่รังสีผิว (surface radiation) โดยฉบับที่สองนี้เป็นการปรับปรุงและขยายผลการบันทึกในเวอร์ชั่นแรก (Karlsson et al., 2013) ครอบคลุมระยะเวลา 34 ปี (ค.ศ. 1982-2015) โดยข้อมูลที่ได้มีหลายละเอียด ได้แก่ อุณหภูมิ ความดัน ความสูงของเมฆ พารามิเตอร์ทางอุณหพลศาสตร์ของเมฆ (สำหรับของเหลว และน้ำแข็งแยกกัน) เป็นต้น ข้อมูลเมฆมีทั้งเป็นค่าเฉลี่ยรายเดือนและรายวัน และยังเป็นผลิตภัณฑ์ระดับโลกที่มีการ resampled ทุกวันสำหรับดาวเทียมแต่ละดวง ความละเอียดของข้อมูล 0.05°x0.05° ตั้งแต่ปีค.ศ. 1982 ถึง ค.ศ. 2015 (Karlsson et al., 2017) เข้าถึงได้จาก https://doi.org/10.5676/EUM_SAF_CM/CLARA_AVHRR/V002 การศึกษานี้ใช้ข้อมูลปริมาณเมฆ (fractional cloud cover) รายเดือน ทั้งหมด 33 ปี ระหว่าง ปีค.ศ.1982 ถึง 2015 นำมาหาค่าเฉลี่ยรายปี และรายฤดูกาล

3.2.2 ข้อมูลดัชนี Ocean Nino Index (ONI) เข้าถึงได้จาก https://ggweather.com/enso/oni.htm เป็นข้อมูลเฉลี่ย 3 เดือน ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1982 ถึง ค.ศ. 2015 ข้อมูลที่ได้นั้นนำมาหาค่าเฉลี่ยรายปี

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

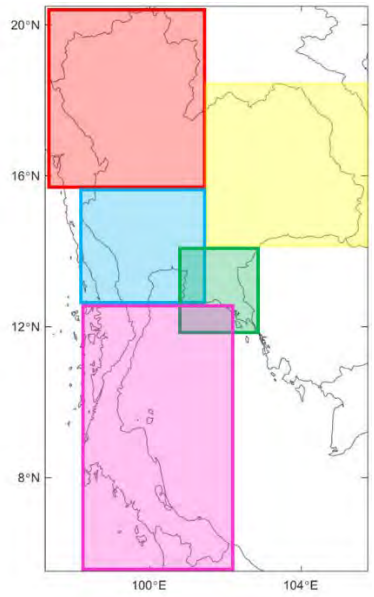
3.3.1 นำชุดข้อมูลปริมาณเมฆพล็อตในโปรแกรม Panoply ซึ่งเป็นแผนที่โลกอาร์เรย์ 2D มีมิติในเส้นรุ้งเส้นแวง ความสูง โครงร่างทวีป เพื่อศึกษาลักษณะการปกคลุมเมฆในแผนที่โลก (รูปที่ 3.1)



รูปที่ 3.1 ปริมาณเมฆปกคลุมในแผนที่โลก

3.3.2 เตรียมข้อมูลปริมาณเมฆที่ได้จากการกำหนดขอบเขตตามละติจูด ลองจิจูดของประเทศไทย ด้วยโปรแกรม Matlab เพื่อเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์

3.3.3 การแบ่งภูมิภาคของประเทศไทย แบ่งออกเป็น 5 ภูมิภาค ได้แก่ ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก ภาคกลางและภาคใต้ (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2556) ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 การแบ่งภูมิภาคของประเทศไทย 5 ภูมิภาค ได้แก่ ภาคเหนือ (สีแดง) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (สีเหลือง) ภาคตะวันออก (สีเขียว) ภาคกลาง (สีฟ้า) และภาคใต้ (สีชมพู)

3.3.4 วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยรายปีและการผันแปรระหว่างปี

วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยเมฆปกคลุมรายปีทั้ง 5 ภูมิภาค โดยนำข้อมูลรายเดือนทั้ง 12 เดือนมาเฉลี่ยเป็นรายปี และนำข้อมูลมาแบ่งออกตามฤดูกาล 2 ฤดูกาล ได้แก่ ฤดูแล้ง (เดือนพฤศจิกายน ธันวาคม มกราคม กุมภาพันธ์ มีนาคม และเมษายน) ฤดูฝน (เดือน พฤษภาคม มิถุนายน กรกฎาคม สิงหาคม กันยายน และตุลาคม) ยกเว้นภาคใต้ ฤดูแล้ง (เดือน มกราคม กุมภาพันธ์ มีนาคม และเมษายน) ฤดูฝน (เดือน พฤษภาคม มิถุนายน กรกฎาคม สิงหาคม กันยายน ตุลาคม พฤศจิกายน และธันวาคม) และวิเคราะห์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเชิงเส้นของค่าสัดส่วนปริมาณเมฆ ทั้งนี้ในปี ค.ศ.1985 มีข้อมูลไม่เพียงพอจึงไม่ได้นำมาพิจารณาด้วย

3.3.5 วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยปริมาณเมฆตามเวลา (Linear Trend)

สำหรับชุดข้อมูลค่าเฉลี่ยปริมาณเมฆและเวลา (หน่วย ปี) ทั้งหมด 5 ภูมิภาคเราได้วิเคราะห์โดยการหาแนวโน้มเชิงเส้น (Linear Trend) ของชุดข้อมูลโดยการใช้การทดสอบที (Student's t-test) ในการประเมินคุณภาพของแนวโน้มเชิงเส้นของข้อมูลชุดดังกล่าว ซึ่งมีระเบียบวิธีในการทดสอบดังนี้

1) สร้างแนวโน้มเชิงเส้นโดยใช้ Least square fitting ดังสมการ (1)

$$\hat{y} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x \tag{1}$$

โดยที่ $\hat{y}$ คือตัวประมาณของค่าเฉลี่ยปริมาณเมฆรายปี และ x คือเวลาในหน่วยปีซึ่ง $\hat{\beta}_0$ และ $\hat{\beta}_1$ คือตัวประมาณสำหรับ Least square fitting ซึ่งแสดงได้ดังสมการ (2)

$$\hat{\beta}_1 = \frac{n\sum_{i=0}^{n} x_i y_i - \sum_{i=0}^{n} x_i \sum_{i=0}^{n} y_i}{n\sum_{i=0}^{n}(x_i - \bar{x})^2}, \qquad \hat{\beta}_0 = \bar{y} - \hat{\beta}_1 \bar{x} \tag{2}$$

โดยที่ x_i และ y_i คือชุดข้อมูลของแต่ละลำดับและ n คือจำนวนข้อมูลในชุดข้อมูล และ $\bar{x}, \bar{y}$ คือค่าเฉลี่ยของข้อมูลเวลาและค่าเฉลี่ยปริมาณเมฆตามลำดับ

2) กำหนดสมมติฐานเพื่อทดสอบทางสถิติสำหรับแนวโน้มเชิงเส้น

ในโครงงานนี้เราใช้การทดสอบที (Student's t-test) ในการประเมินแนวโน้มเชิงเส้นโดยกำหนดสมมติฐานในการทดสอบดังนี้

สมมติฐานหลัก H_0: $\beta_1 = 0$

สมมติฐานรอง H_1: $\beta_1 \neq 0$

โดยที่ β_1 คือค่าความชันจริงสำหรับข้อมูลชุดดังกล่าว

3) คำนวณตัวทดสอบสถิติเพื่อใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

สำหรับการทดสอบที (Student's t-test) เราสามารถคำนวณตัวทดสอบสถิติที (t-statistic) สำหรับแนวโน้มเชิงเส้นได้ดังสมการ (3)

$$t_0 = \frac{\hat{\beta}_1 - \beta_1^{(0)}}{se(\hat{\beta}_1)}, \qquad se(\hat{\beta}_1) = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=0}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2}{(n-2)}}}{\sqrt{\sum_{i=0}^{n}(x_i - \bar{x}_i)^2}} \tag{3}$$

โดยที่ t_0 คือตัวทดสอบสถิติที และ $se(\hat{\beta}_1)$ คือค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานสำหรับ $\hat{\beta}_1$

4) ตรวจสอบตำแหน่งของตัวทดสอบสถิติที่ว่าอยู่ในช่วงวิกฤตหรือไม่

หากตัวทดสอบสถิติที่อยู่ในช่วงวิกฤตซึ่งเป็นช่วงที่ไม่ยอมรับสมมติฐานหลัก H_0 และยอมรับสมมติฐานรอง H_1 และถ้าหากค่าดังกล่าวของข้อมูลชุดใดยอมรับสมมติฐานรองนั่นหมายความว่าเรามีหลักฐานเพียงพอให้เชื่อว่าชุดข้อมูลดังกล่าวมีแนวโน้มแบบเชิงเส้น ซึ่งสามารถทำได้โดยหาค่าวิกฤต ซึ่งทราบได้จากการคำนวณจุดที่เริ่มช่วงวิกฤตโดยมาจากการกำหนดค่าความเชื่อมั่นสำหรับการทดสอบสถิติ สำหรับแนวโน้มเชิงเส้นเราเลือกทดสอบที่ค่าความเชื่อมั่น 0.05

3.3.6 วิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างค่าเฉลี่ยปริมาณเมฆและดัชนี ONI

สำหรับชุดข้อมูลชุดข้อมูลค่าเฉลี่ยปริมาณเมฆและดัชนี ONI ทั้งหมด 5 ภูมิภาคเราได้ทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงเส้นจากการหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงเส้น (Linear correlation coefficient) ของชุดข้อมูลโดยการใช้การทดสอบที (Student's t-test) ในการประเมินความสัมพันธ์เชิงเส้นของข้อมูลชุดดังกล่าว ซึ่งมีระเบียบวิธีในการทดสอบดังนี้

1) คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson correlation coefficient)

เราสามารถคำนวณสำหรับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson correlation coefficient) สำหรับกลุ่มตัวอย่างได้ดังสมการ (4)

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=0}^{n}(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=0}^{n}(x_i - \bar{x})^2}\sqrt{\sum_{i=0}^{n}(y_i - \bar{y})^2}} \tag{4}$$

โดยที่ x_i และ y_i คือข้อมูล 2 ชุดที่ต้องการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงเส้น และ n คือจำนวนข้อมูล

2) กำหนดสมมติฐานเพื่อทดสอบทางสถิติสำหรับความสัมพันธ์เชิงเส้น

ในโครงงานนี้เราใช้การทดสอบที (Student's t-test) ในการประเมินความสัมพันธ์เชิงเส้นโดยกำหนดสมมติฐานในการทดสอบดังนี้

สมมติฐานหลัก H_0: $\rho_{xy} = 0$

สมมติฐานรอง H_1: $\rho_{xy} \neq 0$

โดยที่ ρ_{xy} คือค่าจริงสำหรับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

3) คำนวณตัวทดสอบสถิติเพื่อใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

สำหรับการทดสอบที (Student's t-test) เราสามารถคำนวณตัวทดสอบสถิติที (t-statistic) สำหรับความสัมพันธ์เชิงเส้นได้ดังสมการ (5)

$$t_0 = r_{xy}\sqrt{\frac{n-2}{1-r_{xy}^2}} \tag{5}$$

โดยที่ r_{xy} คือค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สำหรับกลุ่มตัวอย่าง และ n คือจำนวนข้อมูล

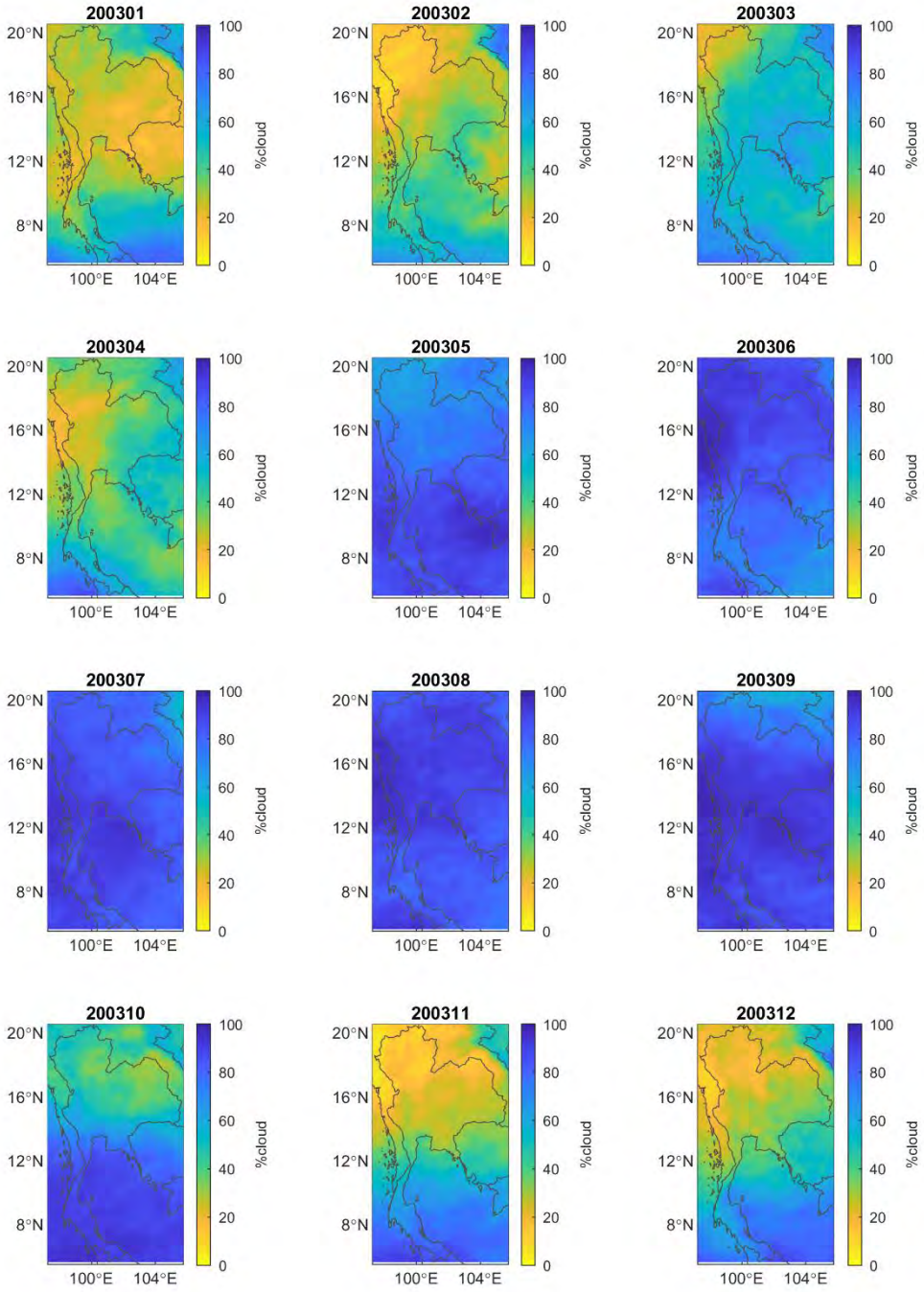
4) ตรวจสอบตำแหน่งของตัวทดสอบสถิติทีว่าอยู่ในช่วงวิกฤตหรือไม่

หากตัวทดสอบสถิติทีอยู่ในช่วงวิกฤตซึ่งเป็นช่วงที่ไม่ยอมรับสมมติฐานหลัก H_0 และยอมรับสมมติฐานรอง H_1 และถ้าหากค่าดังกล่าวของข้อมูลชุดใดยอมรับสมมติฐานรองนั่นหมายความว่าเรามีหลักฐานเพียงพอให้เชื่อว่าชุดข้อมูลดังกล่าวมีความสัมพันธ์เชิงเส้น ซึ่งสามารถทำได้โดยหาค่าวิกฤต ซึ่งทราบได้จากการคำนวณจุดที่เริ่มช่วงวิกฤตโดยมาจากการกำหนดค่าความเชื่อมั่นสำหรับการทดสอบสถิติ สำหรับความสัมพันธ์เชิงเส้นเราเลือกทดสอบที่ค่าความเชื่อมั่น 0.05 และ 0.01

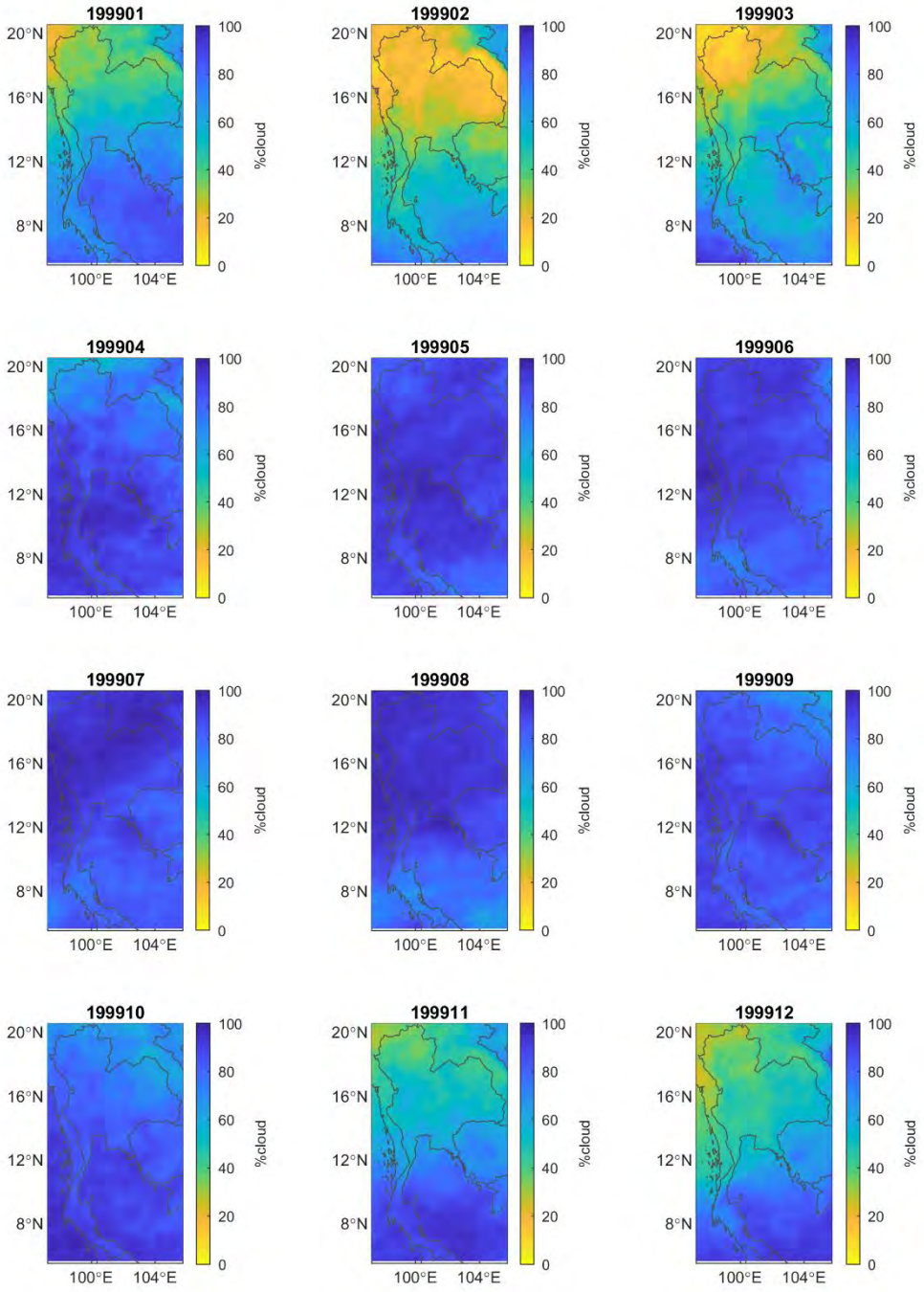
บทที่ 4 ผลการศึกษา และวิจารณ์ผล

4.1 วัฏจักรรายปีของปริมาณเมฆปกคลุมในประเทศไทย

ผลจากการศึกษาปริมาณเมฆปกคลุมในประเทศไทยรายปี พบว่าการปกคลุมของเมฆในประเทศไทยมีการเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล ในฤดูร้อน (กลางเดือนกุมภาพันธ์-กลางเดือนพฤษภาคม) ประเทศไทยจะได้รับมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ ก่อให้เกิดเมฆพายุฝนฟ้าคะนอง มีปริมาณเมฆปกคลุมมากในบางเดือน ฤดูฝน (กลางเดือนพฤษภาคม-กลางเดือนตุลาคม) ปริมาณเมฆปกคลุมเฉลี่ยมากที่สุด เนื่องจากประเทศไทยได้รับอิทธิพลจากมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ทำให้มีปริมาณเมฆมากและฝนตกชุก และในฤดูหนาว (กลางเดือนตุลาคม-กลางเดือนกุมภาพันธ์) ประเทศไทยจะได้รับมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ อาจยังมีฝนฟ้าคะนอง โดยเฉพาะบริเวณภาคใต้ที่มีปริมาณเมฆปกคลุมมากกว่าภูมิภาคอื่นๆ และในบางปีที่มีรอบปรากฏการณ์เอลนีโญ-ลานีญาจะทำให้เกิดความแห้งแล้งและฝนตกชุกผิดจากสภาวะปกติ ทำให้ปริมาณเมฆปกคลุมในบางเดือนเพิ่มขึ้นหรือลดลง ดังรูปที่ 4.1


200301
200302
200303
200304
200305
200306
200307
200308
200309
200310
200311
200312
20°N
16°N
12°N
8°N
100°E
104°E
100
80
60
40
20
0
%cloud

ก.



ข.

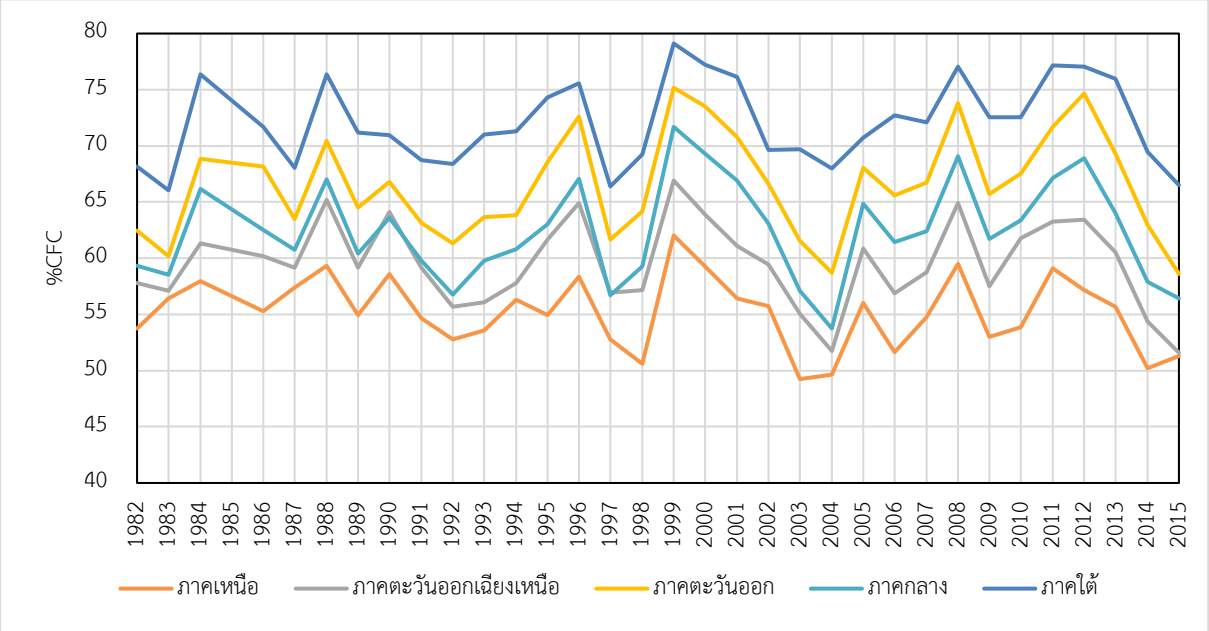
รูปที่ 4.1 วัฏจักรรายปีของปริมาณเมฆที่ปกคลุมประเทศไทย แบ่งออกเป็น 12 เดือน

(ก.) ตัวอย่างปีที่สภาวะปกติตามฤดูกาล ค.ศ. 2003

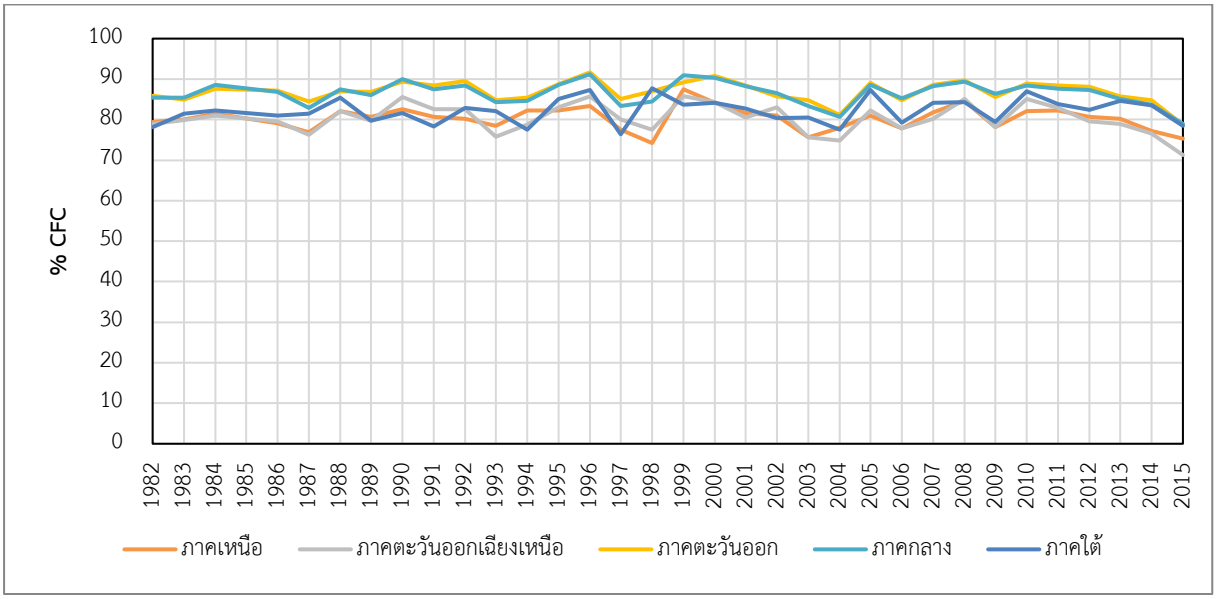
(ข.) ตัวอย่างปีที่ผิดจากสภาวะปกติตามฤดูกาล ค.ศ. 1999

4.2 ความผันแปรระหว่างปีของค่าเฉลี่ยรายปีของเมฆ

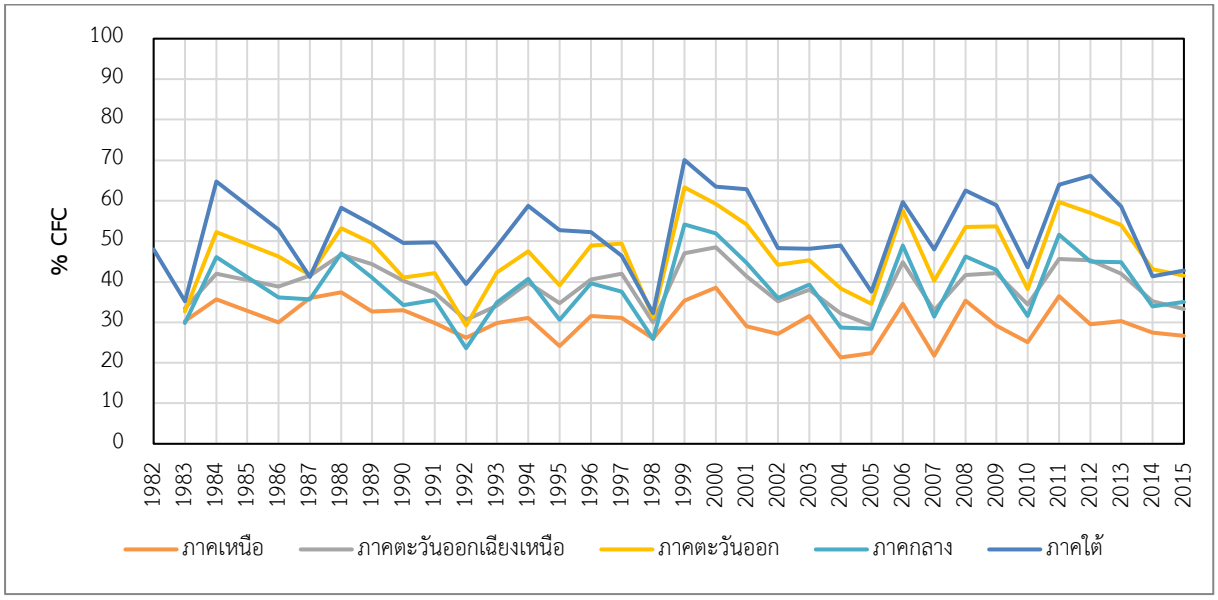
ผลจากการศึกษาปริมาณเมฆที่ปกคลุมประเทศไทยระหว่างปี ค.ศ. 1982 ถึง 2015 บริเวณที่ศึกษาได้ผลแสดงดังรูปที่ 4.2 พบว่าพื้นที่ที่มีปริมาณเมฆปกคลุมมากที่สุดคือภาคใต้ รองลงมาคือ ภาคตะวันออก ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือตามลำดับ ปริมาณเมฆที่ปกคลุมในฤดูฝนอยู่ในระดับประมาณ 70-90% และปริมาณเมฆที่ปกคลุมในฤดูแล้งอยู่ในระดับประมาณ 20-70%



ก.



ข.

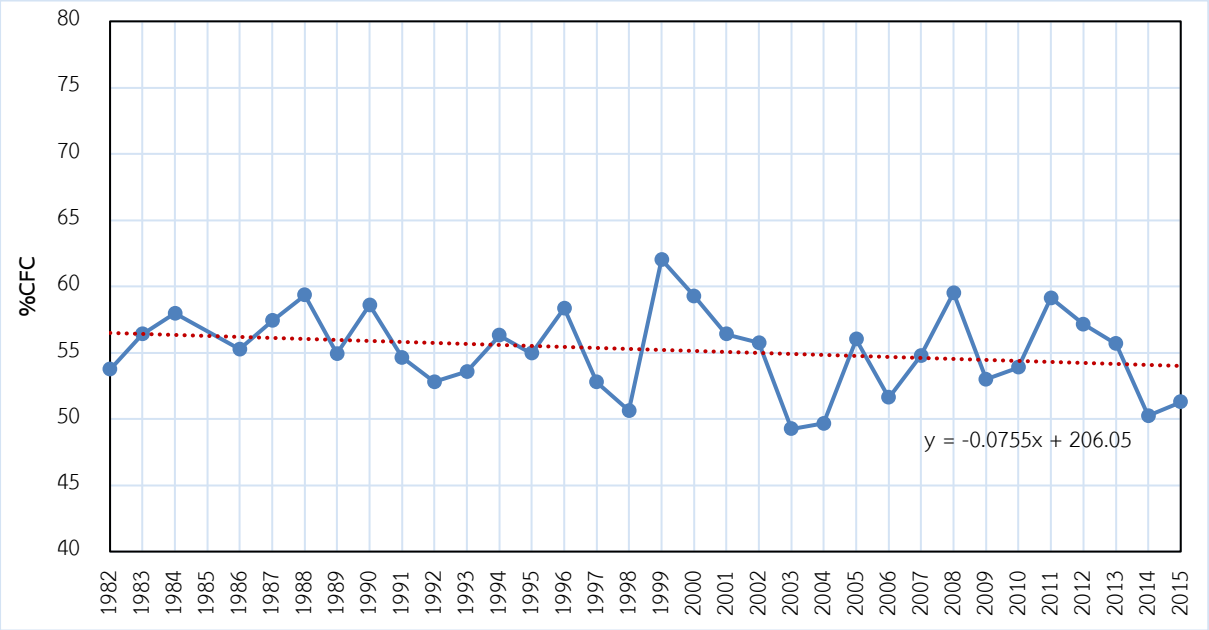


ค.

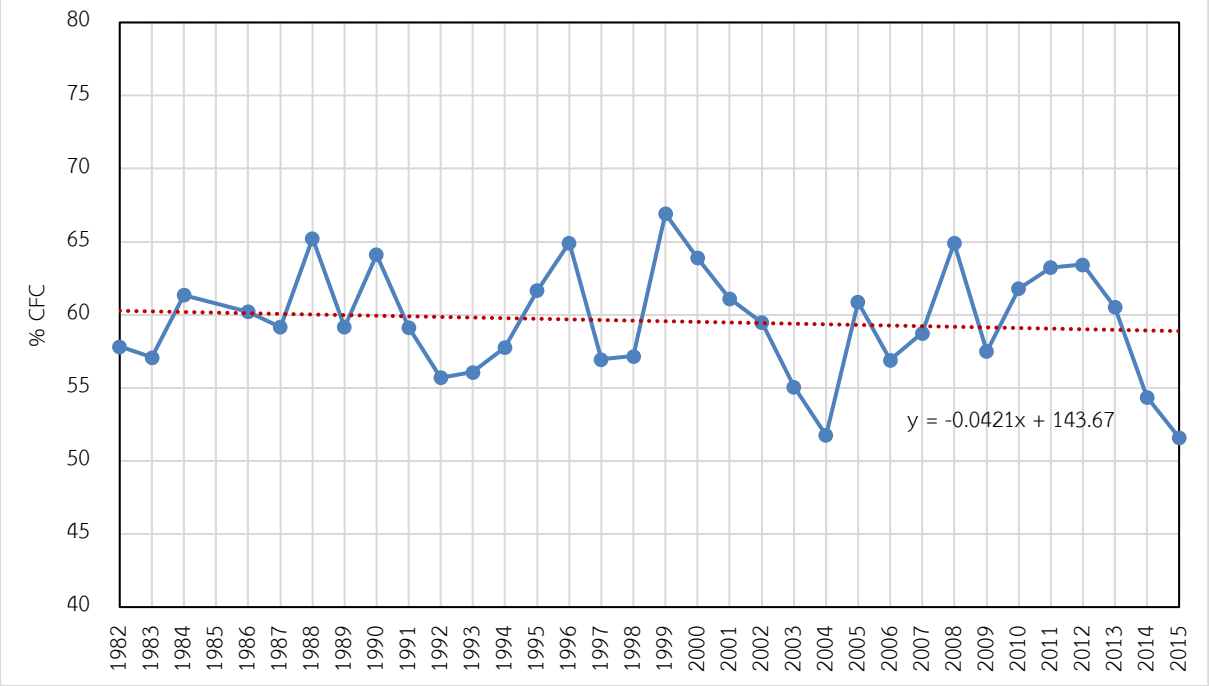
รูปที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยของปริมาณเมฆในประเทศไทย ระหว่างปี ค.ศ. 1982-2015 (ก.) รายปี (ข.) ฤดูฝน (ค.) ฤดูแล้ง

4.3 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงระยะยาว (long-term trend) ของปริมาณเมฆ

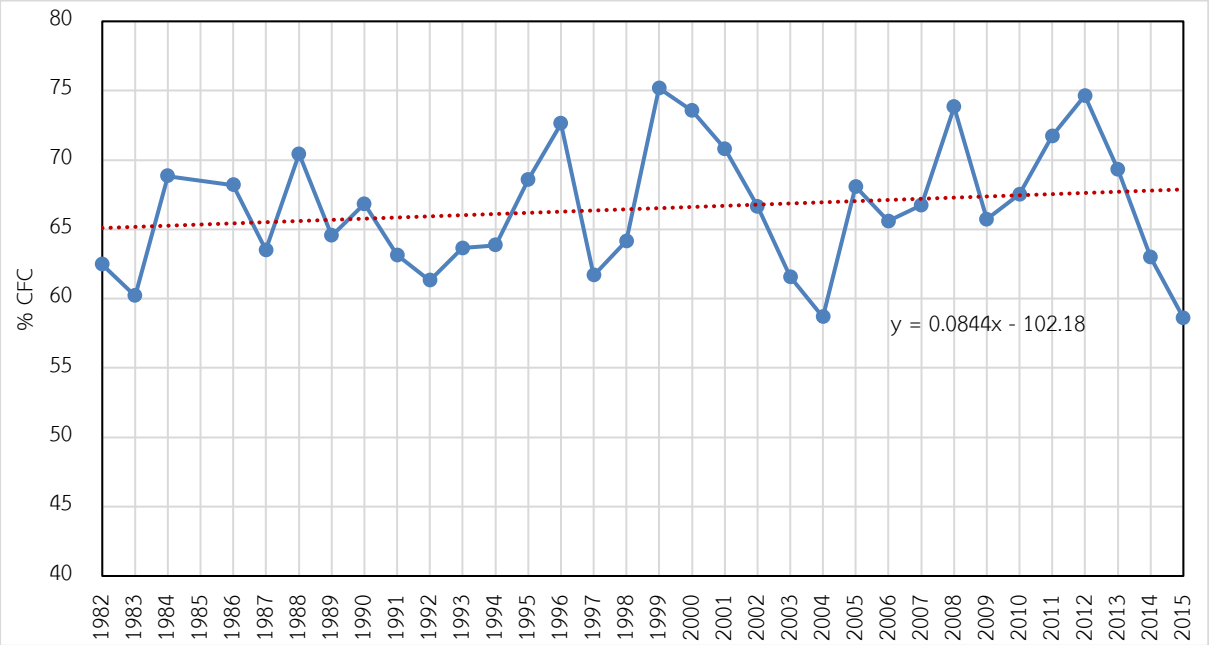
ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณเมฆทั้ง 5 ภูมิภาค ได้แก่ ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก ภาคกลาง และภาคใต้ ระหว่างปี ค.ศ. 1982 ถึง 2015 จากการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเชิงเส้น (linear trend) พบว่า ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือความชันเป็นลบ ส่วนภาคกลาง ภาคตะวันออกและภาคใต้มีความชันเป็นบวก ดังแสดงในรูปที่ 4.3 ถึง 4.7 และจากตารางที่ 4.1 พบว่า ค่าความชันที่หาได้ มีค่า P-value มากกว่า 0.05 จึงกล่าวได้ว่าแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงระยาวของค่าปริมาณเมฆ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ



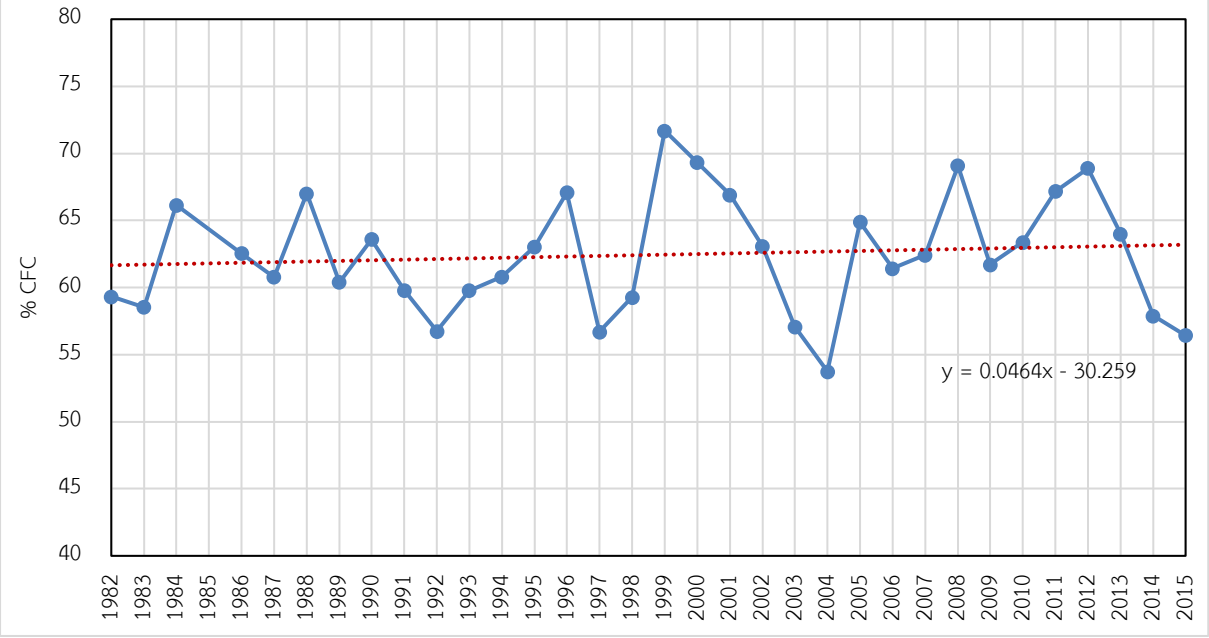
รูปที่ 4.3 ค่าเฉลี่ยปริมาณเมฆที่ปกคลุมภาคเหนือประเทศไทย ระหว่างปี ค.ศ. 1982-2015



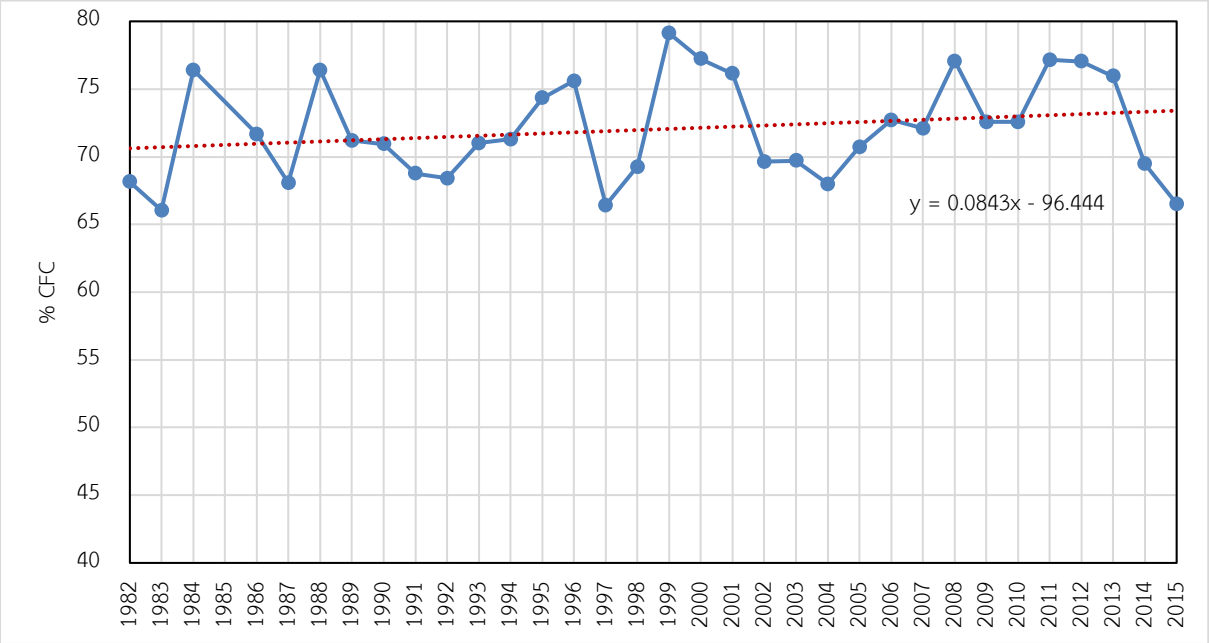
รูปที่ 4.4 ค่าเฉลี่ยปริมาณเมฆที่ปกคลุมภาคตะวันออกเฉียงเหนือประเทศไทย ระหว่างปี ค.ศ. 1982-2015



รูปที่ 4.5 ค่าเฉลี่ยปริมาณเมฆที่ปกคลุมภาคตะวันออกประเทศไทย ระหว่างปี ค.ศ. 1982-2015



รูปที่ 4.6 ค่าเฉลี่ยปริมาณเมฆที่ปกคลุมภาคกลางประเทศไทย ระหว่างปี ค.ศ. 1982-2015



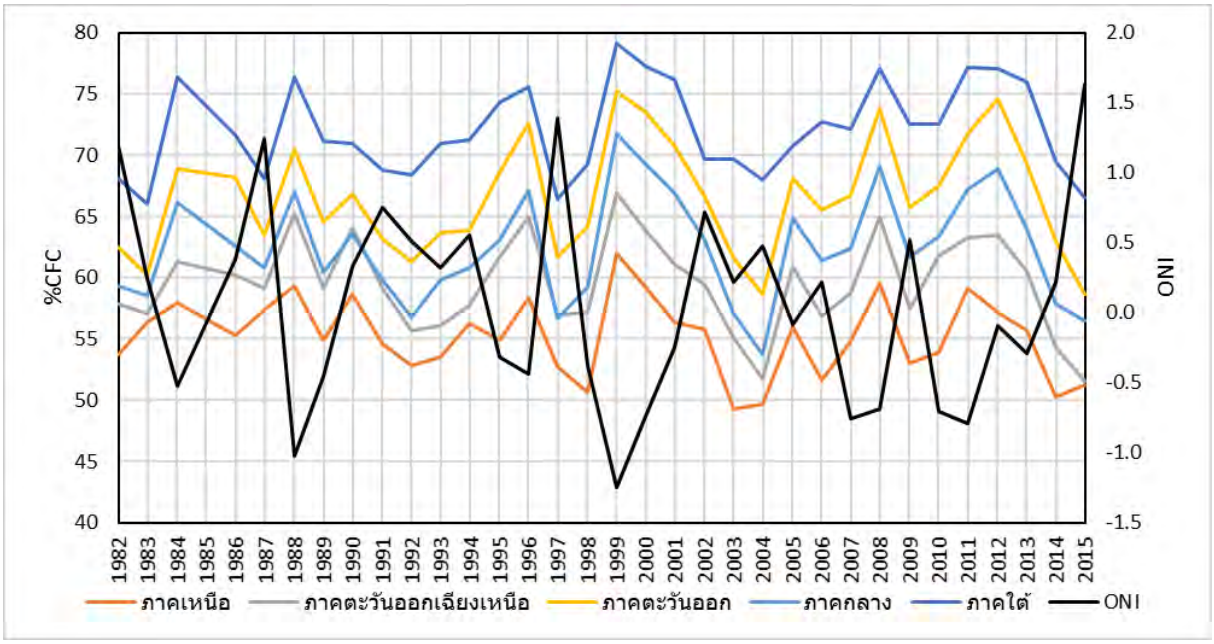
รูปที่ 4.7 ค่าเฉลี่ยปริมาณเมฆที่ปกคลุมภาคใต้ประเทศไทย ระหว่างปี ค.ศ. 1982-2015

ตารางที่ 4.1 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเชิงเส้น (linear trend) ของค่าสัดส่วนปริมาณเมฆ

ภาค	Slope	t-Stat	P-value
เหนือ	-0.08	-1.34	0.19
ตะวันออกเฉียงเหนือ	-0.04	-0.61	0.55
ตะวันออก	0.08	1.02	0.32
กลาง	0.05	0.58	0.57
ใต้	0.08	1.27	0.21

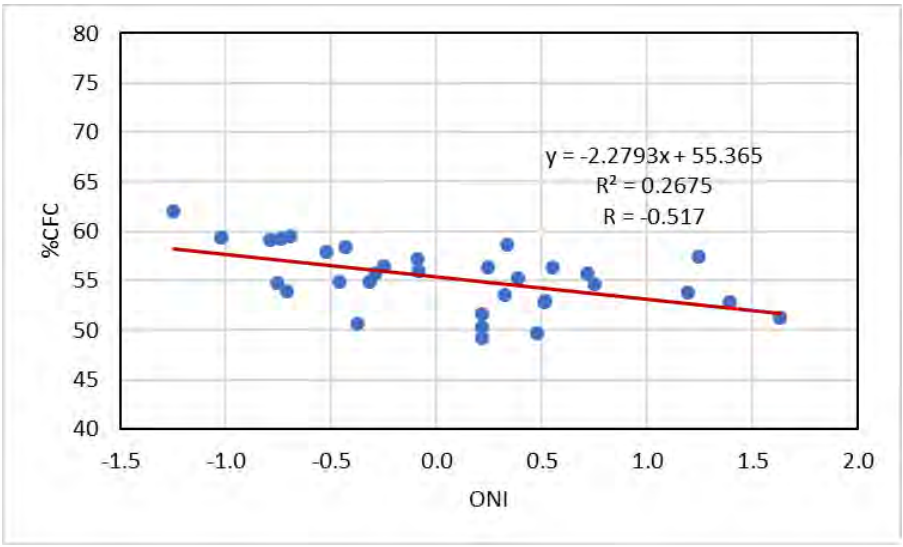
4.4 ความสัมพันธ์ของปริมาณเมฆกับปรากฏการณ์เอนโซ่

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงระหว่างปีของปริมาณเมฆและดัชนี ONI ระหว่างปี ค.ศ. 1982 ถึง 2015 ผลแสดงดังรูป 4.8 พบว่า ปริมาณเมฆและดัชนี ONI มีความแปรผกผันกัน โดยในปีที่ปริมาณเมฆปกคลุมมาก ดัชนี ONI จะลดต่ำลง และในปีที่ปริมาณเมฆปกคลุมน้อย ดัชนี ONI จะมีค่ามาก เป็นผลมาจากการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ-ลานีญา (El Nino La Nina)

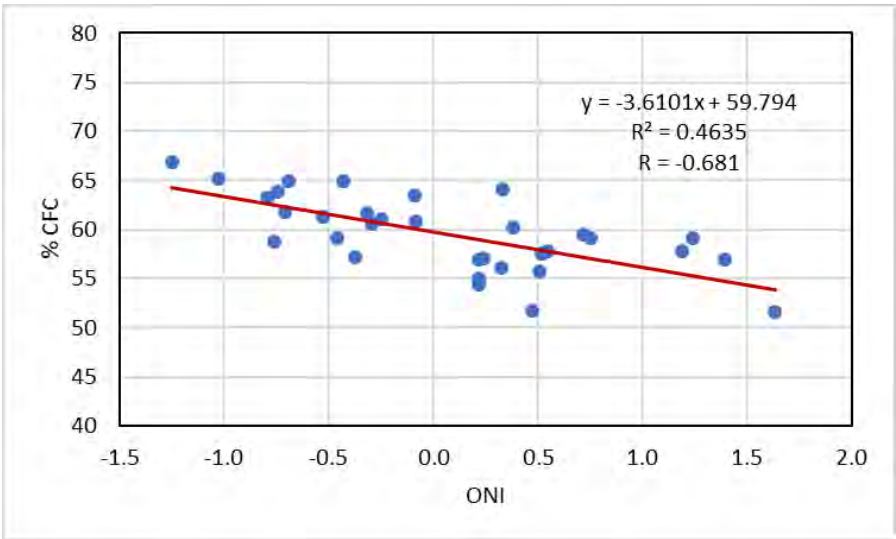


รูปที่ 4.8 การเปลี่ยนแปลงระหว่างปีของปริมาณเมฆและดัชนี ONI ระหว่างปี ค.ศ. 1982-2015

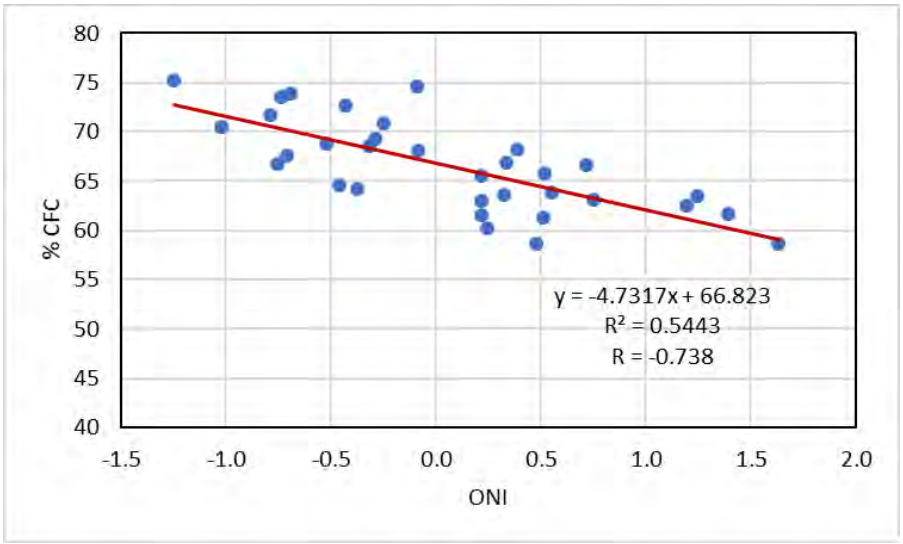
ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเมฆและดัชนี ONI โดยใช้วิธีการทางสถิติแบบวิเคราะห์สหสัมพันธ์ ผลแสดงดังรูปที่ 4.9 ถึง 4.13 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์(R) ของภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก ภาคกลางและภาคใต้ เท่ากับ -0.517, -0.681, -0.738, -0.713 และ -0.800 ตามลำดับ และ ตารางที่ 4.2 แสดงค่า P-value ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยปริมาณเมฆและดัชนี ONI มีความสัมพันธ์แบบเชิงเส้นแบบผกผัน ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%



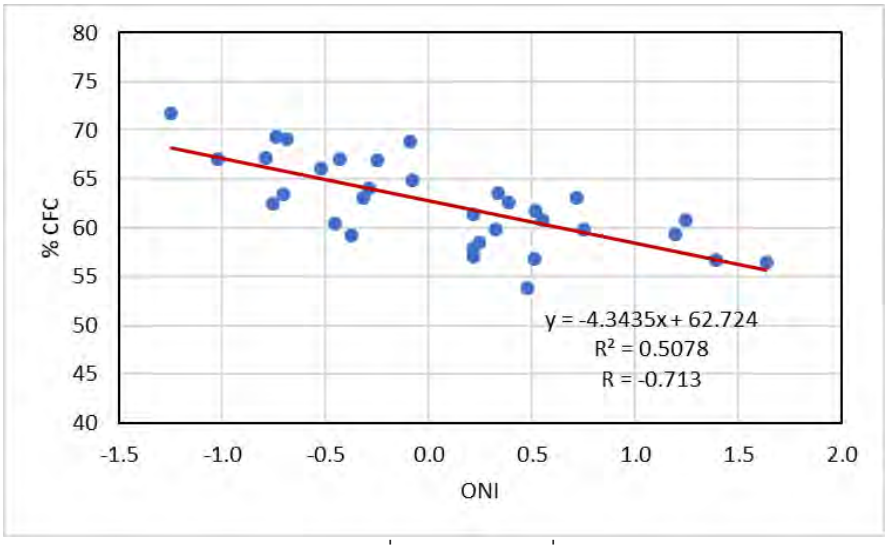
รูปที่ 4.9 scatter plot diagram ระหว่างค่าเฉลี่ยปริมาณเมฆที่ปกคลุมภาคเหนือประเทศไทยและดัชนี ONI ระหว่างปี ค.ศ. 1982-2015



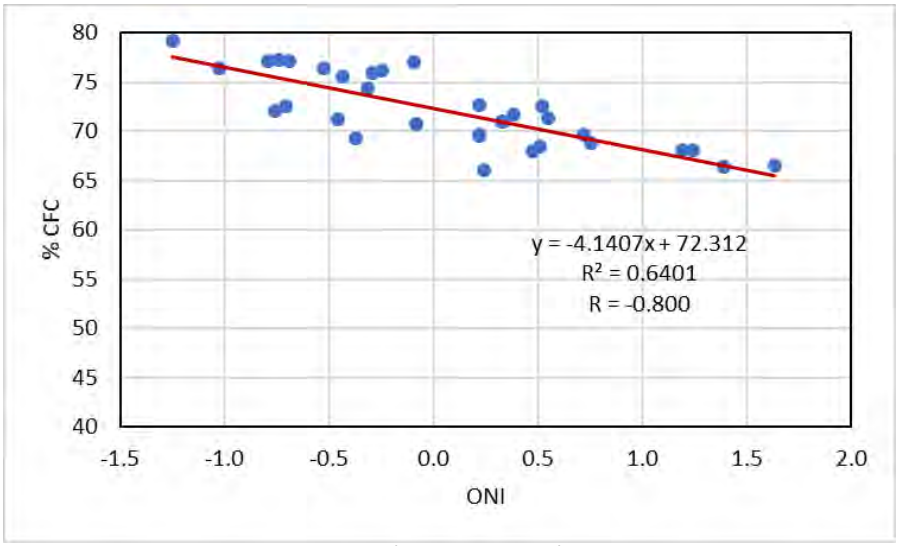
รูปที่ 4.10 scatter plot diagram ระหว่างค่าเฉลี่ยปริมาณเมฆที่ปกคลุมภาคตะวันออกเฉียงเหนือประเทศไทย และดัชนี ONI ระหว่างปี ค.ศ. 1982-2015



รูปที่ 4.11 scatter plot diagram ระหว่างค่าเฉลี่ยปริมาณเมฆที่ปกคลุมภาคตะวันออกประเทศไทยและดัชนี ONI ระหว่างปี ค.ศ. 1982-2015



รูปที่ 4.12 scatter plot diagram ระหว่างค่าเฉลี่ยปริมาณเมฆที่ปกคลุมภาคกลางประเทศไทยและดัชนี ONI ระหว่างปี ค.ศ. 1982-2015



รูปที่ 4.13 scatter plot diagram ระหว่างค่าเฉลี่ยปริมาณเมฆที่ปกคลุมภาคใต้ประเทศไทยและดัชนี ONI ระหว่างปี ค.ศ.1982-2015

ตารางที่ 4.2 ความสัมพันธ์เชิงเส้นของค่าเฉลี่ยปริมาณเมฆและดัชนี ONI

ภาค	R (N=33)	P-value
เหนือ	-0.52	.002714
ตะวันออกเฉียงเหนือ	-0.68	.000026
ตะวันออก	-0.74	< .00001
กลาง	-0.71	< .00001
ใต้	-0.80	< .00001

บทที่ 5 สรุปผลศึกษาและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณเมฆปกคลุม พบว่าพื้นที่ภาคใต้มีปริมาณการปกคลุมของเมฆมากที่สุด รองลงมาคือภาคตะวันออก ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือตามลำดับ ในฤดูแล้งมีปริมาณเมฆปกคลุมอยู่ในระดับประมาณ 20-70% และในฤดูฝนมีปริมาณเมฆปกคลุมอยู่ในระดับประมาณ 70-90% และพบว่าปริมาณเมฆในประเทศไทย มีปริมาณเพิ่มขึ้นและลดลงสลับกันไป ในช่วงเวลา 3-4 ปี การเปลี่ยนแปลงระหว่างปีของค่าเฉลี่ยปริมาณเมฆมีความสัมพันธ์กับดัชนี ONI รายปี โดยค่าดัชนี ONI ถูกใช้ในการระบุค่าความแรงของปรากฏการณ์ El Nino และ La Nina ซึ่งปรากฏการณ์เหล่านี้ จะส่งผลต่อความชุ่มชื้นและความแห้งแล้งของประเทศไทย ในปีที่เกิดปรากฏการณ์ El Nino สัมพันธ์กับปริมาณแมฆลดลง และในปีที่เกิดปรากฏการณ์ La Nina สัมพันธ์กับปริมาณเมฆเพิ่มขึ้น เนื่องจากเมื่อเกิดปรากฏการณ์ El Nino บริเวณผิวน้ำทะเลที่มีอุณหภูมิสูงเคลื่อนตัวไปอยู่ทางตอนกลางของมหาสมุทรแปซิฟิก จะทำให้มีการยกตัวของบริเวณอากาศเคลื่อนตัวตามไป ทำให้บริเวณอากาศที่เอเชียตะวันออกเฉียงใต้เกิดการจมตัว ทำให้ปริมาณเมฆลดลง ส่วนปรากฏการณ์ La Nina จะเกิดการเปลี่ยนแปลงที่ตรงกันข้าม

จากการศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณเมฆในภูมิภาคต่างๆ ในรอบ 34 ปี จากการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเชิงเส้นพบว่า ปริมาณเมฆมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไม่มีนัยสำคัญ แต่เมื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเมฆและดัชนี ONI รายปี พบว่า ในพื้นที่ภาคใต้มีความสัมพันธ์กันมากที่สุด รองลงมาได้แก่ ภาคตะวันออก ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ ตามลำดับ (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์(R) เท่ากับ -0.800, -0.738, -0.713, -0.681 และ -0.517 ตามลำดับ) และทดสอบความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างค่าเฉลี่ยปริมาณเมฆและดัชนี ONI พบว่า มีความสัมพันธ์กันในทุกภูมิภาคที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ในพื้นที่ที่ติดกับทะเล โดยเฉพาะภาคใต้ ภาคตะวันออกและภาคกลาง จะมีค่าความสัมพันธ์สูงกว่าภูมิภาคอื่นๆ เป็นผลอันเนื่องมาจาก ทั้ง 3 ภูมิภาคเป็นพื้นที่ติดกับทะเล

เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2546. ปรากฏการณ์เอนโซ่. สืบค้นเมื่อวันที่ 16 พฤษภาคม 2563 จาก https://www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=19

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2556. ฤดูกาลของประเทศไทย. สืบค้นเมื่อวันที่ 16 พฤษภาคม 2563 จาก https://www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=53

ภาษาอังกฤษ

Benas, N., Meirink, J. F., Karlsson, K.-G., Stengel, M., and Stammes, P. 2018. Satellite observations of aerosols and clouds over southern China from 2006 to 2015: analysis of changes and possible interactions. Atmos. Chem. Phys. Discuss., https://doi.org/10.5194/acp-2018-554.

Charuchittipan, D., Janjai, S., Pratummasoot, N., Buntoung, S. and Peengam, S. 2018. Mapping of cloud cover from satellite data over Thailand. Science, Engineering and Health Studies 12(2): 69-76.

Dahlman L. 2009. Climate Variability: Oceanic Niño Index. สืบค้นเมื่อวันที่ 16 พฤษภาคม 2563 จาก https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-variability-oceanic-ni%C3%B1o-index

Golden Gate Weather Services. 2020. El Niño and La Niña Years and Intensities. สืบค้นเมื่อวันที่ 16 พฤษภาคม 2563 จาก https://ggweather.com/enso/oni.htm

International Satellite Cloud Climatology Project. 2017. Cloud Climatology. สืบค้นเมื่อวันที่ 17 พฤษภาคม 2563 จาก https://isccp.giss.nasa.gov/role.html#COMP_MODS

IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.

Karlsson, K.G., Anttila, K., Trentmann, J., Stengel, M., Fokke Meirink, J., Devasthale, A., et al., 2017. CLARA-A2: the second edition of the CM SAF cloud and radiation data record from 34 years of global AVHRR data. Atmos. Chem. Phys. 17: 5809–5828.

Lee, K. and Wong, M. 2018. Remote Sensing of Aerosols, Clouds, and Precipitation, 2nd ed., Elsevier: Amsterdam, pp 23-43.

Liberto T. 2014. The Walker Circulation: ENSO's atmospheric buddy. สืบค้นเมื่อวันที่ 16 พฤษภาคม 2563 จาก https://www.climate.gov/news-features/blogs/enso/walker-circulation-ensos-atmospheric-buddy

National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). 2020. Oceanic Nino Index (ONI). แปลโดย อนุชา ศรีเริงหล้าและวัฒนา กันบัว. สืบค้นเมื่อวันที่ 17 พฤษภาคม 2563 จาก http://www.wamwatt.tmd.go.th/OceanicNinoIndex.pdf