



กรมอุตุนิยมวิทยา

๔๓๕๓ ถนนสุขุมวิท บางนา กรุงเทพฯ ๑๐๒๖๐

Thai Meteorological Department

4353 Sukhumvit Road, Bangkok 10260, Thailand

เอกสารวิชาการ

การศึกษาการจัดกลุ่มจังหวัดตามสภาพภูมิอากาศที่เกี่ยวข้องกับภัยจาก
ความร้อนด้วยการเรียนรู้ของเครื่อง

กลุ่มวิจัยและพัฒนาสารสนเทศอุตุนิยมวิทยา

Study of Province Clustering According to Climate Related to
Threats from Heat Index with Machine Learning

Meteorological Information Research and
Development Sub-Division

เอกสารวิชาการเลขที่ ๕๕๑.๕๒๔-๐๑-๒๕๖๖

Technical Document No. 551.524-01-2023

การศึกษาการจัดกลุ่มจังหวัดตามสภาพภูมิอากาศที่เกี่ยวข้องกับ
ภัยจากความร้อนด้วยการเรียนรู้ของเครื่อง

Study of Province Clustering According to Climate Related to
Threats from Heat Index with Machine Learning

กลุ่มวิจัยและพัฒนาสารสนเทศอุตุนิยมวิทยา
กองบริการดิจิทัลอุตุนิยมวิทยา

กันยายน พ.ศ. 2566

Meteorological Information Research and
Development Sub-Division

Meteorological Digital Services Division

September 2023

บทคัดย่อ

ชีวิตประจำวันของสิ่งมีชีวิตในโลกล้วนแต่ต้องสัมผัสกับสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกันไปตามเวลาและสถานที่ จากการวิเคราะห์อุณหภูมิอย่างต่อเนื่องซึ่งนำโดยนักวิทยาศาสตร์ที่สถาบันก๊อดดาร์ดเพื่อการศึกษาอวกาศ (GISS) ของ NASA พบว่า อุณหภูมิเฉลี่ยบนโลกเพิ่มขึ้นอย่างน้อย 1.1 องศาเซลเซียส (1.9 องศาฟาเรนไฮต์) ตั้งแต่ปี ค.ศ.1880 และล่าสุดในปี ค.ศ.2022 องค์การอุตุนิยมวิทยโลก (WMO) รายงานว่าอุณหภูมิเฉลี่ยบนโลกเพิ่มขึ้น 1.15 องศาเซลเซียสจากค่าเฉลี่ยปี 1850 - 1900 การศึกษาสภาพภูมิอากาศจึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้เห็นถึงความสำคัญของแต่ละพารามิเตอร์ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศที่อาจส่งผลกระทบต่อในด้านต่างๆ การศึกษานี้มุ่งเน้นไปที่ภัยจากความร้อน โดย National Weather Service (NWS) และองค์การบริหารมหาสมุทรและชั้นบรรยากาศแห่งชาติ (NOAA) ได้พิจารณาพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับภัยจากความร้อน ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้าง จึงได้ทำการศึกษาการจัดกลุ่มโดยใช้ข้อมูลเฉลี่ยรายปี คาบ 30 ปี ซึ่งได้จากรายงานสถิติภูมิอากาศ คาบ 30 ปี (Climatological Normals : CLINO) ที่ได้กำหนดให้ประเทศสมาชิกได้จัดทำขึ้น

การวิจัยในครั้งนี้ได้ศึกษารายงานสถิติภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 และรายงานสถิติภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2534 - 2563 ของประเทศไทย เพื่อนำข้อมูลซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยมาจัดกลุ่มจังหวัดที่คล้ายกันมาอยู่ด้วยกันตามพารามิเตอร์ทางสภาพภูมิอากาศที่เกี่ยวข้องกับภัยจากความร้อน การจัดกลุ่มข้อมูลที่คล้ายกันมาอยู่ด้วยกันมีหลายวิธีการ แต่สำหรับการจัดกลุ่มที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลไม่เกิน 200 สถานี คือ การจัดกลุ่มแบบเป็นขั้นตอน (Hierarchical Clustering) ซึ่งสามารถใช้การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) ในการวิเคราะห์ได้ จากนั้นทำการวิเคราะห์หาจำนวนกลุ่มที่เหมาะสมด้วยการทดสอบทางสถิติ และได้กลุ่มจังหวัดที่เกี่ยวข้องกับภัยจากความร้อนที่คล้ายกันมากที่สุดจำนวน 3 กลุ่ม เพื่อนำไปใช้วิเคราะห์จังหวัดที่มีความเสี่ยงภัยด้านความร้อนต่อไป

Abstract

Daily life on Earth is exposed to varying climates over time and space. According to an ongoing temperature analysis led by scientists at NASA's Goddard Institute for Space Studies (GISS), the average global temperature on Earth has increased by at least 1.1° Celsius (1.9° Fahrenheit) since 1880 and Global mean temperature in 2022 reported by the World Meteorological Organization (WMO) was 1.15 °C above the 1850 - 1900 average. Thus, the study of climate is important to show the importance of each parameter that affects climate change that may have different impacts. This study focuses on the threat from heat. The National Weather Service (NWS) and the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) considered parameters related to heat hazards: temperature, relative humidity and dew point temperature. Therefore, the study of clustering was made by using the 30-year annual average data obtained from Climatological Normals (CLINO) that WMO has required member countries to prepare.

In this study, 1981 – 2010 Climatological Normals and 1991 - 2020 Climatological Normals for Thailand were studied in order to bring annual averages to group similar provinces together according to relevant climatic parameters with the threat of heat. There are several methods to group, but for grouping that is suitable for data not exceeding 200 stations is Hierarchical Clustering method, which can use machine learning for analysis. Then, the optimal number of clusters was tested by statistical testing. The three groups of provinces most similarly related to heat hazards were obtained for further analysis of heat-risk provinces.

สารบัญ

บทที่ 1 บทนำ (Introduction)	1
1) ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
2) วัตถุประสงค์.....	2
3) ขอบเขตของการศึกษา.....	2
4) ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง (Literature review)	2
5) ทฤษฎี และ/หรือแนวความคิดที่นำมาใช้ในการศึกษา	3
6) วิธีดำเนินการศึกษา.....	21
7) ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	21
บทที่ 2 ข้อมูลและวิธีดำเนินการศึกษา (Material & Method).....	22
2.1 ข้อมูลที่ใช้.....	22
2.1.1 ข้อมูลที่ใช้ในการจัดกลุ่ม.....	22
2.1.2 ข้อมูลที่ใช้ในการแสดงผลแผนภูมิประเทศไทย	25
2.2 วิธีดำเนินการศึกษา.....	26
บทที่ 3 ผลการศึกษา (Result)	70
3.1. ผลการจัดกลุ่มของข้อมูลสถิติภูมิอากาศคาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010).....	70
3.1. ผลการจัดกลุ่มของข้อมูลสถิติภูมิอากาศคาบ 30 ปี พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ. 1991 - 2020).....	76
บทที่ 4 ข้อวิจารณ์ (Discussion)	82
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ.....	83
บรรณานุกรม.....	84
ภาคผนวก.....	87
ภาคผนวก ก.....	88

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 ตารางแสดงข้อมูลสถานีอุตุนิยมวิทยา 53 สถานี.....	4
ตารางที่ 2 แสดงพารามิเตอร์ทางภูมิอากาศผิวพื้นจากรายงานสถิติภูมิอากาศ ปี พ.ศ. 2524 – 2553 ของประเทศไทย (World Meteorological Organization Climatological Normals for 1981-2010).....	12
ตารางที่ 3 ข้อมูลที่ใช้ในการจัดกลุ่มของรายงานสถิติภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010).....	22
ตารางที่ 4 ข้อมูลที่ใช้ในการจัดกลุ่มของรายงานสถิติภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ. 1991 - 2020).....	24
ตารางที่ 5 ข้อมูลหลังทำ Standardize ของข้อมูลสถิติภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010).....	26
ตารางที่ 6 ข้อมูลหลังทำ Standardize ของข้อมูลสถิติภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ. 1991 - 2020).....	28
ตารางที่ 7 แสดงค่าสถิติจากการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอันดับในแต่ละกลุ่มโดยค่าสถิติของคลัสคัล วอลลิส (Kruskal Wallis) ของการจัดกลุ่ม 3 กลุ่ม ของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้าง ของข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010).....	33
ตารางที่ 8 ผลการทดสอบคลัสคัล วอลลิส (Kruskal Wallis)* ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 3 กลุ่ม สำหรับข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย ของข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010).....	35
ตารางที่ 9 ผลการทดสอบคลัสคัล วอลลิส (Kruskal Wallis)* ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 3 กลุ่ม สำหรับข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ ของข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010).....	35
ตารางที่ 10 ผลการทดสอบคลัสคัล วอลลิส (Kruskal Wallis)* ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 3 กลุ่ม สำหรับข้อมูลอุณหภูมิจุดน้ำค้าง ของข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010).....	36
ตารางที่ 11 แสดงค่าสถิติจากการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอันดับในแต่ละกลุ่มโดยค่าสถิติของคลัสคัล วอลลิส (Kruskal Wallis) ของการจัดกลุ่ม 4 กลุ่ม ของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้าง ของข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010).....	37

ตารางที่ 12 ผลการทดสอบคลัสต์ล วอลลิส (Kruskal Wallis)* ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 4 กลุ่ม สำหรับข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย ของข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010).....	38
ตารางที่ 13 ผลการทดสอบคลัสต์ล วอลลิส (Kruskal Wallis)* ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 4 กลุ่ม สำหรับข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ ของข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010).....	39
ตารางที่ 14 ผลการทดสอบคลัสต์ล วอลลิส (Kruskal Wallis)* ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 4 กลุ่ม สำหรับข้อมูลอุณหภูมิจุดน้ำค้าง ของข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010).....	40
ตารางที่ 15 แสดงค่าสถิติจากการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอันดับในแต่ละกลุ่มโดย ค่าสถิติของคลัสต์ล วอลลิส (Kruskal Wallis) ของการจัดกลุ่ม 5 กลุ่ม ของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้าง ของข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010).....	41
ตารางที่ 16 ผลการทดสอบคลัสต์ล วอลลิส (Kruskal Wallis)* ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 5 กลุ่ม สำหรับข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย ของข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010).....	42
ตารางที่ 17 ผลการทดสอบคลัสต์ล วอลลิส (Kruskal Wallis)* ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 5 กลุ่ม สำหรับข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ ของข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010).....	43
ตารางที่ 18 ผลการทดสอบคลัสต์ล วอลลิส (Kruskal Wallis)* ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 5 กลุ่ม สำหรับข้อมูลอุณหภูมิจุดน้ำค้าง ของข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010).....	44
ตารางที่ 19 แสดงค่าสถิติจากการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอันดับในแต่ละกลุ่มโดย ค่าสถิติของคลัสต์ล วอลลิส (Kruskal Wallis) ของการจัดกลุ่ม 6 กลุ่ม ของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้าง ของข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010).....	45
ตารางที่ 20 ผลการทดสอบคลัสต์ล วอลลิส (Kruskal Wallis)* ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 6 กลุ่ม สำหรับข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย ของข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010).....	46
ตารางที่ 21 ผลการทดสอบคลัสต์ล วอลลิส (Kruskal Wallis)* ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 6 กลุ่ม สำหรับข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ ของข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010).....	47

ตารางที่ 22 ผลการทดสอบคลัสต์ล วอลลิส (Kruskal Wallis)* ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 6 กลุ่ม สำหรับข้อมูลอุณหภูมิจุดน้ำค้าง ของข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010).....	48
ตารางที่ 23 แสดงค่าสถิติจากการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอันดับในแต่ละกลุ่มโดย ค่าสถิติของคลัสต์ล วอลลิส (Kruskal Wallis) ของการจัดกลุ่ม 3 กลุ่ม ของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้าง ของข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ. 1991 - 2020).....	52
ตารางที่ 24 ผลการทดสอบคลัสต์ล วอลลิส (Kruskal Wallis)* ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 3 กลุ่ม สำหรับข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย ของข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ. 1991 - 2020).....	54
ตารางที่ 25 ผลการทดสอบคลัสต์ล วอลลิส (Kruskal Wallis)* ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 3 กลุ่ม สำหรับข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ ของข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ. 1991 - 2020).....	54
ตารางที่ 26 ผลการทดสอบคลัสต์ล วอลลิส (Kruskal Wallis)* ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 3 กลุ่ม สำหรับข้อมูลอุณหภูมิจุดน้ำค้าง ของข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ. 1991 - 2020).....	55
ตารางที่ 27 แสดงค่าสถิติจากการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอันดับในแต่ละกลุ่มโดย ค่าสถิติของคลัสต์ล วอลลิส (Kruskal Wallis) ของการจัดกลุ่ม 4 กลุ่ม ของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้าง ของข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ. 1991 - 2020).....	56
ตารางที่ 28 ผลการทดสอบคลัสต์ล วอลลิส (Kruskal Wallis)* ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 4 กลุ่ม สำหรับข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย ของข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ. 1991 - 2020).....	57
ตารางที่ 29 ผลการทดสอบคลัสต์ล วอลลิส (Kruskal Wallis)* ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 4 กลุ่ม สำหรับข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ ของข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ. 1991 - 2020).....	58
ตารางที่ 30 ผลการทดสอบคลัสต์ล วอลลิส (Kruskal Wallis)* ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 4 กลุ่ม สำหรับข้อมูลอุณหภูมิจุดน้ำค้าง ของข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ. 1991 - 2020).....	59
ตารางที่ 31 แสดงค่าสถิติจากการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอันดับในแต่ละกลุ่มโดย ค่าสถิติของคลัสต์ล วอลลิส (Kruskal Wallis) ของการจัดกลุ่ม 5 กลุ่ม ของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้าง ของข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ. 1991 - 2020).....	60

ตารางที่ 32 ผลการทดสอบคลัสคัล วอลลิส (Kruskal Wallis)* ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 5 กลุ่ม สำหรับข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย ของข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ. 1991 - 2020).....	61
ตารางที่ 33 ผลการทดสอบคลัสคัล วอลลิส (Kruskal Wallis)* ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 5 กลุ่ม สำหรับข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ ของข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ. 1991 - 2020).....	62
ตารางที่ 34 ผลการทดสอบคลัสคัล วอลลิส (Kruskal Wallis)* ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 5 กลุ่ม สำหรับข้อมูลอุณหภูมิจุดน้ำค้าง ของข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ. 1991 - 2020).....	63
ตารางที่ 35 แสดงค่าสถิติจากการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอันดับในแต่ละกลุ่มโดยค่าสถิติของคลัสคัล วอลลิส (Kruskal Wallis) ของการจัดกลุ่ม 6 กลุ่ม ของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้าง ของข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ. 1991 - 2020).....	64
ตารางที่ 36 ผลการทดสอบคลัสคัล วอลลิส (Kruskal Wallis)* ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 6 กลุ่ม สำหรับข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย ของข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ. 1991 - 2020).....	66
ตารางที่ 37 ผลการทดสอบคลัสคัล วอลลิส (Kruskal Wallis)* ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 6 กลุ่ม สำหรับข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ ของข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ. 1991 - 2020).....	67
ตารางที่ 38 ผลการทดสอบคลัสคัล วอลลิส (Kruskal Wallis)* ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 6 กลุ่ม สำหรับข้อมูลอุณหภูมิจุดน้ำค้าง ของข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ. 1991 - 2020).....	67
ตารางที่ 39 ตารางแสดงผลการจัดกลุ่ม 3 กลุ่ม ของข้อมูลสถิติภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010).....	70
ตารางที่ 40 แสดงจำนวน ค่าเฉลี่ย มัธยฐาน ค่าสูงสุด และค่าต่ำสุดของ 3 กลุ่ม ของข้อมูลสถิติภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010).....	73
ตารางที่ 41 ตารางแสดงผลการจัดกลุ่ม 3 กลุ่ม ของข้อมูลสถิติภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ. 1991 - 2020).....	76
ตารางที่ 42 แสดงจำนวน ค่าเฉลี่ย มัธยฐาน ค่าสูงสุด และค่าต่ำสุดของ 3 กลุ่ม ของข้อมูลสถิติภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ. 1991 - 2020).....	79

สารบัญญภาพ

รูปที่ 1 ตัวอย่างของโครงสร้างต้นไม้ของการแบ่งกลุ่มแบบเป็นขั้นตอน (Everitt et al., 2011).....	7
รูปที่ 2 การรวมกลุ่มแบบเดี่ยว (Single Linkage)	8
รูปที่ 3 การรวมกลุ่มแบบสมบูรณ์ (Complete Linkage)	8
รูปที่ 4 การรวมกลุ่มโดยใช้ค่าเฉลี่ย (Average Linkage).....	9
รูปที่ 5 แผนภาพค่าดัชนีความร้อนโดยอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์	14
รูปที่ 6 แผนภาพค่าดัชนีความร้อนโดยอุณหภูมิและอุณหภูมิจุดน้ำค้าง.....	15
รูปที่ 7 แผนผังวิธีดำเนินการศึกษา	21
รูปที่ 8 โครงสร้างข้อมูลสารสนเทศขอบเขตจังหวัดของประเทศไทย จากเว็บไซต์ https://github.com/phoorichet/D3-Thaimaps/find/master	25
รูปที่ 9 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้าง ของข้อมูลสถิติภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010) 30	30
รูปที่ 10 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้าง ของข้อมูลสถิติภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ. 1991 - 2020) 30	30
รูปที่ 11 แผนภาพ Dendrogram แสดงการจัดกลุ่มแบบขั้นตอน (Hierarchical Clustering) ของข้อมูลสถิติภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010)	31
รูปที่ 12 แผนภาพ Heat Map แสดงความแตกต่างจากความเข้ม - อ่อนของสี ของข้อมูลสถิติภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010).....	32
รูปที่ 13 แผนภาพ Box Plot เปรียบเทียบข้อมูลระหว่าง 3 กลุ่มของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย	34
รูปที่ 14 แผนภาพ Box Plot เปรียบเทียบข้อมูลระหว่าง 3 กลุ่มของข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์.....	34
รูปที่ 15 แผนภาพ Box Plot เปรียบเทียบข้อมูลระหว่าง 3 กลุ่มของข้อมูลอุณหภูมิจุดน้ำค้าง	34
รูปที่ 16 แผนภาพ Box Plot เปรียบเทียบข้อมูลระหว่าง 4 กลุ่มของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย	37
รูปที่ 17 แผนภาพ Box Plot เปรียบเทียบข้อมูลระหว่าง 4 กลุ่มของข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์.....	38
รูปที่ 18 แผนภาพ Box Plot เปรียบเทียบข้อมูลระหว่าง 4 กลุ่มของข้อมูลอุณหภูมิจุดน้ำค้าง	38
รูปที่ 19 แผนภาพ Box Plot เปรียบเทียบข้อมูลระหว่าง 5 กลุ่มของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย	41
รูปที่ 20 แผนภาพ Box Plot เปรียบเทียบข้อมูลระหว่าง 5 กลุ่มของข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์.....	42
รูปที่ 21 แผนภาพ Box Plot เปรียบเทียบข้อมูลระหว่าง 5 กลุ่มของข้อมูลอุณหภูมิจุดน้ำค้าง	42
รูปที่ 22 แผนภาพ Box Plot เปรียบเทียบข้อมูลระหว่าง 6 กลุ่มของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย	45
รูปที่ 23 แผนภาพ Box Plot เปรียบเทียบข้อมูลระหว่าง 6 กลุ่มของข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์.....	46
รูปที่ 24 แผนภาพ Box Plot เปรียบเทียบข้อมูลระหว่าง 6 กลุ่มของข้อมูลอุณหภูมิจุดน้ำค้าง	46

รูปที่ 25 แผนภูมิแสดงร้อยละของจำนวนรายคู่ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ของการจัดกลุ่มแบบต่าง ๆ เรียงลำดับจากมากไปน้อย ของการจัดกลุ่มข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010).....	49
รูปที่ 26 แผนภาพ Dendrogram แสดงการจัดกลุ่มแบบขั้นตอน (Hierarchical Clustering) ของข้อมูลสถิติภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ. 1991 - 2020).....	50
รูปที่ 27 แผนภาพ Heat Map แสดงความแตกต่างจากความเข้ม - อ่อนของสี ของข้อมูลสถิติภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ. 1991 - 2020).....	51
รูปที่ 28 แผนภาพ Box Plot เปรียบเทียบข้อมูลระหว่าง 3 กลุ่มของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย.....	53
รูปที่ 29 แผนภาพ Box Plot เปรียบเทียบข้อมูลระหว่าง 3 กลุ่มของข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์.....	53
รูปที่ 30 แผนภาพ Box Plot เปรียบเทียบข้อมูลระหว่าง 3 กลุ่มของข้อมูลอุณหภูมิจุดน้ำค้าง.....	53
รูปที่ 31 แผนภาพ Box Plot เปรียบเทียบข้อมูลระหว่าง 4 กลุ่มของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย.....	56
รูปที่ 32 แผนภาพ Box Plot เปรียบเทียบข้อมูลระหว่าง 4 กลุ่มของข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์.....	57
รูปที่ 33 แผนภาพ Box Plot เปรียบเทียบข้อมูลระหว่าง 4 กลุ่มของข้อมูลอุณหภูมิจุดน้ำค้าง.....	57
รูปที่ 34 แผนภาพ Box Plot เปรียบเทียบข้อมูลระหว่าง 5 กลุ่มของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย.....	60
รูปที่ 35 แผนภาพ Box Plot เปรียบเทียบข้อมูลระหว่าง 5 กลุ่มของข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์.....	61
รูปที่ 36 แผนภาพ Box Plot เปรียบเทียบข้อมูลระหว่าง 5 กลุ่มของข้อมูลอุณหภูมิจุดน้ำค้าง.....	61
รูปที่ 37 แผนภาพ Box Plot เปรียบเทียบข้อมูลระหว่าง 6 กลุ่มของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย.....	65
รูปที่ 38 แผนภาพ Box Plot เปรียบเทียบข้อมูลระหว่าง 6 กลุ่มของข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์.....	65
รูปที่ 39 แผนภาพ Box Plot เปรียบเทียบข้อมูลระหว่าง 6 กลุ่มของข้อมูลอุณหภูมิจุดน้ำค้าง.....	65
รูปที่ 40 แผนภูมิแสดงร้อยละของจำนวนรายคู่ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ของการจัดกลุ่มแบบต่าง ๆ เรียงลำดับจากมากไปน้อย ของการจัดกลุ่มข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ. 1991 - 2020).....	69
รูปที่ 41 แผนภาพ Box Plot แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยของ 3 กลุ่ม (กลุ่ม 0, 1 และ 2) ของข้อมูลสถิติภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010).....	72
รูปที่ 42 แผนภาพ Box Plot แสดงความชื้นสัมพัทธ์ของ 3 กลุ่ม (กลุ่ม 0, 1 และ 2) ของข้อมูลสถิติภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010).....	72
รูปที่ 43 แผนภาพ Box Plot แสดงอุณหภูมิจุดน้ำค้างของ 3 กลุ่ม (กลุ่ม 0, 1 และ 2) ของข้อมูลสถิติภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010).....	73
รูปที่ 44 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้างของ 3 กลุ่ม (0, 1 และ 2) ของข้อมูลสถิติภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010).....	74
รูปที่ 45 แผนที่แสดงการจัดกลุ่มจังหวัดที่คล้ายกันตามปัจจัยสภาพภูมิอากาศด้านการเสี่ยงภัยจากความร้อน ของข้อมูลสถิติภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010).....	75

รูปที่ 46 แผนภาพ Box Plot แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยของ 3 กลุ่ม (กลุ่ม 0, 1 และ 2) ของข้อมูลสถิติ ภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ. 1991 - 2020).....	78
รูปที่ 47 แผนภาพ Box Plot แสดงความชื้นสัมพัทธ์ของ 3 กลุ่ม (กลุ่ม 0, 1 และ 2) ของข้อมูลสถิติ ภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ. 1991 - 2020).....	78
รูปที่ 48 แผนภาพ Box Plot แสดงอุณหภูมิจุดน้ำค้างของ 3 กลุ่ม (กลุ่ม 0, 1 และ 2) ของข้อมูลสถิติ ภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ. 1991 - 2020).....	78
รูปที่ 49 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุด น้ำค้างของ 3 กลุ่ม (0, 1 และ 2) ของข้อมูลสถิติภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ. 1991 - 2020).....	80
รูปที่ 50 แผนที่แสดงการจัดกลุ่มจังหวัดที่คล้ายกันตามปัจจัยสภาพภูมิอากาศด้านการเสี่ยงภัยจาก ความร้อน ของข้อมูลสถิติภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ. 1991 - 2020).....	81

บทที่ 1

บทนำ (Introduction)

1) ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ชีวิตประจำวันของสิ่งมีชีวิตในโลกล้วนแต่ต้องสัมผัสกับสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกันไปตามเวลาและสถานที่ จากการวิเคราะห์อุณหภูมิอย่างต่อเนื่องซึ่งนำโดยนักวิทยาศาสตร์ที่สถาบันกอดดาร์ดเพื่อการศึกษาอวกาศ (GISS) ของ NASA พบว่า อุณหภูมิเฉลี่ยบนโลกเพิ่มขึ้นอย่างน้อย 1.1 องศาเซลเซียส (1.9 องศาฟาเรนไฮต์) ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1880 และล่าสุดในปี ค.ศ. 2022 องค์การอุตุนิยมวิทยาโลก (WMO) รายงานว่าอุณหภูมิเฉลี่ยบนโลกเพิ่มขึ้น 1.15 องศาเซลเซียสจากค่าเฉลี่ยปี ค.ศ. 1850 -1900 โดยปี ค.ศ. 2022 เป็นปีที่โลกมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงเป็นอันดับที่ 5 หรือ 6 แม้ว่าจะเกิดปรากฏการณ์ลานีญา ต่อเนื่องมาแล้ว 3 ปี ซึ่งปรากฏการณ์ลานีญาที่เกิดต่อเนื่องกัน 3 ปีนี้เรียกว่า “triple-dip” ซึ่งในรอบ 50 ปีที่ผ่านมาเคยเกิดขึ้นเพียง 3 ครั้งเท่านั้น (WMO, 2023) การศึกษาสภาพภูมิอากาศจึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้เห็นถึงความสำคัญของแต่ละพารามิเตอร์ที่ส่งผลกระทบต่อเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศที่อาจส่งผลกระทบต่อในด้านต่าง ๆ ทั้งในระดับโลก ภูมิภาค ประเทศ และพื้นที่ในระดับเล็กลงไป ตามลำดับ

ประเทศไทยมีการแบ่งพื้นที่ออกเป็นส่วน ๆ มาตั้งแต่สมัยโบราณ และมักจะแบ่งเพื่อใช้ในการปกครอง การแบ่งภาคการปกครองในสมัยก่อนของกรมการปกครอง มี 4 ภาค คือ ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ แต่ในขณะที่เดียวกันกรมอุตุนิยมวิทยาได้แบ่งพื้นที่ประเทศออกเป็นภาค เพื่อการรายงานอากาศและพยากรณ์อากาศ โดยแบ่งเป็น 5 ภาค คือ ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ (คมกฤษณ์ ศิริวงษ์, ม.ป.ป.) การแบ่งภูมิภาคของคณะกรรมการภูมิศาสตร์แห่งชาติภายใต้การกำกับดูแลของสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ซึ่งได้เสนอขอความเห็นชอบต่อคณะรัฐมนตรีเมื่อ พ.ศ. 2520 การแบ่งภูมิภาคได้อาศัยเกณฑ์ในด้านลักษณะภูมิประเทศเป็นสำคัญ แต่ก็ได้นำลักษณะทางด้านภูมิอากาศ วัฒนธรรม ด้านเชื้อชาติ ภาษา และความเป็นอยู่ของผู้คนในท้องถิ่นมาเป็นส่วนประกอบในการพิจารณาด้วย โดยได้แบ่งเป็น 6 ภูมิภาค คือ ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก ภาคตะวันตก และภาคใต้ (สำนักงานราชบัณฑิตยสภา, ม.ป.ป.) อย่างไรก็ตามการจัดกลุ่มจังหวัดโดยใช้เกณฑ์สภาพภูมิอากาศเพียงอย่างเดียว อาจต้องมาพิจารณาว่าเน้นสภาพภูมิอากาศเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ไปในเรื่องใดและแบ่งด้วยตัวแปรชนิดใด เช่น การแบ่งภาคทางอุตุนิยมวิทยาของประเทศไทย จะแบ่งตามปริมาณฝนและอุณหภูมิเฉลี่ย การแบ่งเขตเพาะปลูกพืชแต่ละชนิดจะแบ่งตามปริมาณฝน อุณหภูมิ และความยาวนานของแสงแดด เป็นต้น ซึ่งการจัดแบ่งดังกล่าวนี้จำเป็นต้องใช้ข้อมูลสถิติภูมิอากาศระยะนาน ในที่นี้จึงได้ทำการศึกษารายงานสถิติภูมิอากาศ คาบ 30 ปี (Climatological Normals : CLINO) มาใช้ในการจัดแบ่ง โดยในปัจจุบันหลาย ๆ ประเทศ ได้มีการนำการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) มาใช้จัดกลุ่มข้อมูล โดยใช้เทคนิคการจัดกลุ่ม (Cluster Analysis) เพื่อวิเคราะห์จังหวัดที่มีลักษณะสภาพภูมิอากาศใกล้เคียงกันมาอยู่ด้วยกัน ทั้งการจัดกลุ่มแบบค่าเฉลี่ย K

กลุ่ม (K-Means Clustering) ซึ่งเหมาะสมกับข้อมูลจำนวนมาก และการจัดกลุ่มแบบเป็นขั้นตอน (Hierarchical Clustering) ซึ่งเหมาะสมสำหรับข้อมูลไม่เกิน 200 ตัวอย่าง

กลุ่มวิจัยและพัฒนาสารสนเทศอุตุนิยมวิทยา กรมอุตุนิยมวิทยา ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญ ของภัยจากความร้อน ซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตบนโลกมากขึ้นเรื่อย ๆ ทั้งจากการที่โลกร้อนขึ้น และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จึงต้องการศึกษาหาแนวทางในการระบุพื้นที่เสี่ยงภัยจากความร้อนเพื่อการวางแผนจัดการภัยจากความร้อนล่วงหน้า โดยได้ศึกษาถึงเทคนิควิธีการจัดกลุ่ม การเรียนรู้ของเครื่อง และรวบรวมพารามิเตอร์หรือตัวแปรสภาพภูมิอากาศที่เกี่ยวข้องด้านภัยจากความร้อน ได้แก่ อุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้าง (NOAA, 2023) ดังรูปที่ 5 และ 6 ข้อมูลจากรายงานสถิติภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 และ พ.ศ. 2534 – 2563 ของประเทศไทย ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยทั้งหมดมาใช้ในการจัดกลุ่ม เพื่อนำมาวิเคราะห์จัดกลุ่มพื้นที่เสี่ยงภัยจากความร้อนของประเทศไทยต่อไป

2) วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อศึกษาการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) และวิธีการจัดกลุ่มแบบเป็นขั้นตอน (Hierarchical Clustering) ด้วยวิธีแบบ Ward

2.2 เพื่อจัดกลุ่มจังหวัดตามสภาพภูมิอากาศที่เกี่ยวข้องกับภัยจากความร้อน จากข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้าง ที่ได้จากรายงานสถิติภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 และ พ.ศ. 2534 – 2563 ของประเทศไทย

3) ขอบเขตของการศึกษา

1. ขอบเขตพื้นที่ศึกษา บริเวณประเทศไทย
2. ข้อมูลสถิติภูมิอากาศของประเทศไทยในคาบ 30 ปี (จากสถานีตรวจอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาจำนวน 53 สถานี) ปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010) และปี พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ. 1991 - 2020)
3. ระยะเวลาดำเนินการ เดือนมีนาคม 2566 - ตุลาคม 2566

4) ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง (Literature review)

- Iyigun et al. (2013) ได้ทำการศึกษา โดยได้ใช้เทคนิคการวิเคราะห์แบ่งกลุ่มแบบเป็นขั้นตอน (Hierarchical Clustering Technique) ด้วยวิธีการที่เรียกว่า “Ward” ซึ่งใช้จัดกลุ่มในลักษณะโดยทั่วไปของชุดข้อมูลอุณหภูมิ หยาดน้ำฟ้า และความชื้นสัมพัทธ์ของ 244 สถานีในตุรกี ผลของการจัดกลุ่มแสดงให้เห็นถึงผลกระทบของลักษณะทางภูมิศาสตร์ทางกายภาพของตุรกี ได้แก่ ภูมิประเทศ การกระจายตัวของพื้นดินกับทะเล โดยใช้ชุดข้อมูลรายเดือนของ 9 ข้อมูลสถิติภูมิอากาศระหว่างปี ค.ศ. 1970 - 2010 โดยจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบ สามารถแบ่งภูมิอากาศของตุรกีได้เป็น 14 กลุ่ม

- Ahmar et al. (2018) ได้ทำการศึกษา การจัดกลุ่มข้อมูลโดยใช้เทคนิค K-Means Clustering (KMC) โดยจัดกลุ่มเมืองในอินโดนีเซียตามความหนาแน่นของประชากร อัตราการเข้าโรงเรียน ดัชนีการพัฒนามนุษย์ และอัตราการว่างงานโดยใช้การจัดกลุ่มแบบ K-Means ผลที่ได้แบ่ง

ได้เป็น 5 กลุ่มใหญ่ ซึ่งเป็นศูนย์กลางของเมืองสำคัญในอินโดนีเซีย

- Ahmad, Othman & Deni (2013) ได้ทำการศึกษาชุดปริมาณน้ำฝนจาก 59 สถานีที่เป็นในคาบสมุทรมมาเลเซีย โดยข้อมูลชุดนี้มีความหลากหลายและความผันผวนที่คาดเดาไม่ได้จากปีต่อปี และจากภูมิภาคหนึ่งไปยังอีกภูมิภาคหนึ่ง ดังนั้นจึงเป็นการเหมาะสมกว่าในการสังเกตสถานีทั้งหมดบนมาตราส่วนเชิงพื้นที่แบบจัดกลุ่มแทนที่จะเป็นแต่ละชุดข้อมูล การวิเคราะห์การเกิดพื้นที่เดียวไม่เพียงพอสำหรับการวางแผนระดับภูมิภาค ดังนั้นจึงเป็นสิ่งสำคัญในการกำหนดความถี่ของปริมาณน้ำฝนในภูมิภาค การวิเคราะห์การจัดกลุ่มแบบเป็นขั้นตอน (Hierarchical Clustering) ด้วยการวัดความคล้ายที่แตกต่างกัน 11 แบบ และ 7 การเชื่อมโยงที่แตกต่างกันถูกใช้ในการศึกษานี้เพื่อค้นหากลุ่มฝนที่เป็นเนื้อเดียวกัน ดัชนีความถูกต้องถูกนำมาประเมินเพื่อกำหนดจำนวนของกลุ่มที่ดีที่สุด ชุดข้อมูลฝน การศึกษานี้อธิบายฝนที่เป็นเนื้อเดียวกัน 3 ภูมิภาค ชื่อ A, B และ C ภายในคาบสมุทรมมาเลเซียซึ่งสอดคล้องกับพื้นที่ที่มีคุณลักษณะทางธรรมชาติและรูปแบบของฝนที่แตกต่างกัน จากงานวิจัยนี้ วิธีการการจัดกลุ่มแบบเป็นขั้นตอน (Hierarchical Clustering) ถูกแนะนำมาใช้เพื่อที่จะจัดกลุ่มชุดข้อมูลฝนแต่ละชุดไปสู่ชุดของกลุ่มเชิงพื้นที่ที่จำกัด

5) ทฤษฎี และ/หรือแนวความคิดที่นำมาใช้ในการศึกษา

กรมอุตุนิยมวิทยา (ม.ป.ป.) กล่าวถึง **ทฤษฎีการแบ่งภาค** ไว้ดังนี้ ภูมิประเทศและการแบ่งภาคทางอุตุนิยมวิทยาประเทศไทยเป็นประเทศเล็ก ลักษณะภูมิประเทศ และลมฟ้าอากาศส่วนใหญ่คล้ายคลึงกันมีแตกต่างกันบ้างเพียงเล็กน้อย การแบ่งภาคของประเทศไทยในทางอุตุนิยมวิทยา จึงพิจารณารูปแบบภูมิอากาศและแบ่งประเทศไทยออกได้เป็น 5 ภาค ดังนี้

1. ภาคเหนือ ประกอบด้วย 15 จังหวัด ได้แก่ เชียงราย แม่ฮ่องสอน เชียงใหม่ ลำพูน ลำปาง พะเยา น่าน แพร่ อุตรดิตถ์ สุโขทัย ตาก กำแพงเพชร พิษณุโลก พิจิตร และเพชรบูรณ์ ภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นเทือกเขา มีภูเขาติดกันเป็นพืดในแนวเหนือ-ใต้ สลับกับหุบเขาทั้งแคบและกว้างมากมาย ทิวเขาที่สำคัญได้แก่ ทิวเขาแดนลาว ซึ่งอยู่ทางตอนเหนือ กั้นเขตแดนระหว่างไทยกับพม่า และเป็นต้นกำเนิดของแม่น้ำปิง ทางตะวันตกมีทิวเขาดงพญาเย็น และทิวเขาตะนาวศรีบางส่วน ตอนกลางของภาคมีทิวเขาผีปันน้ำ ซึ่งเป็นต้นกำเนิดของแม่น้ำวังและแม่น้ำยม ด้านตะวันออกมีทิวเขาหลวงพระบางซึ่งเป็นต้นกำเนิดของแม่น้ำน่าน และมีทิวเขาเพชรบูรณ์บางส่วนเป็นแนวกั้น ระหว่างภาคนี้กับภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ยอดเขาที่สูงที่สุดในประเทศไทย คือ ดอยอินทนนท์อยู่ในเทือกเขาจอมทอง เขตจังหวัดเชียงใหม่ สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 2,565 เมตร

2. ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประกอบด้วย 19 จังหวัด ได้แก่ หนองคาย เลย หนองบัวลำภู อุดรธานี สกลนคร นครพนม มุกดาหาร กาฬสินธุ์ ขอนแก่น มหาสารคาม ร้อยเอ็ด ยโสธร อำนาจเจริญ ชัยภูมิ นครราชสีมา บุรีรัมย์ สุรินทร์ ศรีสะเกษ และอุบลราชธานี มีลักษณะภูมิประเทศเป็นที่ราบสูงและลาดต่ำไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ ทางตะวันตกมีทิวเขาเพชรบูรณ์ และทิวเขาตงพญาเย็นเป็นแนวกั้นระหว่างภาคนี้กับภาคเหนือและภาคกลาง ส่วนทางใต้มีทิวเขาสันกำแพงกั้นระหว่างภาคนี้กับภาคตะวันออก และทิวเขาพนมดงรักกั้นพรมแดนภาคนี้ กับประเทศกัมพูชา ทิวเขาเพชรบูรณ์และทิวเขาตงพญาเย็นซึ่งสูงประมาณ 800 ถึง 1,300 เมตร และทิวเขาพนมดงรัก ซึ่งสูง

ประมาณ 400 เมตร เป็นแนวกันกระแสน้ำตะวันตกเฉียงใต้ ทำให้บริเวณด้านหลังเขาซึ่งได้แก่พื้นที่ทางด้านตะวันตกของภาคมีฝนน้อยกว่าทางตะวันออก

3. ภาคกลาง ประกอบด้วย 18 จังหวัด ได้แก่ นครสวรรค์ อุทัยธานี ชัยนาท สิงห์บุรี ลพบุรี อ่างทอง สระบุรี สุพรรณบุรี พระนครศรีอยุธยา กาญจนบุรี ราชบุรี นครปฐม นนทบุรี ปทุมธานี กรุงเทพมหานคร สมุทรปราการ สมุทรสงคราม และสมุทรสาคร ภูมิภาคส่วนใหญ่เป็นที่ราบลุ่มระดับพื้นที่ลาดลงมาทางใต้ตามลำดับจนถึงอ่าวไทย ในภาคนี้มีภูเขาบ้างแต่ส่วนใหญ่เป็นภูเขาที่ไม่สูงมาก เว้นแต่ทางด้านตะวันตกใกล้ชายแดนประเทศพม่า มีเทือกเขาตะนาวศรีวางตัวในแนวเหนือ-ใต้ต่อเนื่องมาจากภาคเหนือเป็นแนวกันพรมแดนกับประเทศพม่า และมีความสูงเกินกว่า 1,600 เมตร ทางตะวันออกมีทิวเขาตองพญาเย็น เป็นแนวแบ่งเขตภาคนี้กับภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

4. ภาคตะวันออก ประกอบด้วย 8 จังหวัด ได้แก่ นครนายก ฉะเชิงเทรา ปราจีนบุรี สระแก้ว ชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด ลักษณะภูมิประเทศเป็นเทือกเขาและที่ราบ ทางตะวันออกเฉียงใต้ของภาค มีทิวเขาบรรทัดเป็นแนวกันพรมแดนกับประเทศกัมพูชา ถัดเข้ามามีทิวเขาจันทบุรี ทางเหนือมีทิวเขาสันกำแพงและพนมดงรักวางตัวในแนวตะวันตก-ตะวันออกเป็นแนวแบ่งเขตภาคนี้กับภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ทางตะวันตกและทางใต้เป็นฝั่งทะเลติดกับอ่าวไทย มีเกาะใหญ่น้อยมากมาย

5. ภาคใต้ เป็นคาบสมุทรขนานด้วยทะเลสองด้าน ด้านตะวันตกคือทะเลอันดามัน ด้านตะวันออก คืออ่าวไทยซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของทะเลจีนใต้ ทางตอนบนของภาคมีทิวเขาตะนาวศรีซึ่งวางตัวในแนวเหนือ-ใต้ต่อเนื่องมาจากภาคเหนือและภาคกลางเป็นแนวกันพรมแดนกับประเทศพม่า ทางตอนล่างของภาคมีทิวเขาภูเก็ตและทิวเขานครศรีธรรมราชวางตัวในแนวเหนือ-ใต้ แบ่งภาคนี้ ออกเป็นสองส่วน คือที่ราบชายฝั่งทะเลด้านตะวันออกติดกับอ่าวไทยซึ่งมีอาณาเขตกว้างขวาง และที่ราบด้านตะวันตกขนานกับชายฝั่งทะเลอันดามัน และช่องแคบมะละกาซึ่งเป็นบริเวณแคบกว่าที่ราบด้านตะวันออก ทางทิศใต้ของภาคมีทิวเขาสันกาลาศรีเป็นแนวกันพรมแดนกับประเทศมาเลเซีย

ภาคนี้แบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน ดังนี้

5.1 ภาคใต้ฝั่งตะวันออก ได้แก่บริเวณตอนบนของภาคต่อเนื่องถึงที่ราบชายฝั่งทะเลด้านตะวันออก ประกอบด้วย 10 จังหวัด ได้แก่ เพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช พัทลุง สงขลา ปัตตานี ยะลา และนราธิวาส

5.2 ภาคใต้ฝั่งตะวันตก ประกอบด้วย 6 จังหวัด ได้แก่ ระนอง พังงา ภูเก็ต กระบี่ ตรัง และสตูล

ข้อมูลสถานีอุตุนิยมวิทยา 53 สถานี ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตารางแสดงข้อมูลสถานีอุตุนิยมวิทยา 53 สถานี

ลำดับที่	รหัสสถานี	ชื่อสถานี (ภาษาไทย)	ชื่อสถานี (ภาษาอังกฤษ)	จังหวัด
1.	48300	แม่ฮ่องสอน	Mae Hong Son	แม่ฮ่องสอน
2.	48303	เชียงราย	Chiang Rai	เชียงราย
3.	48310	พะเยา	Phayao	พะเยา
4.	48327	เชียงใหม่	Chiang Mai	เชียงใหม่
5.	48328	ลำปาง	Lampang	ลำปาง

ลำดับที่	รหัสสถานี	ชื่อสถานี (ภาษาไทย)	ชื่อสถานี (ภาษาอังกฤษ)	จังหวัด
6.	48329	ลำพูน	Lamphun	ลำพูน
7.	48330	แพร่	Phrae	แพร่
8.	48331	น่าน	Nan	น่าน
9.	48351	อุตรดิตถ์	Uttaradit	อุตรดิตถ์
10.	48352	หนองคาย	Nong Khai	หนองคาย
11.	48353	เลย	Loei	เลย
12.	48354	อุดรธานี	Udon Thani	อุดรธานี
13.	48356	สกลนคร	Sakon Nakhon	สกลนคร
14.	48357	นครพนม	Nakhon Phanom	นครพนม
15.	48376	ตาก	Tak	ตาก
16.	48378	พิษณุโลก	Phitsanulok	พิษณุโลก
17.	48379	เพชรบูรณ์	Phetchabun	เพชรบูรณ์
18.	48380	กำแพงเพชร	Kamphaeng Phet	กำแพงเพชร
19.	48381	ขอนแก่น	Khon Kaen	ขอนแก่น
20.	48382	มหาสารคาม	Maha Sarakham	มหาสารคาม
21.	48383	มุกดาหาร	Mukdahan	มุกดาหาร
22.	48390	กาฬสินธุ์	Kalasin	กาฬสินธุ์
23.	48400	นครสวรรค์	Nakhon Sawan	นครสวรรค์
24.	48403	ชัยภูมิ	Chaiyaphum	ชัยภูมิ
25.	48405	ร้อยเอ็ด	Roi Et	ร้อยเอ็ด
26.	48407	อุบลราชธานี	Ubon Ratchathani	อุบลราชธานี
27.	48425	สุพรรณบุรี	Suphan Buri	สุพรรณบุรี
28.	48426	ลพบุรี	Lop Buri	ลพบุรี
29.	48430	ปราจีนบุรี	Prachin Buri	ปราจีนบุรี
30.	48431	นครราชสีมา	Nakhon Ratchasima	นครราชสีมา
31.	48432	สุรินทร์	Surin	สุรินทร์
32.	48436	นางรอง	Nang Rong	บุรีรัมย์
33.	48450	กาญจนบุรี	Kanchanaburi	กาญจนบุรี
34.	48455	กรุงเทพมหานคร	Bangkok Metropolis	กรุงเทพมหานคร
35.	48459	ชลบุรี	Chon Buri	ชลบุรี
36.	48462	อรัญประเทศ	Aranya Prathet	สระแก้ว
37.	48465	เพชรบุรี	Phetchaburi	เพชรบุรี
38.	48478	ระยอง	Rayong	ระยอง
39.	48480	จันทบุรี	Chanthaburi	จันทบุรี

ลำดับที่	รหัสสถานี	ชื่อสถานี (ภาษาไทย)	ชื่อสถานี (ภาษาอังกฤษ)	จังหวัด
40.	48500	ประจวบคีรีขันธ์	Prachuap Khiri Khan	ประจวบคีรีขันธ์
41.	48501	ตราด	Trat	ตราด
42.	48517	ชุมพร	Chumphon	ชุมพร
43.	48532	ระนอง	Ranong	ระนอง
44.	48551	สุราษฎร์ธานี	Surat Thani	สุราษฎร์ธานี
45.	48552	นครศรีธรรมราช	Nakhon Si Thammarat	นครศรีธรรมราช
46.	48561	ตะกั่วป่า	Takua Pa	พังงา
47.	48563	กระบี่	Krabi	กระบี่
48.	48564	ภูเก็ต	Phuket	ภูเก็ต
49.	48567	ตรัง	Trang Airport	ตรัง
50.	48568	สงขลา	Songkhla	สงขลา
51.	48570	สตูล	Satun	สตูล
52.	48580	ปัตตานี	Pattani Airport	ปัตตานี
53.	48583	นราธิวาส	Narathiwat	นราธิวาส

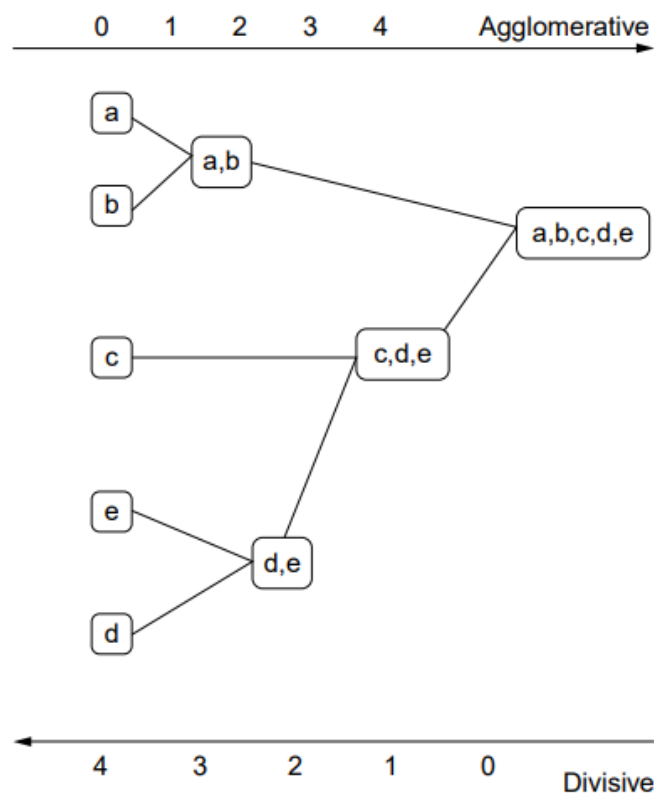
การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) นิเวศ จิระวิจิตชัย (2560, น. 3) ได้ให้ความหมาย คือ การทำให้เครื่องเรียนรู้ได้จากข้อมูลตัวอย่างหรือสภาพแวดล้อม จุดมุ่งหมายคือการพัฒนาหรือปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของระบบให้ดีขึ้น เมื่อเรียนรู้แล้วความรู้ที่เรียนรู้ได้จะเก็บไว้ในฐานความรู้ด้วยรูปแบบการแทนความรู้ได้อย่างใดอย่างหนึ่ง เช่น กฎ ฟังก์ชัน

การเรียนรู้แบบมีผู้สอน (Supervised learning) นิเวศ จิระวิจิตชัย (2560, น. 4) ได้ให้ความหมาย คือ เทคนิคหนึ่งของการเรียนรู้ของเครื่องซึ่งสร้างฟังก์ชันจากข้อมูลสอน (Training Data) ข้อมูลสอนประกอบด้วยวัตถุเข้าและผลที่ต้องการ ผลจากการเรียนรู้จะเป็นฟังก์ชันที่อาจจะให้ค่าต่อเนื่อง (Regression) หรือ ใช้ทำนายประเภทของวัตถุ (Classification) การกิจของเครื่องเรียนรู้แบบมีผู้สอน คือ การทำนายค่าของฟังก์ชันจากวัตถุเข้าที่ถูกต้องโดยใช้ตัวอย่างสอนจำนวนน้อย โดยเครื่องเรียนรู้จะต้องวางนัยทั่วไป (Generalize) จากข้อมูลที่มีอยู่ไปยังกรณีที่ไม่เคยพบอย่างมีเหตุผล

การเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอน (Unsupervised learning) มาณวิกา กิตติพร (2562) ได้ให้ความหมาย คือ การเรียนรู้จากข้อมูลแบบไม่มีโครงสร้าง หรือไม่มีข้อมูลเฉลยผลลัพธ์ใด ๆ ให้เครื่องจักรได้เรียนรู้ ซึ่งเครื่องจักรต้องหาโครงสร้างของข้อมูลนำเข้าเอง โดยบอกแค่ความต้องการข้อมูลแบบใด เช่น ต้องการแบ่งกลุ่มข้อมูล (Clustering) แต่ไม่สามารถระบุผลลัพธ์ที่ได้ เครื่องจักรจะทำการแบ่งกลุ่มข้อมูลตามเงื่อนไขที่เราระบุเท่านั้น

ประเภทของการวิเคราะห์แบ่งกลุ่ม กัลยา วาณิชย์บัญชา (2548) ได้จำแนกการวิเคราะห์แบ่งกลุ่มตามขั้นตอนของการรวมกลุ่มออกเป็น 2 ประเภท คือ การวิเคราะห์แบ่งกลุ่มแบบเป็นขั้นตอน (Hierarchical Cluster Analysis) และการวิเคราะห์แบ่งกลุ่มแบบไม่เป็นขั้นตอน (Non-Hierarchical Cluster Analysis)

1. การวิเคราะห์แบ่งกลุ่มแบบเป็นขั้นตอน (Hierarchical Cluster Analysis) จันท์ จิรา พิลาแดง (2558) ได้อธิบายว่า มีวิธีการย่อยในการจัดกลุ่ม 2 วิธี คือ วิธีการรวมกลุ่ม (Agglomerative) และวิธีการแบ่งกลุ่ม (Divisive) การวิเคราะห์แบ่งกลุ่มแบบเป็นขั้นตอนด้วยวิธีการรวมกลุ่มเป็นวิธีการรวมหน่วยตัวอย่างเข้าเป็นกลุ่มเดียวกัน โดยเริ่มจาก 1 หน่วยตัวอย่างเป็น 1 กลุ่ม ถ้ามี n หน่วยตัวอย่าง แสดงว่ามี n กลุ่ม จากนั้นพิจารณาว่าจะรวมหน่วยตัวอย่างคู่ใดเข้าด้วยกันถ้าพิจารณาจากความคล้ายจะให้หน่วยตัวอย่างที่คล้ายกันมากที่สุดอยู่กลุ่มเดียวกัน แต่ถ้าพิจารณาจากความไม่คล้ายจะให้หน่วยตัวอย่างที่ต่างกันน้อยที่สุดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน หลังจากนั้นทำการรวมกลุ่มต่าง ๆ เข้าด้วยกันทีละ 2 กลุ่ม จนกระทั่งสุดท้ายเหลือเพียง 1 กลุ่ม หรือทุกหน่วยตัวอย่างรวมอยู่ในกลุ่มเดียวกัน การวิเคราะห์แบ่งกลุ่มแบบเป็นขั้นตอนด้วยวิธีการแบ่งกลุ่ม จะตรงข้ามกับวิธีข้างต้น คือ จะทำการแบ่งกลุ่มหน่วยตัวอย่างทั้งหมดออกจากกันเป็น 2 กลุ่ม และทำไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งได้จำนวนกลุ่มเท่ากับจำนวนหน่วยตัวอย่าง โดยที่วิธีการทั้ง 2 วิธีนี้ สามารถแสดงให้เห็นได้ในแผนภาพ 2 มิติ ที่เรียกว่า เดนโดแกรม (Dendrogram) ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงการรวมกลุ่มหรือการแบ่งกลุ่มในแต่ละระดับ (จำนวน Case ควรต่ำกว่า 200 ถ้าตั้งแต่ 200 ขึ้นไปใช้การจัดกลุ่มด้วยวิธี K-means) (ปราณี นิลกรณ, 2548, น. 646) ดังภาพที่ 2.1

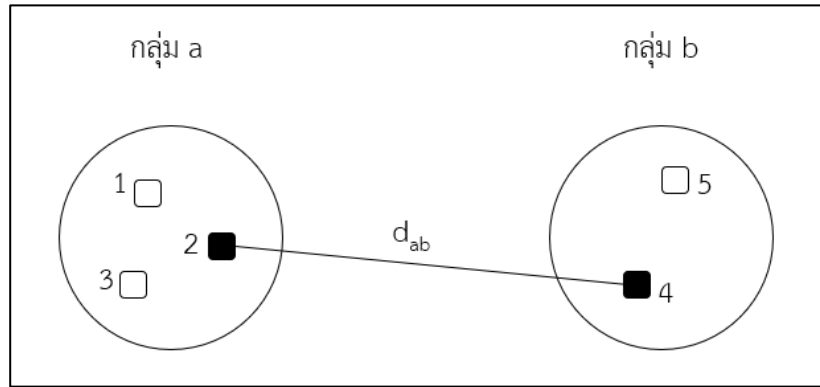


รูปที่ 1 ตัวอย่างของโครงสร้างต้นไม้ของการแบ่งกลุ่มแบบเป็นขั้นตอน (Everitt et al., 2011)

และมีหลักเกณฑ์วิธีการรวมกลุ่มหลายวิธี ดังนี้

1.1 การรวมกลุ่มแบบเดี่ยว (Single Linkage)

หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การรวมกลุ่มเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด (Nearest Neighbor Linkage) จะทำการรวม 2 กลุ่มเข้าด้วยกัน โดยใช้ระยะห่างที่น้อยที่สุดระหว่าง 2 กลุ่ม



รูปที่ 2 การรวมกลุ่มแบบเดี่ยว (Single Linkage)

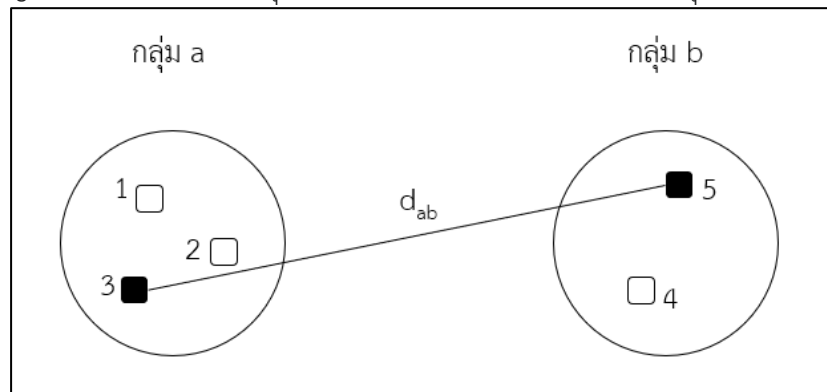
สมการที่ใช้ในการคำนวณ คือ

$$d_{ab} = \min(d_{14}, d_{15}, d_{24}, d_{25}, d_{34}, d_{35})$$

โดยที่ d_{ab} แทน ระยะห่างที่น้อยที่สุดของกลุ่ม a และกลุ่ม b

1.2 การรวมกลุ่มแบบสมบูรณ์ (Complete Linkage)

หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การรวมกลุ่มเพื่อนบ้านไกลที่สุด (Furthest Neighbor Linkage) จะทำการรวม 2 กลุ่มเข้าด้วยกัน โดยใช้ระยะห่างที่มากที่สุดระหว่าง 2 กลุ่ม



รูปที่ 3 การรวมกลุ่มแบบสมบูรณ์ (Complete Linkage)

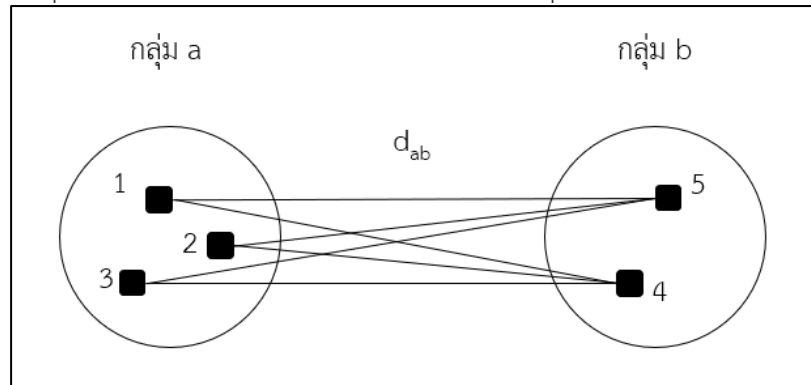
สมการที่ใช้ในการคำนวณ คือ

$$d_{ab} = \max(d_{14}, d_{15}, d_{24}, d_{25}, d_{34}, d_{35})$$

โดยที่ d_{ab} แทน ระยะห่างที่มากที่สุดของกลุ่ม a และกลุ่ม b

1.3 การรวมกลุ่มโดยใช้ค่าเฉลี่ย (Average Linkage)

การรวมกลุ่มโดยใช้ค่าเฉลี่ยระหว่าง 2 กลุ่ม โดยการหารระยะห่างระหว่างหน่วยต่าง ๆ ทุกคู่ที่อยู่ใน 2 กลุ่ม หลังจากนั้นจะรวมกลุ่มที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดไว้ด้วยกัน ในกรณีที่ภายในกลุ่มมีเพียง 1 ค่า จะให้ค่านั้นเป็นค่าเฉลี่ยของกลุ่ม



รูปที่ 4 การรวมกลุ่มโดยใช้ค่าเฉลี่ย (Average Linkage)

สมการที่ใช้ในการคำนวณ คือ

$$d_{ab} = (d_{14}, d_{15}, d_{24}, d_{25}, d_{34}, d_{35})/n$$

โดยที่ d_{ab} แทน ระยะห่างเฉลี่ยของทุกคู่ระหว่างกลุ่ม a และกลุ่ม b

n แทน จำนวนคู่ในการหารระยะห่างทั้งหมด

1.4 การรวมกลุ่มโดยวิธีของ Ward (Ward's Method)

บางครั้งเรียกวิธีการนี้ว่าวิธีแปรปรวนต่ำสุด หรือการพิจารณาผลรวมของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Sum of Squared Error: SSE) นั่นคือ รวมกลุ่ม 2 กลุ่มเข้าด้วยกันเมื่อผลบวกของความคลาดเคลื่อนกำลังสองของกลุ่มใหม่มีค่าต่ำที่สุด สมการที่ใช้ในการคำนวณ คือ

$$SSE = \sum_{j=1}^k \left[\sum_{i=1}^{n_i} x_{ij}^2 - \frac{1}{n_j} \left(\sum_{i=1}^{n_j} x_{ij} \right)^2 \right]$$

โดยที่ x_{ij} แทน ค่าของข้อมูลคนที่ i ที่อยู่ในกลุ่มที่ j

K แทน จำนวนกลุ่มในแต่ละชั้น

n_j แทน จำนวนหน่วยตัวอย่างในกลุ่มที่ j

2. การวิเคราะห์แบ่งกลุ่มแบบไม่เป็นขั้นตอน (Non-Hierarchical Cluster Analysis) หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า การแบ่งส่วน (Partitioning หรือ Partition Based) จะแตกต่างจากการวิเคราะห์แบ่งกลุ่มแบบเป็นขั้นตอน โดยที่ผู้วิจัยจะต้องกำหนดเองว่าต้องการแบ่งเป็นกี่กลุ่ม ปราณี นิลกรณ (2548, น. 659) กล่าวว่าวิธีการนี้ไม่จำเป็นต้องใช้เมทริกซ์ระยะทาง ทำให้มีพื้นที่ในการคำนวณเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นจึงสามารถรองรับข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ได้ดีกว่าการวิเคราะห์แบ่งกลุ่มแบบเป็นขั้นตอน สำหรับการวิเคราะห์แบ่งกลุ่มแบบไม่เป็นขั้นตอนที่รู้จักกันทั่วไป และนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย ได้แก่ การจัดกลุ่มด้วยวิธี K-means

ประเภทข้อมูล สุจรรยา ทรัพย์ศิริโสภา (ม.ป.ป.) ได้อธิบายไว้ดังนี้

ข้อมูล (Data) คือ ข้อเท็จจริงที่เก็บรวบรวมได้จากตัวอย่างหรือประชากร แบ่งตามลักษณะข้อมูลได้ 2 ประเภท ดังนี้

1. ข้อมูลเชิงปริมาณ (Quantitative Data) เป็นข้อมูลที่วัดค่าได้ว่ามากหรือน้อยในเชิงปริมาณ เช่น รายได้ อายุ ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ
 - 1.1 ข้อมูลแบบต่อเนื่อง (Continuous Data) หมายถึง ข้อมูลที่มีค่าต่อเนื่องกันในช่วงที่กำหนด สามารถแจกสมาชิกในข้อมูลได้ เช่น ความสูง อายุ ระยะทาง เป็นต้น
 - 1.2 ข้อมูลแบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete Data) หมายถึง ข้อมูลที่มีค่าเป็นจำนวนเต็มหรือจำนวนนับ เช่น จำนวนนักศึกษา จำนวนสมาชิกในครัวเรือน เป็นต้น
2. ข้อมูลเชิงคุณภาพ (Qualitative Data) เป็นข้อมูลที่ไม่สามารถระบุได้ว่ามากหรือน้อย อาจแทนด้วยตัวเลขก็ได้ โดยตัวเลขดังกล่าวไม่มีความหมายในเชิงปริมาณ เช่น เพศ ระดับการศึกษา อาชีพ ทศนคติ เป็นต้น

การวัดตัวแปร บุญชม ศรีสะอาด (2556 : 52-54) ได้กล่าวถึงระดับของการวัดในการวิจัย ซึ่งข้อมูลจำนวนมากได้มาจากการวัด การวัด (Measurement) หมายถึง การกำหนดตัวเลขหรือสัญลักษณ์อื่น ๆ แทนปริมาณหรือคุณภาพหรือคุณลักษณะ ระดับของการวัดมี 4 ระดับ หรือเรียกว่า 4 มาตรา คือ

1. มาตรานามบัญญัติ (Nominal Scale or Classification Scale)

เป็นระดับการวัดที่ต่ำที่สุด เป็นการกำหนดตัวเลขแทนชื่อคน แทนคุณลักษณะต่าง ๆ แทนเหตุการณ์ต่าง ๆ หรือแทนสิ่งต่าง ๆ เช่น เลขทะเบียนรถต่าง ๆ การกำหนดให้เลข 0 แทนเพศหญิง เลข 1 แทนเพศชาย คุณสมบัติที่สำคัญของมาตรานี้ คือ ตัวเลขที่กำหนดให้จะเพียงแต่ชี้ถึงความแตกต่างกัน กล่าวคือ ชี้ว่าไม่ใช่สิ่งเดียวกัน ไม่ได้แทนอันดับ ขนาด ปริมาณหรือคุณภาพใด ๆ ซึ่งตัวเลขหรือค่าต่าง ๆ ที่กำหนดให้ก็นำมาบวก ลบ คูณ หารกันไม่ได้ และจากการที่ไม่ได้ชี้ปริมาณหรือคุณภาพดังกล่าว นักจิตวิทยาบางท่านจึงไม่ยอมรับการวัดชนิดนี้ว่าเป็นการวัด (Measurement)

2. มาตราเรียงอันดับ (Ordinal Scale)

เป็นระดับของการวัดที่สูงกว่ามาตรานามบัญญัติ เป็นการกำหนดตัวเลขหรือสัญลักษณ์เพื่อชี้ถึงอันดับที่ เช่น หลังจากพิจารณาพานไหว้ครูแล้วก็ให้อันดับจากพานที่จัดทำได้สวยที่สุดเป็นอันดับ 1 รองลงมาเป็นอันดับ 2 และ 3 ตามลำดับ เป็นต้น มาตรานี้มีคุณสมบัติของมาตรานามบัญญัติ กล่าวคือ ความแตกต่างกัน และยังมีทิศทางของความแตกต่างอีกด้วย เช่น อันดับ 1 อยู่เหนือกว่าอันดับ 2 เป็นต้น แต่ช่วงระหว่างอันดับต่าง ๆ มักไม่เท่ากัน เช่น อันดับที่ 1 อาจมีคุณภาพเหนือกว่า

อันดับที่ 2 มาก ขณะที่อันดับที่ 2 มีคุณภาพใกล้เคียงกับอันดับที่ 3 มาก เป็นต้น จากการที่ช่วงอันดับไม่เท่ากันดังกล่าว จึงไม่สามารถนำเอาตัวเลขในมาตรานี้ (เอาอันดับที่) มาบวก ลบ คูณ หารกัน

3. มาตราอันตรภาค (Interval Scale) เป็นระดับการวัดที่สูงกว่ามาตรานามบัญญัติและมาตราเรียงอันดับ โดยมีคุณสมบัติเพิ่มขึ้นอีก 2 ประการ คือ มี ศูนย์สัมมุติ (Arbitrary Zero or Relative Zero) และมีหน่วยของการวัดที่เท่ากัน ตัวอย่างของมาตรานี้ได้แก่ การวัดอุณหภูมิ เช่น ในหน่วยวัดอุณหภูมิแบบเซลเซียส จะกำหนดจุดที่น้ำกลายเป็นน้ำแข็งเป็น 0 องศาเซลเซียสและจุดที่น้ำเดือดเป็น 100 องศาเซลเซียส แล้วแบ่งช่วงระหว่าง 2 จุดนี้ออกเป็น 100 ช่วงเท่า ๆ กัน 0 องศาเซลเซียส เป็นศูนย์เทียม ไม่ได้หมายถึง การที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส นี้ไม่มีความร้อนอยู่เลย เป็นเพียงจุดที่น้ำกลายเป็นน้ำแข็ง นักวัดผลถือว่าคะแนนจากการสอบวัดในตัวแปรต่าง ๆ เช่น ผลสัมฤทธิ์ในวิชาภาษาไทย คะแนนจากแบบทดสอบวัดความถนัดทางเหตุผล ฯลฯ เป็นการวัดในมาตรานี้นับว่ามาตราอันตรภาค เป็นมาตราที่เป็นปริมาณอย่างแท้จริง ไม่เหมือนมาตรานามบัญญัติและเรียงอันดับ

4. มาตราอัตราส่วน (Ratio Scale) เป็นระดับการวัดที่สูงที่สุด นอกจากจะมีคุณสมบัติเหมือนมาตราอันตรภาคแล้ว ยังมีศูนย์แท้ (Absolute Zero) การวัดในมาตรานี้ได้แก่ การวัดความยาว น้ำหนัก ฯลฯ แต่ละหน่วยของความยาวจะมีช่วงเท่ากัน แต่ละหน่วยของน้ำหนักจะมีขนาดเท่ากัน จากที่การวัดในระดับนี้มีความสมบูรณ์ทุกประการ จึงสามารถนำมาบวก ลบ คูณ หาร ถอด ราก และยกกำลังได้

รายงานค่าสถิติภูมิอากาศ ค่าปกติ ประเทศไทย 30 ปี (Climatological Normals)

องค์การอุตุนิยมวิทยาโลก (2017) ได้นิยามความหมายของ Climatological Normals คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลสภาพภูมิอากาศที่คำนวณสำหรับระยะเวลาติดต่อกัน 30 ปี เช่น 1 มกราคม ค.ศ. 1981 ถึง 31 ธันวาคม ค.ศ. 2010 นอกจากนี้ยังให้คำจำกัดความของค่าที่ใช้ใน Climatological Normals ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Average) คือ ค่าเฉลี่ยของค่ารายเดือนของข้อมูลภูมิอากาศในช่วงเวลาที่กำหนด และพารามิเตอร์ (Parameter) คือ ตัวบ่งชี้ทางสถิติขององค์ประกอบภูมิอากาศ ค่านี้เป็นค่าเฉลี่ยเลขคณิตแต่ยังสามารถรวมค่าต่าง ๆ เช่น ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จุดเปอร์เซ็นต์ไทล์ จำนวนที่เกินเกณฑ์หรือค่าสุดขีด (Extreme Values)

Climatological Normals คำนวณจากค่ารายเดือนในช่วงระยะเวลาเฉลี่ย ขึ้นอยู่กับพารามิเตอร์ที่พิจารณา ค่ารายเดือนเหล่านี้อาจเป็น :

- ค่าเฉลี่ยของค่าข้อมูลรายวันที่บันทึกในช่วงเดือน ในที่นี้เรียกว่าพารามิเตอร์เฉลี่ย (Mean Parameters)
- ค่าสูงสุดหรือต่ำสุดที่บันทึกในช่วงเดือน ในที่นี้เรียกว่าพารามิเตอร์ค่าสูงสุด (Extreme Parameters)
- ผลรวมของค่าข้อมูลรายวันที่บันทึกในช่วงเดือน ในที่นี้เรียกว่าพารามิเตอร์ผลรวม (Sum Parameters)
- จำนวนวันที่สูงกว่าหรือต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดหรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ในที่นี้เรียกว่าพารามิเตอร์การนับ (Count Parameters)

โดยกรมอุตุนิยมวิทยา ประเทศไทย ได้จัดทำ รายงานค่าสถิติภูมิอากาศ ค่าปกติ ประเทศไทย 30 ปี (Climatological Normals) ซึ่งแหล่งที่มาของข้อมูลได้จากศูนย์ภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา

และจากเว็บไซต์ <https://www.ncei.noaa.gov/pub/data/normals/WMO/1981-2010/RA-II/Thailand/> ประกอบด้วยพารามิเตอร์ดังนี้

ตารางที่ 2 แสดงพารามิเตอร์ทางภูมิอากาศผิวพื้นจากรายงานสถิติภูมิอากาศ ปี พ.ศ. 2524 – 2553 ของประเทศไทย (World Meteorological Organization Climatological Normals for 1981-2010)

ลำดับ ที่	ชื่อพารามิเตอร์	ความหมาย	หน่วยวัด
1.	Precipitation_Total	ปริมาณฝนรวม	มิลลิเมตร
2.	Daily_Maximum_Temperature	อุณหภูมิสูงสุดรายวัน	องศาเซลเซียส
3.	Daily_Minimum_Temperature	อุณหภูมิต่ำสุดรายวัน	องศาเซลเซียส
4.	Daily_Mean_Temperature	อุณหภูมิเฉลี่ยรายวัน	องศาเซลเซียส
5.	Mean Sea Level Pressure	ความกดอากาศที่ระดับน้ำทะเลเฉลี่ย	เฮกโตปาสคาล
6.	Highest_Value_of_Daily_Maximum_Temperature	ค่าสูงสุดของอุณหภูมิสูงสุดรายวัน	องศาเซลเซียส
7.	Lowest_Value_of_Daily_Minimum_Temperature	ค่าต่ำสุดของอุณหภูมิต่ำสุดรายวัน	องศาเซลเซียส
8.	Highest_Value_of_Daily_Precipitation	ค่าสูงสุดของปริมาณฝนรวมรายวัน	มิลลิเมตร
9.	Relative_Humidity	ความชื้นสัมพัทธ์	%
10.	Dewpoint_Temperature	อุณหภูมิจุดน้ำค้าง	องศาเซลเซียส

ภูมิอากาศ (Climate) Ahrens et al. (2017) ได้ให้ความหมายไว้ คือ การสะสมของเหตุการณ์สภาพอากาศรายวันและตามฤดูกาล (ช่วงเฉลี่ยของสภาพอากาศ) เป็นเวลานาน ช่วงเวลา แนวคิดเรื่องภูมิอากาศยังรวมถึงสภาพอากาศสุดขั้ว (Extremes of Weather) คลื่นความร้อน (Heat Waves) ในฤดูร้อนและความเย็นจัด (Cold Spells) ในฤดูหนาว ซึ่งเกิดขึ้นในภูมิภาคเฉพาะ

อุณหภูมิ (Temperature) Ahrens et al. (2017) ได้ให้ความหมายไว้ คือ ระดับความร้อนหรือความเย็นของสาร สามารถวัดด้วยเทอร์โมมิเตอร์ นอกจากนี้ยังเป็นการวัดความเร็วเฉลี่ยหรือพลังงานจลน์ของอะตอมและโมเลกุลในสาร โดยปกติแล้วอุณหภูมิของอากาศจะลดลงจากพื้นผิวโลกจนถึงระดับความสูงประมาณ 11 กม. ซึ่งเกือบ 36,000 ฟุต หรือ 7 ไมล์ อุณหภูมิของอากาศที่ลดลงพร้อมกับความสูงที่เพิ่มขึ้นมีสาเหตุหลักมาจากแสงแดดที่ทำให้พื้นผิวโลกอุ่นขึ้น และในทางกลับกัน พื้นผิวก็ทำให้อากาศด้านบนอุ่นขึ้น อัตราที่อุณหภูมิของอากาศลดลงตามความสูง เรียกว่า อัตราการลดลงของอุณหภูมิ (Temperature Lapse Rate) ในบางครั้ง อุณหภูมิของอากาศอาจเพิ่มขึ้นตามความสูง ทำให้เกิดสภาวะที่เรียกว่าการผกผันของอุณหภูมิ (Temperature Inversion) ดังนั้น อัตราความล่าช้าจึงผันผวนแตกต่างกันไปในแต่ละวัน ฤดูกาลต่อฤดูกาลและสถานที่

ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) Ahrens et al. (2017) ได้ให้ความหมายไว้ คือ อัตราส่วนของปริมาณไอน้ำในอากาศเมื่อเทียบกับปริมาณที่ต้องการสำหรับความอิ่มตัว (โดยเฉพาะอุณหภูมิและความดัน) อัตราส่วนของความดันไอที่แท้จริงของอากาศต่อความดันไออิ่มตัว ความชื้นสัมพัทธ์กำหนดเป็นเปอร์เซ็นต์ อากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 50 มีปริมาณไอน้ำครึ่งหนึ่งที่จำเป็นต่อการอิ่มตัว อากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 100 เปอร์เซ็นต์ เรียกว่า **อิ่มตัว (Saturated)** เพราะถูกเติมด้วยไอน้ำจนเต็มความจุอากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์มากกว่า 100 เปอร์เซ็นต์ เรียกว่า **อิ่มตัวเกิน (Supersaturated)** ซึ่งเป็นสภาวะที่ไม่มีแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นบ่อยครั้งหรือคงอยู่นาน เนื่องจากความชื้นสัมพัทธ์ถูกใช้มากในชีวิตประจำวัน

การเพิ่มขึ้นของไอน้ำ (โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศ) จะทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ เพิ่มขึ้น เหตุผลของการเพิ่มขึ้นนี้อยู่ในข้อเท็จจริงที่ว่าเมื่อมีการเพิ่มโมเลกุลของไอน้ำเข้าไปในอากาศมากขึ้น จึงมีโอกาสมากขึ้นที่โมเลกุลของไอบางส่วนจะเกาะติดเข้าด้วยกันและควบแน่น การควบแน่นเกิดขึ้นในอากาศอิ่มตัว ดังนั้น เมื่อเพิ่มโมเลกุลของไอน้ำเข้าไปในอากาศมากขึ้นเรื่อย ๆ อากาศจะค่อย ๆ เข้าใกล้ความอิ่มตัวและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเพิ่มขึ้น ในทางกลับกัน การกำจัดไอน้ำออกจากอากาศลดโอกาสในการอิ่มตัว ซึ่งทำให้ค่าสัมพัทธ์ของอากาศลดลง โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศ การเพิ่มไอน้ำในอากาศจะเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ การลดไอน้ำจากอากาศช่วยลดความชื้นสัมพัทธ์

เมื่ออุณหภูมิอากาศต่ำลง โมเลกุลของไอน้ำจะเคลื่อนที่ช้าลง การควบแน่น มีแนวโน้มมากขึ้น เมื่ออากาศเข้าใกล้ความอิ่มตัว และความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้น โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณไอน้ำ การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิอากาศทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ลดลง ในขณะที่อุณหภูมิอากาศลดลงจะเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์

อุณหภูมิจุดน้ำค้าง (Dew Point) Ahrens et al. (2017) ได้ให้ความหมายไว้ คือ อุณหภูมิของอากาศที่ต้องทำให้เย็นลง (ที่ความดันคงที่และปริมาณไอน้ำคงที่) เพื่อให้เกิดความอิ่มตัว

ดัชนีความร้อน (Heat Index : HI)

Ahrens et al. (2017) ได้ให้ความหมายไว้ คือ ดัชนีที่พิจารณาาร่วมกันของอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์เพื่อกำหนดอุณหภูมิที่คนเรารู้สึกได้ (Apparent Temperature) หรือรู้สึกร้อนอย่างไร ค่าดัชนีความร้อนนี้ถูกใช้โดย National Weather Service (NWS)

National Weather Service (n.d.) ได้ให้ความหมายไว้ คือ อุณหภูมิที่ร่างกายมนุษย์รู้สึกได้ (Apparent Temperature) เมื่อความชื้นสัมพัทธ์ถูกรวมเข้ากับอุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิอากาศ และดัชนีความร้อน (Heat Index) มีความสัมพันธ์โดยตรง คือ เมื่ออุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์สูงขึ้น ดัชนีความร้อนก็จะสูงขึ้น หากอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ลดลง ดัชนีความร้อนก็จะลดลง การกำหนดดัชนีความร้อน ดังรูปที่ 5 จำเป็นต้องรู้อุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ ตัวอย่างเช่น ถ้าอุณหภูมิอากาศ 100°F และความชื้นสัมพัทธ์ 55% ดัชนีความร้อนจะเป็น 124°F

สมการที่ให้ค่าประมาณใกล้เคียงกับดัชนีความร้อน ซึ่งสมการนี้ได้มาจากการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ มีข้อผิดพลาด (Error) $\pm 1.3^\circ\text{F}$ (Steadman, 1979)

$$\text{Heat Index} = -42.379 + 2.04901523T + 10.14333127R - 0.22475541TR - 6.83783 \times 10^{-3}T^2 - 5.481717 \times 10^{-2}R^2 + 1.22874 \times 10^{-3}T^2R + 8.5282 \times 10^{-4}TR^2 - 1.99 \times 10^{-6}T^2R^2$$

โดยที่ T คือ อุณหภูมิอากาศดุ่มแห้ง (°F)

R คือ ความชื้นสัมพัทธ์ (%)

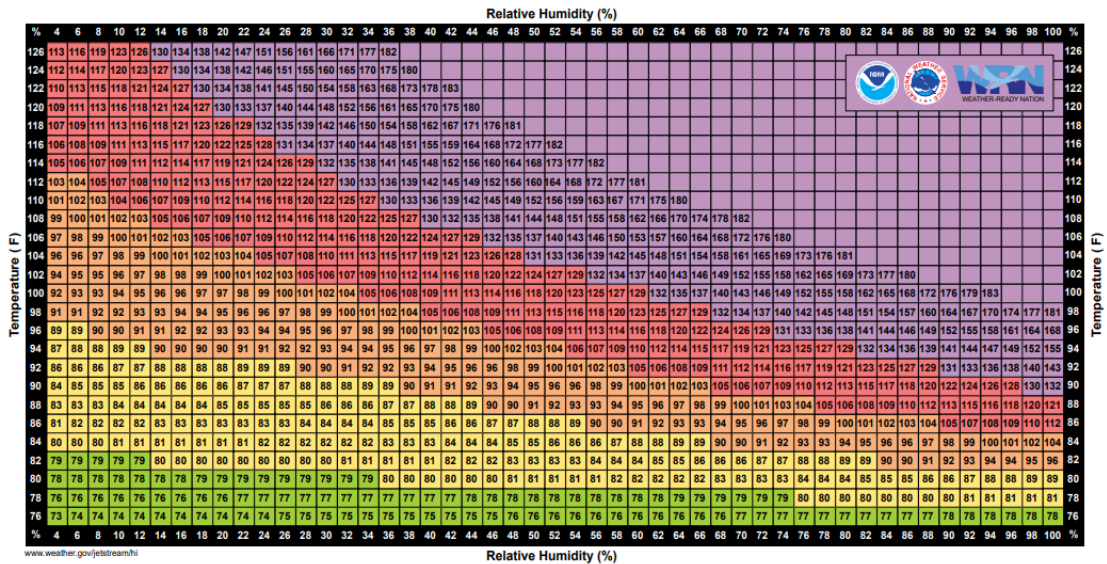
ความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความร้อนกับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ NOAA (2023) ได้กำหนดแผนภาพค่าดัชนีความร้อน (Heat Index Chart) ระหว่างอุณหภูมิกับความชื้นสัมพัทธ์ โดยค่าดัชนีความร้อนจะสูงขึ้นหากอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์สูงขึ้น

Heat Index Chart

The 'Heat Index' is a measure of how hot weather 'feels' to the body. This table uses relative humidity and air temperature to produce the 'apparent temperature' or the temperature the body 'feels'. These values are for shady locations only. Exposure to full sunshine can increase heat index values by up to 15°F. Also, strong winds, particularly with very hot, dry air, can be extremely hazardous as the wind adds heat to the body.

Temperature & Relative Humidity

Classification	Heat Index/Apparent Temperature	General Affect on People in High Risk Groups
Extremely Hot	≥130°F	Heat/Sunstroke HIGHLY LIKELY with continued exposure
Very Hot	105°F - 129°F	Sunstroke, heat cramps, or heat exhaustion LIKELY, and heatstroke POSSIBLE with prolonged exposure and/or physical activity
Hot	90°F - 104°F	POSSIBLE with prolonged exposure and/or physical activity
Very Warm	80°F - 89°F	Fatigue POSSIBLE with prolonged exposure and/or physical activity



รูปที่ 5 แผนภาพค่าดัชนีความร้อนโดยอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

ความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความร้อนกับอุณหภูมิและอุณหภูมิจุดน้ำค้าง NOAA (2023) ได้กำหนดแผนภาพค่าดัชนีความร้อน (Heat Index Chart) ระหว่างอุณหภูมิจับกับอุณหภูมิจุดน้ำค้าง โดยค่าดัชนีความร้อนจะสูงขึ้นหากอุณหภูมิและอุณหภูมิจุดน้ำค้างสูงขึ้น

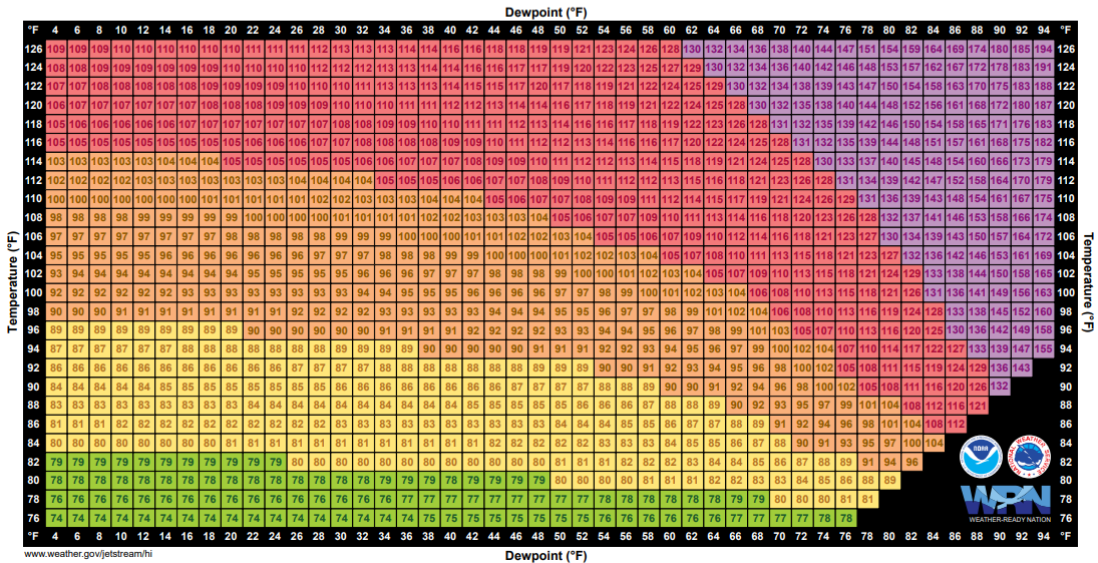
Heat Index Chart

The 'Heat Index' is a measure of how hot weather "feels" to the body. This table uses relative humidity and air temperature to produce the "apparent temperature" or the temperature the body "feels". These values are for shady locations only. Exposure to full sunshine can increase heat index values by up to 15°F. Also, strong winds, particularly with very hot, dry air, can be extremely hazardous as the wind adds heat to the body.

Unlike the "relative" in relative humidity, dew points represent an absolute value of moisture and, as such, are a better measure of atmospheric conditions. The dew point is the temperature, at which if the air were cooled to that value, the relative humidity would be 100%.

Temperature & Dew Point

Classification	Heat Index/Apparent Temperature	General Effect on People in High Risk Groups
Extremely Hot	≥130°F	Heatstroke HIGHLY LIKELY with continued exposure
Very Hot	105°F - 129°F	Sunstroke, heat cramps, or heat exhaustion LIKELY, and heatstroke POSSIBLE with prolonged exposure and/or physical activity
Hot	90°F - 104°F	Sunstroke, heat cramps, or heat exhaustion POSSIBLE with prolonged exposure and/or physical activity
Very Warm	80°F - 89°F	Fatigue POSSIBLE with prolonged exposure and/or physical activity



รูปที่ 6 แผนภาพค่าดัชนีความร้อนโดยอุณหภูมิและอุณหภูมิจุดน้ำค้าง

ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิจุดน้ำค้าง Sherwinski and Naslund (2022) ได้อธิบายไว้ว่า ความชื้นสัมพัทธ์มาจากอุณหภูมิจุดน้ำค้าง และอุณหภูมิจุดน้ำค้างอ้างอิงจากอุณหภูมิที่น้ำสามารถควบแน่น (Condense) และก่อตัวเป็นน้ำค้าง (Dew) หรือเพียงแค่ละอองฝอย (Droplets) เมื่ออุณหภูมิจุดน้ำค้างสูง แสดงว่ามีความชื้นในบรรยากาศมาก เมื่อมีความชื้นในอากาศมาก ทำให้แหล่งที่ร่างกายผลิตขึ้นไม่สามารถระเหยและทำให้ร่างกายเย็นลงได้

การวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง

สุจรรยา ทรรศสิริโสภา (ม.ป.ป.) ได้กล่าวถึงการวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลางไว้ดังนี้ ในการนำเสนอข้อมูลทั้งหมดข้างต้น ถ้ามีข้อมูลจำนวนมาก อาจทำให้ผู้อ่านหรือผู้ใช้เข้าใจได้ยาก จึงมีการนำเสนอค่าตัวแทนของข้อมูลเพื่อให้เห็นลักษณะของข้อมูลจากค่าตัวแทนของข้อมูลค่าใดค่าหนึ่ง ค่าตัวแทนของข้อมูล หรือการวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลางที่นิยมใช้ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic Mean, \bar{X}) ค่ามัธยฐาน (Median) และค่าฐานนิยม (Mode)

1. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic Mean) ค่าเฉลี่ยเลขคณิตเป็นค่าเฉลี่ยที่นิยมใช้กันมากที่สุดจะแทนด้วย μ (มิว) เมื่อคำนวณจากข้อมูลทั้งประชากร และแทนด้วย \bar{X} เมื่อคำนวณจากข้อมูลตัวอย่าง การคำนวณหาได้จากผลรวมของข้อมูลทุกค่าแล้วหารด้วยจำนวนข้อมูลทั้งหมด ดังสมการ

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N} \quad \text{หรือ} \quad \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

กรณีข้อมูลมีความถี่ (f) จะคำนวณได้ดังสมการ

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^K f_i X_i}{\sum_{i=1}^K f_i} = \frac{\sum_{i=1}^K f_i X_i}{N} \quad \text{หรือ} \quad \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^K f_i X_i}{\sum_{i=1}^K f_i} = \frac{\sum_{i=1}^K f_i X_i}{n}$$

คุณสมบัติของค่าเฉลี่ย

1. เป็นตัวแทนข้อมูล ที่ใช้ข้อมูลทุกค่ามาทำการคำนวณหาขนาดของค่าเฉลี่ย
2. เนื่องจากการนำข้อมูลทุกค่ามาคำนวณตามหลักคณิตศาสตร์จึงสามารถใช้ในการวิเคราะห์สถิติขั้นสูงได้
3. เนื่องจากการใช้ข้อมูลทุกค่ามาคำนวณ ดังนั้นหากมีข้อมูลบางตัวที่มีขนาดใหญ่มาก ๆ หรือเล็กมาก ๆ ผิดปกติจะมีผลต่อการคำนวณขนาดของค่าเฉลี่ยด้วย
4. ข้อมูลที่มีมาตรวัดเป็นนามบัญญัติ (Nominal Scale) และเรียงอันดับ (Ordinal Scale) ไม่สามารถใช้คำนวณค่าเฉลี่ยได้

2. ค่ามัธยฐาน (Median) เป็นค่าที่บอกภาพรวมของข้อมูล โดยพิจารณาจากตำแหน่งกลางของข้อมูลที่เรียงลำดับจากน้อยไปหามากแทนด้วย Me

กรณีที่ข้อมูลไม่ได้แจกแจงความถี่

- ข้อมูลเป็นเลขคี่

มัธยฐาน = ค่าของข้อมูลลำดับที่ $(n+1)/2$

- ข้อมูลเป็นเลขคู่

มัธยฐาน = $[\text{ค่าของข้อมูลลำดับที่ } (n)/2 + \text{ค่าของข้อมูลลำดับที่ } (n+1)/2] / 2$

กรณีที่ข้อมูลมีการแจกแจงความถี่ ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์ (2544) ได้กล่าวถึงสมการ ดังนี้

$$Me = L + \left[\frac{\frac{N}{2} - F}{f_m} \right] I$$

โดยที่ L = ขีดจำกัดล่างแท้จริงของชั้นที่มีมัธยฐานอยู่

F = ความถี่สะสมของชั้นที่ต่ำกว่าชั้นที่มีมัธยฐานอยู่

f_m = ความถี่ของชั้นที่มีมัธยฐานอยู่

N = จำนวนข้อมูลทั้งหมด

I = ความกว้างของอันตรภาคชั้น

คุณสมบัติของค่ามัธยฐาน

1. มัธยฐาน เป็นการนำค่าของข้อมูลที่อยู่ตำแหน่งตรงกลาง มาเป็นตัวแทน ดังนั้นข้อมูลที่มีค่ามาก หรือน้อยผิดปกติจะไม่ผลกระทบต่อค่ามัธยฐาน และถ้ามีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลบางตัวในกลุ่มจะมีผลกระทบต่อค่ามัธยฐานน้อยมาก
2. มัธยฐาน จะเป็นค่าตัวแทนของข้อมูลได้ใกล้เคียงกับประชากรส่วนใหญ่มากกว่าค่าเฉลี่ย หากการแจกแจงข้อมูลเบ้ไปทางใดทางหนึ่ง

3. ข้อมูลที่มีมาตรวัดเป็นนามบัญญัติ (Nominal Scale) ไม่สามารถใช้คำนวณหาค่ามัธยฐานได้

4. กรณีที่มีข้อมูลกระจุกอยู่ที่ค่าต่ำสุด หรือสูงสุดมากเกินไปจะไม่สามารถหาค่ามัธยฐานได้ เช่น น้ำหนักของผู้ป่วย 9 คน เป็น 55 55 55 55 55 60 65 70 72 ค่ามัธยฐานเป็น 55 ซึ่งไม่ได้เป็นค่าของข้อมูลที่อยู่ครึ่งหนึ่งตามความหมายของมัธยฐาน

3. **ฐานนิยม (Mode)** เป็นค่าที่มีความถี่สูงสุดในข้อมูลชุดหนึ่ง ฐานนิยมอาจมีค่าเดียวในชุดข้อมูลนั้น หรืออาจมีหลายค่าได้กรณีที่มีข้อมูลที่มีความถี่สูงสุดเท่ากันหลายค่ากรณีที่มีข้อมูลมีการแจกแจงความถี่

$$Mo = L + \left[\frac{d_1}{d_1 + d_2} \right] I$$

โดยที่ L = ขอบเขตล่างของชั้นที่มีความถี่สูงสุด

I = ความกว้างของชั้น

d_1 = ผลต่างระหว่างความถี่ของชั้นที่มีความถี่สูงสุดกับชั้นติดกันที่มีข้อมูลต่ำกว่า

d_2 = ผลต่างระหว่างความถี่ของชั้นที่มีความถี่สูงสุดกับชั้นติดกันที่มีข้อมูลสูงกว่า

คุณสมบัติของฐานนิยม

1. สามารถคำนวณได้ง่าย รวดเร็ว
2. ใช้กับข้อมูลที่มีมาตรวัดนามบัญญัติ (Nominal Scale)
3. ข้อมูลที่มีค่ามาก หรือน้อยผิดปกติจะไม่มีผลกระทบต่อค่าฐานนิยม และถ้ามีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลบางตัวในกลุ่มจะไม่มีผลกระทบต่อค่าฐานนิยม หรือมีน้อยมาก

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ชนินันท์ พฤกษ์ประมุข, นักรัฐศาสตร์ และ สิวะโชติ ศรีสุทธิยากร (2563) ได้ให้ความหมายไว้ว่า เป็นการศึกษาความสัมพันธ์เชิงเส้น (Linear Relationship) ระหว่างตัวแปร 2 ตัวหรือข้อมูล 2 ชุด โดยมีข้อตกลงเบื้องต้น คือ ตัวแปรทั้งสองต้องเป็นตัวแปรต่อเนื่อง อยู่ในมาตราอันตรภาคชั้น (Interval Scale) ขึ้นไป และมีการแจกแจงปกติสองตัวแปร (Bivariate Normal Distribution) โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน จะมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง +1 โดยที่

- ถ้าเข้าใกล้ ± 1 หมายความว่า ตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันอยู่ในระดับมาก
- ถ้าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าเข้าใกล้ 0 หมายความว่า ตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันในระดับน้อยหรือไม่สัมพันธ์กันเลย
- เครื่องหมาย \pm จะแสดงทิศทางของความสัมพันธ์ว่ามีทิศทางเป็นแบบใด โดยถ้าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีเครื่องหมาย (+) หมายความว่า ตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน หากมีเครื่องหมาย (-) หมายความว่า ตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้าม (Bolboacă & Jäntschi, 2006; Chok, 2010; Hauke & Kossowski, 2011; Wang, 2012)

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน สามารถคำนวณได้จากสูตร (Pearson, 1920)

$$r_{xy} = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n \sum x^2 - (\sum x)^2][n \sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

โดยที่ r_{xy} คือ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

$\sum x$ คือ ผลรวมของข้อมูลที่วัดจากตัวแปรที่ 1 หรือตัวแปร x

$\sum y$ คือ ผลรวมของข้อมูลที่วัดจากตัวแปรที่ 2 หรือตัวแปร y

$\sum xy$ คือ ผลรวมของผลคูณของตัวแปรที่ 1 และ 2

$\sum x^2$ คือ ผลรวมของกำลังสองของข้อมูลที่วัดจากตัวแปรที่ 1

$\sum y^2$ คือ ผลรวมของกำลังสองของข้อมูลที่วัดจากตัวแปรที่ 2

n คือ ขนาดตัวอย่าง

การทำข้อมูลให้เป็นมาตรฐานหรือ Scale ใกล้เคียงกัน (Standardize)

การทำข้อมูลให้อยู่ใน Scale ใกล้เคียงกัน ใช้ฟังก์ชัน StandardScaler ของ เครื่องมือ Scikit-learn ซึ่งทำให้ข้อมูลเป็นมาตรฐาน (Standardize) คำนวณได้จาก

$$z = (x - u) / s$$

โดยที่ x คือ ค่าของข้อมูลนั้นๆ

u คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลทั้งหมด

s คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลทั้งหมด

Shape file ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์กรุงเทพมหานคร (ม.ป.ป.) ได้ให้ความหมายว่า คือ ข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ประเภทหนึ่งที่เก็บข้อมูลอยู่ในรูปของเวกเตอร์ (Vector) ใน 3 ลักษณะ คือ จุด (Point) เส้น (Line) และรูปปิด (Polygon) ซึ่งจะแยกเก็บออกเป็นแต่ละชั้นข้อมูล (Layer) ซึ่ง Shape File หนึ่ง ๆ จะประกอบด้วยไฟล์อย่างน้อย 3 ไฟล์ที่มีการอ้างอิงถึงกันและกันและไม่สามารถขาดไฟล์ใดไฟล์หนึ่งไปได้ ได้แก่ ไฟล์ประเภท (.shp) ไฟล์นี้จะประกอบไปด้วยข้อมูลเวกเตอร์แต่ละประเภท ซึ่งแต่ละเวกเตอร์ประกอบเป็น Shape File นั้นจะอ้างอิงพิกัดในไฟล์ประเภท (.dbf) ไฟล์นี้จะประกอบไปด้วยข้อมูลในรูปแบบตารางฐานข้อมูลเพื่อแสดงรายละเอียดของแต่ละเวกเตอร์ และ ไฟล์ประเภท (.shx) ไฟล์นี้จะทำหน้าที่ผสมผสานไฟล์ (.shp) และ (.dbf) เข้าด้วยกัน

ตัวแปรสุ่ม (Random Variable) คือ ตัวแปรที่มีค่าเป็นจำนวนจริง ที่ได้จากการทดลองสุ่ม หรือ ความบังเอิญ หรือ ไม่สามารถทราบค่าล่วงหน้าได้

การแจกแจงความน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่ม คือ ฟังก์ชันที่แสดงค่าความน่าจะเป็นที่จะเกิดค่าของตัวแปรสุ่ม X ในการทดลอง แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ตามชนิดของตัวแปร คือ

1. การแจกแจงความน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่มชนิดไม่ต่อเนื่อง เป็นการทดลองสุ่มแบบทั่วไป ที่ลักษณะของตัวแปรสุ่มจะมีลักษณะคล้าย ๆ กัน โดยตัวแปรสุ่มให้ค่าเป็นจำนวนนับ ซึ่งได้จากการนับ โดยทั่วไปสามารถจำแนกได้เป็นจำนวนนับจำกัด และจำนวนนับอนันต์ เช่น ผลรวมแต้มของ

การโยนลูกเต๋า 2 ครั้ง (จำกัด) จำนวนลูกเต๋าค่าที่เข้ามาใช้บริการร้านสะดวกซื้อในช่วงเวลา 06.00 – 08.00 น. (อนันต์) เป็นต้น

2. การแจกแจงความน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่มชนิดต่อเนื่อง กรณีที่ X เป็นตัวแปรสุ่มแบบต่อเนื่อง ตัวแปรสุ่มให้ค่าเป็นจำนวนจริง ซึ่งได้จากการวัด การตวง และการชั่ง เช่น อุณหภูมิของกรุงเทพฯ ในแต่ละวัน ปริมาณนมที่รีดได้จากโคของฟาร์มโคนม เป็นต้น

ความหมายของสมมติฐาน สมมติฐาน (Hypothesis) (พัชรา สินลอยมา, 2551 : 2) (อุษณีย์ ดวงพรหม, ม.ป.ป.) คือ คำตอบสรุปของผลการวิจัยที่คาดการณ์หรือพยากรณ์ไว้ล่วงหน้า โดยแสดงถึงความสัมพันธ์ที่คาดว่าจะเป็นไปได้ระหว่างตัวแปร 2 ตัวขึ้นไป เพื่อที่จะอธิบายหรือพยากรณ์เหตุการณ์หรือปรากฏการณ์นั้น ๆ

ประเภทของสมมติฐาน แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ใหญ่ ๆ (วาโร เพ็งสวัสดิ์, 2551 : 109) (อุษณีย์ ดวงพรหม, ม.ป.ป.) คือ

1. สมมติฐานการวิจัย (Research Hypothesis) เป็นข้อความที่เขียนคาดการณ์ หรือ อธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ระหว่าง 2 ตัวขึ้นไป การเขียนสมมติฐานการวิจัยเพื่อสื่อความหมายให้ทราบว่า ผู้วิจัยสงสัยและคาดการณ์ประเด็นปัญหาการวิจัยแต่ละประเด็นไว้อย่างไรและแสดงแนวทางการทดสอบปัญหาในแต่ละประเด็นไว้อย่างไร

2. สมมติฐานเชิงสถิติ (Statistical Hypothesis) เป็นสมมติฐานที่เขียนคาดเดาคำตอบของการวิจัย อยู่ในรูปของความสัมพันธ์หรือความแตกต่างของตัวแปร ในรูปของโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ ซึ่งใช้สัญลักษณ์แทนค่าพารามิเตอร์ (Parameter) สมมติฐานประเภทนี้ ใช้ในการทดสอบทางสถิติ ความจริงที่ค้นพบจากการวิจัย ความจริงที่มีโอกาสที่จะเกิดขึ้นบ่อย ๆ หรือมีโอกาสที่จะเป็นจริงมาก ซึ่งตรวจสอบโดยอาศัยหลักความน่าจะเป็น (Probability) แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

2.1 สมมติฐานเป็นกลาง (Null Hypothesis) หรือ สมมติฐานว่าง สมมติฐานศูนย์หรือสมมติฐานไร้นัยสำคัญ เป็นสมมติฐานที่มีลักษณะเป็นเงื่อนไขหรือข้อตกลงเบื้องต้นที่ยอมรับก่อนมีลักษณะเงื่อนไขที่เท่ากันหรือเป็นกลาง แสดงให้เห็นว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มหรือไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร สมมติฐานเป็นกลางเขียนด้วยสัญลักษณ์ของพารามิเตอร์ที่ต้องการทดสอบ เช่น

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 \text{ (ค่าเฉลี่ยของประชากรไม่แตกต่างกัน)}$$

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 \text{ (ค่าความแปรปรวนของประชากรไม่แตกต่างกัน)}$$

$$H_0 : \rho = 0 \text{ (ค่าสหสัมพันธ์ของประชากรเป็นศูนย์)}$$

2.2 สมมติฐานไม่เป็นกลาง หรือ สมมติฐานทางเลือก (Alternative Hypothesis) : เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ H_1 เป็นสมมติฐานที่แสดงให้เห็นว่ามีความแตกต่างระหว่างกลุ่มหรือมีความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร เช่น มากกว่า - น้อยกว่ากัน ใช้เพื่อรองรับการสรุปผล เมื่อนักวิจัยปฏิเสธสมมติฐานที่เป็นกลาง การเขียนสมมติฐานไม่เป็นกลาง จะเขียนโดยสัญลักษณ์เดียวกันกับสมมติฐานเป็นกลาง แต่แสดงความหมายในทิศทางตรงกันข้าม คือ ไม่เท่ากัน แตกต่างกัน หรือมีความสัมพันธ์กัน เช่น

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2 \text{ หรือ } \mu_1 > \mu_2 \text{ หรือ } \mu_1 < \mu_2$$

$$H_0 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2 \text{ หรือ } \sigma_1^2 > \sigma_2^2 \text{ หรือ } \sigma_1^2 < \sigma_2^2$$

ระดับนัยสำคัญ (Level of Significance) (อุษณีย์ ดวงพรหม, ม.ป.ป.) คือ การกำหนดขอบเขตของความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้เกิดขึ้น โดยใช้ความน่าจะเป็น (Probability) ในการทดสอบสถิตินั้น ถ้าเกิดความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าที่กำหนดจะยอมรับ (H_0) หรือ มากกว่าจะไม่ยอมรับ (H_0) เช่น กำหนดระดับนัยสำคัญ (α) = 0.05 ความหมาย คือ ใน 100 ครั้ง มีโอกาสผิดพลาดเพียง 5 ครั้ง หรือ ในการทดลอง 100 ครั้ง จะให้ผลดังที่ปรากฏไม่น้อยกว่า 95 ครั้ง ผิดพลาดได้ไม่เกิน 5 ครั้ง ถ้าเป็นเรื่องที่สำคัญต่อชีวิต หรือความเสียหายร้ายแรงจะกำหนดนัยสำคัญเอาไว้ต่ำ เช่น การผ่าตัด ควรกำหนดความผิดพลาดคลาดเคลื่อนไว้ที่ 0.01 หรือน้อยกว่า

การทดสอบสมมติฐาน (Hypothesis Test) ญาดาทา โขติติลิก (2555) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การกำหนดเกณฑ์ที่จะนำไปสู่การยอมรับ หรือปฏิเสธสมมติฐานหลัก ซึ่งเกณฑ์ดังกล่าวนี้มักจะขึ้นอยู่กับตัวสถิติที่ได้จากตัวอย่างสุ่มที่มาจากประชากรที่กำลังศึกษา ดังนั้น จึงอาจเรียกเกณฑ์สำหรับทดสอบสมมติฐานนี้ว่า ตัวสถิติทดสอบ (Test Statistic)

การทดสอบแบบครัสคัล วอลลิส (The Kruskal – Wallis Test) มาณวิกา บุญเกียรติ, วราลักษณ์ พุฒจันทร์, วาสนา เหล็กเกิดผล (2554) ได้อธิบายไว้ว่า เป็นการทดสอบโดยการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน เมื่อข้อมูลที่ได้มาอย่างน้อยที่สุดต้องเป็นประเภทที่สามารถนำมาจัดเป็นลำดับที่ได้ (Rank หรือ Ordinal Scale) การทดสอบแบบวิเคราะห์ความแปรปรวนที่ใช้ได้เมื่อมีจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระจากกันจำนวน k กลุ่ม โดยที่ $k \geq 3$ สมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้เพื่อการทดสอบจะเขียนได้ว่า H_0 : “ค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มตัวอย่างนั้นต่างก็มีค่าเท่า ๆ กัน” การเขียนสมมติฐานการวิจัยไว้เช่นนี้ย่อมมีความหมายว่า กลุ่มตัวอย่างทั้งหลายเหล่านี้ต่างก็สุ่มมาจากกลุ่มประชากรกลุ่มเดียวกันนั่นเอง เมื่อค่าสถิติที่ได้มานั้นสรุปความว่าต้องปฏิเสธ H_0 ก็คือต้องยอมรับ H_1 ซึ่งก็หมายความว่า ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างทั้งหลายเหล่านี้มีค่าแตกต่างกันนั่นเอง

การทดสอบแบบครัสคัล วอลลิส มีวิธีการที่เริ่มตั้งแต่การเรียงลำดับที่ของคะแนนทุก ๆ กลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มเดียวกัน ให้กำหนดว่าคะแนนตัวที่ต่ำที่สุดจะมีลำดับเป็นที่ 1 ส่วนคะแนนตัวต่อ ๆ ไปก็เป็นลำดับที่ 2 ลำดับที่ 3 เรื่อย ๆ ไป จนกระทั่งถึงอันดับสุดท้าย ซึ่งจะมีค่าเท่ากับจำนวนทุก ๆ กลุ่มรวมกัน ส่วนมากนิยมใช้ว่า ลำดับที่ N เมื่อได้ลำดับที่ N มาแล้วก็จะตัดคะแนนดับทิ้งไป ไม่นำมาคิดอีก ส่วนลำดับที่ที่ได้มาใหม่ให้นำมาคิดต่อไป ด้วยการหาค่าผลรวมของลำดับที่ในกลุ่มตัวอย่างและกลุ่ม ค่าผลรวมในและกลุ่มตัวอย่างที่เป็นลำดับที่ใช้สัญลักษณ์แทนว่า R_i โดยที่ $1 \leq i \leq k$ โดยมีสูตรการคำนวณค่าสถิติเพื่อการทดสอบแบบการวิเคราะห์ความแปรปรวน จากสูตร

$$H = \frac{12}{N(N + 1)} \sum_{i=1}^k \frac{R_i^2}{n_i} - 3(N + 1)$$

การแจกแจงของ H มีการแจกแจงเป็นไค-สแควร์ด้วยค่า $df = k-1$

เมื่อ k แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
 n_i แทน จำนวนข้อมูลในชุดที่ i
 N แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด ($\sum_{i=1}^k n_i$)
 R_i แทน ผลรวมของลำดับที่ในกลุ่มชุดที่ i

การแจกแจงของ H จะมีประสิทธิภาพสูงมาก ถ้าจำนวนคนในกลุ่มตัวอย่างมีขนาดโตพอสมควร โดยมี $n_i > 5$

ข้อตกลงเบื้องต้นของการทดสอบแบบครัสคัล วอลลิส (The Kruskal – Wallis Test) มีข้อตกลงเบื้องต้นที่สำคัญว่า

1. ข้อมูลสามารถจัดให้อยู่ในรูปของลำดับได้หรืออยู่ในมาตราเรียงลำดับ (Ordinal Scale) เป็นอย่างน้อย
2. ข้อมูลมีการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบต่อเนื่อง
3. กลุ่มตัวอย่างต้องเป็นอิสระจากกัน

6) วิธีดำเนินการศึกษา



รูปที่ 7 แผนผังวิธีดำเนินการศึกษา

7) ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- ได้เพิ่มทักษะการประยุกต์ใช้การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) แบบไม่มีผู้สอน (Unsupervised Learning)
- ได้ข้อมูลการจัดกลุ่มจังหวัดตามพารามิเตอร์ทางสภาพภูมิอากาศที่คล้ายกันด้านภัยจากความร้อน
- เป็นแนวทางสำหรับผู้สนใจในการนำไปประยุกต์ใช้

บทที่ 2

ข้อมูลและวิธีดำเนินการศึกษา (Material & Method)

2.1 ข้อมูลที่ใช้

2.1.1 ข้อมูลที่ใช้ในการจัดกลุ่ม

พารามิเตอร์ทางสภาพภูมิอากาศที่เป็นค่าปกติในรายงานสถิติภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010) จำนวน 52 สถานี ดังตารางที่ 3 และรายงานสถิติภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ. 1991 - 2020) จำนวน 53 สถานี (จากข้อมูลปี พ.ศ. 2524 – 2553 เพิ่มจังหวัดกาฬสินธุ์ 1 สถานี) ดังตารางที่ 4 ในการศึกษาครั้งนี้จะใช้วิธีการจัดกลุ่มแบบเป็นขั้นตอน (Hierarchical Clustering) ด้วยวิธีการแบบ Ward จำเป็นที่ข้อมูลต้องเป็นเชิงปริมาณ โดยได้ทำการพิจารณาการเลือกพารามิเตอร์ทางสภาพภูมิอากาศในการจัดกลุ่มที่เกี่ยวข้องกับภัยจากความร้อน ข้อมูลจาก National Weather Service (NWS) และ NOAA ที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 1 ได้พิจารณาพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ อุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้าง จึงได้ทำการจัดกลุ่มโดยใช้ข้อมูลคาบ 30 ปี

ตารางที่ 3 ข้อมูลที่ใช้ในการจัดกลุ่มของรายงานสถิติภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010)

ลำดับที่	สถานีอุตุนิยมวิทยา	อุณหภูมิเฉลี่ย	ความชื้นสัมพัทธ์	อุณหภูมิจุดน้ำค้าง
1.	Bangkok Metropolis	28.6	73.1	22.9
2.	Buri Ram	27.0	74.7	21.7
3.	Chaiyaphum	27.2	69.5	20.6
4.	Chanthaburi	27.4	78.3	22.9
5.	Chiang Mai	25.8	70.9	19.4
6.	Chiang Rai	24.4	76.1	19.3
7.	Chon Buri	28.5	72.2	22.7
8.	Chumphon	27.0	81.2	23.2
9.	Kamphaeng Phet	27.4	76.2	22.3
10.	Kanchanaburi	28.1	69.6	21.4
11.	Khon Kaen	26.9	71.6	20.8
12.	Krabi	28.0	80.5	24.2
13.	Lampang	26.4	72.8	20.3
14.	Lamphun	26.2	72.1	19.8
15.	Loei	25.7	73.5	19.9
16.	Lop Buri	28.2	71.3	22.0
17.	Mae Hong Son	25.7	77.8	20.3
18.	Maha Sarakham	27.2	74.2	21.7

ลำดับที่	สถานีนิตินิยมวิทยา	อุณหภูมิเฉลี่ย	ความชื้นสัมพัทธ์	อุณหภูมิจุดน้ำค้าง
19.	Mukdahan	26.4	73.1	20.7
20.	Nakhon Phanom	26.1	75.3	20.9
21.	Nakhon Ratchasima	27.3	72.5	21.3
22.	Nakhon Sawan	28.2	72.1	22.1
23.	Nakhon Si Thammarat	27.2	81.7	23.5
24.	Nan	25.9	77.0	21.0
25.	Narathiwat	27.1	81.9	23.6
26.	Nong Khai	26.5	74.7	21.1
27.	Pattani	27.1	81.1	23.3
28.	Phangnga	27.2	83.7	23.9
29.	Phayao	25.2	75.4	19.8
30.	Phetchabun	27.0	74.1	21.4
31.	Phetchaburi	27.9	76.4	23.2
32.	Phitsanulok	27.8	71.6	21.7
33.	Phrae	26.4	75.6	21.2
34.	Phuket	28.3	76.5	23.5
35.	Prachin Buri	28.3	74.1	22.8
36.	Prachuap Khiri Khan	27.4	76.4	22.8
37.	Ranong	27.1	79.6	23.0
38.	Rayong	28.3	77.3	23.7
39.	Roi Et	26.9	71.1	20.7
40.	Sa Kaeo	27.9	73.6	22.3
41.	Sakon Nakhon	26.2	73.4	20.6
42.	Satun	27.6	78.9	23.3
43.	Songkhla	27.9	78.6	23.5
44.	Suphan Buri	28.1	74.3	22.7
45.	Surat Thani	26.8	81.6	22.9
46.	Surin	27.1	73.3	21.4
47.	Tak	27.5	68.6	20.4
48.	Trang	27.1	81.9	23.4
49.	Trat	27.3	80.8	23.4
50.	Ubon Ratchathani	27.2	72.5	21.3
51.	Udon Thani	26.8	71.2	20.5
52.	Uttaradit	27.5	73.2	21.7

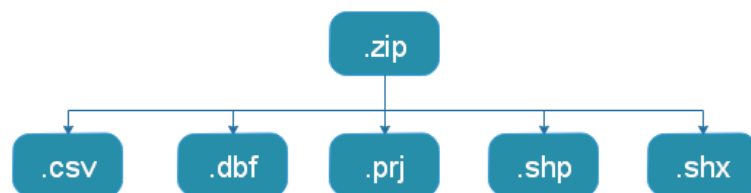
ตารางที่ 4 ข้อมูลที่ใช้ในการจัดกลุ่มของรายงานสถิติภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ. 1991 - 2020)

ลำดับที่	สถานีอุตุนิยมวิทยา	อุณหภูมิเฉลี่ย	ความชื้นสัมพัทธ์	อุณหภูมิจุดน้ำค้าง
1.	Bangkok Metropolis	28.94167	73.01667	23.18333
2.	Buri Ram	27.13333	74.98333	21.79167
3.	Chaiyaphum	27.45833	69.35000	20.80000
4.	Chanthaburi	27.70000	78.36667	23.30000
5.	Chiang Mai	26.16667	71.20000	19.82500
6.	Chiang Rai	24.80000	75.93333	19.65833
7.	Chon Buri	28.89167	72.29167	23.10000
8.	Chumphon	27.20833	81.20833	23.40000
9.	Kalasin	27.30000	74.19167	21.78333
10.	Kamphaeng Phet	27.66667	75.56667	22.40000
11.	Kanchanaburi	28.42500	69.67500	21.75000
12.	Khon Kaen	27.10000	71.28333	20.90000
13.	Krabi	28.09167	81.18333	24.39167
14.	Lampang	26.67500	72.86667	20.60000
15.	Lamphun	26.43333	72.05000	20.18333
16.	Loei	25.99167	73.27500	20.16667
17.	Lop Buri	28.50000	71.16667	22.20000
18.	Mae Hong Son	25.93333	74.69167	20.38333
19.	Maha Sarakham	27.44167	73.81667	21.85000
20.	Mukdahan	26.75833	72.55000	20.90000
21.	Nakhon Phanom	26.42500	74.16667	20.94167
22.	Nakhon Ratchasima	27.65833	70.91667	21.38333
23.	Nakhon Sawan	28.43333	72.93333	22.50000
24.	Nakhon Si Thammarat	27.30000	81.99167	23.70000
25.	Nan	26.27500	76.45833	21.20833
26.	Narathiwat	27.24167	81.33333	23.57500
27.	Nong Khai	26.85000	73.83333	21.25833
28.	Pattani	27.35000	81.01667	23.50000
29.	Phangnga	27.24167	83.76667	24.01667
30.	Phayao	25.38333	76.00833	20.20000
31.	Phetchabun	27.36667	73.63333	21.65833
32.	Phetchaburi	28.23333	76.49167	23.50000

ลำดับที่	สถานีอุตุนิยมวิทยา	อุณหภูมิเฉลี่ย	ความชื้นสัมพัทธ์	อุณหภูมิจุดน้ำค้าง
33.	Phitsanulok	27.98333	72.65000	22.12500
34.	Phrae	26.65000	75.65833	21.39167
35.	Phuket	28.50833	76.55833	23.70000
36.	Prachin Buri	28.56667	73.76667	23.00000
37.	Prachuap Khiri Khan	27.70000	76.52500	22.96667
38.	Ranong	27.32500	79.18333	23.05833
39.	Rayong	28.36667	77.73333	23.90000
40.	Roi Et	27.21667	71.28333	21.10000
41.	Sa Kaeo	28.24167	73.65833	22.62500
42.	Sakon Nakhon	26.45000	73.31667	20.77500
43.	Satun	27.73333	79.16667	23.50000
44.	Songkhla	27.95833	78.17500	23.60000
45.	Suphan Buri	28.43333	74.24167	22.98333
46.	Surat Thani	27.10833	82.80833	23.60833
47.	Surin	27.29167	72.62500	21.40000
48.	Tak	27.76667	68.64167	20.69167
49.	Trang	27.38333	81.65000	23.58333
50.	Trat	27.48333	80.89167	23.70000
51.	Ubon Ratchathani	27.42500	72.00833	21.40000
52.	Udon Thani	26.95833	71.35000	20.74167
53.	Uttaradit	27.74167	72.32500	21.75833

2.1.2 ข้อมูลที่ใช้ในการการแสดงผลแผนที่ประเทศไทย

ข้อมูลสารสนเทศขอบเขตจังหวัดของประเทศไทย ดาวน์โหลดในรูปแบบ .zip จากเว็บไซต์ <https://github.com/phoorichet/D3-Thaimaps/find/master> โดยมีโครงสร้างข้อมูลดังนี้



รูปที่ 8 โครงสร้างข้อมูลสารสนเทศขอบเขตจังหวัดของประเทศไทย จากเว็บไซต์

<https://github.com/phoorichet/D3-Thaimaps/find/master>

จาก shape file ดังกล่าวจะประกอบด้วย Attribute เฉพาะที่ใช้ ดังนี้

- ID_1 คือ รหัสแสดงจำนวนของข้อมูล 77 จังหวัด
- NAME_1 คือ ชื่อจังหวัดทั้งหมด 77 จังหวัด

- Geometry คือ ข้อมูลในรูปของเวกเตอร์ (Vector) ทั้งหมด 77 จังหวัดในลักษณะรูปปิด (Polygon)

2.2 วิธีดำเนินการศึกษา

2.2.1 ศึกษาข้อมูลค่าปกติภูมิอากาศจากรายงานสถิติภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010) และ พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ. 1981 - 2010) ของประเทศไทย

2.2.2 รวบรวม ตรวจสอบ ทำความสะอาด และจัดรูปแบบข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่นำไปใช้งานต่อได้

2.2.3 ปรับข้อมูลให้อยู่ใน Scale ใกล้เคียงกัน โดยใช้ฟังก์ชัน StandardScaler ของเครื่องมือ Scikit-learn ซึ่งทำให้ข้อมูลเป็นมาตรฐาน (Standardize) ดังนี้

ตารางที่ 5 ข้อมูลหลังทำ Standardize ของข้อมูลสถิติภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010)

ลำดับที่	สถานีอุตุนิยมวิทยา	อุณหภูมิเฉลี่ย	ความชื้นสัมพัทธ์	อุณหภูมิจุดน้ำค้าง
1.	Bangkok Metropolis	1.69023236	-0.604054832	0.773671428
2.	Buri Ram	-0.138471572	-0.176332602	-0.140667532
3.	Chaiyaphum	0.09011642	-1.566429849	-0.978811579
4.	Chanthaburi	0.318704411	0.786042415	0.773671428
5.	Chiang Mai	-1.509999521	-1.192172898	-1.893150539
6.	Chiang Rai	-3.110115462	0.197924349	-1.969345452
7.	Chon Buri	1.575938365	-0.844648586	0.621281601
8.	Chumphon	-0.138471572	1.561288957	1.002256168
9.	Kamphaeng Phet	0.318704411	0.224656989	0.316501948
10.	Kanchanaburi	1.118762382	-1.53969721	-0.369252272
11.	Khon Kaen	-0.252765568	-1.005044423	-0.826421752
12.	Krabi	1.004468386	1.374160482	1.764205301
13.	Lampang	-0.824235546	-0.68425275	-1.207396319
14.	Lamphun	-1.052823538	-0.871381226	-1.588370886
15.	Loei	-1.624293517	-0.497124274	-1.512175972
16.	Lop Buri	1.233056377	-1.085242341	0.087917208
17.	Mae Hong Son	-1.624293517	0.652379219	-1.207396319
18.	Maha Sarakham	0.09011642	-0.309995799	-0.140667532
19.	Mukdahan	-0.824235546	-0.604054832	-0.902616666
20.	Nakhon Phanom	-1.167117534	-0.015936766	-0.750226839
21.	Nakhon Ratchasima	0.204410415	-0.764450668	-0.445447186
22.	Nakhon Sawan	1.233056377	-0.871381226	0.164112121
23.	Nakhon Si Thammarat	0.09011642	1.694952154	1.230840908

ลำดับที่	สถานีอุตุนิยมวิทยา	อุณหภูมิเฉลี่ย	ความชื้นสัมพัทธ์	อุณหภูมิจุดน้ำค้าง
24.	Nan	-1.395705525	0.438518104	-0.674031926
25.	Narathiwat	-0.024177576	1.748417433	1.307035821
26.	Nong Khai	-0.709941551	-0.176332602	-0.597837012
27.	Pattani	-0.024177576	1.534556318	1.078451081
28.	Phangnga	0.09011642	2.229604941	1.535620561
29.	Phayao	-2.195763495	0.010795874	-1.588370886
30.	Phetchabun	-0.138471572	-0.336728438	-0.369252272
31.	Phetchaburi	0.89017439	0.278122267	1.002256168
32.	Phitsanulok	0.775880394	-1.005044423	-0.140667532
33.	Phrae	-0.824235546	0.064261152	-0.521642099
34.	Phuket	1.347350373	0.304854907	1.230840908
35.	Prachin Buri	1.347350373	-0.336728438	0.697476514
36.	Prachuap Khiri Khan	0.318704411	0.278122267	0.697476514
37.	Ranong	-0.024177576	1.133566727	0.849866341
38.	Rayong	1.347350373	0.518716022	1.383230734
39.	Roi Et	-0.252765568	-1.138707619	-0.902616666
40.	Sa Kaeo	0.89017439	-0.470391635	0.316501948
41.	Sakon Nakhon	-1.052823538	-0.523856914	-0.978811579
42.	Satun	0.547292403	0.946438252	1.078451081
43.	Songkhla	0.89017439	0.866240333	1.230840908
44.	Suphan Buri	1.118762382	-0.283263159	0.621281601
45.	Surat Thani	-0.367059563	1.668219515	0.773671428
46.	Surin	-0.024177576	-0.550589553	-0.369252272
47.	Tak	0.432998407	-1.807023604	-1.131201406
48.	Trang	-0.024177576	1.748417433	1.154645994
49.	Trat	0.204410415	1.4543584	1.154645994
50.	Ubon Ratchathani	0.09011642	-0.764450668	-0.445447186
51.	Udon Thani	-0.367059563	-1.11197498	-1.055006492
52.	Uttaradit	0.432998407	-0.577322193	-0.140667532

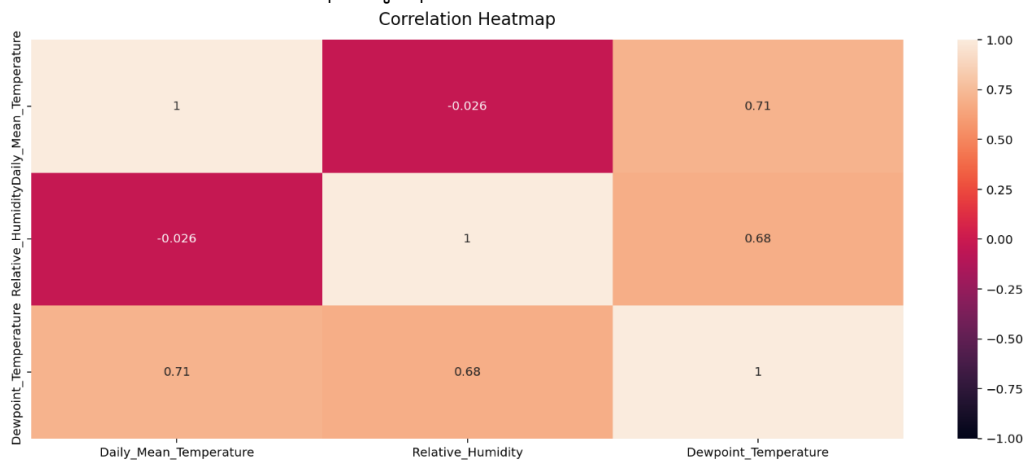
ตารางที่ 6 ข้อมูลหลังทำ Standardize ของข้อมูลสถิติภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2534 – 2563
(ค.ศ. 1991 - 2020)

ลำดับที่	สถานีอุตุนิยมวิทยา	อุณหภูมิเฉลี่ย	ความชื้นสัมพัทธ์	อุณหภูมิจุดน้ำค้าง
1.	Bangkok Metropolis	1.839319885	-0.576695576	0.837208416
2.	Buri Ram	-0.278411419	-0.056480066	-0.24424688
3.	Chaiyaphum	0.102194668	-1.5465889	-1.014864726
4.	Chanthaburi	0.38520945	0.838466956	0.927869339
5.	Chiang Mai	-1.41047055	-1.057233632	-1.772531011
6.	Chiang Rai	-3.010967941	0.194810477	-1.902046615
7.	Chon Buri	1.780765103	-0.768469938	0.772450613
8.	Chumphon	-0.190579245	1.590134282	1.005578701
9.	Kalasin	-0.083228811	-0.265888852	-0.25072266
10.	Kamphaeng Phet	0.346172929	0.097821145	0.228485075
11.	Kanchanaburi	1.234253798	-1.460621083	-0.276625781
12.	Khon Kaen	-0.317447941	-1.035190602	-0.937155363
13.	Krabi	0.843888581	1.583521373	1.776196547
14.	Lampang	-0.815163593	-0.61637303	-1.170283451
15.	Lamphun	-1.098178376	-0.832394725	-1.494072461
16.	Loei	-1.615412289	-0.508362183	-1.507024022
17.	Lop Buri	1.322085972	-1.066050844	0.07306635
18.	Mae Hong Son	-1.683726202	-0.133630671	-1.338653736
19.	Maha Sarakham	0.082676407	-0.365082487	-0.198916419
20.	Mukdahan	-0.717572289	-0.700136545	-0.937155363
21.	Nakhon Phanom	-1.107937506	-0.272501761	-0.904776462
22.	Nakhon Ratchasima	0.336413798	-1.132179934	-0.561560111
23.	Nakhon Sawan	1.244012929	-0.598738606	0.306194438
24.	Nakhon Si Thammarat	-0.083228811	1.797338765	1.238706789
25.	Nan	-1.283601854	0.333681567	-0.697551495
26.	Narathiwat	-0.151542724	1.623198827	1.141570086
27.	Nong Khai	-0.610221854	-0.360673881	-0.658696814
28.	Pattani	-0.024674028	1.539435313	1.083288064
29.	Phangnga	-0.151542724	2.266855306	1.484786437
30.	Phayao	-2.327828811	0.214649204	-1.481120901
31.	Phetchabun	-0.005155767	-0.413577153	-0.347859364
32.	Phetchaburi	1.009793798	0.342498779	1.083288064

ลำดับที่	สถานีอุตุนิยมวิทยา	อุณหภูมิเฉลี่ย	ความชื้นสัมพัทธ์	อุณหภูมิจุดน้ำค้าง
33.	Phitsanulok	0.717019885	-0.673684908	0.014784328
34.	Phrae	-0.844440984	0.122068478	-0.55508433
35.	Phuket	1.331845103	0.360133203	1.238706789
36.	Prachin Buri	1.400159016	-0.378308305	0.694741251
37.	Prachuap Khiri Khan	0.38520945	0.351315991	0.66883813
38.	Ranong	-0.053951419	1.054488651	0.740071712
39.	Rayong	1.165939885	0.670939927	1.394125514
40.	Roi Et	-0.180820115	-1.035190602	-0.781736638
41.	Sa Kaeo	1.019552929	-0.406964244	0.403331141
42.	Sakon Nakhon	-1.078660115	-0.497340668	-1.034292066
43.	Satun	0.424245972	1.050080045	1.083288064
44.	Songkhla	0.687742494	0.787767987	1.160997426
45.	Suphan Buri	1.244012929	-0.252663034	0.68178969
46.	Surat Thani	-0.307688811	2.01336046	1.167473207
47.	Surin	-0.092987941	-0.680297817	-0.54860855
48.	Tak	0.463282494	-1.733954656	-1.099049868
49.	Trang	0.014362494	1.706962342	1.148045866
50.	Trat	0.131472059	1.506370768	1.238706789
51.	Ubon Ratchathani	0.063158146	-0.84341624	-0.54860855
52.	Udon Thani	-0.483353158	-1.017556178	-1.060195187
53.	Uttaradit	0.434005103	-0.759652726	-0.270150001

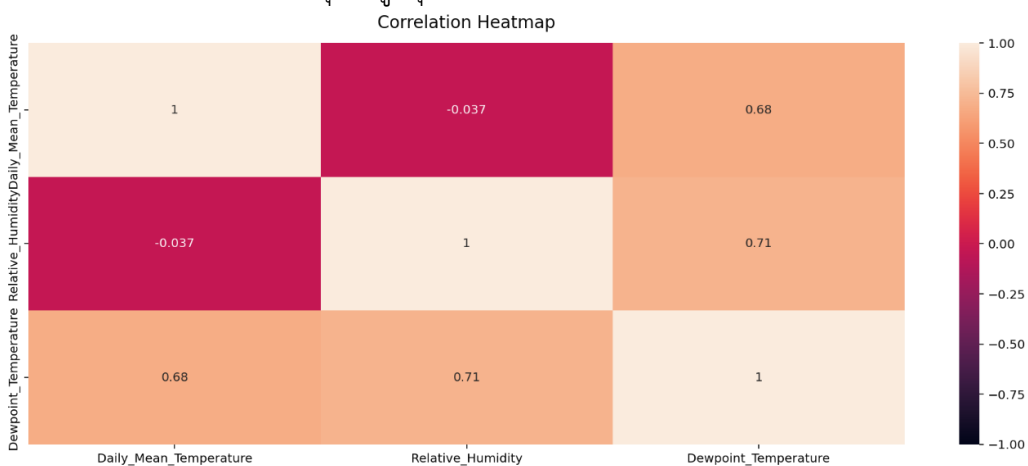
2.2.4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้าง

2.2.4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้าง ของข้อมูลเฉลี่ยรายปี (Annual) คาบ 30 ปี แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิเฉลี่ยมีความสัมพันธ์เชิงบวกหรือเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับอุณหภูมิจุดน้ำค้าง ความชื้นสัมพัทธ์มีความสัมพันธ์เชิงบวกหรือเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับอุณหภูมิจุดน้ำค้าง



รูปที่ 9 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้าง ของข้อมูลสถิติภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010)

2.2.4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้าง ของข้อมูลเฉลี่ยรายปี (Annual) คาบ 30 ปี แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิเฉลี่ยมีความสัมพันธ์เชิงบวกหรือเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับอุณหภูมิจุดน้ำค้าง ความชื้นสัมพัทธ์มีความสัมพันธ์เชิงบวกหรือเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับอุณหภูมิจุดน้ำค้าง

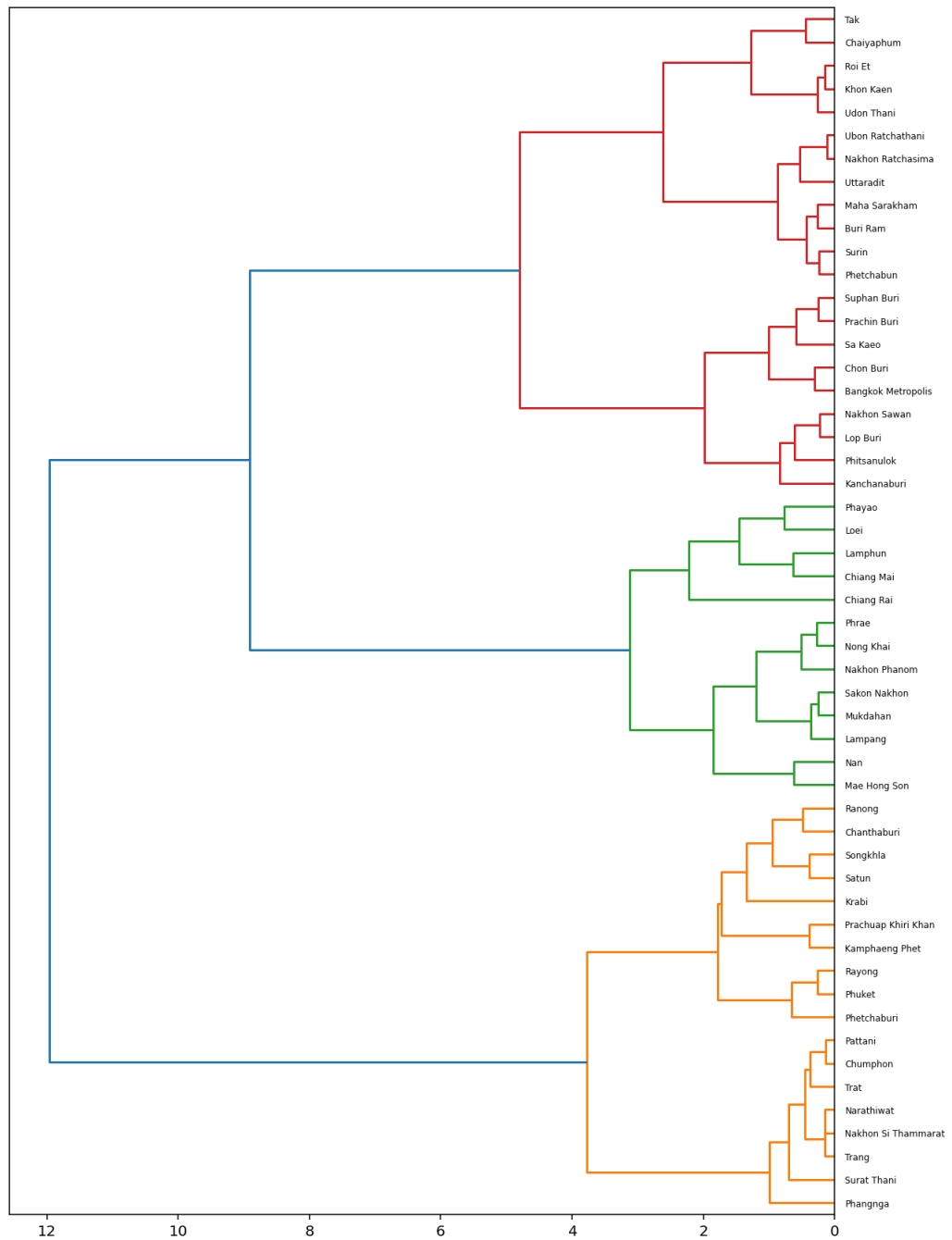


รูปที่ 10 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้าง ของข้อมูลสถิติภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ. 1991 - 2020)

2.2.5 วิเคราะห์หาจำนวนกลุ่มที่เหมาะสม มี 2 ขั้นตอน คือ 1. วิเคราะห์จากแผนภาพ Dendrogram และ Heat Map 2. ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแบบคลัสต์คัล วอลลิส (Kruskal Wallis)

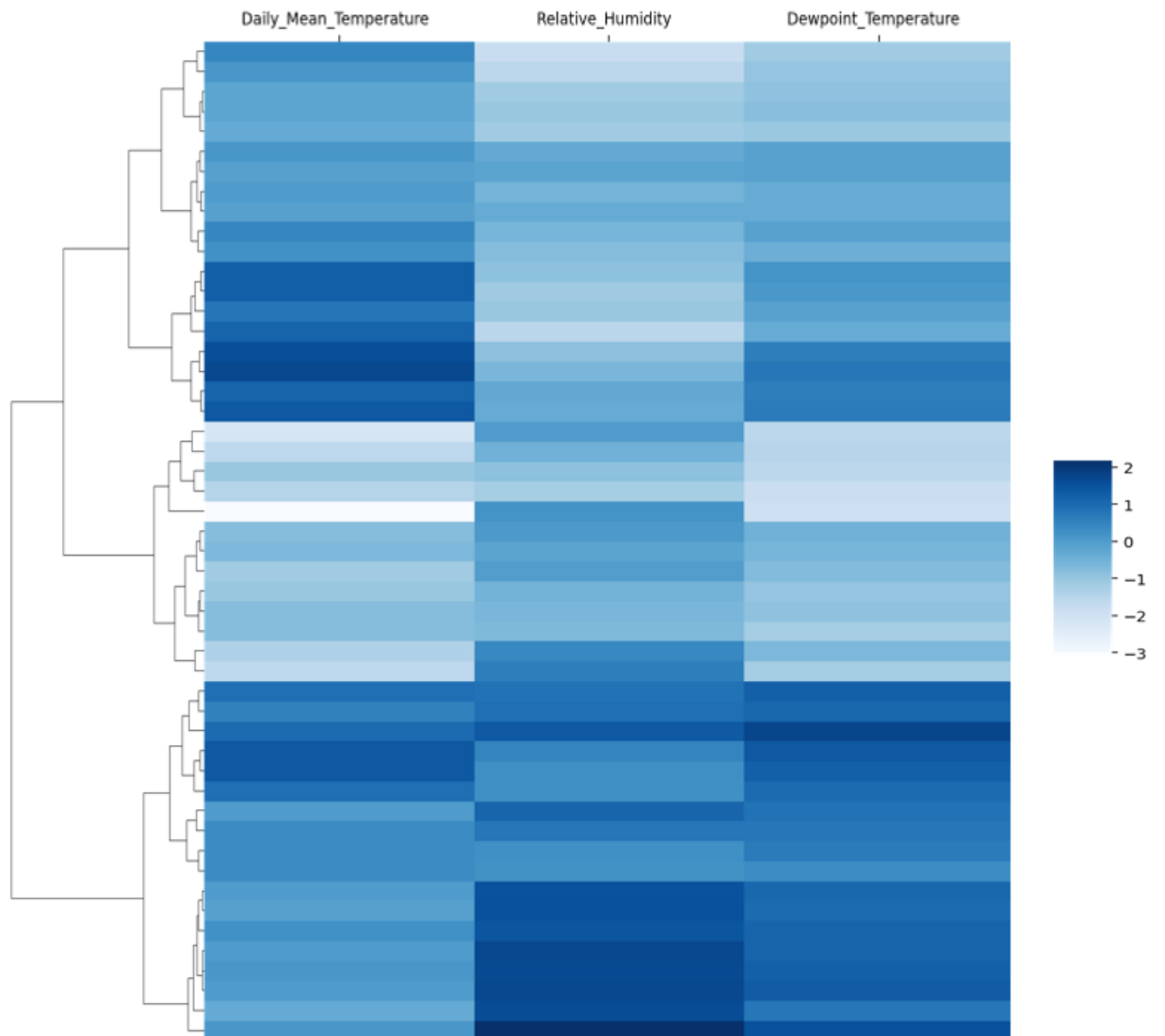
2.2.5.1 ข้อมูลสถิติภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010)

2.2.5.1.1 แผนภาพ Dendrogram แสดงการจัดกลุ่มที่เป็นไปได้ทั้งหมด และได้เน้นไปที่การจัดกลุ่มแบบ 3 กลุ่ม นั่นคือ กลุ่มสีแดง กลุ่มสีเขียว และกลุ่มสีส้ม



รูปที่ 11 แผนภาพ Dendrogram แสดงการจัดกลุ่มแบบขั้นตอน (Hierarchical Clustering) ของ ข้อมูลสถิติภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010)

2.2.5.1.2 แผนภาพ Heat Map แสดงความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยความเข้ม-อ่อนของสี โดยการจัดกลุ่มควรเป็น 3 - 6 กลุ่ม



รูปที่ 12 แผนภาพ Heat Map แสดงความแตกต่างจากความเข้ม - อ่อนของสี ของข้อมูลสถิติ ภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010)

2.2.5.1.3 การทดสอบคลัสต์ล วอลลิส (Kruskal Wallis)

2.2.5.1.3.1 การจัดกลุ่ม 3 กลุ่ม

2.2.5.1.3.1.1 ขั้นตอนการทดสอบสมมติฐาน

1. กำหนดสมมติฐานทางสถิติ ได้ดังนี้

$$H_0 : \mu_0 = \mu_1 = \mu_2 \text{ (ข้อมูล 3 กลุ่ม ไม่แตกต่างกัน)}$$

$$H_1 : \text{not } H_0 \text{ (ข้อมูลอย่างน้อย 1 รายคู่แตกต่างกัน)}$$

2. กำหนดระดับนัยสำคัญ (α) = 0.05
3. คำนวณค่าสถิติความสัมพันธ์ และค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับสมมติฐานหลัก (P-value) หรือค่า Sig.
4. ตัดสินใจยอมรับหรือปฏิเสธสมมติฐานหลัก

2.2.5.1.3.1.2 ผลการทดสอบคลัสต์ล วอลลิส (Kruskal Wallis) ดังตารางที่

6 แสดงค่าสถิติจากการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอันดับในแต่ละกลุ่มโดยค่าสถิติของคลัสต์ล วอลลิส (Kruskal Wallis) ซึ่งแปลงมาอยู่ในรูปของ Chi - Square (X^2) และค่าความน่าจะเป็น (Asymp. Sig.) ภายใต้สมมติฐานทางสถิติที่กำหนดข้างต้นจะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 (ในที่นี้จะพิจารณาค่าความน่าจะเป็นโดยไม่ต้องใช้ตารางสถิติ) จากผลลัพธ์ที่ได้พบว่าค่าความน่าจะเป็น Asymp.Sig. คือ 0.000 ของทั้ง 3 ตัวแปร คืออุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิจุดน้ำค้าง ซึ่งมีค่าน้อยกว่า ระดับ α ที่กำหนด ($\alpha = 0.05$) ดังนั้นจึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) สรุปผลได้ว่ามีอย่างน้อย 1 รายคู่ของตัวแปรอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้างแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 7 แสดงค่าสถิติจากการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอันดับในแต่ละกลุ่มโดยค่าสถิติของคลัสต์ล วอลลิส (Kruskal Wallis) ของการจัดกลุ่ม 3 กลุ่ม ของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้าง ของข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010)

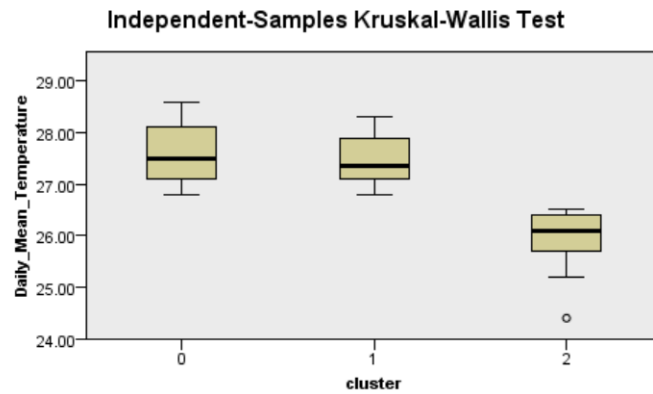
Test Statistics^{a,b}

	Daily_Mean_Temperature	Relative_Humidity	Dewpoint_Temperature
Chi-Square	29.351	34.536	40.325
df	2	2	2
Asymp. Sig.	.000	.000	.000

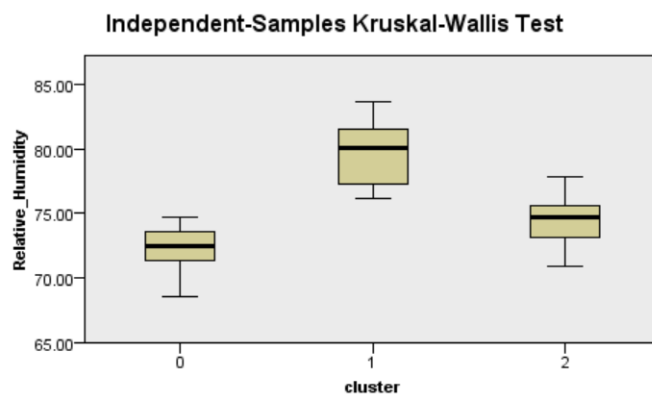
a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: cluster

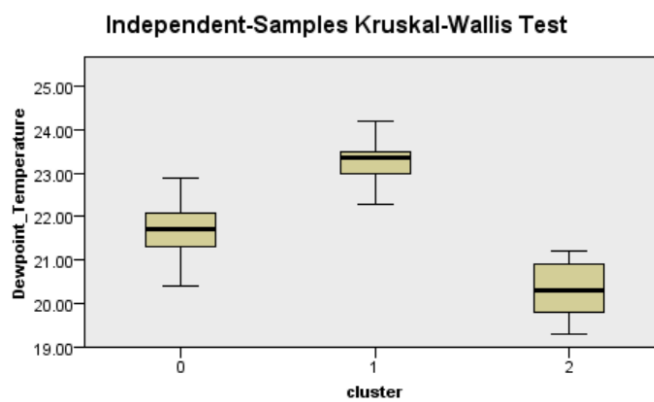
2.2.5.1.3.1.3 ผลการทดสอบคลัสต์ลวอลลิส (Kruskal Wallis) ของข้อมูล อุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้างแสดงด้วยแผนภาพ Box Plot ดังรูปที่ 13, 14 และ 15 ตามลำดับ เป็นการเปรียบเทียบระหว่างค่ามัธยฐานของกลุ่มและข้อมูลอื่น ๆ ภายในกลุ่ม ของกลุ่ม 0, 1 และ 2



รูปที่ 13 แผนภาพ Box Plot เปรียบเทียบข้อมูลระหว่าง 3 กลุ่มของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย



รูปที่ 14 แผนภาพ Box Plot เปรียบเทียบข้อมูลระหว่าง 3 กลุ่มของข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์



รูปที่ 15 แผนภาพ Box Plot เปรียบเทียบข้อมูลระหว่าง 3 กลุ่มของข้อมูลอุณหภูมิจุดน้ำค้าง

2.2.5.1.3.1.4 ผลการทดสอบคลัสต์ลวอลลิส (Kruskal Wallis) ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 3 กลุ่ม (กลุ่ม 0, 1 และ 2) ของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย จากตารางที่ 7 เรียงลำดับตามค่าอันดับเฉลี่ย (Mean Rank) เมื่อพิจารณาค่า Adj.Sig. ของกลุ่ม 2 เทียบกับกลุ่ม 1 (2-1) และกลุ่ม 2 เทียบกับกลุ่ม 0 (2-0) ค่า Adj.Sig. มีค่าน้อยกว่าระดับ α ที่กำหนด ($\alpha = 0.05$) ดังนั้นจึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) สรุปผลได้ว่ามี 2 รายคู่ของตัวแปรอุณหภูมิเฉลี่ยแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 8 ผลการทดสอบคลัสต์ลวอลลิส (Kruskal Wallis)* ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 3 กลุ่ม สำหรับข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย ของข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010)

Sample1-Sample2	Test Statistic	Std. Error	Std. Test Statistic	Sig.	Adj. Sig.
2-1	25.000	5.508	4.539	0.000	0.000
2-0	26.857	5.340	5.029	0.000	0.000
1-0	1.857	4.861	0.382	0.702	1.000

*Each row tests the null hypothesis that the Sample 1 and Sample 2 distributions are the same. Asymptotic significances (2-sided tests) are displayed. The significance level is 0.05. Significance values have been adjusted by the Bonferroni correction for multiple tests.

2.2.5.1.3.1.5 ผลการทดสอบคลัสต์ลวอลลิส (Kruskal Wallis) ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 3 กลุ่ม (กลุ่ม 0, 1 และ 2) ของข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ จากตารางที่ 8 เรียงลำดับตามค่าอันดับเฉลี่ย (Mean Rank) เมื่อพิจารณาค่า Adj.Sig. ของกลุ่ม 0 เทียบกับกลุ่ม 1 (0-1) และกลุ่ม 2 เทียบกับกลุ่ม 1 (2-1) ค่า Adj.Sig. มีค่าน้อยกว่าระดับ α ที่กำหนด ($\alpha = 0.05$) ดังนั้นจึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) สรุปผลได้ว่ามี 2 รายคู่ของตัวแปรความชื้นสัมพัทธ์แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 9 ผลการทดสอบคลัสต์ลวอลลิส (Kruskal Wallis)* ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 3 กลุ่ม สำหรับข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ ของข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010)

Sample1-Sample2	Test Statistic	Std. Error	Std. Test Statistic	Sig.	Adj. Sig.
0-2	-10.158	5.347	-1.900	0.057	0.172
0-1	-29.119	4.867	-5.983	0.000	0.000
2-1	18.962	5.515	3.438	0.001	0.002

*Each row tests the null hypothesis that the Sample 1 and Sample 2 distributions are the same. Asymptotic significances (2-sided tests) are displayed. The significance level is 0.05. Significance values have been adjusted by the Bonferroni correction for multiple tests.

2.2.5.1.3.1.6 ผลการทดสอบคลัสต์ลวอลลิส (Kruskal Wallis) ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 3 กลุ่ม (กลุ่ม 0, 1 และ 2) ของข้อมูลอุณหภูมิจุดน้ำค้าง จากตารางที่ 9

เรียงลำดับตามค่าอันดับเฉลี่ย (Mean Rank) เมื่อพิจารณาค่า Adj.Sig. ของกลุ่ม 2 เทียบกับกลุ่ม 0 (2-0), กลุ่ม 2 เทียบกับกลุ่ม 1 (2-1) และกลุ่ม 0 เทียบกับกลุ่ม 1 (0-1) ค่า Adj.Sig. มีค่าน้อยกว่าระดับ α ที่กำหนด ($\alpha = 0.05$) ดังนั้นจึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) สรุปผลได้ว่าทั้ง 3 รายคู่ของตัวแปรอุณหภูมิจุดน้ำค้าง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 10 ผลการทดสอบคลัสต์ล วอลลิส (Kruskal Wallis)* ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 3 กลุ่ม สำหรับข้อมูลอุณหภูมิจุดน้ำค้าง ของข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010)

Sample1-Sample2	Test Statistic	Std. Error	Std. Test Statistic	Sig.	Adj. Sig.
2-0	14.095	5.344	2.637	0.008	0.025
2-1	34.111	5.512	6.188	0.000	0.000
0-1	-20.016	4.864	-4.115	0.000	0.000

*Each row tests the null hypothesis that the Sample 1 and Sample 2 distributions are the same. Asymptotic significances (2-sided tests) are displayed. The significance level is 0.05. Significance values have been adjusted by the Bonferroni correction for multiple tests.

2.2.5.1.3.1.7 สรุปผลการทดสอบคลัสต์ล วอลลิส (Kruskal Wallis) ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 3 กลุ่ม (กลุ่ม 0, 1 และ 2) ของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้างที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 คิดเป็น ร้อยละ 77.78% ของจำนวนรายคู่ทั้งหมด

2.2.5.1.3.2 การจัดกลุ่ม 4 กลุ่ม

2.2.5.1.3.2.1 ขั้นตอนการทดสอบสมมติฐาน

1. กำหนดสมมติฐานทางสถิติ ได้ดังนี้

$H_0 : \mu_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$ (ข้อมูล 4 กลุ่ม ไม่แตกต่างกัน)

$H_1 : not H_0$ (ข้อมูลอย่างน้อย 1 รายคู่แตกต่างกัน)

2. กำหนดระดับนัยสำคัญ (α) = 0.05
3. คำนวณค่าสถิติความสัมพันธ์ และค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับสมมติฐานหลัก (P-value) หรือค่า Sig.
4. ตัดสินใจยอมรับหรือปฏิเสธสมมติฐานหลัก

2.2.5.1.3.2.2 ผลการทดสอบคลัสต์ล วอลลิส (Kruskal Wallis) ดังตารางที่ 10 แสดงค่าสถิติจากการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอันดับในแต่ละกลุ่มโดยค่าสถิติของคลัสต์ล วอลลิส (Kruskal Wallis) ซึ่งแปลงมาอยู่ในรูปของ Chi – Square (X^2) และค่าความน่าจะเป็น (Asymp. Sig.) ภายใต้สมมติฐานทางสถิติที่กำหนดข้างต้นจะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 (ในที่นี้จะพิจารณาค่าความน่าจะเป็นโดยไม่ต้องใช้ตารางสถิติ) จากผลลัพธ์ที่ได้พบว่าค่าความน่าจะเป็น Asymp.Sig. คือ 0.000 ของทั้ง 3 ตัวแปร คืออุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิจุดน้ำค้าง

ซึ่งมีค่าน้อยกว่า ระดับ α ที่กำหนด ($\alpha = 0.05$) ดังนั้นจึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) สรุปผลได้ว่ามีอย่างน้อย 1 รายคู่ของตัวแปรอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้างแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 11 แสดงค่าสถิติจากการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอันดับในแต่ละกลุ่มโดยค่าสถิติของคลัสคัล วอลลิส (Kruskal Wallis) ของการจัดกลุ่ม 4 กลุ่ม ของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้าง ของข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010)

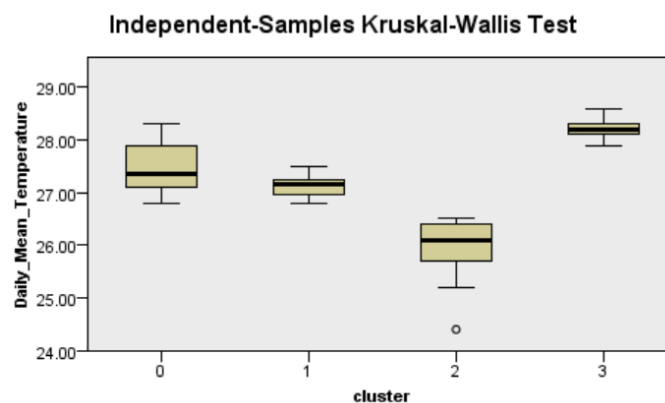
Test Statistics^{a,b}

	Daily_Mean_Temperature	Relative_Humidity	Dewpoint_Temperature
Chi-Square	39.069	36.267	43.511
df	3	3	3
Asymp. Sig.	.000	.000	.000

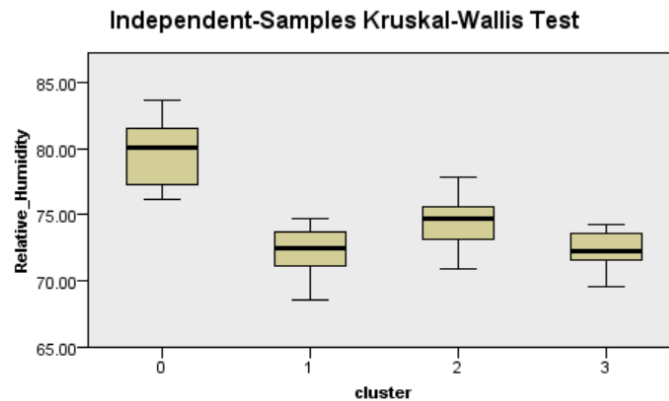
a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: cluster

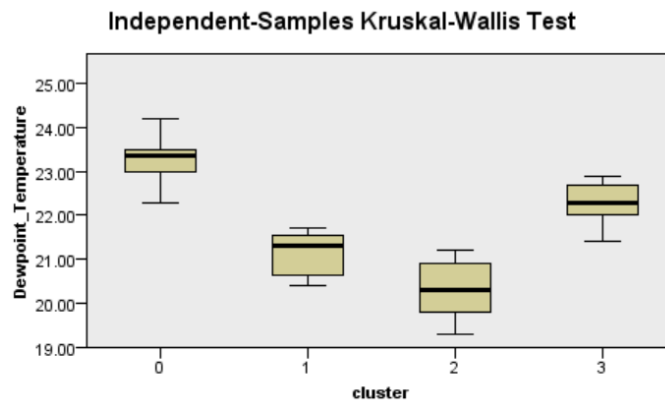
2.2.5.1.3.2.3 ผลการทดสอบคลัสคัล วอลลิส (Kruskal Wallis) ของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้างแสดงด้วยแผนภาพ Box Plot ดังรูปที่ 16, 17 และ 18 ตามลำดับ เป็นการเปรียบเทียบระหว่างค่ามัธยฐานของกลุ่มและข้อมูลอื่น ๆ ภายในกลุ่มของกลุ่ม 0, 1, 2 และ 3



รูปที่ 16 แผนภาพ Box Plot เปรียบเทียบข้อมูลระหว่าง 4 กลุ่มของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย



รูปที่ 17 แผนภาพ Box Plot เปรียบเทียบข้อมูลระหว่าง 4 กลุ่มของข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์



รูปที่ 18 แผนภาพ Box Plot เปรียบเทียบข้อมูลระหว่าง 4 กลุ่มของข้อมูลอุณหภูมิจุดน้ำค้าง

2.2.5.1.3.2.4 ผลการทดสอบคลัสต์คัล วอลลิส (Kruskal Wallis) ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 4 กลุ่ม (กลุ่ม 0, 1, 2 และ 3) ของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย จากตารางที่ 11 เรียงลำดับตามค่าอันดับเฉลี่ย (Mean Rank) เมื่อพิจารณาค่า Adj.Sig. ของกลุ่ม 2 เทียบกับกลุ่ม 1 (2-1), กลุ่ม 2 เทียบกับกลุ่ม 0 (2-0), กลุ่ม 2 เทียบกับกลุ่ม 3 (2-3) และกลุ่ม 1 เทียบกับกลุ่ม 3 (1-3) ค่า Adj.Sig. มีค่าน้อยกว่าระดับ α ที่กำหนด ($\alpha = 0.05$) ดังนั้นจึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) สรุปผลได้ว่ามี 4 รายคู่ของตัวแปรอุณหภูมิเฉลี่ย แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 12 ผลการทดสอบคลัสต์คัล วอลลิส (Kruskal Wallis)* ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 4 กลุ่ม สำหรับข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย ของข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010)

Sample1-Sample2	Test Statistic	Std. Error	Std. Test Statistic	Sig.	Adj. Sig.
2-1	17.750	6.058	2.930	0.003	0.020
2-0	25.000	5.508	4.539	0.000	0.000
2-3	-39.000	6.562	-5.943	0.000	0.000

Sample1-Sample2	Test Statistic	Std. Error	Std. Test Statistic	Sig.	Adj. Sig.
1-0	7.250	5.640	1.286	0.199	1.000
1-3	-21.250	6.673	-3.185	0.001	0.009
0-3	-14.000	6.178	-2.266	0.023	0.141

*Each row tests the null hypothesis that the Sample 1 and Sample 2 distributions are the same. Asymptotic significances (2-sided tests) are displayed. The significance level is 0.05. Significance values have been adjusted by the Bonferroni correction for multiple tests.

2.2.5.1.3.2.5 ผลการทดสอบคลัสคัล วอลลิส (Kruskal Wallis) ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 4 กลุ่ม (กลุ่ม 0, 1, 2 และ 3) ของข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ จากตารางที่ 12 เรียงลำดับตามค่าอันดับเฉลี่ย (Mean Rank) เมื่อพิจารณาค่า Adj.Sig. ของกลุ่ม 1 เทียบกับกลุ่ม 0 (1-0), กลุ่ม 3 เทียบกับกลุ่ม 0 (3-0) และกลุ่ม 2 เทียบกับกลุ่ม 0 (2-0) ค่า Adj.Sig. มีค่าน้อยกว่าระดับ α ที่กำหนด ($\alpha = 0.05$) ดังนั้นจึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) สรุปผลได้ว่ามี 3 รายคู่ของตัวแปรความชื้นสัมพัทธ์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 13 ผลการทดสอบคลัสคัล วอลลิส (Kruskal Wallis)* ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 4 กลุ่ม สำหรับข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ ของข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010)

Sample1-Sample2	Test Statistic	Std. Error	Std. Test Statistic	Sig.	Adj. Sig.
1-3	-0.792	6.681	-0.118	0.906	1.000
1-2	-10.497	6.066	-1.731	0.084	0.501
1-0	29.458	5.647	5.217	0.000	0.000
3-2	9.705	6.570	1.477	0.140	0.838
3-0	28.667	6.186	4.634	0.000	0.000
2-0	18.962	5.515	3.438	0.001	0.004

*Each row tests the null hypothesis that the Sample 1 and Sample 2 distributions are the same. Asymptotic significances (2-sided tests) are displayed. The significance level is 0.05. Significance values have been adjusted by the Bonferroni correction for multiple tests.

2.2.5.1.3.2.6 ผลการทดสอบคลัสคัล วอลลิส (Kruskal Wallis) ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 4 กลุ่ม (กลุ่ม 0, 1, 2 และ 3) ของข้อมูลอุณหภูมิจุดน้ำค้าง จากตารางที่ 13 เรียงลำดับตามค่าอันดับเฉลี่ย (Mean Rank) เมื่อพิจารณาค่า Adj.Sig. ของกลุ่ม 2 เทียบกับกลุ่ม 3 (2-3), กลุ่ม 2 เทียบกับกลุ่ม 0 (2-0) และกลุ่ม 1 เทียบกับกลุ่ม 0 (1-0) ค่า Adj.Sig. มีค่าน้อยกว่าระดับ α ที่กำหนด ($\alpha = 0.05$) ดังนั้นจึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) สรุปผลได้ว่ามี 3 รายคู่ของตัวแปรอุณหภูมิจุดน้ำค้าง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 14 ผลการทดสอบคลัสคัล วอลลิส (Kruskal Wallis)* ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 4 กลุ่ม สำหรับข้อมูลอุณหภูมิจุดน้ำค้าง ของข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010)

Sample1-Sample2	Test Statistic	Std. Error	Std. Test Statistic	Sig.	Adj. Sig.
2-1	8.792	6.062	1.450	0.147	0.882
2-3	-21.167	6.567	-3.223	0.001	0.008
2-0	34.111	5.512	6.188	0.000	0.000
1-3	-12.375	6.678	-1.853	0.064	0.383
1-0	25.319	5.644	4.486	0.000	0.000
3-0	12.944	6.183	2.094	0.036	0.218

*Each row tests the null hypothesis that the Sample 1 and Sample 2 distributions are the same. Asymptotic significances (2-sided tests) are displayed. The significance level is 0.05. Significance values have been adjusted by the Bonferroni correction for multiple tests.

2.2.5.1.3.2.7 สรุปผลการทดสอบคลัสคัล วอลลิส (Kruskal Wallis) ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 4 กลุ่ม (กลุ่ม 0, 1, 2 และ 3) ของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้างที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 คิดเป็น ร้อยละ 55.56% ของจำนวนรายคู่ทั้งหมด

2.2.5.1.3.3 การจัดกลุ่ม 5 กลุ่ม

2.2.5.1.3.3.1 ขั้นตอนการทดสอบสมมติฐาน

1. กำหนดสมมติฐานทางสถิติ ได้ดังนี้

$H_0 : \mu_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$ (ข้อมูล 5 กลุ่ม ไม่แตกต่างกัน)

$H_1 : not H_0$ (ข้อมูลอย่างน้อย 1 รายคู่แตกต่างกัน)

2. กำหนดระดับนัยสำคัญ (α) = 0.05
3. คำนวณค่าสถิติความสัมพันธ์ และค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับสมมติฐานหลัก (P-value) หรือค่า Sig.
4. ตัดสินใจยอมรับหรือปฏิเสธสมมติฐานหลัก

2.2.5.1.3.3.2 ผลการทดสอบคลัสคัล วอลลิส (Kruskal Wallis) ดังตารางที่แสดงค่าสถิติจากการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอันดับในแต่ละกลุ่มโดยค่าสถิติของ คลัสคัล วอลลิส (Kruskal Wallis) ซึ่งแปลงมาอยู่ในรูปของ Chi - Square (X^2) และค่าความน่าจะเป็น (Asymp. Sig.) ภายใต้สมมติฐานทางสถิติที่กำหนดข้างต้นจะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 (ในที่นี้จะพิจารณา ค่าความน่าจะเป็นโดยไม่ต้องใช้ตารางสถิติ) จากผลลัพธ์ที่ได้พบว่าค่าความน่าจะเป็น Asymp.Sig. คือ 0.000 ของทั้ง 3 ตัวแปร คืออุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิจุดน้ำค้าง ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระดับ α ที่กำหนด ($\alpha = 0.05$) ดังนั้นจึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) สรุปผลได้ว่ามีอย่าง

น้อย 1 รายคู่ของตัวแปรอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้างแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 15 แสดงค่าสถิติจากการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอันดับในแต่ละกลุ่มโดยค่าสถิติของคัลส์คัล วอลลิส (Kruskal Wallis) ของการจัดกลุ่ม 5 กลุ่ม ของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้าง ของข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010)

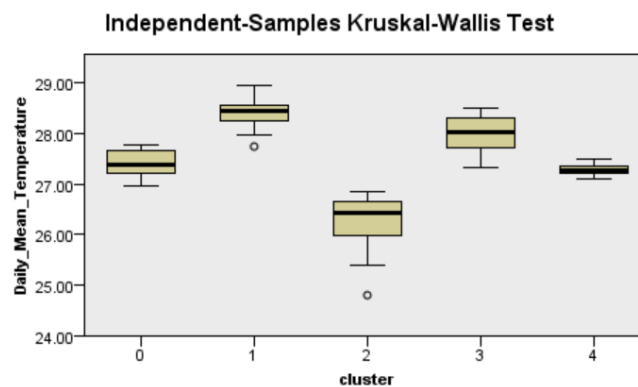
Test Statistics^{a,b}

	Daily_Mean_Temperature	Relative_Humidity	Dewpoint_Temperature
Chi-Square	44.358	35.599	44.161
df	4	4	4
Asymp. Sig.	.000	.000	.000

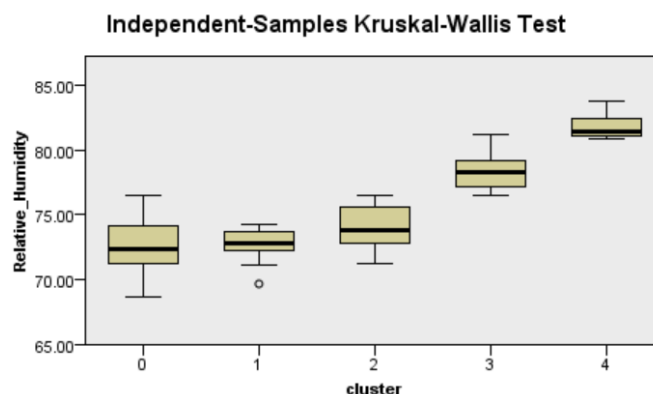
a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: cluster

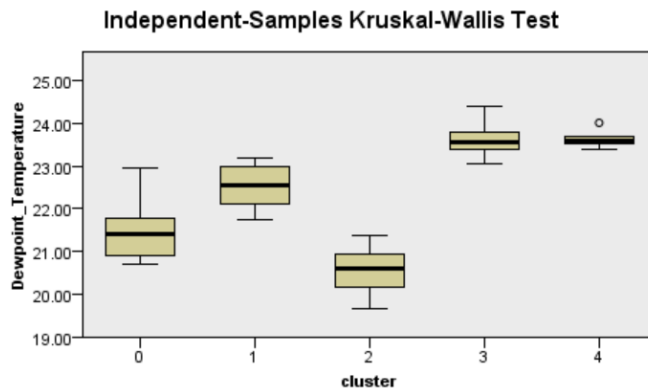
2.2.5.1.3.3.3 ผลการทดสอบคัลส์คัล วอลลิส (Kruskal Wallis) ของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้างแสดงด้วยแผนภาพ Box Plot ดังรูปที่ 19, 20 และ 21 ตามลำดับ เป็นการเปรียบเทียบระหว่างค่ามัธยฐานของกลุ่มและข้อมูลอื่น ๆ ภายในกลุ่มของกลุ่ม 0, 1, 2, 3 และ 4



รูปที่ 19 แผนภาพ Box Plot เปรียบเทียบข้อมูลระหว่าง 5 กลุ่มของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย



รูปที่ 20 แผนภาพ Box Plot เปรียบเทียบข้อมูลระหว่าง 5 กลุ่มของข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์



รูปที่ 21 แผนภาพ Box Plot เปรียบเทียบข้อมูลระหว่าง 5 กลุ่มของข้อมูลอุณหภูมิจุดน้ำค้าง

2.2.5.1.3.3.4 ผลการทดสอบคลัสต์ล วอลลิส (Kruskal Wallis) ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 5 กลุ่ม (กลุ่ม 0, 1, 2, 3 และ 4) ของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย จากตารางที่ 15 เรียงลำดับตามค่าอันดับเฉลี่ย (Mean Rank) เมื่อพิจารณาค่า Adj.Sig. ของกลุ่ม 0 เทียบกับกลุ่ม 1 (0-1), กลุ่ม 0 เทียบกับกลุ่ม 2 (0-2), กลุ่ม 0 เทียบกับกลุ่ม 3 (0-3), กลุ่ม 4 เทียบกับกลุ่ม 3 (4-3) และกลุ่ม 1 เทียบกับกลุ่ม 3 (1-3) ค่า Adj.Sig. มีค่าน้อยกว่าระดับ α ที่กำหนด ($\alpha = 0.05$) ดังนั้นจึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) สรุปผลได้ว่ามี 5 รายคู่ของตัวแปรอุณหภูมิเฉลี่ย แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 16 ผลการทดสอบคลัสต์ล วอลลิส (Kruskal Wallis)* ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 5 กลุ่ม สำหรับข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย ของข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010)

Sample1-Sample2	Test Statistic	Std. Error	Std. Test Statistic	Sig.	Adj. Sig.
0-4	-16.750	6.800	-2.463	0.014	0.138
0-1	-17.750	6.058	-2.930	0.003	0.034
0-2	-31.600	6.365	-4.965	0.000	0.000
0-3	-39.000	6.562	-5.943	0.000	0.000
4-1	1.000	6.907	0.145	0.885	1.000
4-2	14.850	7.178	2.069	0.039	0.386
4-3	22.250	7.353	3.026	0.002	0.025
1-2	-13.850	6.479	-2.138	0.033	0.326
1-3	-21.250	6.673	-3.185	0.001	0.014
2-3	-7.400	6.953	-1.064	0.287	1.000

*Each row tests the null hypothesis that the Sample 1 and Sample 2 distributions are the same. Asymptotic significances (2-sided tests) are displayed. The significance level is 0.05. Significance values have been adjusted by the Bonferroni correction for multiple tests.

2.2.5.1.3.3.5 ผลการทดสอบคลัสต์ลวอลลิส (Kruskal Wallis) ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 5 กลุ่ม (กลุ่ม 0, 1, 2, 3 และ 4) ของข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ จากตารางที่ 16 เรียงลำดับตามค่าอันดับเฉลี่ย (Mean Rank) เมื่อพิจารณาค่า Adj.Sig. ของกลุ่ม 1 เทียบกับกลุ่ม 2 (1-2), กลุ่ม 1 เทียบกับกลุ่ม 4 (1-4), กลุ่ม 3 เทียบกับกลุ่ม 2 (3-2), กลุ่ม 3 เทียบกับกลุ่ม 4 (3-4) และกลุ่ม 0 เทียบกับกลุ่ม 4 (0-4) ค่า Adj.Sig. มีค่าน้อยกว่าระดับ α ที่กำหนด ($\alpha = 0.05$) ดังนั้นจึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) สรุปผลได้ว่ามี 5 รายคู่ของตัวแปรความชื้นสัมพัทธ์แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 17 ผลการทดสอบคลัสต์ลวอลลิส (Kruskal Wallis)* ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 5 กลุ่ม สำหรับข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ ของข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010)

Sample1-Sample2	Test Statistic	Std. Error	Std. Test Statistic	Sig.	Adj. Sig.
1-3	-0.792	6.681	-0.118	0.906	1.000
1-0	10.497	6.066	1.731	0.084	0.835
1-2	-25.058	6.488	-3.862	0.000	0.001
1-4	-34.958	6.916	-5.055	0.000	0.000
3-0	9.705	6.570	1.477	0.140	1.000
3-2	24.267	6.962	3.486	0.000	0.005
3-4	-34.167	7.363	-4.641	0.000	0.000
0-2	-14.562	6.373	-2.285	0.022	0.223
0-4	-24.462	6.809	-3.593	0.000	0.003
2-4	-9.900	7.187	-1.377	0.168	1.000

*Each row tests the null hypothesis that the Sample 1 and Sample 2 distributions are the same. Asymptotic significances (2-sided tests) are displayed. The significance level is 0.05. Significance values have been adjusted by the Bonferroni correction for multiple tests.

2.2.5.1.3.3.6 ผลการทดสอบคลัสต์ลวอลลิส (Kruskal Wallis) ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 5 กลุ่ม (กลุ่ม 0, 1, 2, 3 และ 4) ของข้อมูลอุณหภูมิจุดน้ำค้าง จากตารางที่ 17 เรียงลำดับตามค่าอันดับเฉลี่ย (Mean Rank) เมื่อพิจารณาค่า Adj.Sig. ของกลุ่ม 0 เทียบกับกลุ่ม 3 (0-3), กลุ่ม 0 เทียบกับกลุ่ม 2 (0-2), กลุ่ม 0 เทียบกับกลุ่ม 4 (0-4), กลุ่ม 1 เทียบกับกลุ่ม 2 (1-2) และกลุ่ม 1 เทียบกับกลุ่ม 4 (1-4) ค่า Adj.Sig. มีค่าน้อยกว่าระดับ α ที่กำหนด ($\alpha = 0.05$) ดังนั้นจึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) สรุปผลได้ว่าทั้ง 5 รายคู่ของตัวแปรอุณหภูมิจุดน้ำค้างแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 18 ผลการทดสอบคลัสคัล วอลลิส (Kruskal Wallis)* ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 5 กลุ่ม สำหรับข้อมูลอุณหภูมิจุดน้ำค้าง ของข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010)

Sample1-Sample2	Test Statistic	Std. Error	Std. Test Statistic	Sig.	Adj. Sig.
0-1	-8.792	6.062	-1.450	0.147	1.000
0-3	-21.167	6.567	-3.223	0.001	0.013
0-2	-33.000	6.370	-5.181	0.000	0.000
0-4	-35.500	6.805	-5.217	0.000	0.000
1-3	-12.375	6.678	-1.853	0.064	0.639
1-2	-24.208	6.484	-3.733	0.000	0.002
1-4	-26.708	6.912	-3.864	0.000	0.001
3-2	11.833	6.958	1.701	0.089	0.890
3-4	-14.333	7.359	-1.948	0.051	0.514
2-4	-2.500	7.183	-0.348	0.728	1.000

*Each row tests the null hypothesis that the Sample 1 and Sample 2 distributions are the same. Asymptotic significances (2-sided tests) are displayed. The significance level is 0.05. Significance values have been adjusted by the Bonferroni correction for multiple tests.

2.2.5.1.3.3.7 สรุปผลการทดสอบคลัสคัล วอลลิส (Kruskal Wallis) ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 5 กลุ่ม (กลุ่ม 0, 1, 2, 3 และ 4) ของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้างที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 คิดเป็น ร้อยละ 50% ของจำนวนรายคู่ทั้งหมด

2.2.5.1.3.4 การจัดกลุ่ม 6 กลุ่ม

2.2.5.1.3.4.1 ขั้นตอนการทดสอบสมมติฐาน

1. กำหนดสมมติฐานทางสถิติ ได้ดังนี้

$$H_0 : \mu_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 \text{ (ข้อมูล 6 กลุ่ม ไม่แตกต่างกัน)}$$

$$H_1 : \text{not } H_0 \text{ (ข้อมูลอย่างน้อย 1 รายคู่แตกต่างกัน)}$$

2. กำหนดระดับนัยสำคัญ (α) = 0.05
3. คำนวณค่าสถิติความสัมพันธ์ และค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับสมมติฐานหลัก (P-value) หรือค่า Sig.
4. ตัดสินใจยอมรับหรือปฏิเสธสมมติฐานหลัก

2.2.5.1.3.4.2 ผลการทดสอบคลัสคัล วอลลิส (Kruskal Wallis) ดังตารางที่ 18 แสดงค่าสถิติจากการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอันดับในแต่ละกลุ่มโดยค่าสถิติของคลัสคัล วอลลิส (Kruskal Wallis) ซึ่งแปลงมาอยู่ในรูปของ Chi - Square (X^2) และค่าความน่าจะเป็น

น (Asymp. Sig.) ภายใต้สมมติฐานทางสถิติที่กำหนดข้างต้นจะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 (ในที่นี้จะพิจารณาค่าความน่าจะเป็นโดยไม่ต้องใช้ตารางสถิติ) จากผลลัพธ์ที่ได้พบว่าค่าความน่าจะเป็น Asymp.Sig. คือ 0.000 ของทั้ง 3 ตัวแปร คืออุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิจุดน้ำค้าง ซึ่งมีค่าน้อยกว่า ระดับ α ที่กำหนด ($\alpha = 0.05$) ดังนั้นจึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) สรุปผลได้ว่ามีอย่างน้อย 1 รายคู่ของตัวแปรอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้าง แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 19 แสดงค่าสถิติจากการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอันดับในแต่ละกลุ่มโดยค่าสถิติของคลัสคัล วอลลิส (Kruskal Wallis) ของการจัดกลุ่ม 6 กลุ่ม ของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้าง ของข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010)

Test Statistics^{a,b}

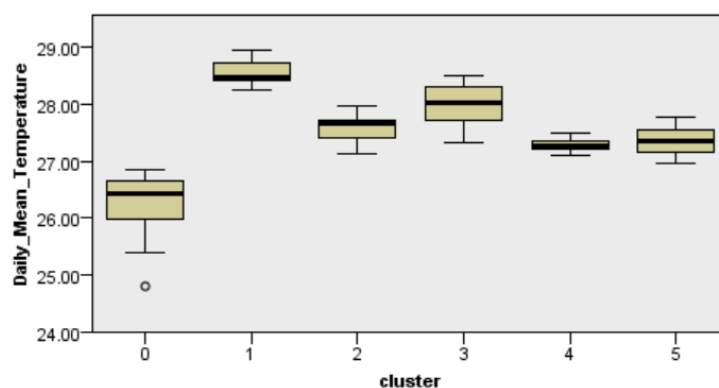
	Daily_Mean_Temperature	Relative_Humidity	Dewpoint_Temperature
Chi-Square	43.668	38.894	44.908
df	5	5	5
Asymp. Sig.	.000	.000	.000

a. Kruskal Wallis Test

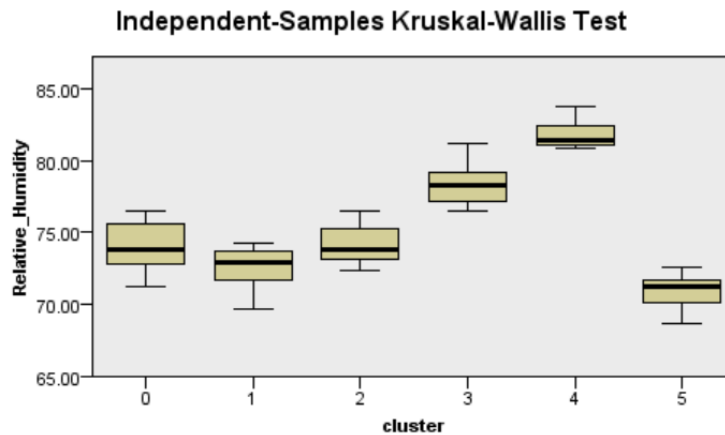
b. Grouping Variable: cluster

2.2.5.1.3.4.3 ผลการทดสอบคลัสคัล วอลลิส (Kruskal Wallis) ของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้างแสดงด้วยแผนภาพ Box Plot ดังรูปที่ 22, 23 และ 24 ตามลำดับ เป็นการเปรียบเทียบระหว่างค่ามัธยฐานของกลุ่มและข้อมูลอื่น ๆ ภายในกลุ่มของกลุ่ม 0, 1, 2, 3, 4 และ 5

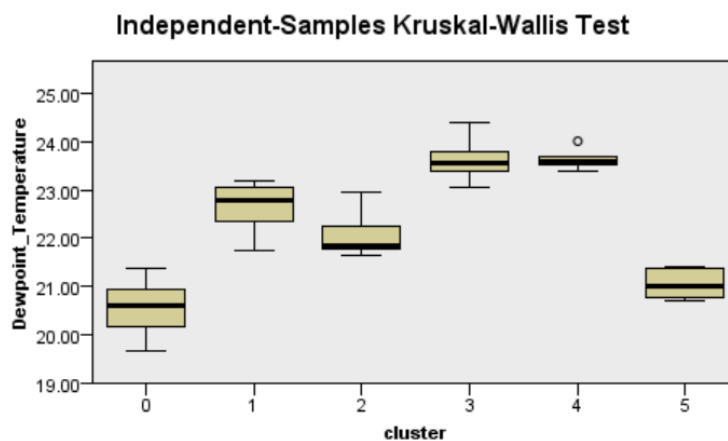
Independent-Samples Kruskal-Wallis Test



รูปที่ 22 แผนภาพ Box Plot เปรียบเทียบข้อมูลระหว่าง 6 กลุ่มของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย



รูปที่ 23 แผนภาพ Box Plot เปรียบเทียบข้อมูลระหว่าง 6 กลุ่มของข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์



รูปที่ 24 แผนภาพ Box Plot เปรียบเทียบข้อมูลระหว่าง 6 กลุ่มของข้อมูลอุณหภูมิจุดน้ำค้าง

2.2.5.1.3.4.4 ผลการทดสอบคลัสต์ล วอลลิส (Kruskal Wallis) ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 6 กลุ่ม (กลุ่ม 0, 1, 2, 3, 4 และ 5) ของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย จากตารางที่ 19 เรียงลำดับตามค่าอันดับเฉลี่ย (Mean Rank) เมื่อพิจารณาค่า Adj.Sig. ของกลุ่ม 0 เทียบกับกลุ่ม 2 (0-2), กลุ่ม 0 เทียบกับกลุ่ม 3 (0-3), กลุ่ม 0 เทียบกับกลุ่ม 1 (0-1), กลุ่ม 4 เทียบกับกลุ่ม 1 (4-1) และกลุ่ม 5 เทียบกับกลุ่ม 1 (5-1) ค่า Adj.Sig. มีค่าน้อยกว่าระดับ α ที่กำหนด ($\alpha = 0.05$) ดังนั้นจึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) สรุปผลได้ว่ามี 5 รายคู่จากรายคู่ทั้งหมดของตัวแปรอุณหภูมิเฉลี่ย แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 20 ผลการทดสอบคลัสต์ล วอลลิส (Kruskal Wallis)* ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 6 กลุ่ม สำหรับข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย ของข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010)

Sample1-Sample2	Test Statistic	Std. Error	Std. Test Statistic	Sig.	Adj. Sig.
0-4	15.625	6.809	2.295	0.022	0.326

Sample1-Sample2	Test Statistic	Std. Error	Std. Test Statistic	Sig.	Adj. Sig.
0-5	-17.750	6.809	-2.607	0.009	0.137
0-2	23.929	7.104	3.358	0.001	0.011
0-3	31.688	6.809	4.663	0.000	0.000
0-1	-40.750	6.809	5.884	0.000	0.000
4-5	2.125	7.577	0.280	0.779	1.000
4-2	8.304	7.843	1.059	0.290	1.000
4-3	16.062	7.577	2.120	0.034	0.510
4-1	25.125	7.577	3.315	0.001	0.014
5-2	6.178	7.843	0.788	0.431	1.000
5-3	13.938	7.577	1.839	0.066	0.988
5-1	23.000	7.577	3.036	0.002	0.036
2-3	7.759	7.843	0.989	0.323	1.000
2-1	16.821	7.843	2.145	0.032	0.480
3-1	9.062	7.577	1.195	0.737	1.000

*Each row tests the null hypothesis that the Sample 1 and Sample 2 distributions are the same. Asymptotic significances (2-sided tests) are displayed. The significance level is 0.05. Significance values have been adjusted by the Bonferroni correction for multiple tests.

2.2.5.1.3.4.5 ผลการทดสอบคลัสคัล วอลลิส (Kruskal Wallis) ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 6 กลุ่ม (กลุ่ม 0, 1, 2, 3, 4 และ 5) ของข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ จากตารางที่ 20 เรียงลำดับตามค่าอันดับเฉลี่ย (Mean Rank) เมื่อพิจารณาค่า Adj.Sig. ของกลุ่ม 5 เทียบกับกลุ่ม 3 (5-3), กลุ่ม 5 เทียบกับกลุ่ม 4 (5-4), กลุ่ม 1 เทียบกับกลุ่ม 3 (1-3), กลุ่ม 1 เทียบกับกลุ่ม 4 (1-4), กลุ่ม 0 เทียบกับกลุ่ม 4 (0-4) และกลุ่ม 2 เทียบกับกลุ่ม 4 (2-4) ค่า Adj.Sig. มีค่าน้อยกว่าระดับ α ที่กำหนด ($\alpha = 0.05$) ดังนั้นจึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) สรุปผลได้ว่ามี 6 รายคู่ของตัวแปรความชื้นสัมพัทธ์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 21 ผลการทดสอบคลัสคัล วอลลิส (Kruskal Wallis)* ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 6 กลุ่ม สำหรับข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ ของข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010)

Sample1-Sample2	Test Statistic	Std. Error	Std. Test Statistic	Sig.	Adj. Sig.
5-1	9.500	7.577	1.254	0.210	1.000
5-0	16.452	6.810	2.417	0.015	0.235
5-2	17.857	7.843	2.277	0.022	0.342
5-3	33.625	7.577	4.438	0.000	0.000

Sample1-Sample2	Test Statistic	Std. Error	Std. Test Statistic	Sig.	Adj. Sig.
5-4	41.250	7.577	5.444	0.000	0.000
1-0	6.952	6.810	1.022	0.307	1.000
1-2	8.357	7.843	1.066	0.287	1.000
1-3	-24.125	7.577	-3.184	0.001	0.022
1-4	31.750	7.577	4.190	0.000	0.000
0-2	1.396	7.105	0.196	0.044	1.000
0-3	-17.163	6.810	-2.520	0.012	0.176
0-4	24.788	6.810	2.540	0.000	0.004
2-3	15.768	7.843	2.010	0.044	0.666
2-4	-23.393	7.843	2.983	0.003	0.043
3-4	7.575	7.577	1.005	0.314	1.000

*Each row tests the null hypothesis that the Sample 1 and Sample 2 distributions are the same. Asymptotic significances (2-sided tests) are displayed. The significance level is 0.05. Significance values have been adjusted by the Bonferroni correction for multiple tests.

2.2.5.1.3.4.6 ผลการทดสอบคลัสต์ล วอลลิส (Kruskal Wallis) ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 6 กลุ่ม (กลุ่ม 0, 1, 2, 3, 4 และ 5) ของข้อมูลอุณหภูมิจุดน้ำค้าง จากตารางที่ 21 เรียงลำดับตามค่าอันดับเฉลี่ย (Mean Rank) เมื่อพิจารณาค่า Adj.Sig. ของกลุ่ม 0 เทียบกับกลุ่ม 1 (0-1), กลุ่ม 0 เทียบกับกลุ่ม 3 (0-3), กลุ่ม 0 เทียบกับกลุ่ม 4 (0-4), กลุ่ม 5 เทียบกับกลุ่ม 3 (5-3) และกลุ่ม 5 เทียบกับกลุ่ม 4 (5-4) ค่า Adj.Sig. มีค่าน้อยกว่าระดับ α ที่กำหนด ($\alpha = 0.05$) ดังนั้นจึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) สรุปผลได้ว่ามี 5 รายคู่ของตัวแปรอุณหภูมิจุดน้ำค้างแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 22 ผลการทดสอบคลัสต์ล วอลลิส (Kruskal Wallis)* ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 6 กลุ่ม สำหรับข้อมูลอุณหภูมิจุดน้ำค้าง ของข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010)

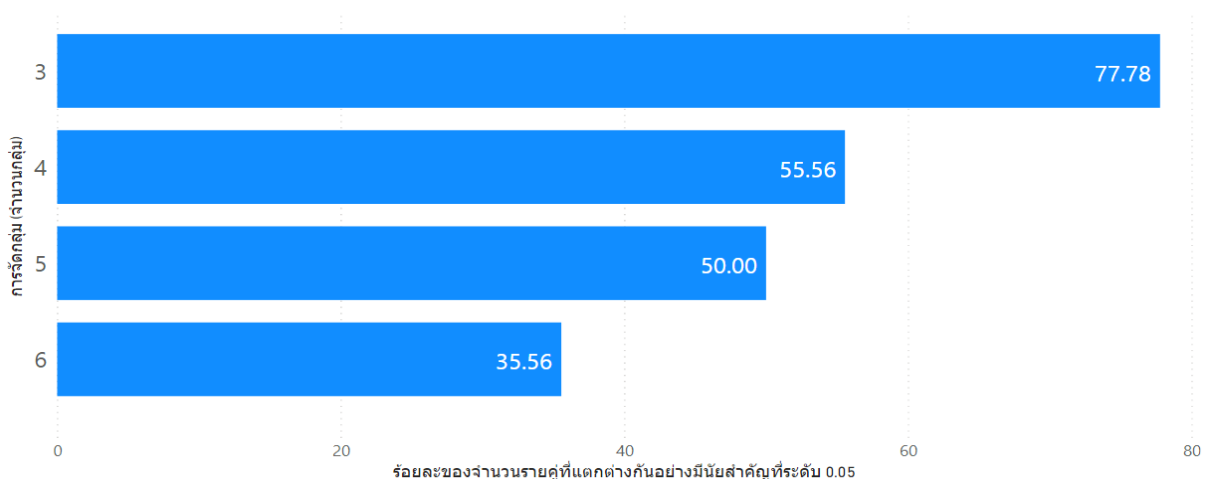
Sample1-Sample2	Test Statistic	Std. Error	Std. Test Statistic	Sig.	Adj. Sig.
0-5	5.351	6.808	0.786	0.432	1.000
0-2	-17.467	7.103	-2.459	0.014	0.209
0-1	22.638	6.808	2.310	0.001	0.014
0-3	21.788	6.808	6.110	0.000	0.000
0-4	-33.038	6.808	-5.293	0.000	0.000
5-2	12.116	7.842	1.545	0.122	1.000
5-1	17.188	7.575	2.269	0.022	0.349

Sample1-Sample2	Test Statistic	Std. Error	Std. Test Statistic	Sig.	Adj. Sig.
5-3	29.438	7.575	3.886	0.000	0.002
5-4	30.688	7.575	4.051	0.000	0.001
2-1	6.071	7.842	0.647	0.518	1.000
2-3	-17.321	7.842	-2.209	0.027	0.408
2-4	18.571	7.842	2.358	0.018	0.268
1-3	12.250	7.575	1.617	0.106	1.000
1-4	-13.500	7.575	-1.782	0.075	1.000
3-4	1.250	7.575	0.155	0.869	1.000

*Each row tests the null hypothesis that the Sample 1 and Sample 2 distributions are the same. Asymptotic significances (2-sided tests) are displayed. The significance level is 0.05. Significance values have been adjusted by the Bonferroni correction for multiple tests.

2.2.5.1.3.4.7 สรุปผลการทดสอบคลัสคัล วอลลิส (Kruskal Wallis) ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 6 กลุ่ม (กลุ่ม 0, 1, 2, 3, 4 และ 5) ของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้างที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 คิดเป็น ร้อยละ 35.56% ของจำนวนรายคู่ทั้งหมด

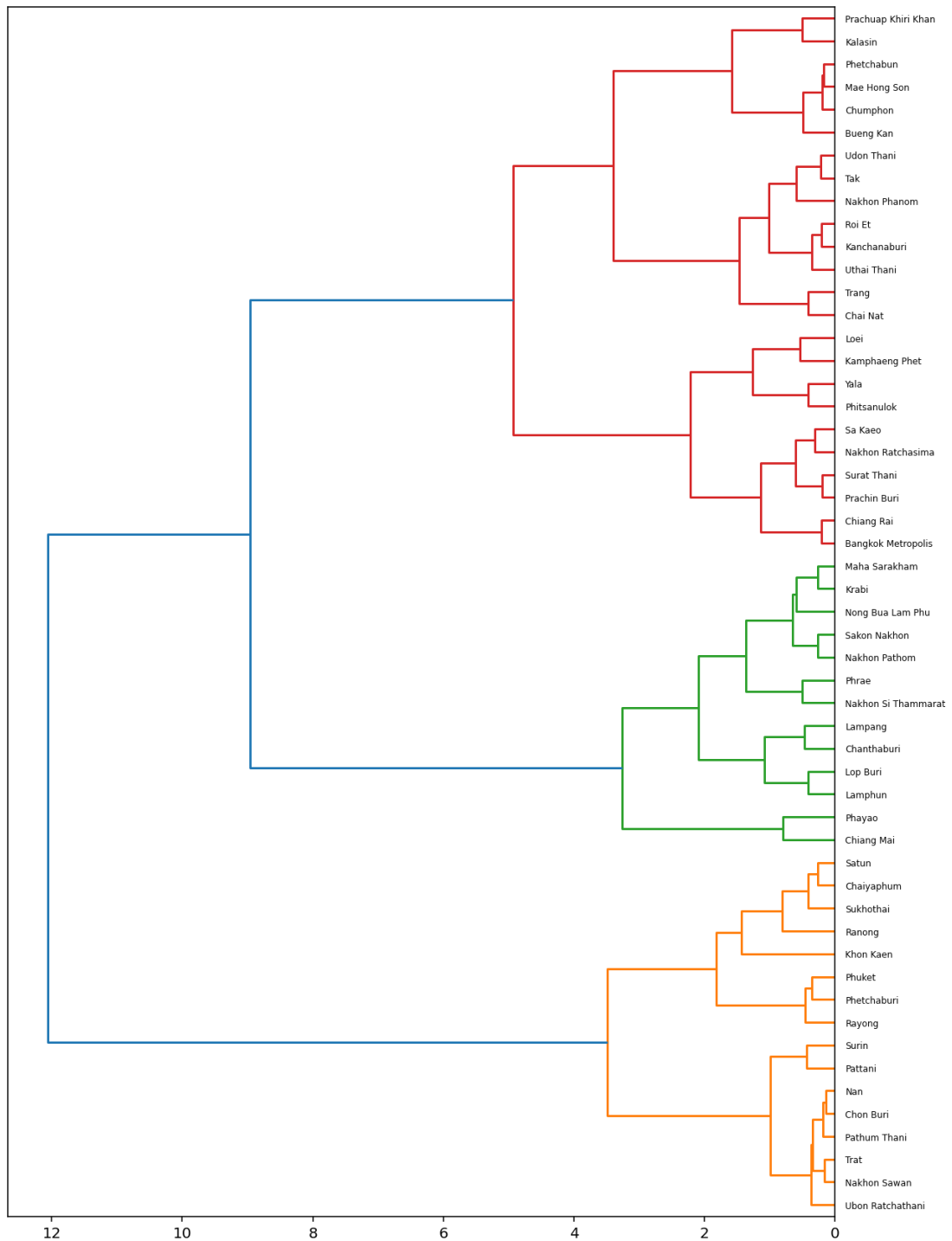
2.2.5.1.3.5 สรุปร้อยละของจำนวนรายคู่ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ของการจัดกลุ่ม 3 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 77.78 การจัดกลุ่ม 4 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 55.56 การจัดกลุ่ม 5 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 50 การจัดกลุ่ม 6 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 35.56 โดยเรียงลำดับได้ดังนี้



รูปที่ 25 แผนภูมิแสดงร้อยละของจำนวนรายคู่ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ของการจัดกลุ่มแบบต่าง ๆ เรียงลำดับจากมากไปน้อย ของการจัดกลุ่มข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 - 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010)

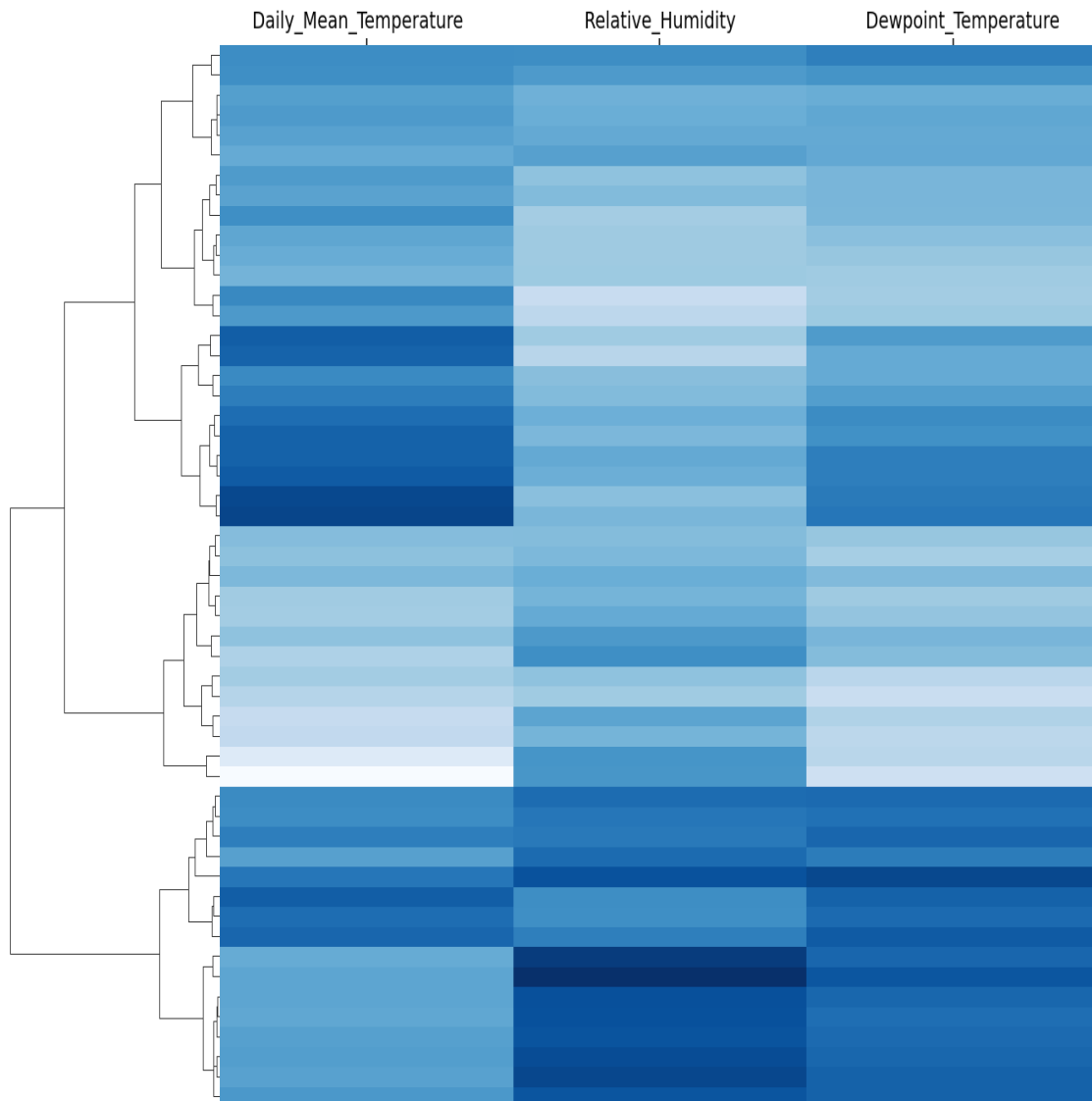
2.2.5.2 ข้อมูลสถิติภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ. 1991 - 2020)

2.2.5.2.1 แผนภาพ Dendrogram แสดงการจัดกลุ่มที่เป็นไปได้ทั้งหมด และได้เน้นไปที่การจัดกลุ่มแบบ 3 กลุ่ม นั่นคือ กลุ่มสีแดง กลุ่มสีเขียว และกลุ่มสีส้ม



รูปที่ 26 แผนภาพ Dendrogram แสดงการจัดกลุ่มแบบขั้นตอน (Hierarchical Clustering) ของข้อมูลสถิติภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ. 1991 - 2020)

2.2.5.2.2 แผนภาพ Heat Map แสดงความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยความเข้ม-
อ่อนของสี โดยการจัดกลุ่มควรเป็น 3-6 กลุ่ม



รูปที่ 27 แผนภาพ Heat Map แสดงความแตกต่างจากความเข้ม - อ่อนของสี ของข้อมูลสถิติ
ภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ. 1991 - 2020)

2.2.5.2.3 การทดสอบคลัสต์ล วอลลิส (Kruskal Wallis)

2.2.5.2.3.1 การจัดกลุ่ม 3 กลุ่ม

2.2.5.2.3.1.1 ขั้นตอนการทดสอบสมมติฐาน

1. กำหนดสมมติฐานทางสถิติ ได้ดังนี้

$$H_0 : \mu_0 = \mu_1 = \mu_2 \text{ (ข้อมูล 3 กลุ่ม ไม่แตกต่างกัน)}$$

$$H_1 : \text{not } H_0 \text{ (ข้อมูลอย่างน้อย 1 รายคู่แตกต่างกัน)}$$

2. กำหนดระดับนัยสำคัญ (α) = 0.05
3. คำนวณค่าสถิติความสัมพัทธ์ และค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับสมมติฐานหลัก (P-value) หรือค่า Sig.
4. ตัดสินใจยอมรับหรือปฏิเสธสมมติฐานหลัก

2.2.5.2.3.1.2 ผลการทดสอบคลัสต์ล วอลลิส (Kruskal Wallis) ดังตารางที่

22 แสดงค่าสถิติจากการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอันดับในแต่ละกลุ่มโดยค่าสถิติของคลัสต์ล วอลลิส (Kruskal Wallis) ซึ่งแปลงมาอยู่ในรูปของ Chi - Square (X^2) และค่าความน่าจะเป็น (Asymp. Sig.) ภายใต้สมมติฐานทางสถิติที่กำหนดข้างต้นจะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 (ในที่นี้จะพิจารณาค่าความน่าจะเป็นโดยไม่ต้องใช้ตารางสถิติ) จากผลลัพธ์ที่ได้พบว่าค่าความน่าจะเป็น Asymp.Sig. คือ 0.000 ของทั้ง 3 ตัวแปร คืออุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิจุดน้ำค้าง ซึ่งมีค่าน้อยกว่า ระดับ α ที่กำหนด ($\alpha = 0.05$) ดังนั้นจึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) สรุปผลได้ว่ามีอย่างน้อย 1 รายคู่ของตัวแปรอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้างแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 23 แสดงค่าสถิติจากการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอันดับในแต่ละกลุ่มโดยค่าสถิติของคลัสต์ล วอลลิส (Kruskal Wallis) ของการจัดกลุ่ม 3 กลุ่ม ของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้าง ของข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ. 1991 - 2020)

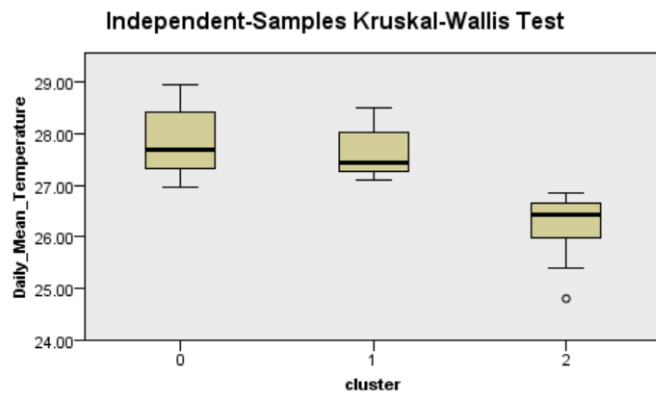
Test Statistics^{a,b}

	Daily_Mean_Temperature	Relative_Humidity	Dewpoint_Temperature
Chi-Square	29.399	34.620	41.022
df	2	2	2
Asymp. Sig.	.000	.000	.000

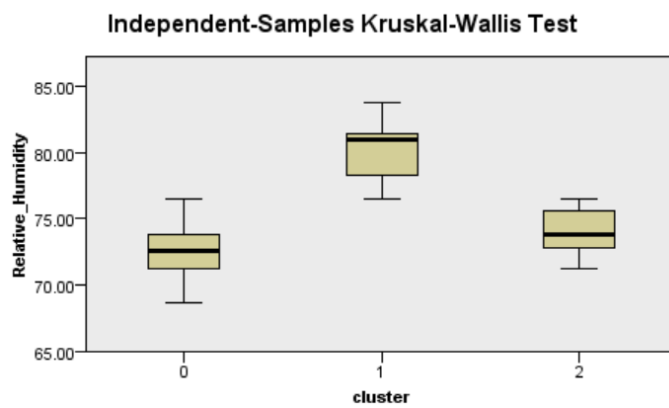
a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: cluster

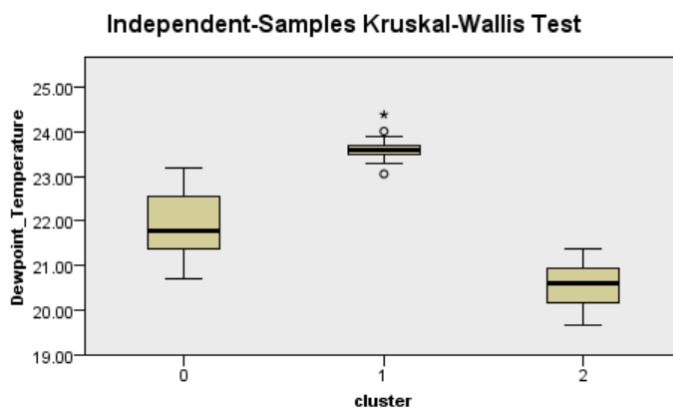
2.2.5.2.3.1.3 ผลการทดสอบคลัสต์ล วอลลิส (Kruskal Wallis) ของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้างแสดงด้วยแผนภาพ Box Plot ดังรูปที่ 27, 28 และ 29 ตามลำดับ เป็นการเปรียบเทียบระหว่างค่ามัธยฐานของกลุ่มและข้อมูลอื่น ๆ ภายในกลุ่มของกลุ่ม 0, 1 และ 2



รูปที่ 28 แผนภาพ Box Plot เปรียบเทียบข้อมูลระหว่าง 3 กลุ่มของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย



รูปที่ 29 แผนภาพ Box Plot เปรียบเทียบข้อมูลระหว่าง 3 กลุ่มของข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์



รูปที่ 30 แผนภาพ Box Plot เปรียบเทียบข้อมูลระหว่าง 3 กลุ่มของข้อมูลอุณหภูมิจุดน้ำค้าง

2.2.5.2.3.1.4 ผลการทดสอบคลัสต์คัล วอลลิส (Kruskal Wallis) ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 3 กลุ่ม (กลุ่ม 0, 1 และ 2) ของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย จากตารางที่ 23 เรียงลำดับตามค่าอันดับเฉลี่ย (Mean Rank) เมื่อพิจารณาค่า Adj.Sig. ของกลุ่ม 2 เทียบกับกลุ่ม 1 (2-1) และกลุ่ม 2 เทียบกับกลุ่ม 0 (2-0) ค่า Adj.Sig. มีค่าน้อยกว่าระดับ α ที่กำหนด ($\alpha = 0.05$)

ดังนั้นจึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) สรุปผลได้ว่ามี 2 รายคู่ของตัวแปรอุณหภูมิเฉลี่ยแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 24 ผลการทดสอบคลัสต์ล วอลลิส (Kruskal Wallis)* ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 3 กลุ่ม สำหรับข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย ของข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ. 1991 - 2020)

Sample1-Sample2	Test Statistic	Std. Error	Std. Test Statistic	Sig.	Adj. Sig.
2-1	24.375	5.766	4.227	0.000	0.000
2-0	27.917	5.318	5.250	0.000	0.000
1-0	3.542	4.984	0.711	0.477	1.000

*Each row tests the null hypothesis that the Sample 1 and Sample 2 distributions are the same. Asymptotic significances (2-sided tests) are displayed. The significance level is 0.05. Significance values have been adjusted by the Bonferroni correction for multiple tests.

2.2.5.2.3.1.5 ผลการทดสอบคลัสต์ล วอลลิส (Kruskal Wallis) ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 3 กลุ่ม (กลุ่ม 0, 1 และ 2) ของข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ จากตารางที่ 5 เรียงลำดับตามค่าอันดับเฉลี่ย (Mean Rank) เมื่อพิจารณาค่า Adj.Sig. ของกลุ่ม 0 เทียบกับกลุ่ม 1 (0-1) และกลุ่ม 2 เทียบกับกลุ่ม 1 (2-1) ค่า Adj.Sig. มีค่าน้อยกว่าระดับ α ที่กำหนด ($\alpha = 0.05$) ดังนั้นจึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) สรุปผลได้ว่ามี 2 รายคู่ของตัวแปรความชื้นสัมพัทธ์แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 25 ผลการทดสอบคลัสต์ล วอลลิส (Kruskal Wallis)* ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 3 กลุ่ม สำหรับข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ ของข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ. 1991 - 2020)

Sample1-Sample2	Test Statistic	Std. Error	Std. Test Statistic	Sig.	Adj. Sig.
0-2	-7.429	5.318	-1.397	0.162	0.487
0-1	-29.021	4.984	-5.823	0.000	0.000
2-1	21.591	5.766	3.744	0.000	0.001

*Each row tests the null hypothesis that the Sample 1 and Sample 2 distributions are the same. Asymptotic significances (2-sided tests) are displayed. The significance level is 0.05. Significance values have been adjusted by the Bonferroni correction for multiple tests.

2.2.5.2.3.1.6 ผลการทดสอบคลัสต์ล วอลลิส (Kruskal Wallis) ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 3 กลุ่ม (กลุ่ม 0, 1 และ 2) ของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย จากตารางที่ 25 เรียงลำดับตามค่าอันดับเฉลี่ย (Mean Rank) เมื่อพิจารณาค่า Adj.Sig. ของกลุ่ม 2 เทียบกับกลุ่ม 0 (2-0), กลุ่ม 2 เทียบกับกลุ่ม 1 (2-1) และกลุ่ม 0 เทียบกับกลุ่ม 1 (0-1) ค่า Adj.Sig. มีค่าน้อยกว่า

ระดับ α ที่กำหนด ($\alpha = 0.05$) ดังนั้นจึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) สรุปผลได้ว่าทั้ง 3 ราย
คู่ของตัวแปรอุณหภูมิจุดน้ำค้าง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 26 ผลการทดสอบคลัสคัล วอลลิส (Kruskal Wallis)* ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล
3 กลุ่ม สำหรับข้อมูลอุณหภูมิจุดน้ำค้าง ของข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ.
1991 - 2020)

Sample1- Sample2	Test Statistic	Std. Error	Std. Test Statistic	Sig.	Adj. Sig.
2-0	15.559	5.317	2.926	0.003	0.010
2-1	36.413	5.765	6.316	0.000	0.000
0-1	-20.854	4.983	-4.185	0.000	0.000

*Each row tests the null hypothesis that the Sample 1 and Sample 2 distributions are the same. Asymptotic significances (2-sided tests) are displayed. The significance level is 0.05. Significance values have been adjusted by the Bonferroni correction for multiple tests.

2.2.5.2.3.1.7 สรุปผลการทดสอบคลัสคัล วอลลิส (Kruskal Wallis) ของ
การเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 3 กลุ่ม (กลุ่ม 0, 1 และ 2) ของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์
และอุณหภูมิจุดน้ำค้างที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 คิดเป็น ร้อยละ 77.78% ของ
จำนวนรายคู่ทั้งหมด

2.2.5.2.3.2 การจัดกลุ่ม 4 กลุ่ม

2.2.5.2.3.2.1 ขั้นตอนการทดสอบสมมติฐาน

1. กำหนดสมมติฐานทางสถิติ ได้ดังนี้

$H_0 : \mu_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$ (ข้อมูล 4 กลุ่ม ไม่
แตกต่างกัน)

$H_1 : not H_0$ (ข้อมูลอย่างน้อย 1 รายคู่แตกต่างกัน)

2. กำหนดระดับนัยสำคัญ (α) = 0.05
3. คำนวณค่าสถิติความสัมพันธ์ และค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับ
สมมติฐานหลัก (P-value) หรือค่า Sig.
4. ตัดสินใจยอมรับหรือปฏิเสธสมมติฐานหลัก

2.2.5.2.3.2.2 ผลการทดสอบคลัสคัล วอลลิส (Kruskal Wallis) ดังตารางที่
26 แสดงค่าสถิติจากการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอันดับในแต่ละกลุ่มโดยค่าสถิติของ
คลัสคัล วอลลิส (Kruskal Wallis) ซึ่งแปลงมาอยู่ในรูปของ Chi – Square (X^2) และค่าความน่าจะเป็น
(Asymp. Sig.) ภายใต้สมมติฐานทางสถิติที่กำหนดข้างต้นจะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 (ในที่นี้จะ
พิจารณาค่าความน่าจะเป็นโดยไม่ต้องใช้ตารางสถิติ) จากผลลัพธ์ที่ได้พบว่าค่าความน่าจะเป็น
Asymp.Sig. คือ 0.000 ของทั้ง 3 ตัวแปร คืออุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิจุดน้ำค้าง
ซึ่งมีค่าน้อยกว่า ระดับ α ที่กำหนด ($\alpha = 0.05$) ดังนั้นจึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) สรุป

ผลได้ว่ามีอย่างน้อย 1 รายคู่ของตัวแปรอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้างแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 27 แสดงค่าสถิติจากการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอันดับในแต่ละกลุ่มโดยค่าสถิติของคัลส์คัล วอลลิส (Kruskal Wallis) ของการจัดกลุ่ม 4 กลุ่ม ของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้าง ของข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ. 1991 - 2020)

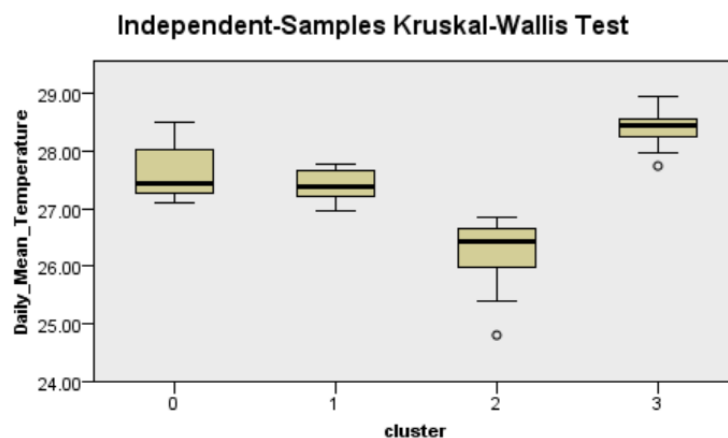
Test Statistics^{a,b}

	Daily_Mean_Temperature	Relative_Humidity	Dewpoint_Temperature
Chi-Square	39.722	34.623	44.134
df	3	3	3
Asymp. Sig.	.000	.000	.000

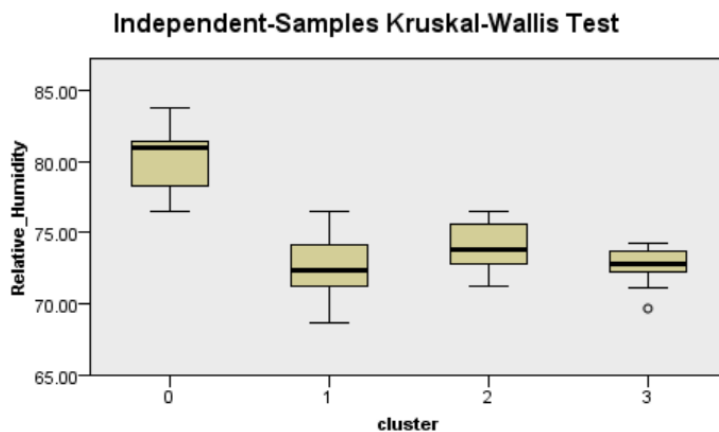
a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: cluster

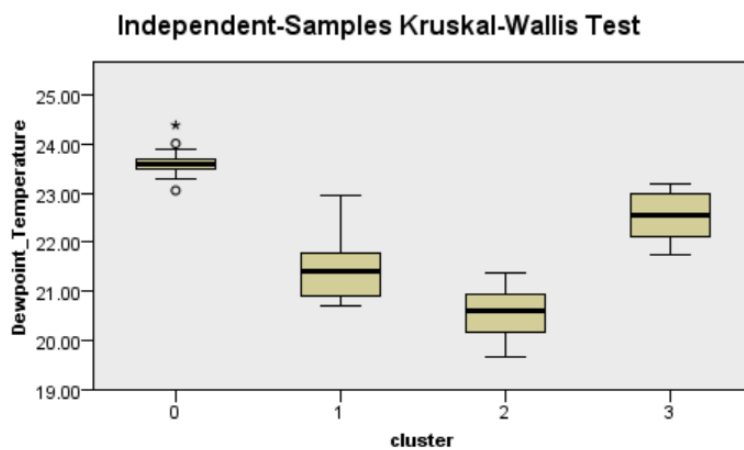
2.2.5.2.3.3 ผลการทดสอบคัลส์คัล วอลลิส (Kruskal Wallis) ของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้างแสดงด้วยแผนภาพ Box Plot ดังรูปที่ 30, 31 และ 32 ตามลำดับ เป็นการเปรียบเทียบระหว่างค่ามัธยฐานของกลุ่มและข้อมูลอื่น ๆ ภายในกลุ่มของกลุ่ม 0, 1, 2 และ 3



รูปที่ 31 แผนภาพ Box Plot เปรียบเทียบข้อมูลระหว่าง 4 กลุ่มของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย



รูปที่ 32 แผนภาพ Box Plot เปรียบเทียบข้อมูลระหว่าง 4 กลุ่มของข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์



รูปที่ 33 แผนภาพ Box Plot เปรียบเทียบข้อมูลระหว่าง 4 กลุ่มของข้อมูลอุณหภูมิจุดน้ำค้าง

2.2.5.2.3.2.4 ผลการทดสอบคลัสต์ล วอลลิส (Kruskal Wallis) ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 4 กลุ่ม (กลุ่ม 0, 1, 2 และ 3) ของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย จากตารางที่ 27 เรียงลำดับตามค่าอันดับเฉลี่ย (Mean Rank) เมื่อพิจารณาค่า Adj.Sig. ของกลุ่ม 2 เทียบกับกลุ่ม 1 (2-1), กลุ่ม 2 เทียบกับกลุ่ม 0 (2-0), กลุ่ม 2 เทียบกับกลุ่ม 3 (2-3) และกลุ่ม 1 เทียบกับกลุ่ม 3 (1-3) ค่า Adj.Sig. มีค่าน้อยกว่าระดับ α ที่กำหนด ($\alpha = 0.05$) ดังนั้นจึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) สรุปผลได้ว่ามี 4 รายคู่ของตัวแปรอุณหภูมิเฉลี่ย แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 28 ผลการทดสอบคลัสต์ล วอลลิส (Kruskal Wallis)* ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 4 กลุ่ม สำหรับข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย ของข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ. 1991 - 2020)

Sample1-Sample2	Test Statistic	Std. Error	Std. Test Statistic	Sig.	Adj. Sig.
2-1	19.357	5.948	3.255	0.001	0.007
2-0	24.375	5.766	4.227	0.000	0.000

Sample1-Sample2	Test Statistic	Std. Error	Std. Test Statistic	Sig.	Adj. Sig.
2-3	-39.900	6.495	-6.143	0.000	0.000
1-0	5.018	5.651	0.888	0.375	1.000
1-3	-20.543	6.394	-3.213	0.001	0.008
0-3	-15.525	6.225	-2.494	0.013	0.076

*Each row tests the null hypothesis that the Sample 1 and Sample 2 distributions are the same. Asymptotic significances (2-sided tests) are displayed. The significance level is 0.05. Significance values have been adjusted by the Bonferroni correction for multiple tests.

2.2.5.2.3.2.5 ผลการทดสอบคลัสต์ล วอลลิส (Kruskal Wallis) ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 4 กลุ่ม (กลุ่ม 0, 1, 2 และ 3) ของข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ จากตารางที่ 28 เรียงลำดับตามค่าอันดับเฉลี่ย (Mean Rank) เมื่อพิจารณาค่า Adj.Sig. ของกลุ่ม 1 เทียบกับกลุ่ม 0 (1-0), กลุ่ม 3 เทียบกับกลุ่ม 0 (3-0) และกลุ่ม 2 เทียบกับกลุ่ม 0 (2-0) ค่า Adj.Sig. มีค่าน้อยกว่าระดับ α ที่กำหนด ($\alpha = 0.05$) ดังนั้นจึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) สรุปผลได้ว่ามี 3 รายคู่ของตัวแปรความชื้นสัมพัทธ์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 29 ผลการทดสอบคลัสต์ล วอลลิส (Kruskal Wallis)* ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 4 กลุ่ม สำหรับข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ ของข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ. 1991 - 2020)

Sample1-Sample2	Test Statistic	Std. Error	Std. Test Statistic	Sig.	Adj. Sig.
1-3	0.371	6.394	0.058	0.954	1.000
1-2	7.646	6.496	1.177	0.239	1.000
1-0	29.238	6.225	4.697	0.000	0.000
3-2	-7.275	5.948	-1.223	0.221	1.000
3-0	28.866	5.652	5.108	0.000	0.000
2-0	21.591	5.766	3.744	0.000	0.001

*Each row tests the null hypothesis that the Sample 1 and Sample 2 distributions are the same. Asymptotic significances (2-sided tests) are displayed. The significance level is 0.05. Significance values have been adjusted by the Bonferroni correction for multiple tests.

2.2.5.2.3.2.6 ผลการทดสอบคลัสต์ล วอลลิส (Kruskal Wallis) ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 4 กลุ่ม (กลุ่ม 0, 1, 2 และ 3) ของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย จากตารางที่ 29 เรียงลำดับตามค่าอันดับเฉลี่ย (Mean Rank) เมื่อพิจารณาค่า Adj.Sig. ของกลุ่ม 2 เทียบกับกลุ่ม 3 (2-3), กลุ่ม 2 เทียบกับกลุ่ม 0 (2-0) และกลุ่ม 1 เทียบกับกลุ่ม 0 (1-0) ค่า Adj.Sig. มีค่าน้อยกว่าระดับ α ที่กำหนด ($\alpha = 0.05$) ดังนั้นจึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) สรุปผลได้ว่ามี 3 รายคู่ของตัวแปรอุณหภูมิจุดน้ำค้าง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 30 ผลการทดสอบคลัสต์ วอลลิส (Kruskal Wallis)* ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 4 กลุ่ม สำหรับข้อมูลอุณหภูมิจุดน้ำค้าง ของข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ. 1991 - 2020)

Sample1-Sample2	Test Statistic	Std. Error	Std. Test Statistic	Sig.	Adj. Sig.
2-1	10.860	5.947	1.826	0.068	0.407
2-3	-22.138	6.495	-3.409	0.001	0.004
2-0	36.413	5.765	6.316	0.000	0.000
1-3	-11.279	6.393	-1.764	0.078	0.466
1-0	25.554	5.651	4.522	0.000	0.000
3-0	14.275	6.224	2.293	0.022	0.131

*Each row tests the null hypothesis that the Sample 1 and Sample 2 distributions are the same. Asymptotic significances (2-sided tests) are displayed. The significance level is 0.05. Significance values have been adjusted by the Bonferroni correction for multiple tests.

2.2.5.2.3.2.7 สรุปผลการทดสอบคลัสต์ วอลลิส (Kruskal Wallis) ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 4 กลุ่ม (กลุ่ม 0, 1, 2 และ 3) ของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้างที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 คิดเป็น ร้อยละ 55.56% ของจำนวนรายคู่ทั้งหมด

2.2.5.2.3.3 การจัดกลุ่ม 5 กลุ่ม

2.2.5.2.3.3.1 ขั้นตอนการทดสอบสมมติฐาน

1. กำหนดสมมติฐานทางสถิติ ได้ดังนี้

$H_0 : \mu_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$ (ข้อมูล 5 กลุ่ม ไม่แตกต่างกัน)

$H_1 : not H_0$ (ข้อมูลอย่างน้อย 1 รายคู่แตกต่างกัน)

2. กำหนดระดับนัยสำคัญ (α) = 0.05
3. คำนวณค่าสถิติความสัมพันธ์ และค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับสมมติฐานหลัก (P-value) หรือค่า Sig.
4. ตัดสินใจยอมรับหรือปฏิเสธสมมติฐานหลัก

2.2.5.2.3.3.2 ผลการทดสอบคลัสต์ วอลลิส (Kruskal Wallis) ดังตารางที่แสดงค่าสถิติจากการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอันดับในแต่ละกลุ่มโดยค่าสถิติของ คลัสต์ วอลลิส (Kruskal Wallis) ซึ่งแปลงมาอยู่ในรูปของ Chi – Square (X^2) และค่าความน่าจะเป็น (Asymp. Sig.) ภายใต้สมมติฐานทางสถิติที่กำหนดข้างต้นจะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 (ในที่นี้จะพิจารณา ค่าความน่าจะเป็นโดยไม่ต้องใช้ตารางสถิติ) จากผลลัพธ์ที่ได้พบว่าค่าความน่าจะเป็น Asymp.Sig. คือ 0.000 ของทั้ง 3 ตัวแปร คืออุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิจุดน้ำค้าง ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระดับ α ที่กำหนด ($\alpha = 0.05$) ดังนั้นจึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) สรุปผลได้ว่ามีอย่าง

น้อย 1 รายคู่ของตัวแปรอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้างแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 31 แสดงค่าสถิติจากการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอันดับในแต่ละกลุ่มโดยค่าสถิติของคัลส์คัล วอลลิส (Kruskal Wallis) ของการจัดกลุ่ม 5 กลุ่ม ของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้าง ของข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ. 1991 - 2020)

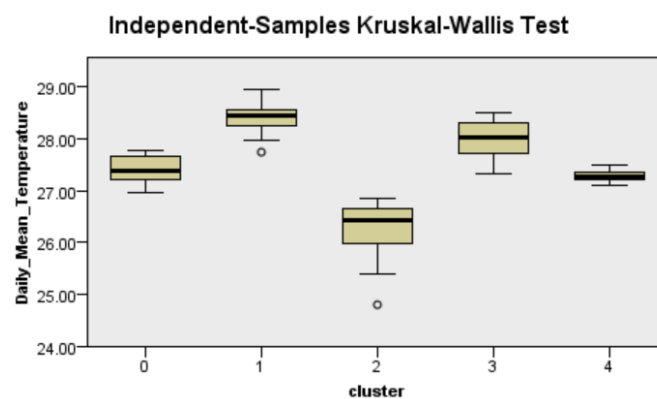
Test Statistics^{a,b}

	Daily_Mean_Temperature	Relative_Humidity	Dewpoint_Temperature
Chi-Square	44.358	35.599	44.161
df	4	4	4
Asymp. Sig.	.000	.000	.000

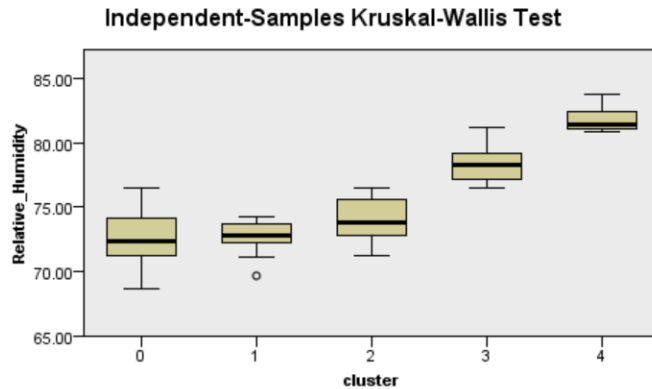
a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: cluster

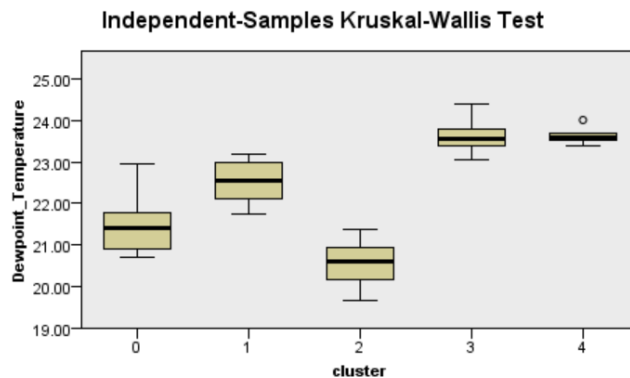
2.2.5.2.3.3.3 ผลการทดสอบคัลส์คัล วอลลิส (Kruskal Wallis) ของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้างแสดงด้วยแผนภาพ Box plot ดังรูปที่ 33, 34 และ 35 ตามลำดับ เป็นการเปรียบเทียบระหว่างค่ามัธยฐานของกลุ่มและข้อมูลอื่น ๆ ภายในกลุ่มของกลุ่ม 0, 1, 2, 3 และ 4



รูปที่ 34 แผนภาพ Box Plot เปรียบเทียบข้อมูลระหว่าง 5 กลุ่มของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย



รูปที่ 35 แผนภาพ Box Plot เปรียบเทียบข้อมูลระหว่าง 5 กลุ่มของข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์



รูปที่ 36 แผนภาพ Box Plot เปรียบเทียบข้อมูลระหว่าง 5 กลุ่มของข้อมูลอุณหภูมิจุดน้ำค้าง

2.2.5.2.3.3.4 ผลการทดสอบคัสต์ล วอลลิส (Kruskal Wallis) ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 5 กลุ่ม (กลุ่ม 0, 1, 2, 3 และ 4) ของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย จากตารางที่ 31 เรียงลำดับตามค่าอันดับเฉลี่ย (Mean Rank) เมื่อพิจารณาค่า Adj.Sig. ของกลุ่ม 2 เทียบกับกลุ่ม 0 (2-0), กลุ่ม 2 เทียบกับกลุ่ม 3 (2-3), กลุ่ม 2 เทียบกับกลุ่ม 1 (2-1), กลุ่ม 4 เทียบกับกลุ่ม 1 (4-1) และกลุ่ม 0 เทียบกับกลุ่ม 1 (0-1) ค่า Adj.Sig. มีค่าน้อยกว่าระดับ α ที่กำหนด ($\alpha = 0.05$) ดังนั้นจึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) สรุปผลได้ว่าทั้ง 5 รายคู่ของตัวแปรอุณหภูมิเฉลี่ยแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 32 ผลการทดสอบคัสต์ล วอลลิส (Kruskal Wallis)* ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 5 กลุ่ม สำหรับข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย ของข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ. 1991 - 2020)

Sample1-Sample2	Test Statistic	Std. Error	Std. Test Statistic	Sig.	Adj. Sig.
2-4	-16.062	6.939	-2.315	0.021	0.206
2-0	19.357	5.948	3.255	0.001	0.011

Sample1-Sample2	Test Statistic	Std. Error	Std. Test Statistic	Sig.	Adj. Sig.
2-3	-32.688	6.939	-4.711	0.000	0.000
2-1	39.900	6.495	6.143	0.000	0.000
4-0	3.295	6.844	0.481	0.630	1.000
4-3	16.625	7.721	2.153	0.031	0.313
4-1	23.837	7.325	3.254	0.001	0.011
0-3	-13.330	6.844	-1.948	0.051	0.514
0-1	-20.543	6.394	-3.213	0.001	0.013
3-1	7.213	7.325	0.985	0.325	1.000

*Each row tests the null hypothesis that the Sample 1 and Sample 2 distributions are the same. Asymptotic significances (2-sided tests) are displayed. The significance level is 0.05. Significance values have been adjusted by the Bonferroni correction for multiple tests.

2.2.5.2.3.3.5 ผลการทดสอบคลัสต์ล วอลลิส (Kruskal Wallis) ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 5 กลุ่ม (กลุ่ม 0, 1, 2, 3 และ 4) ของข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ จากตารางที่ 32 เรียงลำดับตามค่าอันดับเฉลี่ย (Mean Rank) เมื่อพิจารณาค่า Adj.Sig. ของกลุ่ม 0 เทียบกับกลุ่ม 3 (0-3), กลุ่ม 0 เทียบกับกลุ่ม 4 (0-4), กลุ่ม 1 เทียบกับกลุ่ม 3 (1-3), กลุ่ม 1 เทียบกับกลุ่ม 4 (1-4) และกลุ่ม 2 เทียบกับกลุ่ม 4 (2-4) ค่า Adj.Sig. มีค่าน้อยกว่าระดับ α ที่กำหนด ($\alpha = 0.05$) ดังนั้นจึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) สรุปผลได้ว่าทั้ง 5 รายคู่ของตัวแปรความชื้นสัมพัทธ์แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 33 ผลการทดสอบคลัสต์ล วอลลิส (Kruskal Wallis)* ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 5 กลุ่ม สำหรับข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ ของข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ. 1991 - 2020)

Sample1-Sample2	Test Statistic	Std. Error	Std. Test Statistic	Sig.	Adj. Sig.
0-1	0.371	6.394	0.058	0.954	1.000
0-2	-7.646	6.496	-1.177	0.239	1.000
0-3	-25.425	7.325	-3.471	0.001	0.005
0-4	-33.050	7.325	-4.512	0.000	0.000
1-2	-7.275	5.948	-1.223	0.221	1.000
1-3	-25.054	6.844	-3.660	0.000	0.003
1-4	-32.679	6.844	-4.774	0.000	0.000
2-3	-17.779	6.940	-2.562	0.010	0.104
2-4	-25.404	6.940	-3.661	0.000	0.003
3-4	-7.625	7.722	-0.987	0.323	1.000

*Each row tests the null hypothesis that the Sample 1 and Sample 2 distributions are the same. Asymptotic significances (2-sided tests) are displayed. The significance level is 0.05. Significance values have been adjusted by the Bonferroni correction for multiple tests.

2.2.5.2.3.3.6 ผลการทดสอบคลัสต์ วอลลิส (Kruskal Wallis) ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 5 กลุ่ม (กลุ่ม 0, 1, 2, 3 และ 4) ของข้อมูลอุณหภูมิจุดน้ำค้าง จากตารางที่ 33 เรียงลำดับตามค่าอันดับเฉลี่ย (Mean Rank) เมื่อพิจารณาค่า Adj.Sig. ของกลุ่ม 2 เทียบกับกลุ่ม 1 (2-1), กลุ่ม 2 เทียบกับกลุ่ม 3 (2-3), กลุ่ม 2 เทียบกับกลุ่ม 4 (2-4), กลุ่ม 0 เทียบกับกลุ่ม 3 (0-3) และกลุ่ม 0 เทียบกับกลุ่ม 4 (0-4) ค่า Adj.Sig. มีค่าน้อยกว่าระดับ α ที่กำหนด ($\alpha = 0.05$) ดังนั้นจึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) สรุปผลได้ว่าทั้ง 5 รายคู่ของตัวแปรอุณหภูมิจุดน้ำค้าง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 34 ผลการทดสอบคลัสต์ วอลลิส (Kruskal Wallis)* ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 5 กลุ่ม สำหรับข้อมูลอุณหภูมิจุดน้ำค้าง ของข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ. 1991 - 2020)

Sample1-Sample2	Test Statistic	Std. Error	Std. Test Statistic	Sig.	Adj. Sig.
2-0	10.860	5.947	1.826	0.068	0.678
2-1	22.138	6.495	3.409	0.001	0.007
2-3	-35.788	6.938	-5.158	0.000	0.000
2-4	-37.038	6.938	-5.338	0.000	0.000
0-1	-11.279	6.393	-1.764	0.078	0.777
0-3	-24.929	6.843	-3.643	0.000	0.003
0-4	-26.179	6.843	-3.825	0.000	0.001
1-3	-13.650	7.324	-1.864	0.062	0.624
1-4	-14.900	7.324	-2.034	0.042	0.419
3-4	-1.250	7.720	-0.162	0.871	1.000

*Each row tests the null hypothesis that the Sample 1 and Sample 2 distributions are the same. Asymptotic significances (2-sided tests) are displayed. The significance level is 0.05. Significance values have been adjusted by the Bonferroni correction for multiple tests.

2.2.5.2.3.3.7 สรุปผลการทดสอบคลัสต์ วอลลิส (Kruskal Wallis) ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 5 กลุ่ม (กลุ่ม 0, 1, 2, 3 และ 4) ของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้างที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 คิดเป็น ร้อยละ 50% ของจำนวนรายคู่ทั้งหมด

2.2.5.2.3.4 การจัดกลุ่ม 6 กลุ่ม

2.2.5.2.3.4.1 ขั้นตอนการทดสอบสมมติฐาน

1. กำหนดสมมติฐานทางสถิติ ได้ดังนี้

$$H_0 : \mu_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 \text{ (ข้อมูล 6 กลุ่ม ไม่แตกต่างกัน)}$$

$$H_1 : \text{not } H_0 \text{ (ข้อมูลอย่างน้อย 1 รายคู่แตกต่างกัน)}$$

2. กำหนดระดับนัยสำคัญ (α) = 0.05
3. คำนวณค่าสถิติความสัมพันธ์ และค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับสมมติฐานหลัก (P-value) หรือค่า Sig.
4. ตัดสินใจยอมรับหรือปฏิเสธสมมติฐานหลัก

2.2.5.2.3.4.2 ผลการทดสอบคลัสคัล วอลลิส (Kruskal Wallis) ดังตารางที่

34 แสดงค่าสถิติจากการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอันดับในแต่ละกลุ่มโดยค่าสถิติของคลัสคัล วอลลิส (Kruskal Wallis) ซึ่งแปลงมาอยู่ในรูปของ Chi - Square (X^2) และค่าความน่าจะเป็น (Asymp. Sig.) ภายใต้สมมติฐานทางสถิติที่กำหนดข้างต้นจะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 (ในที่นี้จะพิจารณาค่าความน่าจะเป็นโดยไม่ต้องใช้ตารางสถิติ) จากผลลัพธ์ที่ได้พบว่าค่าความน่าจะเป็น Asymp.Sig. คือ 0.000 ของทั้ง 3 ตัวแปร คืออุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิจุดน้ำค้าง ซึ่งมีค่าน้อยกว่า ระดับ α ที่กำหนด ($\alpha = 0.05$) ดังนั้นจึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) สรุปผลได้ว่ามีอย่างน้อย 1 รายคู่ของตัวแปรอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้างแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 35 แสดงค่าสถิติจากการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอันดับในแต่ละกลุ่มโดยค่าสถิติของคลัสคัล วอลลิส (Kruskal Wallis) ของการจัดกลุ่ม 6 กลุ่ม ของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้าง ของข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ. 1991 - 2020)

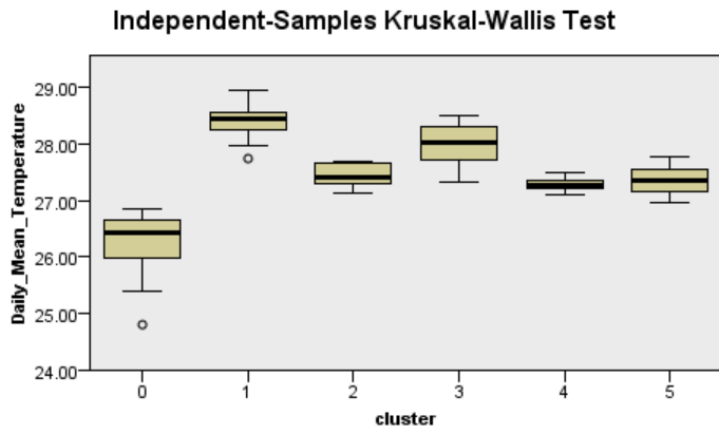
Test Statistics^{a,b}

	Daily_Mean_Temperature	Relative_Humidity	Dewpoint_Temperature
Chi-Square	44.454	42.769	46.537
df	5	5	5
Asymp. Sig.	.000	.000	.000

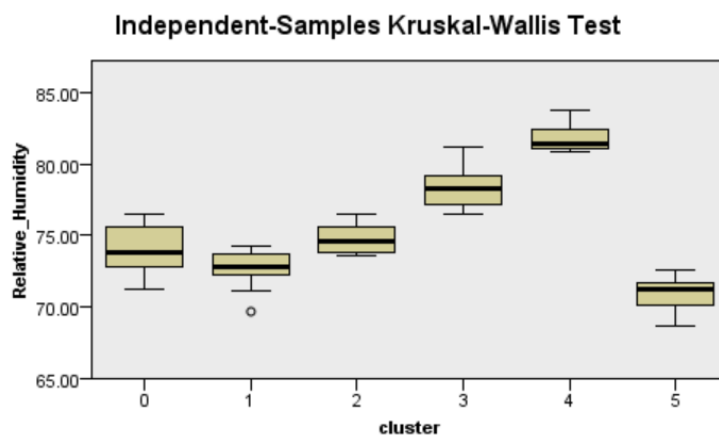
a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: cluster

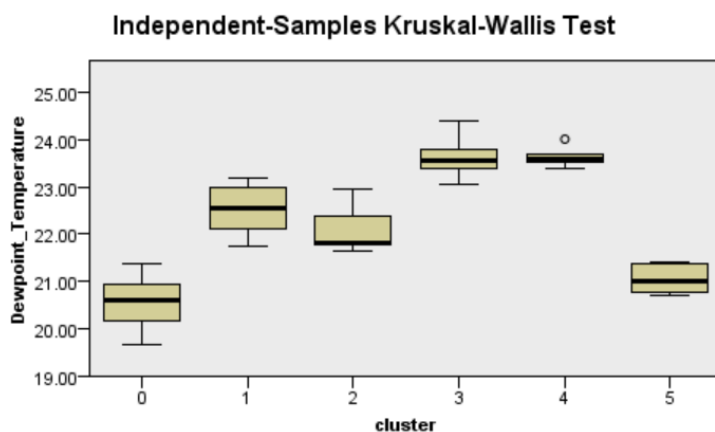
2.2.5.2.3.4.3 ผลการทดสอบคลัสคัล วอลลิส (Kruskal Wallis) ของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้างแสดงด้วยแผนภาพ Box Plot ดังรูปที่ 36, 37 และ 38 ตามลำดับ เป็นการเปรียบเทียบระหว่างค่ามัธยฐานของกลุ่มและข้อมูลอื่น ๆ ภายในกลุ่มของกลุ่ม 0, 1, 2, 3, 4 และ 5



รูปที่ 37 แผนภาพ Box Plot เปรียบเทียบข้อมูลระหว่าง 6 กลุ่มของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย



รูปที่ 38 แผนภาพ Box Plot เปรียบเทียบข้อมูลระหว่าง 6 กลุ่มของข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์



รูปที่ 39 แผนภาพ Box Plot เปรียบเทียบข้อมูลระหว่าง 6 กลุ่มของข้อมูลอุณหภูมิจุดน้ำค้าง

2.2.5.2.3.4.4 ผลการทดสอบคัสคัล วอลลิส (Kruskal Wallis) ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 6 กลุ่ม (กลุ่ม 0, 1, 2, 3, 4 และ 5) ของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย จากตารางที่ 35 เรียงลำดับตามค่าอันดับเฉลี่ย (Mean Rank) เมื่อพิจารณาค่า Adj.Sig. ของกลุ่ม 0 เทียบกับกลุ่ม 2 (0-2), กลุ่ม 0 เทียบกับกลุ่ม 3 (0-3), กลุ่ม 0 เทียบกับกลุ่ม 1 (0-1), กลุ่ม 4 เทียบกับกลุ่ม 1

(4-1) และกลุ่ม 5 เทียบกับกลุ่ม 1 (5-1) ค่า Adj.Sig. มีค่าน้อยกว่าระดับ α ที่กำหนด ($\alpha = 0.05$) ดังนั้นจึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) สรุปผลได้ว่ามี 5 รายคู่ของตัวแปรอุณหภูมิจุดน้ำค้างแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 36 ผลการทดสอบคลัสคัล วอลลิส (Kruskal Wallis)* ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 6 กลุ่ม สำหรับข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย ของข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ. 1991 - 2020)

Sample1-Sample2	Test Statistic	Std. Error	Std. Test Statistic	Sig.	Adj. Sig.
0-4	16.062	6.939	2.315	0.021	0.309
0-5	-18.250	6.939	-2.630	0.009	0.128
0-2	20.833	7.621	2.734	0.006	0.094
0-3	32.688	6.939	4.711	0.000	0.000
0-1	-39.900	6.495	-6.143	0.000	0.000
4-5	2.188	7.721	0.283	0.777	1.000
4-2	4.771	8.340	0.572	0.567	1.000
4-3	16.625	7.721	2.153	0.031	0.470
4-1	23.837	7.325	3.254	0.001	0.017
5-2	2.582	8.340	0.310	0.757	1.000
5-3	14.438	7.721	1.870	0.062	0.923
5-1	21.650	7.325	2.955	0.002	0.047
2-3	11.854	8.340	1.421	0.156	1.000
2-1	19.057	7.974	2.391	0.017	0.252
3-1	7.713	7.325	0.985	0.325	1.000

*Each row tests the null hypothesis that the Sample 1 and Sample 2 distributions are the same. Asymptotic significances (2-sided tests) are displayed. The significance level is 0.05. Significance values have been adjusted by the Bonferroni correction for multiple tests.

2.2.5.2.3.4.5 ผลการทดสอบคลัสคัล วอลลิส (Kruskal Wallis) ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 6 กลุ่ม (กลุ่ม 0, 1, 2, 3, 4 และ 5) ของข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ จากตารางที่ 36 เรียงลำดับตามค่าอันดับเฉลี่ย (Mean Rank) เมื่อพิจารณาค่า Adj.Sig. ของกลุ่ม 5 เทียบกับกลุ่ม 3 (5-3), กลุ่ม 5 เทียบกับกลุ่ม 4 (5-4), กลุ่ม 1 เทียบกับกลุ่ม 3 (1-3), กลุ่ม 1 เทียบกับกลุ่ม 4 (1-4), กลุ่ม 0 เทียบกับกลุ่ม 4 (0-4) และกลุ่ม 2 เทียบกับกลุ่ม 4 (2-4) ค่า Adj.Sig. มีค่าน้อยกว่าระดับ α ที่กำหนด ($\alpha = 0.05$) ดังนั้นจึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) สรุปผลได้ว่ามี 6 รายคู่ของตัวแปรอุณหภูมิจุดน้ำค้างแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 37 ผลการทดสอบคลัสต์ล วอลลิส (Kruskal Wallis)* ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 6 กลุ่ม สำหรับข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ ของข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ. 1991 - 2020)

Sample1-Sample2	Test Statistic	Std. Error	Std. Test Statistic	Sig.	Adj. Sig.
5-1	9.200	7.225	1.256	0.209	1.000
5-0	16.846	6.940	2.428	0.015	0.225
5-2	22.323	8.340	2.678	0.007	0.111
5-3	34.626	7.722	4.484	0.000	0.000
5-4	42.250	6.496	5.472	0.000	0.000
1-0	7.646	7.075	1.177	0.239	1.000
1-2	13.133	7.843	1.647	0.100	1.000
1-3	-25.425	7.325	-3.471	0.001	0.008
1-4	33.050	7.325	4.612	0.000	0.000
0-2	6.487	7.622	0.720	0.472	1.000
0-3	-17.779	6.940	2.562	0.010	0.156
0-4	25.404	6.940	3.661	0.000	0.004
2-3	12.292	8.340	1.474	0.141	1.000
2-4	-19.917	8.340	-2.388	0.017	0.254
3-4	7.525	7.722	0.987	0.323	1.000

*Each row tests the null hypothesis that the Sample 1 and Sample 2 distributions are the same. Asymptotic significances (2-sided tests) are displayed. The significance level is 0.05. Significance values have been adjusted by the Bonferroni correction for multiple tests.

2.2.5.2.3.4.6 ผลการทดสอบคลัสต์ล วอลลิส (Kruskal Wallis) ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 6 กลุ่ม (กลุ่ม 0, 1, 2, 3, 4 และ 5) ของข้อมูลอุณหภูมิจุดน้ำค้าง จากตารางที่ 37 เรียงลำดับตามค่าอันดับเฉลี่ย (Mean Rank) เมื่อพิจารณาค่า Adj.Sig. ของกลุ่ม 0 เทียบกับกลุ่ม 1 (0-1), กลุ่ม 0 เทียบกับกลุ่ม 3 (0-3), กลุ่ม 0 เทียบกับกลุ่ม 4 (0-4), กลุ่ม 5 เทียบกับกลุ่ม 3 (5-3) และ กลุ่ม 5 เทียบกับกลุ่ม 4 (5-4) ค่า Adj.Sig. มีค่าน้อยกว่าระดับ α ที่กำหนด ($\alpha = 0.05$) ดังนั้นจึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) สรุปผลได้ว่ามี 5 รายคู่ของตัวแปรอุณหภูมิจุดน้ำค้างแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

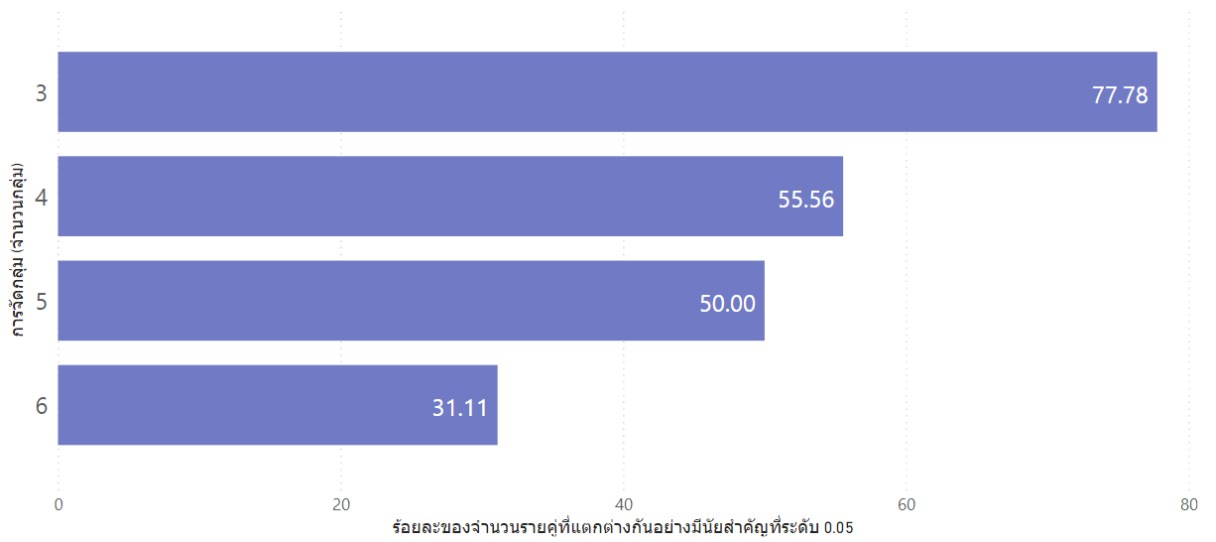
ตารางที่ 38 ผลการทดสอบคลัสต์ล วอลลิส (Kruskal Wallis)* ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 6 กลุ่ม สำหรับข้อมูลอุณหภูมิจุดน้ำค้าง ของข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ. 1991 - 2020)

Sample1-Sample2	Test Statistic	Std. Error	Std. Test Statistic	Sig.	Adj. Sig.
0-5	5.351	6.๓/8	0.771	0.441	1.000
0-5	5.251	6.928	0.771	0.441	1.000
0-2	-18.205	7.621	-2.389	0.017	0.253
0-1	22.138	6.495	3.409	0.001	0.010
0-3	36.788	6.038	6.158	0.000	0.000
0-4	-37.038	6.938	-5.338	0.000	0.000
5-2	12.854	8.339	1.542	0.122	1.000
5-1	16.788	7.324	2.202	0.022	0.328
5-3	30.438	7.720	3.943	0.000	0.001
5-4	31.688	7.720	4.105	0.000	0.001
2-1	3.022	7.972	0.493	0.622	1.000
2-3	-17.583	8.339	-2.109	0.035	0.525
2-4	18.833	8.339	2.259	0.024	0.359
1-3	13.660	7.324	1.864	0.062	0.935
1-4	-14.900	7.324	-2.034	0.042	0.629
3-4	1.250	7.720	0.152	0.871	1.000

*Each row tests the null hypothesis that the Sample 1 and Sample 2 distributions are the same. Asymptotic significances (2-sided tests) are displayed. The significance level is 0.05. Significance values have been adjusted by the Bonferroni correction for multiple tests.

2.2.5.2.3.4.7 สรุปผลการทดสอบคลัสคัล วอลลิส (Kruskal Wallis) ของการเปรียบเทียบรายคู่ของข้อมูล 6 กลุ่ม (กลุ่ม 0, 1, 2, 3, 4 และ 5) ของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้างที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 คิดเป็น ร้อยละ 31.11% ของจำนวนรายคู่ทั้งหมด

2.2.5.2.3.5 สรุปร้อยละของจำนวนรายคู่ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ของการจัดกลุ่ม 3 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 77.78 การจัดกลุ่ม 4 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 55.56 การจัดกลุ่ม 5 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 50 การจัดกลุ่ม 6 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 31.11 โดยเรียงลำดับได้ดังนี้



รูปที่ 40 แผนภูมิแสดงร้อยละของจำนวนรายคู่ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ของการจัดกลุ่มแบบต่าง ๆ เรียงลำดับจากมากไปน้อย ของการจัดกลุ่มข้อมูลภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2534 - 2563 (ค.ศ. 1991 - 2020)

บทที่ 3 ผลการศึกษา (Result)

จากบทที่ 2 ได้ทำการทดสอบเพื่อหาจำนวนกลุ่มที่เหมาะสมได้ทำการวิเคราะห์ผ่านแผนภาพ Dendrogram และ Heat Map และการทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยวิธีทดสอบคลัสคัล วอลลิส (Kruskal Wallis) ผลสรุปว่า การจัดกลุ่มแบบ 3 กลุ่ม มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ 0.05 ดีกว่าการจัดกลุ่มแบบอื่น ๆ จึงเลือกใช้การจัดกลุ่ม 3 กลุ่มในการศึกษาครั้งนี้

3.1. ผลการจัดกลุ่มของข้อมูลสถิติภูมิอากาศคาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010)

3.1.1 ผลการจัดกลุ่ม 3 กลุ่มในรูปแบบตาราง

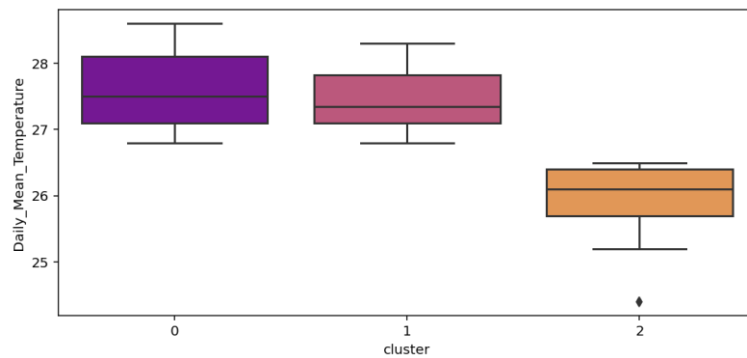
ตารางที่ 39 ตารางแสดงผลการจัดกลุ่ม 3 กลุ่ม ของข้อมูลสถิติภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010)

ลำดับ ที่	สถานีอุตุนิยมวิทยา (จังหวัด)	อุณหภูมิ เฉลี่ย	ความชื้น สัมพัทธ์	อุณหภูมิ จุดน้ำค้าง	กลุ่ม (Cluster)
ภาคเหนือ					
1	กำแพงเพชร	27.4	76.2	22.3	1
2	เชียงราย	24.4	76.1	19.3	2
3	เชียงใหม่	25.8	70.9	19.4	2
4	ตาก	27.5	68.6	20.4	0
5	น่าน	25.9	77.0	21.0	2
6	พะเยา	25.2	75.4	19.8	2
7	พิษณุโลก	27.8	71.6	21.7	0
8	เพชรบูรณ์	27.0	74.1	21.4	0
9	แพร่	26.4	75.6	21.2	2
10	แม่ฮ่องสอน	25.7	77.8	20.3	2
11	ลำปาง	26.4	72.8	20.3	2
12	ลำพูน	26.2	72.1	19.8	2
13	อุตรดิตถ์	27.5	73.2	21.7	0
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ					
14	ขอนแก่น	26.9	71.6	20.8	0
15	ชัยภูมิ	27.2	69.5	20.6	0
16	นครพนม	26.1	75.3	20.9	2
17	นครราชสีมา	27.3	72.5	21.3	0
18	บุรีรัมย์	27.0	74.7	21.7	0

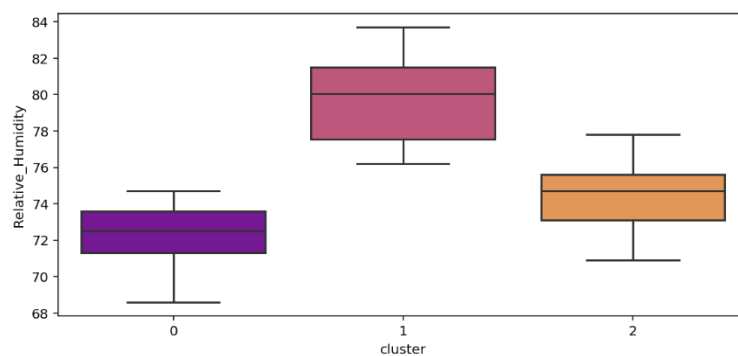
ลำดับ ที่	สถานีอุตุนิยมวิทยา (จังหวัด)	อุณหภูมิ เฉลี่ย	ความชื้น สัมพัทธ์	อุณหภูมิ จุดน้ำค้าง	กลุ่ม (Cluster)
19	มหาสารคาม	27.2	74.2	21.7	0
20	มุกดาหาร	26.4	73.1	20.7	2
21	ร้อยเอ็ด	26.9	71.1	20.7	0
22	เลย	25.7	73.5	19.9	2
23	สกลนคร	26.2	73.4	20.6	2
24	สุรินทร์	27.1	73.3	21.4	0
25	หนองคาย	26.5	74.7	21.1	2
26	อุดรธานี	26.8	71.2	20.5	0
27	อุบลราชธานี	27.2	72.5	21.3	0
ภาคกลาง					
28	กรุงเทพมหานคร	28.6	73.1	22.9	0
29	กาญจนบุรี	28.1	69.6	21.4	0
30	นครสวรรค์	28.2	72.1	22.1	0
31	ลพบุรี	28.2	71.3	22	0
32	สุพรรณบุรี	28.1	74.3	22.7	0
ภาคตะวันออก					
33	จันทบุรี	27.4	78.3	22.9	1
34	ชลบุรี	28.5	72.2	22.7	0
35	ตราด	27.3	80.8	23.4	1
36	ปราจีนบุรี	28.3	74.1	22.8	0
37	ระยอง	28.3	77.3	23.7	1
38	สระแก้ว	27.9	73.6	22.3	0
ภาคใต้ฝั่งตะวันออก					
39	ชุมพร	27.0	81.2	23.2	1
40	นครศรีธรรมราช	27.2	81.7	23.5	1
41	นราธิวาส	27.1	81.9	23.6	1
42	ประจวบคีรีขันธ์	27.4	76.4	22.8	1
43	ปัตตานี	27.1	81.1	23.3	1
44	เพชรบุรี	27.9	76.4	23.2	1
45	สงขลา	27.9	78.6	23.5	1
46	สุราษฎร์ธานี	26.8	81.6	22.9	1
ภาคใต้ฝั่งตะวันตก					
47	กระบี่	28.0	80.5	24.2	1

ลำดับ ที่	สถานีอุตุนิยมวิทยา (จังหวัด)	อุณหภูมิ เฉลี่ย	ความชื้น สัมพัทธ์	อุณหภูมิ จุดน้ำค้าง	กลุ่ม (Cluster)
48	ตรัง	27.1	81.9	23.4	1
49	พังงา	27.2	83.7	23.9	1
50	ภูเก็ต	28.3	76.5	23.5	1
51	ระนอง	27.1	79.6	23.0	1
52	สตูล	27.6	78.9	23.3	1

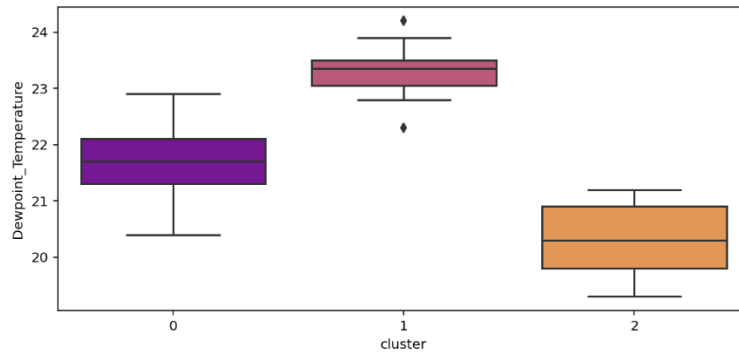
3.1.2 ผลการจัดกลุ่ม 3 กลุ่ม ในรูปแบบ Box Plot



รูปที่ 41 แผนภาพ Box Plot แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยของ 3 กลุ่ม (กลุ่ม 0, 1 และ 2) ของข้อมูลสถิติ
ภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010)



รูปที่ 42 แผนภาพ Box Plot แสดงความชื้นสัมพัทธ์ของ 3 กลุ่ม (กลุ่ม 0, 1 และ 2) ของข้อมูลสถิติ
ภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010)

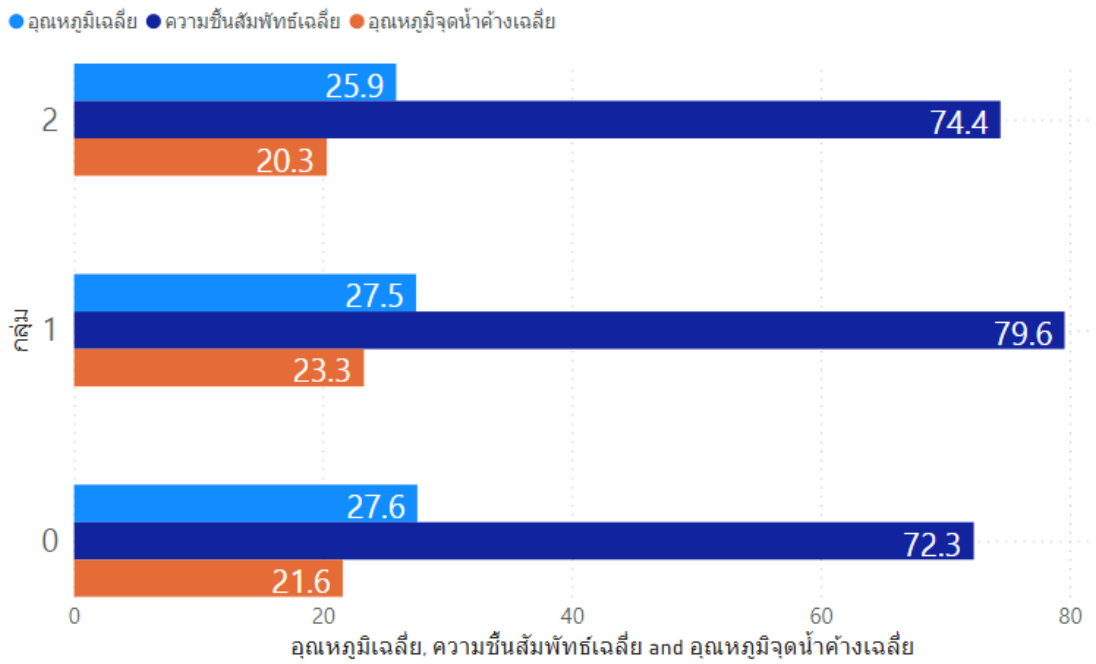


รูปที่ 43 แผนภาพ Box Plot แสดงอุณหภูมิจุดน้ำค้างของ 3 กลุ่ม (กลุ่ม 0, 1 และ 2) ของข้อมูลสถิติ ภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010)

3.1.3 จำนวนสถานี (Count) ค่าเฉลี่ย (Mean) มัชยฐาน (Median) ค่าสูงสุด (Max) และค่าต่ำสุด (Min) ของอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้าง ของ 3 กลุ่ม (กลุ่ม 0, 1 และ 2) โดยการจัดอันดับค่าเฉลี่ย มัชยฐาน ค่าสูงสุด และค่าต่ำสุดของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยเป็นดังนี้ กลุ่ม 0 > กลุ่ม 1 > กลุ่ม 2 การจัดอันดับค่าเฉลี่ย มัชยฐาน ค่าสูงสุด และค่าต่ำสุดของข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ กลุ่ม 1 > กลุ่ม 2 > กลุ่ม 0 การจัดอันดับค่าเฉลี่ย มัชยฐาน ค่าสูงสุด และค่าต่ำสุดของข้อมูลอุณหภูมิจุดน้ำค้าง กลุ่ม 1 > กลุ่ม 0 > กลุ่ม 2

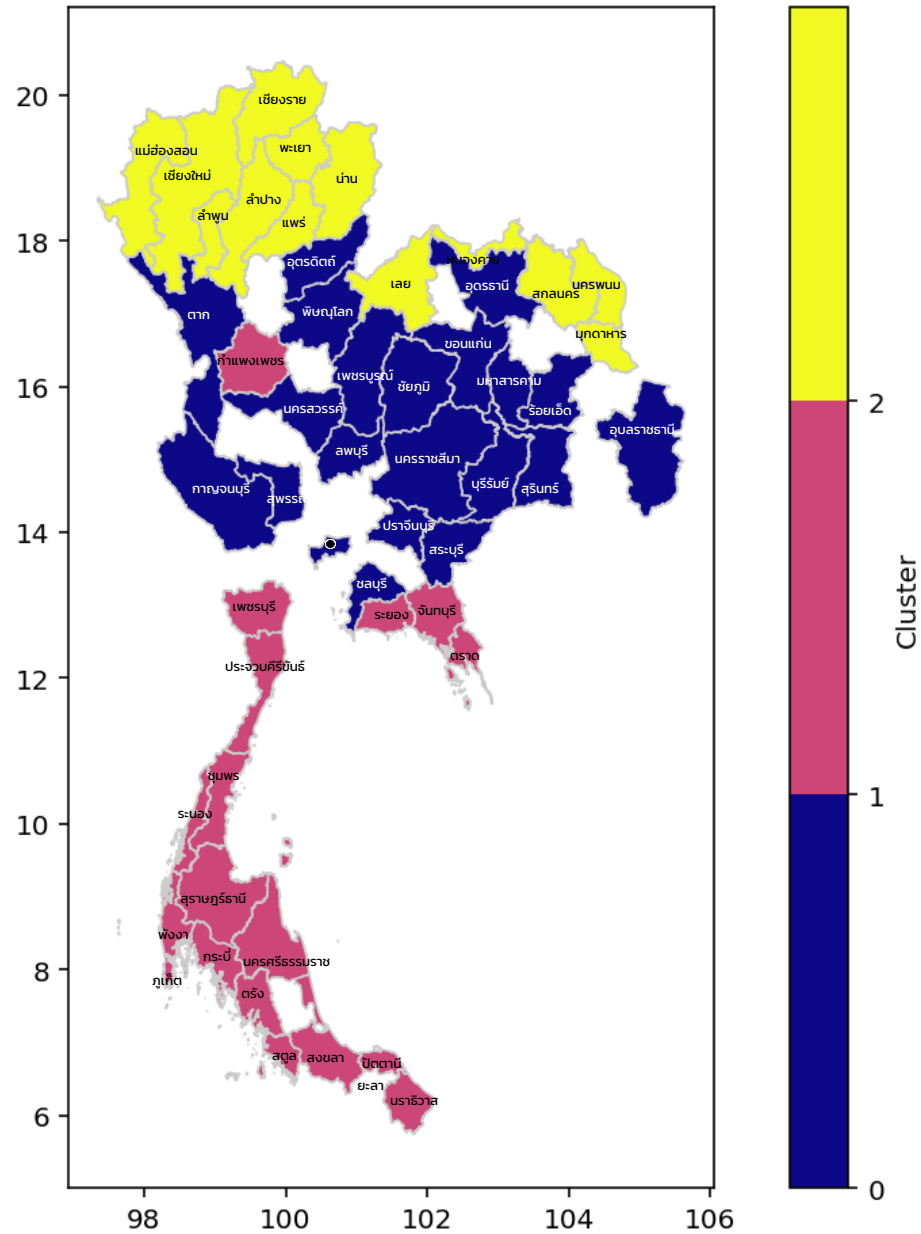
ตารางที่ 40 แสดงจำนวน ค่าเฉลี่ย มัชยฐาน ค่าสูงสุด และค่าต่ำสุดของ 3 กลุ่ม ของข้อมูลสถิติ ภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010)

พารามิเตอร์	กลุ่ม (Cluster)	0	1	2
อุณหภูมิเฉลี่ย (Temperature)	จำนวน (Count)	21	18	13
	ค่าเฉลี่ย (Mean)	27.6	27.5	25.9
	ค่ามัชยฐาน (Median)	27.5	27.4	26.1
	ค่าสูงสุด (Max)	28.6	28.3	26.5
	ค่าต่ำสุด (Min)	26.8	26.8	24.4
ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity)	จำนวน (Count)	21	18	13
	ค่าเฉลี่ย (Mean)	72.30	79.59	74.44
	ค่ามัชยฐาน (Median)	72.50	80.10	74.70
	ค่าสูงสุด (Max)	74.70	83.70	77.80
	ค่าต่ำสุด (Min)	68.60	76.20	70.90
อุณหภูมิจุดน้ำค้าง (Dewpoint)	จำนวน (Count)	21	18	13
	ค่าเฉลี่ย (Mean)	21.62	23.31	20.33
	ค่ามัชยฐาน (Median)	21.70	24.20	21.20
	ค่าสูงสุด (Max)	22.90	24.20	21.20
	ค่าต่ำสุด (Min)	20.4	22.3	19.3



รูปที่ 44 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอุดหนุมิเฉลลีย ความขึ้นลัมพัทล และอุดหนุมิจุดน้ำค่างของ 3 กลุ่ม (0, 1 และ 2) ของข้อมูลสถิติภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010)

3.1.3 แผนที่แสดงการจัดกลุ่ม 3 กลุ่ม กลุ่ม 0 คือ สิ้นน้ำเงิน กลุ่ม 1 คือ สีชมพู และ กลุ่ม 2 คือ สีเหลือง ซึ่งจะเห็นว่า การจัดกลุ่ม 3 กลุ่มดังนี้เป็นไปในแนวเดียวกันกับเส้นละติจูด



รูปที่ 45 แผนที่แสดงการจัดกลุ่มจังหวัดที่คล้ายกันตามปัจจัยสภาพภูมิอากาศด้านการเสี่ยงภัยจาก ความร้อน ของข้อมูลสถิติภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010)

3.1. ผลการจัดกลุ่มของข้อมูลสถิติภูมิอากาศคาบ 30 ปี พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ. 1991 - 2020)

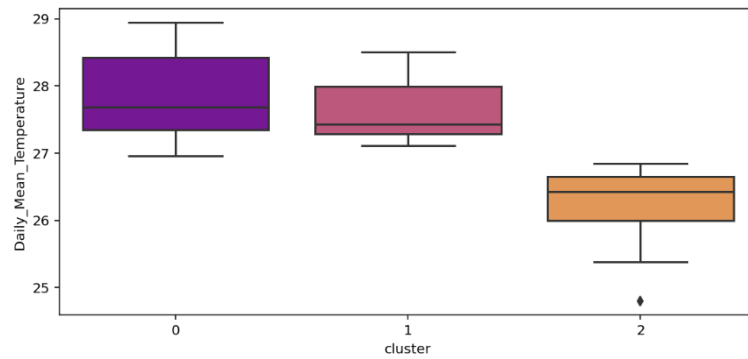
3.1.1 ผลการจัดกลุ่ม 3 กลุ่มในรูปแบบตาราง

ตารางที่ 41 ตารางแสดงผลการจัดกลุ่ม 3 กลุ่ม ของข้อมูลสถิติภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ. 1991 - 2020)

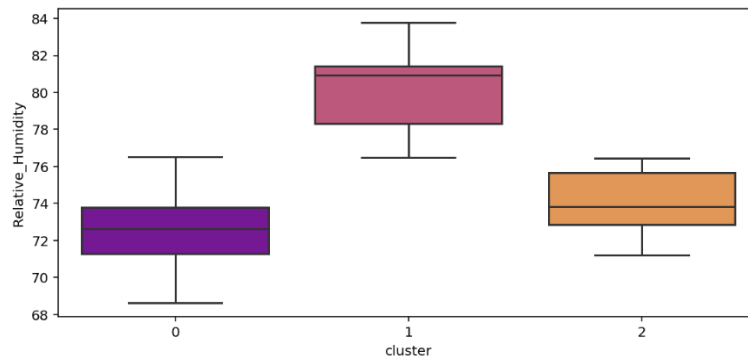
ลำดับ ที่	สถานีอุตุนิยมวิทยา (จังหวัด)	อุณหภูมิ เฉลี่ย	ความชื้น สัมพัทธ์	อุณหภูมิ จุดน้ำค้าง	กลุ่ม (Cluster)
ภาคเหนือ					
1	กำแพงเพชร	27.4	76.2	22.3	0
2	เชียงราย	24.4	76.1	19.3	2
3	เชียงใหม่	25.8	70.9	19.4	2
4	ตาก	27.5	68.6	20.4	0
5	น่าน	25.9	77.0	21.0	2
6	พะเยา	25.2	75.4	19.8	2
7	พิษณุโลก	27.8	71.6	21.7	0
8	เพชรบูรณ์	27.0	74.1	21.4	0
9	แพร่	26.4	75.6	21.2	2
10	แม่ฮ่องสอน	25.7	77.8	20.3	2
11	ลำปาง	26.4	72.8	20.3	2
12	ลำพูน	26.2	72.1	19.8	2
13	อุตรดิตถ์	27.5	73.2	21.7	0
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ					
14	กาฬสินธุ์	27.3	74.19167	21.78333	0
15	ขอนแก่น	26.9	71.6	20.8	0
16	ชัยภูมิ	27.2	69.5	20.6	0
17	นครพนม	26.1	75.3	20.9	2
18	นครราชสีมา	27.3	72.5	21.3	0
19	บุรีรัมย์	27.0	74.7	21.7	0
20	มหาสารคาม	27.2	74.2	21.7	0
21	มุกดาหาร	26.4	73.1	20.7	2
22	ร้อยเอ็ด	26.9	71.1	20.7	0
23	เลย	25.7	73.5	19.9	2
24	สกลนคร	26.2	73.4	20.6	2
25	สุรินทร์	27.1	73.3	21.4	0
26	หนองคาย	26.5	74.7	21.1	2
27	อุดรธานี	26.8	71.2	20.5	0

ลำดับ ที่	สถานีอุตุนิยมวิทยา (จังหวัด)	อุณหภูมิ เฉลี่ย	ความชื้น สัมพัทธ์	อุณหภูมิ จุดน้ำค้าง	กลุ่ม (Cluster)
28	อุบลราชธานี	27.2	72.5	21.3	0
ภาคกลาง					
29	กรุงเทพมหานคร	28.6	73.1	22.9	0
30	กาญจนบุรี	28.1	69.6	21.4	0
31	นครสวรรค์	28.2	72.1	22.1	0
32	ลพบุรี	28.2	71.3	22.0	0
33	สุพรรณบุรี	28.1	74.3	22.7	0
ภาคตะวันออก					
34	จันทบุรี	27.4	78.3	22.9	1
35	ชลบุรี	28.5	72.2	22.7	0
36	ตราด	27.3	80.8	23.4	1
37	ปราจีนบุรี	28.3	74.1	22.8	0
38	ระยอง	28.3	77.3	23.7	1
39	สระแก้ว	27.9	73.6	22.3	0
ภาคใต้ฝั่งตะวันออก					
40	ชุมพร	27.0	81.2	23.2	1
41	นครศรีธรรมราช	27.2	81.7	23.5	1
42	นราธิวาส	27.1	81.9	23.6	1
43	ประจวบคีรีขันธ์	27.4	76.4	22.8	0
44	ปัตตานี	27.1	81.1	23.3	1
45	เพชรบุรี	27.9	76.4	23.2	1
46	สงขลา	27.9	78.6	23.5	1
47	สุราษฎร์ธานี	26.8	81.6	22.9	1
ภาคใต้ฝั่งตะวันตก					
48	กระบี่	28.0	80.5	24.2	1
49	ตรัง	27.1	81.9	23.4	1
50	พังงา	27.2	83.7	23.9	1
51	ภูเก็ต	28.3	76.5	23.5	1
52	ระนอง	27.1	79.6	23.0	1
53	สตูล	27.6	78.9	23.3	1

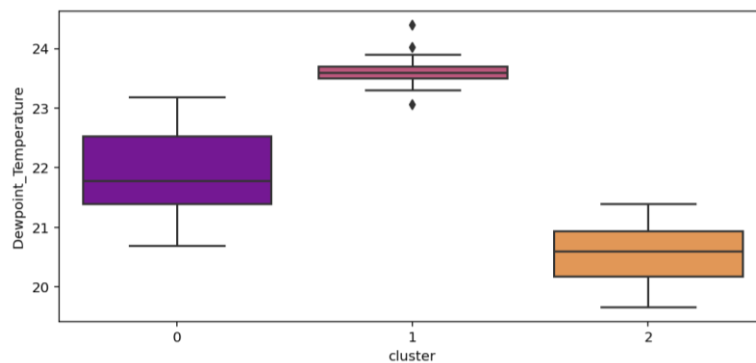
3.1.2 ผลการจัดกลุ่ม 3 กลุ่ม ในรูปแบบ Box Plot



รูปที่ 46 แผนภาพ Box Plot แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยของ 3 กลุ่ม (กลุ่ม 0, 1 และ 2) ของข้อมูลสถิติ ภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ. 1991 - 2020)



รูปที่ 47 แผนภาพ Box Plot แสดงความชื้นสัมพัทธ์ของ 3 กลุ่ม (กลุ่ม 0, 1 และ 2) ของข้อมูลสถิติ ภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ. 1991 - 2020)

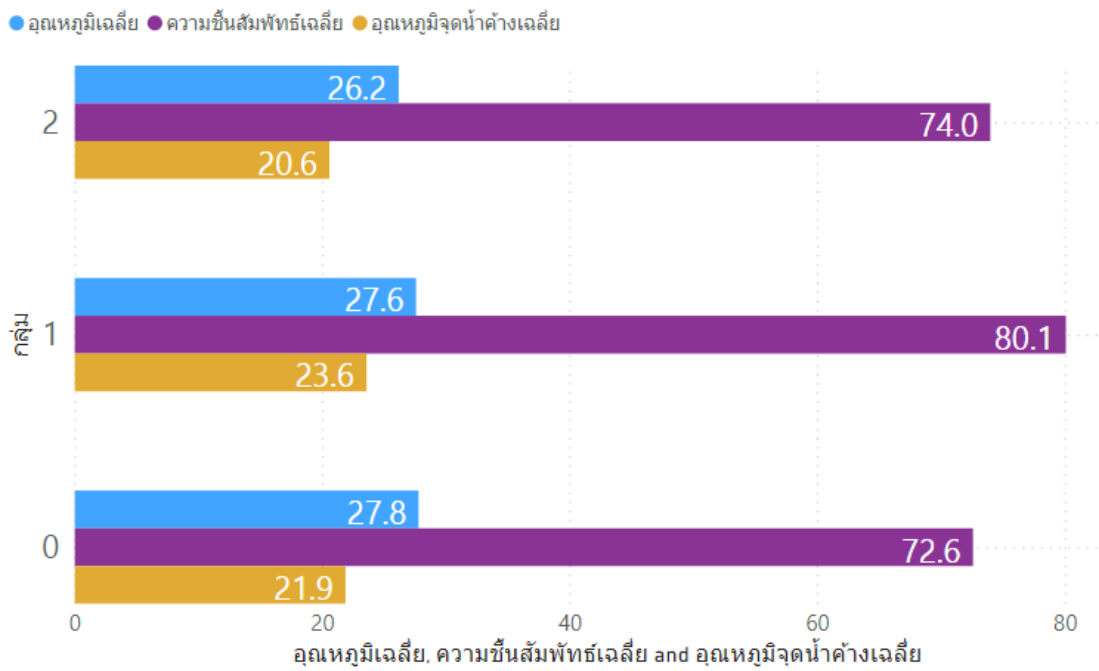


รูปที่ 48 แผนภาพ Box Plot แสดงอุณหภูมิจุดน้ำค้างของ 3 กลุ่ม (กลุ่ม 0, 1 และ 2) ของข้อมูลสถิติ ภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ. 1991 - 2020)

3.1.3 จำนวนสถานี (Count) ค่าเฉลี่ย (Mean) มัชยฐาน (Median) ค่าสูงสุด (Max) และค่าต่ำสุด (Min) ของอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้าง ของ 3 กลุ่ม (กลุ่ม 0, 1 และ 2) โดยกลุ่ม 0 มีค่าเฉลี่ย มัชยฐาน และค่าสูงสุดของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยสูงที่สุด กลุ่ม 1 มีค่าเฉลี่ย มัชยฐาน ค่าสูงสุด และค่าต่ำสุดของข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์และข้อมูลอุณหภูมิจุดน้ำค้างสูงที่สุด ส่วนกลุ่ม 2 มีค่าเฉลี่ย มัชยฐาน ค่าสูงสุด และค่าต่ำสุดของข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้างต่ำที่สุด ดังนั้น จึงจัดอันดับพื้นที่เสี่ยงภัยจากความร้อน ได้ดังนี้ กลุ่ม 1 > กลุ่ม 0 > กลุ่ม 2

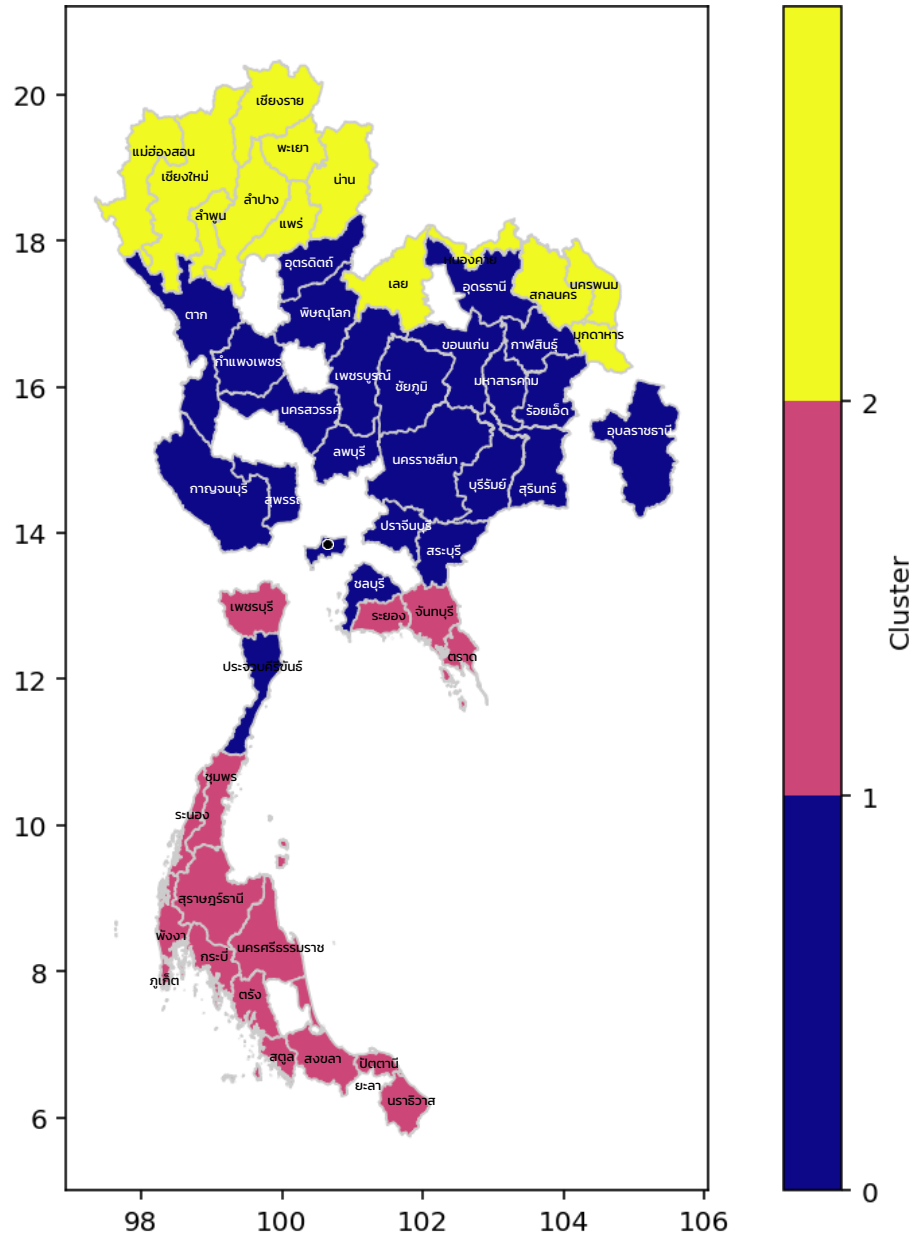
ตารางที่ 42 แสดงจำนวน ค่าเฉลี่ย มัชยฐาน ค่าสูงสุด และค่าต่ำสุดของ 3 กลุ่ม ของข้อมูลสถิติ ภูมิภาค คาบ 30 ปี พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ. 1991 - 2020)

พารามิเตอร์	กลุ่ม (Cluster)	0	1	2
อุณหภูมิเฉลี่ย (Temperature)	จำนวน (Count)	24	16	13
	ค่าเฉลี่ย (Mean)	27.8	27.6	26.2
	ค่ามัชยฐาน (Median)	27.7	27.4	26.4
	ค่าสูงสุด (Max)	28.9	28.5	26.9
	ค่าต่ำสุด (Min)	27.0	27.1	24.8
ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity)	จำนวน (Count)	24	16	13
	ค่าเฉลี่ย (Mean)	72.6	80.1	74.0
	ค่ามัชยฐาน (Median)	72.6	81.0	73.8
	ค่าสูงสุด (Max)	76.5	83.8	76.5
	ค่าต่ำสุด (Min)	68.6	76.5	71.2
อุณหภูมิจุดน้ำค้าง (Dewpoint)	จำนวน (Count)	24	16	13
	ค่าเฉลี่ย (Mean)	21.9	23.6	20.6
	ค่ามัชยฐาน (Median)	21.8	23.6	20.6
	ค่าสูงสุด (Max)	23.2	24.4	21.4
	ค่าต่ำสุด (Min)	20.7	23.1	19.7



รูปที่ 49 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้างของ 3 กลุ่ม (0, 1 และ 2) ของข้อมูลสถิติภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ. 1991 - 2020)

3.1.3 แผนที่แสดงการจัดกลุ่ม 3 กลุ่ม กลุ่ม 0 คือ สิ้นน้ำเงิน กลุ่ม 1 คือ สีชมพู และ กลุ่ม 2 คือ สีเหลือง ซึ่งจะเห็นว่า การจัดกลุ่ม 3 กลุ่มดังนี้เป็นไปในแนวเดียวกันกับเส้นละติจูด



Source: Climate Normals, 1991-2020

รูปที่ 50 แผนที่แสดงการจัดกลุ่มจังหวัดที่คล้ายกันตามปัจจัยสภาพภูมิอากาศด้านการเสี่ยงภัยจากความร้อน ของข้อมูลสถิติภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ. 1991 - 2020)

บทที่ 4

ข้อวิจารณ์ (Discussion)

ในการศึกษาพบว่าการจัดกลุ่มโดยเลือกเฉพาะพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับภัยจากความร้อน ได้แก่ อุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้าง มาเพื่อจัดกลุ่มโดยใช้การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) ทำการจัดกลุ่มแบบเป็นขั้นตอน (Hierarchical Clustering) ได้จำนวน 3 กลุ่มตามที่ได้ทำการทดสอบเพื่อให้ได้จำนวนกลุ่มที่เหมาะสมด้วยวิธีทางสถิติ จะเห็นว่า เส้นแนวละติจูดค่อนข้างมีผลต่อการจัดกลุ่มต่อข้อมูลสถิติภูมิอากาศ คาบ 30 ปี ค่อนข้างมาก ดังรูปที่ 42 และ 46

ในการศึกษาครั้งนี้ ข้อมูลมีไม่ครบทุกจังหวัด เนื่องจากยังติดตั้งสถานีอุตุนิยมวิทยาไม่ครบทุกจังหวัด อาจส่งผลให้การศึกษาวิจัยครั้งนี้ไม่สมบูรณ์เพียงพอ และการจัดทำกราฟวิเคราะห์การจัดกลุ่มแบบเป็นรายเดือนอาจทำให้เห็นความแตกต่างได้ชัดเจนและสมบูรณ์กว่านี้ ซึ่งจะทำการปรับปรุงในอนาคตต่อไป รวมถึงคำนวณหาค่าดัชนีความร้อนจากผลการตรวจวัด เฉลี่ยคาบ 30 ปี นำมาเปรียบเทียบด้วย

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

การจัดกลุ่มตามสภาพภูมิอากาศของจังหวัดที่มีอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิจุดน้ำค้างใกล้เคียงกันของ 52 จังหวัด จากรายงานสถิติภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010) ประเทศไทย โดยจำนวนกลุ่มที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มมากที่สุด สามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่ม 0 ได้แก่ ตาก พิษณุโลก เพชรบูรณ์ อุตรดิตถ์ ขอนแก่น ชัยภูมิ นครราชสีมา บุรีรัมย์ มหาสารคาม ร้อยเอ็ด สุรินทร์ อุตรธานี อุบลราชธานี กรุงเทพมหานคร กาญจนบุรี นครสวรรค์ ลพบุรี สุพรรณบุรี ชลบุรี ปราจีนบุรี และสระแก้ว กลุ่ม 1 ได้แก่ กำแพงเพชร จันทบุรี ตราด ระยอง ชุมพร นครศรีธรรมราช นราธิวาส ประจวบคีรีขันธ์ ปัตตานี เพชรบุรี สงขลา สุราษฎร์ธานี กระบี่ ตรัง พังงา ภูเก็ต ระนอง และสตูล และกลุ่ม 2 ได้แก่ เชียงราย เชียงใหม่ น่าน พะเยา แพร่ แม่ฮ่องสอน ลำปาง ลำพูน นครพนม มุกดาหาร เลย สกลนคร และหนองคาย และรายงานสถิติภูมิอากาศ คาบ 30 ปี พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ. 1991 - 2020) ประเทศไทย โดยจำนวนกลุ่มที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มมากที่สุด สามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่ม 0 ได้แก่ กำแพงเพชร ตาก พิษณุโลก เพชรบูรณ์ อุตรดิตถ์ กาฬสินธุ์ ขอนแก่น ชัยภูมิ นครราชสีมา บุรีรัมย์ มหาสารคาม ร้อยเอ็ด สุรินทร์ อุตรธานี อุบลราชธานี กรุงเทพมหานคร กาญจนบุรี นครสวรรค์ ลพบุรี สุพรรณบุรี ชลบุรี ปราจีนบุรี สระแก้ว และประจวบคีรีขันธ์ กลุ่ม 1 ได้แก่ จันทบุรี ตราด ระยอง ชุมพร นครศรีธรรมราช นราธิวาส ปัตตานี เพชรบุรี สงขลา สุราษฎร์ธานี กระบี่ ตรัง พังงา ภูเก็ต ระนอง และสตูล และกลุ่ม 2 ได้แก่ เชียงราย เชียงใหม่ น่าน พะเยา แพร่ แม่ฮ่องสอน ลำปาง ลำพูน นครพนม มุกดาหาร เลย สกลนคร และหนองคาย

ข้อมูล 2 ช่วงเวลา มีความแตกต่างกันเพียง 2 จังหวัด คือ จังหวัดกำแพงเพชรในช่วงปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010) อยู่ในกลุ่ม 1 ขณะที่จังหวัดกำแพงเพชรในช่วงปี พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ. 1991 - 2020) อยู่ในกลุ่ม 0 และจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ในช่วงปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010) อยู่ในกลุ่ม 1 ขณะที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ในช่วงปี พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ. 1991 - 2020) อยู่ในกลุ่ม 0 สรุปได้ว่าจังหวัดกำแพงเพชรในช่วงปี พ.ศ. 2524 – 2553 (ค.ศ. 1981 - 2010) มีอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย และอุณหภูมิจุดน้ำค้างเฉลี่ยสูงใกล้เคียงกับกลุ่ม 1 ซึ่งมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยกับอุณหภูมิจุดน้ำค้างเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ ส่วนใหญ่เป็นจังหวัดทางภาคใต้และภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง ส่วนจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ในช่วงปี พ.ศ. 2534 – 2563 (ค.ศ. 1991 - 2020) มีอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย และอุณหภูมิจุดน้ำค้างเฉลี่ยสูงใกล้เคียงกับกลุ่ม 0 ซึ่งมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ ส่วนใหญ่เป็นจังหวัดทางภาคกลาง ภาคเหนือตอนล่าง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนกลางและตอนล่าง

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- Ahmad, N.H., Othman, I.R., & Deni, S.M. (2013). **Hierarchical Cluster Approach for Regionalization of Peninsular Malaysia based on the Precipitation Amount.** Malaysia.
- Ahmar, A. S., Napitupulu, D., Rahim, R., Hidayat, R., Sonatha, Y., & Azmi, M. (2018). **Using K-Means Clustering to Cluster Provinces in Indonesia.** Indonesia.
- Ahrens, C.D. & Henson, R. (2017). **Meteorology Today an Introduction to Weather, Climate, and the Environment.** United States of America.
- Iyigun, C., Türkeş, M., Batmaz, İ., Yozgatligil, C., Purutçuoğlu, V., Koç, E. K., et al. (2013). **Clustering current climate regions of Turkey by using a multivariate statistical method.** Turkey.
- National Oceanic and Atmospheric Administration. (2013). **Heat Index.** สืบค้น 2 พฤษภาคม 2566, จาก <https://www.noaa.gov/jetstream/global/heat-index>
- Sherwinski, A., & Naslund, M. (2022). **What's the difference between heat index and dew point?.** สืบค้น 16 พฤษภาคม 2566, จาก <https://www.mystateline.com/news/whats-the-difference-between-heat-index-and-dew-point/>
- World Meteorological Organization [WMO]. (2017). **WMO Guidelines on the Calculation of Climate Normals.** Geneva: WMO.
- World Meteorological Organization [WMO]. (2023). **State of the Global Climate 2022.** Geneva: WMO.
- กรมอุตุนิยมวิทยา. (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์). **ภูมิอากาศของประเทศไทย.** สืบค้น 3 มีนาคม 2566, จาก <https://www.tmd.go.th/info/กรมอากาศขอประเทศไทย>
- กัลยา วานิชย์บัญชา. (2552). **การวิเคราะห์ข้อมูลหลายตัวแปร.** กรุงเทพฯ: ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. พิมพ์ครั้งที่ 4.
- คมกฤษณ ศิริวงษ์. (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์). **ภูมิศาสตร์กายภาพของประเทศไทย.** สืบค้น 3 มีนาคม 2566, จาก <http://www.etvthai.tv/Download/document/Social6%20ภูมิศาสตร์กายภาพของประเทศไทย.pdf>
- จันทร์จิรา พิลาแดง. (2558). **การจัดกลุ่มแบบสองด้านโดยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมเพื่อแบ่งกลุ่มระดับความเข้มแข็งของครอบครัวไทย.** ปทุมธานี: ภาควิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ชนินันท์ พงษ์ขจรมูล, นัฐธิกา เจริญตะคุ, และสิวะโชติ ศรีสุทธิยากร. (2563). **ประสิทธิภาพของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน สเปียร์แมน และเคนดอลล์ เมื่อข้อมูลแจกแจงแบบไม่ปกติ.** *An Online Journal of Education (OJED)*, 15(2), 1-16. สืบค้นจาก <https://so01.tci-thaijo.org/index.php/OJED/article/download/245395/166218>

- ชลธิชา เต๋โซ. (2548). การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสถิติทดสอบ W สถิติทดสอบ K^2 สถิติทดสอบ QH* และสถิติทดสอบ G สำหรับการทดสอบการแจกแจงปกติ (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ญาดาภา โชติดีติก. (2555). การแปลงข้อมูลเพื่อแก้ปัญหาความแปรปรวนไม่เท่ากันสำหรับแผนแบบการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- นิเวศ จิระวิชิตชัย. (2560). แบบจำลองการตรวจสอบการทุจริตสำหรับข้อมูลที่ไม่สมดุลโดยใช้เทคนิคการลดมิติข้อมูลร่วมกับการเรียนรู้ของเครื่อง. กรุงเทพฯ: คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม.
- ปราณี นิลกรณ. (2548). การวิเคราะห์ตัวแปรพหุ. กรุงเทพฯ: ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- พัชรา สิ้นลอยมา. (2551). กรอบแนวคิดและการตั้งสมมติฐานการวิจัย, เอกสารประกอบการสอน วิชาการระเบียบวิธีการวิจัยทางนิติศาสตร์. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา. (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์). บทที่ 9 การทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย SPSS. สืบค้น 22 พฤษภาคม 2566, จาก <http://oservice.skru.ac.th/ebookft/368/chapter9.pdf>
- มานวิภา กิตติพร. (2562). ระบบแนะนำทางการศึกษา และเทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องจักร. วารสารสารสนเทศศาสตร์ ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 37(4), 92-109.
- ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์กรุงเทพมหานคร. (2562). ShapeFile ข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ (แผนที่มาตราส่วน 1:20,000). สืบค้น 5 มีนาคม 2566, จาก http://www.bangkokgis.com/modules.php?m=download_shapefile
- สำนักงานราชบัณฑิตยสภา. (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์). การแบ่งภูมิภาคทางภูมิศาสตร์. สืบค้น 5 มีนาคม 2566, จาก <http://legacy.orst.go.th/?knowledges=การแบ่งภูมิภาคทางภูมิศาสตร์>
- สุจรรยา ทรัพย์ศิริโสภา. (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์). บทที่ 1 ความรู้เบื้องต้นทางสถิติ (Introduction of Statistical). สืบค้น 14 เมษายน 2566, จาก <http://weatherwing4.6te.net/DataAnalysis%20forWeatherPatterns.pdf>
- อุษณีย์ ดวงพรหม. (ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์). การตั้งสมมติฐานในการวิจัย Hypothesis in the research. สืบค้น 14 เมษายน 2566, จาก https://lib.edu.chula.ac.th/FILEROOM/CU_FORMJOURNAL/DRAWER001/GENERAL/00016/00016079.PDF

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.
การเตรียมข้อมูลจากรายงานค่าสถิติภูมิอากาศ คาบ 30 ปี

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data sections:

- Station Header Record:**
 - Country Name: THAILAND
 - Station Name: MAE_HONG_SON
 - WMO Number: 48300
 - Latitude: 19.17561N
 - Longitude: 97.581321E
 - Station Height: 268
- Principal Climatological Surface Parameters:**
 - Parameter Code: 1, Parameter Name: Precipitation Total, Units: mm
 - Parameter Code: 3, Parameter Name: Daily Maximum Temperature, Units: Deg_C
 - Parameter Code: 4, Parameter Name: Daily Minimum Temperature, Units: Deg_C
- Monthly Data (Example for Precipitation Total - Parameter Code 1):**

WMO Number	Parameter Code	Calculation Name	Calculation Code	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December	Annual
48300	1	Sum	A	6.4	6.0	16.8	63.2	174.5	190.5	228.9	239.8	199.0	114.5	44.9	10.4	1292.4
- Monthly Data (Example for Daily Maximum Temperature - Parameter Code 3):**

WMO Number	Parameter Code	Calculation Name	Calculation Code	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December	Annual
48300	3	Mean	1	30.1	33.4	36.8	38.2	35.9	33.2	32.2	32.0	32.8	32.6	30.9	29.0	33.1

ข้อมูลรายงานสถิติภูมิอากาศ คาบ 30 ปี (พ.ศ. 2524 – 2553) ประเทศไทย
 จาก <https://www.ncei.noaa.gov/pub/data/normals/WMO/1981-2010/RA-II/Thailand/>
 และข้อมูลรายงานสถิติภูมิอากาศ คาบ 30 ปี (พ.ศ. 2534 – 2563) ประเทศไทย
 จากศูนย์ภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา ในรูปแบบไฟล์ .xlsx

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data columns:

- OBJECTID
- ID_0
- ISO
- NAME_0
- ID_1
- NAME_1
- HASC_1
- CCN_1
- CCA_1
- TYPE_1
- ENGTYPE_1
- NL_NAME VARNAME_1

The data lists 77 provinces of Thailand, such as Amnat Charoen, Ang Thong, Bangkok Metropolis, Bueng Kan, Buri Ram, Chachoengsao, Chai Nat, Chaiyaphum, Chanthaburi, Chiang Mai, Chiang Rai, Chon Buri, Chumphon, Kalasin, Kamphaeng Phet, Kan Chanaburi, Khon Kaen, Krabi, Lampang, Lamphun, Loei, Lop Buri, Mae Hong Son, Maha Sarakham, and Mukdahan.

ข้อมูล Attribute รายละเอียดของขอบเขต 77 จังหวัด ประเทศไทย
 จาก <https://github.com/phoorichet/D3-Thaimaps/find/master>

```

In [1]: import openpyxl
import pandas as pd
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import seaborn as sns
%matplotlib inline
%config InlineBackend.figure_format='retina'

In [3]: df = pd.read_csv('./data/THA_adm1.csv')

In [4]: #save clustering Dataframe
df.to_excel('./data/THA_adm1.xlsx')

In [5]: wb = openpyxl.load_workbook('data/THA_adm1.xlsx')

In [6]: print(wb.sheetnames)

['Sheet1']

In [7]: sheet = wb['Sheet1']

In [8]: print(wb.sheetnames)

['Sheet1']

In [9]: df
Out[9]:

```

โปรแกรมภาษาไพธอนสำหรับจัดเตรียมข้อมูลเพื่อใช้ในการจัดกลุ่ม

	PID	ID_0	ISO	NAME_0	ID_1	NAME_1	IL_NAME	JARNAME	TYPE_1	ENGTPE	Precipitation	Daily_Max	Daily_Min	Daily_Mer	Mean Sea	Highest_V	Lowest_V	Hig
1	0	2914	226	THA	Thailand	1	Amnat Charoen	<U+0E08><U+0E31>	Changwat Province									
2	1	2915	226	THA	Thailand	2	Ang Thong	<U+0E08><U+0E31>	Changwat Province									
3	2	2916	226	THA	Thailand	3	Bangkok Metro	<U+0E08> Bangkok	Changwat Province		1648.2	33.3	24.9	28.6	1009.42	39.7	12	
4	3	2917	226	THA	Thailand	5	Buri Ram	<U+0E08> Buri Rum	Changwat Province		1193.9	33	22.2	27	1009.23	41.8	7.8	
5	4	2918	226	THA	Thailand	6	Chachoengsao	<U+0E08> Chaxerng	Changwat Province									
6	5	2919	226	THA	Thailand	7	Chai Nat	<U+0E08> Chainat	Changwat Province									
7	6	2920	226	THA	Thailand	8	Chaiyaphum	<U+0E08><U+0E31>	Changwat Province		1137.2	32.9	22.8	27.2	1009.53	42.6	6.8	
8	7	2921	226	THA	Thailand	9	Chanthaburi	<U+0E08> Chantabu	Changwat Province		2994.2	32.2	23.8	27.4	1009.52	36.7	13.1	
9	8	2922	226	THA	Thailand	10	Chiang Mai	<U+0E08><U+0E31>	Changwat Province		1130.6	32.2	20.8	25.8	1009.16	42.4	3.8	
10	9	2923	226	THA	Thailand	11	Chiang Rai	<U+0E08><U+0E31>	Changwat Province		1690.5	31.1	19.3	24.4	1009.18	40.5	1.5	
11	10	2924	226	THA	Thailand	12	Chon Buri	<U+0E08><U+0E31>	Changwat Province		1295.6	33.3	24.8	28.5	1009.22	39.9	13	
12	11	2925	226	THA	Thailand	13	Chumphon	<U+0E08><U+0E31>	Changwat Province		1872.7	31.9	23.5	27	1009.91	38.8	13	
13	12	2926	226	THA	Thailand	14	Kalasin	<U+0E08><U+0E31>	Changwat Province									
14	13	2927	226	THA	Thailand	15	Kamphaeng Phet	<U+0E08> Gamphae	Changwat Province		1304.6	33.5	22.9	27.4	1009.41	43	8.2	
15	14	2928	226	THA	Thailand	16	Kanchanaburi	<U+0E2D> Kan Buri	Changwat Province		1056.4	34.2	23.7	28.1	1009.25	43.5	9.2	
16	15	2929	226	THA	Thailand	17	Khon Kaen	<U+0E08><U+0E31>	Changwat Province		1246.8	32.8	22.3	26.9	1009.44	42.6	6.4	
17	16	2930	226	THA	Thailand	18	Krabi	<U+0E08><U+0E31>	Changwat Province		2174.4	32.1	24.6	28	1009.67	38.5	18.9	
18	17	2931	226	THA	Thailand	19	Lampang	<U+0E08><U+0E31>	Changwat Province		1045.5	33.7	21	26.4	1009.32	43.5	3.7	
19	18	2932	226	THA	Thailand	20	Lamphun	<U+0E08> Hariphunc	Changwat Province		1003.8	33	20.7	26.2	1009.1	42.6	3.5	
20	19	2933	226	THA	Thailand	21	Loei	<U+0E08><U+0E31>	Changwat Province		1240.9	32.2	20.7	25.7	1009.69	42.6	2.7	
21	20	2934	226	THA	Thailand	22	Lop Buri	<U+0E25><U+0E1E>	Changwat Province		1125.1	33.8	24	28.2	1008.98	41.4	10.2	
22	21	2935	226	THA	Thailand	23	Mae Hong Son	<U+0E08><U+0E31>	Changwat Province		1292.4	33.1	20.1	25.7	1009.48	42.8	3.3	
23	22	2936	226	THA	Thailand	24	Maha Sarakham	<U+0E08><U+0E31>	Changwat Province		1263.7	33.4	22.1	27.2	1009.36	42.4	5.3	
24	23	2937	226	THA	Thailand	25	Mukdahan	<U+0E08><U+0E31>	Changwat Province		1480	32.5	22	26.4	1009.23	42.5	7	
25	24	2938	226	THA	Thailand	26	Nakhon Nayok	<U+0E08> Nakon Na	Changwat Province									

ข้อมูลหลังจากทำการตรวจสอบ ทำความสะอาด จัดเรียง ด้วยโปรแกรมภาษาไพธอน