



การประยุกต์ใช้เทคนิคทางชีวอุตุนิยมวิทยาและอุณหภูมิเทียบเท่าทางสรีรวิทยา
เพื่อการประเมินภูมิอากาศเขตเมือง

Application of Biometeorology and Physiologically Equivalent
Temperature for Assessment of The Urban Climate

กาญจน์ คุ่มทรัพย์

สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ประเภททั่วไป ประจำปีงบประมาณ 2556



การประยุกต์ใช้เทคนิคทางชีวอุตุนิยมวิทยาและอุณหภูมิเทียบเท่าทางสรีรวิทยา
เพื่อการประเมินภูมิอากาศเขตเมือง

Application of Biometeorology and Physiologically Equivalent
Temperature for Assessment of The Urban Climate

กาญจน์ คุ่มทรัพย์
เบญจพร ศรีสุวรรณาศ

สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ประเภททั่วไป ประจำปีงบประมาณ 2556

กาญจน์ คัมทรัพย์. 2556. การประยุกต์ใช้เทคนิคทางชีวอุตุนิยมวิทยาและอุณหภูมิเทียบเท่าทางสรีรวิทยา เพื่อการประเมินภูมิอากาศเขตเมือง สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาค่าโหวตเฉลี่ยและค่าอุณหภูมิเทียบเท่าทางสรีรวิทยา โดยการใช้ RayMan Model ร่วมกับแบบสอบถาม กลุ่มตัวอย่างประชาชนในเขตอำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์เพื่อประเมินการ ประเมินภูมิอากาศเขตเมือง จากการศึกษาพบว่า ความรู้สึกของประชาชนต่อสภาพอากาศในจังหวัดเพชรบูรณ์ มีความรู้สึกไม่สบายมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 60.0 รองลงมา คือ มีความรู้สึกไม่สบายตัวมาก คิดเป็นร้อยละ 40 ในขณะที่ลักษณะภูมิอากาศที่กลุ่มตัวอย่างไม่ชอบ คือ อุณหภูมิ คิดเป็นร้อยละ 65.0 ค่าโหวตเฉลี่ย มีค่าอยู่ระหว่าง 1.8 – 3.2 แสดงให้เห็นว่าภูมิอากาศเขตเมืองในจังหวัดเพชรบูรณ์มีลักษณะค่อนข้างอุ่นไปจนถึงร้อน ในขณะที่ค่าอุณหภูมิเทียบเท่าทางสรีรวิทยา มีค่าอยู่ระหว่าง 31.3 – 38.7 องศาเซลเซียส จากการศึกษาสรุปได้ว่าจากความรู้สึกของประชาชนมีความสัมพันธ์กับการใช้ RayMan Model ในการคำนวณความสบายเชิงความร้อนต่อการเป็นอยู่ของมนุษย์ในเขตเมืองได้ อีกทั้งยังกล่าวได้ว่าภูมิอากาศเขตเมืองในจังหวัดเพชรบูรณ์มีสภาพอากาศร้อน

Kan Khoomsab. 2013. *Application of Biometeorology and Physiologically Equivalent Temperature for Assessment of The Urban Climate*. Research in Biology, Faculty of Science and Technology, Phetchabun Rajabhat University.

Abstract

The objective of this research is to investigate predicted mean vote (PMV) and physiologically equivalent temperature (PET). The RayMan Model was used for calculating the PMV and PET combined with questionnaire from population in Muang Phetchabun province. It was found that the sensation of subject to climate in their area were 60 and 40 percent in uncomfortable and very uncomfortable, respectively. The most parameter that population unlike was the temperature. The predicted mean vote were rang 1.8 – 3.2 indicated the climate was warm to hot. The physiologically equivalent temperature were rang 31.3 – 38.7 degree Celsius which the sensation of population correlated with RayMan Model for calculating the comfort index in urban and the urban climate in Phetchabun province showed hot weather.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ รศ.ดร.เบญจพร ศรีสุวรรณาศ ผู้ร่วมวิจัย ที่ได้ให้คำแนะนำ และข้อคิดเห็นต่าง ๆ มาโดยตลอด ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

ขอขอบคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ที่ให้ทุนอุดหนุนวิจัย ประจำปี พ.ศ. 2556

สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณ ครอบครัวและเพื่อนๆ ของผู้วิจัย ที่คอยให้กำลังใจจนทำงานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3. สมมติฐานการวิจัย	2
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.5 ตัวแปร	2
1.6 ระยะเวลาดำเนินการวิจัย	2
1.7 ประโยชน์ที่ได้รับการจากการวิจัย	2
1.8 นิยามศัพท์เฉพาะ	3
บทที่ 2	
2.1 ภูมิอากาศประเทศไทย	4
2.2 ปัจจัยที่ควบคุมภูมิอากาศ	4
2.3 องค์ประกอบที่สำคัญของอากาศ	5
2.4 ภูมิอากาศตามฤดูกาลของประเทศไทย	16
2.5 ข้อสังเกตสภาวะอากาศของประเทศไทยรายเดือน	20
2.6 จังหวัดเพชรบูรณ์	25
2.7 ดัชนีความร้อนของอากาศ	26
2.8 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่มีต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์	27
2.9 ผลกระทบของลมฟ้าอากาศรุนแรงที่มีต่อสรีระวิทยาและสุขภาพอนามัย	27
2.10 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่มีต่อการเสียชีวิต	28
2.11 จุลอตุณิยมวิทยาและอตุณิยมวิทยา	29
2.12 การเคลื่อนที่ของมวลอากาศ	30
2.13 พารามิเตอร์บรรยากาศ	30
2.14 อุณหภูมิ	31
2.15 ความชื้นในบรรยากาศ	31
2.16 ลม	32
2.17 รังสีดวงอาทิตย์	33
2.18 รังสีสุทธิ	33
2.19 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	34

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	
3.1 การเก็บข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา	36
3.2 ใช้แบบสอบถามเกี่ยวกับความร้อนเชิงสบาย	36
3.3 การคำนวณ Physiologically equivalent temperature (PET)	37
3.4 การใช้ โปรแกรม RayMan 1.2 คำนวณ PMV และ PET	37
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล	38
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	43
เอกสารอ้างอิง	44
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก แบบสอบถาม	46
ภาคผนวก ข ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา	48
ภาคผนวก ค ประมวลรายวิชาสรีรวิทยาทั่วไป	67
ภาคผนวก ง RayMan Model	72

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่	
ตารางที่ 3.1 ค่าการโหวตความรู้สึกเชิงคุณภาพ	36
ตารางที่ 4.1 ข้อมูลทั่วไป	38
ตารางที่ 4.2 ค่า PMV และ PET	41
ตารางที่ 4.3 การแปลผลค่า PMV	41
ตารางที่ 4.4 การแปลผลค่า PET	42

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
ภาพที่ 4.1 ลักษณะทางอุทุนิยมวิทยา จังหวัดเพชรบูรณ์ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2557 – สิงหาคม พ.ศ.2557 (ก) อุณหภูมิ (ข) ความชื้น (ค) ปริมาณน้ำฝน (ง) ความเร็วลม	41

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันพื้นที่เมืองอยู่ในสภาวะที่มีความเสี่ยงต่อผลกระทบอันเกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในหลายรูปแบบ เช่น การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝน สภาพอากาศที่เลวร้าย เช่น พายุ น้ำท่วม และความแห้งแล้ง การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ และการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทำให้ภัยธรรมชาติมีลักษณะเปลี่ยนแปลงไป ทั้งความถี่ ความรุนแรง ระยะเวลาและความยาวนานของการเกิดภัย ซึ่งการเปลี่ยนแปลงและผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงนั้น เช่น การลดลงของปริมาณ น้ำ การเอ่อล้นของน้ำทะเลบริเวณชายฝั่ง การเปลี่ยนแปลงการผลิตในภาคเกษตรกรรมและประมง การแพร่กระจายและการระบาดของโรคต่างๆ และการเคลื่อนย้ายถิ่นของประชากร ย่อมส่งผลกระทบต่อเมือง และ ชีวิตความเป็นอยู่ของประชากรเมืองอย่างชัดเจน และผลกระทบต่างๆ อาจจะรุนแรงยิ่งขึ้นหากไม่มีการบริหารจัดการที่ดี เช่น การวางผังเมืองและการจัดการการใช้ที่ดินที่ยังไม่มีประสิทธิภาพและมีอย่างจำกัด การขาดแคลนโครงสร้างพื้นฐานและที่อยู่อาศัย การไม่สามารถเข้าถึงบริการต่างๆ และความไม่พร้อมของประชากร เมืองและระบบการบริการเมื่อเผชิญเหตุฉุกเฉิน อย่างไรก็ตาม ผลกระทบต่างๆ เหล่านี้ยังเกิดขึ้นจากปัจจัย ทางด้านการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม สังคม และเศรษฐกิจ ซึ่งรวมถึงการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการตั้งถิ่นฐาน การใช้ที่ดิน และกิจกรรมทางเศรษฐกิจ นอกจากนี้ การเจริญเติบโตของเมืองและประชากร รวมทั้งการบริหารจัดการขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในด้านการเข้าถึงบริการและโครงสร้างพื้นฐาน ก็มีผลต่อระดับ ความรุนแรงของผลกระทบที่เกิดขึ้นในเมืองด้วยเช่นกัน (สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, 2555)

หากประชากรในเมืองนั้นๆ ไม่สามารถเข้าถึงระบบซึ่งตอบสนองความจำเป็นพื้นฐานในการดำรงชีวิต เช่น น้ำ อาหาร และที่พักอาศัย หรือระบบบริการอื่นๆ เช่น สาธารณูปโภค สาธารณูปการ สาธารณสุข ความมั่นคงและความปลอดภัยได้ ประชากรเหล่านั้นก็เข้าข่ายเป็นผู้ที่อยู่ในภาวะเปราะบางหรือความอ่อนแอจากสภาพอากาศ อย่างไรก็ตาม ระดับความรุนแรงอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยเฉพาะอุณหภูมิที่สูงขึ้นจะเกิด ขึ้นกับประชากรและเมือง อาจเกิดได้จากปัจจัยหลายประการ โดยเฉพาะความสามารถของเมืองในการปรับตัว และรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ นอกจากนี้ กลุ่มประชากรต่างๆ เช่น ผู้หญิง ผู้ชาย เด็ก และ ผู้สูงอายุ หรือกลุ่มสังคมอื่นๆ อาจเผชิญความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกัน และมีความสามารถในการตอบสนองและจัดการความเสี่ยงดังกล่าวแตกต่างกันด้วย ซึ่งการเข้าใจถึงปัจจัยต่างๆ ที่มีผลทำให้อุณหภูมิในบรรยากาศเพิ่มสูงขึ้น รวมถึงปัจจัยที่เอื้อให้เกิดความสามารถในการปรับตัว (adaptive capacity) ของบุคคล ครัวเรือน ชุมชน และเมืองนั้น จะทำให้เราเห็นแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างรอบด้าน การใช้เทคนิคทางชีวอุตุนิยมวิทยาและการประเมินภูมิอากาศเขตเมืองโดยใช้อุณหภูมิเทียบเท่าทางสรีรวิทยา (Physiologically Equivalent Temperature:PET) จากความแปรปรวนของสภาพ

อากาศ โดยใช้ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา เป็นการศึกษาที่สำคัญที่สามารถทำให้เกิดความเข้าใจพื้นฐานถึงผลกระทบที่บุคคล ชุมชน หรือ ระบบเมืองต้องพบเจอในอนาคตทั้งทางตรงและทางอ้อม ตลอดจนทำให้ เข้าใจถึงขีดความสามารถในการรับมือที่มีอยู่ในปัจจุบันของบุคคล ชุมชน และ ระบบเมือง ซึ่งทำให้สามารถนำข้อมูลนี้ไปพัฒนาขีดความสามารถของเมือง เพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ รวมถึงเป็นการเสริมสร้างศักยภาพของเมืองนั้นๆ ด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อสร้างวิธีการประเมินดัชนีภูมิอากาศที่เหมาะสมกับความเป็นอยู่ในเขตเมือง
2. เพื่อใช้ในการอธิบายผลวิธีการศึกษาดัชนีภูมิอากาศในประเทศไทยและในต่างประเทศ

1.3 สมมติฐานงานวิจัย

การคำนวณด้วยค่าทางชีวอุตุนิยมวิทยาและอุณหภูมิเทียบเท่าทางสรีรวิทยาสามารถใช้ประเมินภูมิอากาศเขตเมืองได้

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

ดำเนินการเก็บข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา เขตอำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ ตั้งแต่เดือนมกราคม 2555 – สิงหาคม พ.ศ. 2556 และใช้ Rayman Model ประเมินชีวภูมิอากาศเขตเมือง และดัชนีเชิงความร้อน จังหวัดเพชรบูรณ์

1.5 ตัวแปร

ตัวแปรต้น คือ ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ การวัดอุณหภูมิ ความเร็วลม ความดันไอน้ำ ความชื้นสัมพัทธ์ความดันอากาศ

ตัวแปรตาม คือ การทำนายค่าการโหวตเฉลี่ย (Predicted Mean Vote: PMV)
อุณหภูมิเทียบเท่าทางสรีรวิทยา(Physiologically equivalent temperature: PET)

1.6 ระยะเวลาดำเนินการวิจัย

1 มกราคม พ.ศ.2556 ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ.2556

1.7 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ได้วิธีการประเมินดัชนีภูมิอากาศที่เหมาะสมกับความเป็นอยู่ในเขตเมือง
2. สามารถนำผลการศึกษาเผยแพร่ในวารสารในระดับนานาชาติ

1.8 นิยามศัพท์เฉพาะ

ค่าการทำนายค่าการโหวตเฉลี่ย (Predicted Mean Vote: PMV) คือ ข้อมูลที่ได้จากสภาวะแวดล้อมไป วิเคราะห์ความสบายเชิงอุณหภูมิ

อุณหภูมิเทียบเท่าทางสรีรวิทยา(Physiologically equivalent temperature: PET) คือ ดัชนีบ่งชี้อุณหภูมิที่ใช้แลกเปลี่ยนระหว่างร่างกายกับสิ่งแวดล้อม

Rayman Model คือ ความร้อนเชิงสบาย (Thermal Comfort) คือ สภาวะของจิตใจที่แสดงถึงความพึงพอใจต่อสภาวะอากาศแวดล้อม

ดัชนีอุณหภูมิร้อน (Heat Index Temperature) หมายถึง สภาวะที่ทำให้ร่างกายเรารู้สึกร้อนขึ้นมากกว่าอุณหภูมิของอากาศจริงที่วัดได้จาก Thermometer ซึ่งเกิดจากการปฏิสัมพันธ์กันระหว่างอุณหภูมิของอากาศกับความชื้น ทำให้ร่างกายสูญเสียความเย็นออกไปจากบริเวณผิวหนัง ส่งผลให้ร่างกายรู้สึกร้อนมากขึ้นกว่าอุณหภูมิของอากาศที่แท้จริง หรือทำให้ร่างกายสูญเสียความสามารถในการควบคุมอุณหภูมิ อาจทำให้เกิดการเจ็บป่วยเนื่องจากความเหน็ดเหนื่อยอ่อนเพลีย หรือความเจ็บป่วยรุนแรงเนื่องจากอากาศร้อนจัดได้

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรม

2.1 ภูมิอากาศประเทศไทย

นักภูมิอากาศวิทยาได้ให้ความสนใจและพยายามที่จะศึกษาค้นคว้าค้นหาเหตุผล เพื่ออธิบายเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติที่มีความเกี่ยวข้องกับมนุษย์โดยตรง อากาศนับว่าเป็นสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติที่มนุษย์ให้ความสนใจมาก และมีศาสตร์ที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับอากาศหลายสาขา เช่น ภูมิอากาศวิทยา (Climatology) อุตุนิยมวิทยา (Meteorology) เป็นต้น สำหรับคำที่น่าสนใจเกี่ยวกับอากาศคือ กาลอากาศ (Weather) และภูมิอากาศ (Climate) ซึ่งพอจะแยกให้เห็นความหมายของคำทั้งสองได้ดังนี้

กาลอากาศ หรือ สภาพอากาศ (Weather) เป็นลักษณะอากาศที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง ในท้องถิ่นใดท้องถิ่นหนึ่ง ที่ได้ทำการตรวจบันทึกไว้ในบริเวณนั้นๆ และเกิดขึ้นในระยะเวลาสั้นๆ

ภูมิอากาศ (Climate) เป็นสภาพของอากาศที่เกิดขึ้นเป็นประจำ ติดต่อกันเป็นเวลานาน และมีการตรวจสอบอยู่เสมอ ข้อมูลที่เกี่ยวกับภูมิอากาศจะได้จากค่าเฉลี่ยติดต่อกันเป็นระยะเวลานานๆ

2.2 ปัจจัยที่ควบคุมภูมิอากาศ (The Factors that Control Climate)

ลมฟ้าอากาศจะเปลี่ยนแปลงไปได้ เนื่องจากปัจจัยที่สำคัญหลายประการคือ

2.2.1 ละติจูด (Latitude)

โลกมีลักษณะกลมค่อนข้างรีมีผิวโค้ง แกนเอียงจากแนวตั้ง $23\frac{1}{2}$ องศา ทำให้บริเวณต่างๆ บนพื้นโลกได้รับแสงอาทิตย์ไม่เท่ากัน เช่น บางแห่งมีอุณหภูมิสูงตลอดปี ได้แก่ บริเวณเขตร้อนย์สูตร บางแห่งจะมีน้ำแข็งปกคลุมตลอดปี ได้แก่ บริเวณขั้วโลกเหนือ-ใต้

2.2.2 กระแสน้ำในมหาสมุทร (Ocean Current)

ในบริเวณละติจูดเดียวกัน อุณหภูมิจะแตกต่างกัน เนื่องจากอิทธิพลความอุ่น-เย็น ของกระแสน้ำ เช่น ประเทศญี่ปุ่นด้านตะวันออกมีกระแสน้ำอุ่นอุโรชิโวไหลผ่าน ทำให้อากาศอบอุ่นกว่าประเทศเกาหลีและจีน บริเวณออสเตรเลียตะวันตกและตะวันออกมีอุณหภูมิต่างกันเพราะอิทธิพลของกระแสน้ำ

2.2.3 ความกดอากาศสูง-ต่ำกึ่งถาวร ที่มีอยู่ในที่ต่างๆ (Semi-permanent High and Low Pressure)

บริเวณความกดอากาศสูงในไซบีเรีย และแคนาดา ความกดอากาศต่ำในเกาะอลิเวียน ทำให้ความกดอากาศที่แตกต่างกันนี้มีมาก ย่อมก่อให้เกิดความแปรปรวนของอากาศ เช่น มีฝนตกและพายุจัด อุณหภูมิของอากาศย่อมจะเปลี่ยนแปลงไปด้วย

2.2.4 ความแตกต่างระหว่างพื้นดินและพื้นน้ำ (Land and Water Bodies)

บริเวณพื้นน้ำจะร้อนช้ากว่าบริเวณพื้นดิน ทำให้เกิดความแตกต่างกันของอุณหภูมิ

2.2.5 ความสูงต่ำของพื้นดิน (Altitude)

ในบริเวณเดียวกันจะมีระดับอุณหภูมิต่างกัน แม้จะได้รับแสงของดวงอาทิตย์เท่ากันอุณหภูมิจะไม่เท่ากันเพราะยิ่งสูงมวลอากาศยิ่งเบาบาง อากาศขยายตัวได้มาก โมเลกุลไม่เบียดเสียดกัน ความร้อนย่อมน้อยลง

2.2.6 การขวางกั้นของภูเขา (Mountain Barrier)

เขตที่อยู่ด้านหน้าของภูเขามีลมที่พัดผ่านจะมีฝนตกชุกกว่าด้านที่ไม่มีลมพัดผ่าน ด้านที่รับลมเรียกว่า Windward ส่วนการที่ไม่มีลมพัดผ่านจะทำให้ฝนตกน้อยเรียกว่าเขตกำบังฝน (Rain Shadow) ความแตกต่างนี้ ก่อให้เกิดอุณหภูมิแตกต่างกันไปด้วย เช่น ภาคตะวันตกของทวีปเขาคะนาวาสรี เป็นเขตรับลมมีฝนตกชุกกว่าทางด้านตะวันออกซึ่งเป็นเขตกำบังฝนหรือเรียกว่าด้านอับลม

2.2.7 ลมและมวลอากาศ (Wind and Air Mass)

ลมประจำปีที่พัดผ่านส่วนต่างๆ ของโลก เช่น ลมประจำถิ่น ลมประจำฤดู ย่อมทำให้เกิดอากาศเปลี่ยนแปลงและพายุแปรปรวน

2.2.8 ลักษณะภูมิประเทศ (Landform)

เทือกเขาที่สูงชันจะช่วยกันลมไม่ให้ไปตกในบริเวณถัดไปทำให้ลักษณะภูมิอากาศสองบริเวณแตกต่างกัน บริเวณที่ราบสูงอุณหภูมิจะเย็นกว่าที่ราบต่ำ

2.3 องค์ประกอบที่สำคัญของอากาศ

การศึกษาเกี่ยวกับอากาศนั้นจะศึกษาองค์ประกอบของอากาศทั้งหมด ซึ่งได้แก่

- 1) อุณหภูมิ ความร้อนของบรรยากาศ
- 2) ความกดอากาศ
- 3) ลม ทิศทาง และความเร็วลม
- 4) ความชื้นในอากาศ รวมทั้งหมอก เมฆ และน้ำฟ้า

ในการศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบของอากาศนี้ จะกระทำทั้งสถานีตรวจอากาศภาคพื้นดิน และการหยั่งอากาศที่สูงขึ้นไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบรรยากาศชั้นโทรโพสเฟียร์ (Troposphere)

2.3.1 อุณหภูมิ ความร้อนของบรรยากาศ

1) รังสีจากดวงอาทิตย์ ความร้อนในโลกนั้นแทบจะพูดได้ว่า เกือบทั้งหมดมาจากดวงอาทิตย์ ความร้อนนี้เป็นส่วนหนึ่งของรังสีดวงอาทิตย์ ต้องเข้าใจก่อนว่าดวงอาทิตย์เป็นมวลอันหนึ่งซึ่งบริเวณผิวมีอุณหภูมิสูงถึง 6,000 องศาเซลเซียส อุณหภูมิขนาดนี้ ทุกอย่างในโลกจะมีสภาพเป็นก๊าซเช่นเดียวกับที่ดวงอาทิตย์เป็นก๊าซ ซึ่งแปลงพลังงานที่เป็นรังสีออกมาเรียกว่า รังสีอิเล็กโตรแมกเนติก (Electromagnetic Radiation) รังสีนี้แผ่ความถี่ต่างๆ ปะปนกัน และเดินทางด้วยความเร็วค่อนข้างสม่ำเสมอ 300,000 กม.ต่อวินาที (186,000 ไมล์ต่อวินาที) ใช้เวลาเดินทางจากดวงอาทิตย์มาถึงโลก (150 ล้าน กม.) 9 นาที

รังสีดวงอาทิตย์ประกอบด้วยรังสีแกมมาคลื่นสั้นมาก ได้แก่ รังสีเอ็กซ์ (X-rays) รังสีแกมมา (Gamma rays) และรังสีอัลตราไวโอเลต (Ultraviolet rays) รวมแล้วประมาณร้อยละ 9 ของรังสีดวงอาทิตย์ ถัดมาเป็น รังสีแสงสว่าง (Light rays) เป็นรังสีให้ความสว่าง มนุษย์สามารถมองเห็นซึ่งมีอยู่ 7 แกบสี มีอยู่ประมาณร้อยละ 41 ที่เหลือร้อยละ 50 เป็นรังสีอินฟราเรดและรังสีความร้อน รังสีนี้เองที่ก่อให้เกิดความร้อนขึ้นแก่โลก อย่างไรก็ตามรังสีดวงอาทิตย์มีความถี่สูงมาก หรือมีช่วงคลื่นสั้นมาก ซึ่งไม่มีผลต่ออุณหภูมิของบรรยากาศโดยตรง

2) การกระจายของรังสีดวงอาทิตย์บนพื้นโลก พลังงานจากดวงอาทิตย์ ซึ่งเป็นพลังงานอันมหาศาล ประมาณกันว่าพลังงานนี้ ในลักษณะที่ตกมาจะมีค่า 2 กรัมแคลอรีตารางเซนติเมตรต่อนาที ค่าของพลังงาน ดวงอาทิตย์วัดเป็นหน่วยแลงเลย์ (Langley) (พลังงานแสงแดดที่โลกได้รับในแต่ละนาที่ นอกเขตบรรยากาศ ต่อพื้นที่ 1 ตารางเซนติเมตร ทำให้อุณหภูมิของน้ำ 1 กรัมมีอุณหภูมิสูงขึ้น 2 องศาเซลเซียส) ดังนั้น พลังงานจากดวงอาทิตย์ที่ส่งออกมาจะมีค่า 2 แลงเลย์ ต่อ 1 นาที ค่าพลังงานนี้ เมื่อผ่านชั้นบรรยากาศแล้วจะมีปริมาณน้อยกว่าที่กล่าวไว้ เพราะบรรยากาศ เมฆ ฝุ่นละออง และสิ่งอื่นๆ ในบรรยากาศ ได้ดักและกักเก็บพลังงานเหล่านี้ ออกไปบ้าง นอกจากนั้นเนื่องจากโลกมีทรงกลมและมีแกนเอียง ยังผลให้การกระจายไม่เป็นไปอย่างสม่ำเสมอด้วยเหตุผลสองประการคือ

1. มุมที่รังสีดวงอาทิตย์ตกยังพื้นโลก บริเวณใกล้ศูนย์สูตร มุมรังสีดวงอาทิตย์ลงถึงพื้นโลกในลักษณะตั้งฉาก หรือเกือบตั้งฉากตลอดเวลา เป็นเหตุให้รังสีดวงอาทิตย์ที่ลงถึงพื้นโลกมีความเข้มข้นสูง ขณะเดียวกัน บริเวณที่ไกลขั้วโลก ทำให้รังสีดวงอาทิตย์ลงถึงผิวโลกเป็นมุมเฉียง ขนาดของลำรังสีที่เท่ากัน ถ้าตกมายังพื้นที่ในลักษณะเฉียง จะกระจายไปยังพื้นที่ซึ่งกว้างกว่า ทำให้ความเข้มข้นของรังสีมีน้อยกว่าดังนั้น บริเวณใกล้ศูนย์สูตรจึงมีอุณหภูมิสูงอยู่ตลอดเวลา ส่วนบริเวณใกล้ขั้วโลกอุณหภูมิจะต่ำกว่า

ประเทศไทยโดยประมาณอยู่ระหว่างละติจูด 6 องศาเหนือ ถึง 20 องศาเหนือ นับว่าอยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตร ทุกๆ ส่วนของประเทศจะได้รับรังสีดวงอาทิตย์ตั้งฉากถึงปีละสองครั้ง ดังนั้นประเทศไทยจะได้รับความเข้มของรังสีดวงอาทิตย์มาก ที่ว่ารังสีดวงอาทิตย์ตั้งฉากคือตอนเที่ยงวันจะเห็นดวงอาทิตย์อยู่ตรงศีรษะพอดี สำหรับประเทศไทยนั้นถึงแม้ว่าเที่ยงวันจะไม่เห็นดวงอาทิตย์อยู่ตรงศีรษะทุกวันก็ตาม แต่ตำแหน่งของดวงอาทิตย์ตอนเที่ยงวัน จะอยู่ไม่ห่างไกลกับตำแหน่งตรงศีรษะ

2. ระยะเวลาที่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์ การที่แกนของโลกเอียงและโคจรไปรอบดวงอาทิตย์ตามตำแหน่งต่างๆ ที่โลกโคจรไป จะทำให้บางส่วนของพื้นโลกที่เหนือ และใต้ศูนย์สูตรจะมีระยะเวลาที่ได้รับรังสีจาก ดวงอาทิตย์แตกต่างกันเช่น ตั้งแต่เดือนเมษายนจนถึงกันยายน บริเวณใกล้ขั้วโลกเหนือจะได้รับรังสีดวงอาทิตย์เกือบตลอด 24 ชั่วโมง แต่พอเดือนตุลาคมถึงเดือนมีนาคม บริเวณใกล้ขั้วโลกจะไม่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์เกือบตลอด 24 ชั่วโมง การที่ได้รับรังสีจากดวงอาทิตย์เป็นระยะเวลายาวนานเท่ากับได้รับรังสีมาก อุณหภูมิจะสูงขึ้น แต่ถ้าระยะเวลาที่ได้รับรังสีมีน้อยหรือไม่ได้รับเลยจะทำให้มีอุณหภูมิต่ำในกรณีขั้วโลกแม้จะได้รับรังสีมากในบางช่วงของปี แต่อุณหภูมิไม่สูงมากเมื่อเทียบกับบริเวณอื่น เพราะลำรังสีดวงอาทิตย์ที่ได้รับเฉียงมาก สำหรับบางบริเวณที่ห่างจากศูนย์สูตรระยะเวลาที่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์แตกต่างกันมากในรอบปี ส่วนบริเวณศูนย์สูตร ระยะเวลาที่ได้รับรังสีจะไม่ต่างกันมากนัก จึงไม่ต้องสงสัยว่าทำไมบริเวณใกล้ศูนย์สูตรจึงมีอุณหภูมิสูงตลอดปี

พื้นที่ส่วนต่างๆ ของประเทศไทย ซึ่งอยู่ใกล้ศูนย์สูตร ดังนั้นเวลาที่รับรังสีดวงอาทิตย์ในรอบปี จึงไม่แตกต่างกันมากนัก กล่าวคือ จังหวัดทางภาคเหนือ เช่น จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย ช่วงที่ได้รับรังสีมากวันหนึ่ง จะได้รับประมาณ 13 ชั่วโมง ส่วนระยะที่ได้รับรังสีน้อยจะประมาณ 11 ชั่วโมง โดยทั่วไปจะต่างกันประมาณ 1 ชั่วโมงเท่านั้น ผลจึงมีไม่มากนักต่ออุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง อีกทั้งช่วงเวลาที่แตกต่างเป็นช่วงเย็น อันเป็นเวลาที่ มุมตกของรังสีเฉียงมากแล้วในแต่ละวัน ดังนั้นเวลาที่รับรังสีดวงอาทิตย์ต่างกัน จึงไม่มีผลต่ออุณหภูมิของ ประเทศไทยมากนัก

3) การกระจายความร้อนของพื้นโลก รังสีดวงอาทิตย์ซึ่งเป็นรังสีคลื่นสั้นทั้งหมด เมื่อลงมาถึงพื้นโลก จะถูกพื้นโลกสะท้อนกระจายกลับออกไปประมาณร้อยละ 6 ส่วนที่เหลือพื้นโลกจะดูดซับไว้ทั้งหมด ทำให้พื้นโลกร้อนขึ้นจนทำให้พื้นโลกเป็นแหล่งกระจายความร้อน ความร้อนที่พื้นโลกกระจายออกมานี้ เป็นความร้อน คลื่นยาวซึ่งมีช่วงคลื่นตั้งแต่ 4-30 ไมครอน ซึ่งแตกต่างจากรังสีอินฟราเรด และรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์มี ตั้งแต่ 0.7-3.0 ไมครอน ความร้อนที่กระจายออกจากพื้นโลกนี้ บรรยากาศรับไว้ได้แทบทั้งหมด จึงพบว่าใน ชั้นบรรยากาศโทรโพสเฟียร์อุณหภูมิจึงสูงในบริเวณใกล้พื้นโลกเห็นได้ว่าความร้อนที่บรรยากาศรับไว้นั้นเป็น ลักษณะของความร้อนที่กระจายกลับโดยพื้นโลกแทนที่จะเป็นรังสีจากดวงอาทิตย์ที่ลงมาตรงๆ ความร้อนที่ โลกกระจายออกนี้ แม้ว่าในที่สุดจะเล็ดลอดบรรยากาศออกไปได้โดยเฉพาะในวันที่ท้องฟ้าปราศจากเมฆ แต่จะ เป็นไปอย่างช้าๆ จึงทำให้ในเวลากลางคืนซึ่งไม่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์แล้วอุณหภูมิยังคงอยู่ไม่ลดต่ำอย่างรวดเร็ว อาจกล่าวได้ว่าบรรยากาศทำหน้าที่เหมือนกับหลังคาของเรือนกระจกปลูกต้นไม้ เมื่อรังสีคลื่นสั้นผ่านเข้ามา พกกระทบกับพื้นผิวแล้วก็สะท้อนกลับไปในรูปแบบของคลื่นยาวซึ่งจะผ่านออกไปได้ยาก ทำให้มีความร้อนซึม กระจายอยู่ในบรรยากาศซึ่งเรียกปรากฏการณ์นี้ ว่า Green House Effect

พื้นที่ของประเทศไทยอยู่ในเขตร้อน ทุกส่วนของประเทศไทยจะได้รับรังสีดวงอาทิตย์ในลักษณะ ตั้งฉากถึงปีละสองครั้ง ยิ่งไปกว่านั้นระยะเวลาที่รับรังสีดวงอาทิตย์จะมีสูงตลอดปีคือใกล้เคียง 12 ชั่วโมง ไม่ว่าจะเป็น ระยะที่ได้รับรังสีมากในเดือนมิถุนายน หรือระยะที่ได้รับรังสีน้อยในเดือนธันวาคม ความแตกต่างจะมี ไม่เกิน 1 ชั่วโมง ด้วยเหตุนี้ อุณหภูมิในประเทศไทยจึงสูงตลอดปี นอกจากนั้นอุณหภูมิแตกต่างกันระหว่างค่า อุณหภูมิสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุดประจำวันก็มีไม่มาก ทั้งนี้ เนื่องจากความชื้นในบรรยากาศมีค่อนข้างสูงตลอดปี เช่นกัน

อุณหภูมิสูงสุดในประเทศไทยอยู่ในช่วงเดือนเมษายนและพฤษภาคม โดยเฉพาะในเดือนเมษายน เป็น เดือนที่พื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศได้รับรังสีดวงอาทิตย์ตั้งฉาก ประกอบกับความชื้นในอากาศเริ่มมีมากขึ้น เพราะมวลอากาศจากอ่าวไทยเริ่มเข้าปกคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศ และในเดือนเมษายนเมฆยังไม่ค่อย ก่อตัวบนท้องฟ้ามากนัก สำหรับเดือนพฤษภาคมรังสีดวงอาทิตย์คล้อยไปทางเหนือของประเทศ แต่อิทธิพล ยังคงมีอยู่ ช่วงนี้ เมฆเริ่มก่อตัวบนท้องฟ้ามากขึ้น และเริ่มมีฝนตกอันเป็นปัจจัยให้อุณหภูมิลดลงไปบ้างแต่ ยังคงสูงอยู่ ในช่วงเดือนเมษายนพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทยได้รับรังสีดวงอาทิตย์ในลักษณะตั้งฉาก จึง พบว่าตั้งแต่ใต้ไปจดเหนืออุณหภูมิของเดือนเมษายนจะสูงกว่าเดือนอื่นๆ และอุณหภูมิจะสูงต่อเนื่องไปจนถึง เดือนพฤษภาคมจากนั้น อุณหภูมิจะค่อยๆ ลดลง ส่วนเดือนที่อุณหภูมิต่ำจะอยู่ในเดือนธันวาคมและมกราคม ซึ่งคล้อยตามช่วงที่หนาวของซีกโลกเหนือและระยะเวลาที่ดวงอาทิตย์ไปต่ำ ฤดูกาลบริเวณ $23\frac{1}{2}$ องศาได้

โดยเฉพาะในวันที่ 22 ธันวาคม ประเทศไทยจะได้รับรังสีดวงอาทิตย์เฉียงที่สุด แต่กระนั้น ความเฉียงยังไม่มากพอที่จะ ทำให้ความเข้มของรังสีดวงอาทิตย์ลดลงไปมากนัก แตกต่างจากบริเวณซึ่งอยู่ในละติจูดสูงๆ ขึ้นไป ดังนั้นอุณหภูมิในประเทศไทยในระยะสองเดือนดังกล่าว จึงลดลงไปบ้างความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างเดือนที่ร้อนจัด และเดือนที่เย็นจัดอยู่ระหว่าง 2-9 องศาเซลเซียสเปลี่ยนแปลงไปตามท้องถิ่น ในภาคใต้ความแตกต่างจะมีน้อยจะค่อยๆ เพิ่มมากขึ้นในภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคเหนือ ซึ่งอยู่ในบริเวณละติจูดสูงขึ้นไปประกอบกับพื้นที่เป็นที่สูง ความแตกต่างของอุณหภูมิจึงมีมากกว่าภาคอื่นๆ

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดตลอดทั้งปี จะพบว่าเดือนมกราคมเป็นเดือนที่มีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิต่ำสุด มีค่าต่ำกว่าเดือนอื่นๆ ทุกจังหวัดในประเทศไทย ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิต่ำสุดจะมีน้อยทางตอนเหนือของประเทศ และเพิ่มมากขึ้นตอนใต้ เดือนเมษายนเป็นเดือนที่มีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิสูงสุด มีค่ามากกว่าเดือนอื่นๆ ในทุกส่วนของประเทศ ทั้งนี้ เนื่องจากเดือนเมษายนเป็นเดือนที่พื้นที่ของประเทศไทยได้รับรังสีดวงอาทิตย์ในลักษณะตั้งฉาก ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิสูงสุดจะมีมากทางตอนเหนือของประเทศกว่าทางใต้ อุณหภูมิในประเทศไทยตลอดปีไม่แตกต่างกันมาก แม้บางครั้งจะมีอุณหภูมิต่ำผิดปกติไปบ้าง แต่มักจะเกิดในช่วงเวลาสั้นๆ ไม่ค่อยมีผลต่อลักษณะธรรมชาติโดยรวมมากนัก อย่างไรก็ตามบนพื้นที่สูงตอนเหนือของประเทศ อุณหภูมิอาจแตกต่างจากอุณหภูมิในบริเวณที่ราบส่วนอื่นของประเทศ เช่น บริเวณภูเขาต่างๆ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและดอยบนภูเขาในภาคเหนือ เป็นต้น

2.3.2 ความกดอากาศ (Air Pressure)

ความกดอากาศ คือ น้ำหนักของอากาศที่อยู่ชั้นบนกดอากาศที่อยู่ชั้นล่าง อากาศชั้นบนมีความหนาแน่นน้อยกว่าจึงมีน้ำหนักน้อยกว่าอากาศชั้นล่าง

แนวความกดอากาศบนพื้นโลก (World Pressure Belts) ความกดดันอากาศบนพื้น โลกจะมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิ ทำให้สามารถศึกษาและพบแนวความกดอากาศสูงต่ำกึ่งถาวรบนพื้นโลก รวม 4 เขต คือ

1) ความกดอากาศต่ำแถบศูนย์สูตร (Equatorial Low or Equatorial Trough) มีความกดอากาศปกติอยู่ระหว่าง 1011-1008 hPa. (29.9-29.8 นิ ว) อยู่ระหว่างละติจูด 5 องศาเหนือถึง 5 องศาใต้ เขตนี้ มีชื่อเรียกว่า Inter-Tropical Convergence Zone (ITCZ) เป็นเขตลมสงบ (Doldrum) เป็นแนวปะทะของลมสินค้าในซีกโลกเหนือ-ใต้ และได้รับอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ แนวแถบศูนย์สูตรนี้ ทางอุตุนิยมวิทยาเรียกว่า ร่องมรสุม (Monsoon Trough)

2) ความกดอากาศสูงแถบรุ้งม้า (Horse Latitude or Subtropical Belts) แนวนี้ อยู่ระหว่างละติจูด 30-40 องศาเหนือ-ใต้ มีความกดอากาศเกิน 1029 hPa. เขตนี้ มีความกดอากาศสูง 2 แหล่ง แนว Pressure Cells อยู่ในซีกโลกเหนือในฤดูร้อนเด่นชัด

- Eastern Pacific หรือ Pacific Anticyclone
- Eastern North Atlantic หรือ Azores Anticyclone

3) ความกดอากาศต่ำกึ่งขั้วโลก (Sub-Polar Low or Sub-Antarctic Low Pressure Belt and Sub-arctic Low Pressure Belt) ประมาณละติจูด 60-70 องศาเหนือ-ใต้ เป็นแนวของมวลอากาศเย็นปะทะกับมวลอากาศร้อน ความกดประมาณ 984 hPa. มีแนวความกดต่ำกึ่งถาวรอยู่ 2 แห่ง คือ Aleutian Low และ Icelandic Low

4) ความกดอากาศขั้วโลก (Polar High) อากาศหนาวเย็นมาก เป็นหย่อมความกดอากาศสูงกึ่งถาวร 2 บริเวณ คือ Canadian High and Siberian High

2.3.3 ลม (Wind)

บรรยากาศที่ห่อหุ้มโลกอยู่มีการเคลื่อนไหวและหมุนเวียนอยู่เสมอ การหมุนเวียนของบรรยากาศเป็นพลังงานรูปหนึ่ง บางครั้งการหมุนเวียนของบรรยากาศเป็นไปอย่างช้าๆ มีลักษณะที่ทราบกันคือ ลมพัด แต่บางครั้งบางขณะการเคลื่อนไหวเป็นไปอย่างรวดเร็วและรุนแรงมีลักษณะเป็นพายุลมและพายุอาจถ่ายทอดพลังงานลงไปในทะเล และมหาสมุทรซึ่งทำให้เกิดคลื่นและกระแสน้ำในมหาสมุทร ลมเกิดจากความแตกต่างความกดอากาศ ซึ่งอากาศบริเวณความกดอากาศสูงจะเคลื่อนที่ไปยังความกดอากาศต่ำ การเคลื่อนที่ของอากาศนี้มี 2 ชนิด คือ

- เคลื่อนที่ขนานไปกับผิวโลก เรียกว่า ลม (Wind)
- เคลื่อนที่ในแนวดิ่ง เรียกว่า กระแสอากาศ (Air Current)

การเคลื่อนที่ของลมจะแรงหรือช้าขึ้นอยู่กับความแตกต่างของความกดอากาศทั้งสอง ถ้าความแตกต่างมีมากลมจะพัดแรง ถ้าความแตกต่างมีน้อยลมจะพัดช้า ดังนั้น กำลังของลมจึงขึ้นอยู่กับความชันของความกดอากาศ (Pressure Gradient)

ลมที่มีอิทธิพลต่อภูมิอากาศของประเทศไทยมีดังนี้

1) ลมประจำปี ลมนี้ จะพัดเป็นประจำปีตลอดปี ในส่วนต่างๆ ของโลก อันเป็นผลมาจากความกดอากาศสูงและความกดอากาศต่ำ ซึ่งแนวความกดอากาศจะเคลื่อนขึ้นลงตามแนวการส่องแสงของ ดวงอาทิตย์ ลมประจำปีที่สำคัญและมีอิทธิพลต่อลักษณะอากาศของประเทศไทยคือ

ลมค้า (Trade Winds) เป็นลมที่พัดอยู่ระหว่างละติจูด 30-35 องศาเหนือและใต้ ลมค้าจะพัดเฉียงๆ ลงมาจากเขตความกดอากาศสูงบริเวณกึ่งเขตร้อน สู่เขตความกดอากาศต่ำบริเวณศูนย์สูตรระหว่างละติจูด 5 องศาเหนือถึง 5 องศาใต้ ในซีกโลกเหนือเรียกลมค้าตะวันออกเฉียงเหนือ (Northeast Trades) ในซีกโลกใต้เรียกลมค้าตะวันออกเฉียงใต้ (Southeast Trades) ลมค้าส่วนใหญ่เป็นลมที่มีลักษณะคงที่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งบนพื้นมหาสมุทร ความเร็วของลมจะเป็นขนาดลมปานกลางถึงลมจัด โดยมีความเร็วเฉลี่ย 5-51 ไมล์ต่อชั่วโมง โดยทั่วไปลมค้าจะทำให้อากาศแจ่มใส มีพายุน้อย พายุที่น่ากลัวมากที่สุดของเขตร้อน คือ พายุเฮอริเคนและพายุไต้ฝุ่น ลมค้าใช้ประโยชน์ในการเดินเรือ

เขตลมประจำปีมีแนวความกดอากาศที่สำคัญ คือ

- เขตความกดอากาศต่ำบริเวณศูนย์สูตร เรียกว่าเขต Doldrum เป็นแนวที่ลมค้าในซีกโลกเหนือและใต้มาพบกันที่ศูนย์สูตร อากาศยกตัวขึ้นทำให้เกิดลมสงบ อากาศมีความผันแปรอยู่เสมอ ลมที่พัดไม่มีทิศทางแน่นอน เขตนี้ จะมีฝนตกตอนบ่ายหรือค่ำ เป็นฝนแบบการพาความร้อน (Convective Rain) เขตดอลดรัมกว้าง 200-300 ไมล์ ดังนั้นแนวนี้อยู่ระหว่าง 10 องศาเหนือได้

- เขตเส้นรุ้งม้า (Horse Latitude) หรือเขตกึ่งแถบร้อนอยู่ระหว่างลมค้าและลมประจำตะวันตก ประมาณละติจูด 30-35 องศาเหนือ-ใต้ เป็นบริเวณความกดอากาศสูง ภายในบริเวณนี้มีลมพัดเบาๆ ทิศทางไม่แน่นอน บางครั้งก็สงบ ลักษณะของลมเป็นลมแห้ง ท้องฟ้าแจ่มใสอากาศดี แสงแดดจัดมีปริมาณฝนน้อย สาเหตุแห่งการเปลี่ยนแปลงทิศทางลมบนพื้นโลกที่สำคัญได้แก่ แกนโลกเอียง การหมุนรอบตัวเอง นอกจากนี้การกระจายความร้อนของพื้นดิน พื้นน้ำ และความสูงต่ำของพื้นที่แตกต่างกันทำให้เกิดการผันผวนของทิศทางลมประจำได้

นอกจากนี้ยังเกี่ยวข้องกับสาเหตุของการเบี่ยง (Deflection) ได้แก่ แรงเฉื่อย ความเร็วที่ใกล้ศูนย์สูตรจะแตกต่างกับบริเวณขั้วโลก

2) ลมประจำฤดู คือ ลมที่พัดเปลี่ยนทิศทางไปตามฤดูกาล สาเหตุที่ทำให้เกิดเพราะความแตกต่างของความกดอากาศบริเวณพื้นดินและมหาสมุทร ในฤดูร้อนและฤดูหนาว ทำให้เกิดลมพัดจากความกดอากาศสูงไปสู่บริเวณความกดอากาศต่ำ ซึ่งมีกำลังมากกว่าลมค้าที่พัดอยู่เป็นประจำ

1. ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ในฤดูร้อนซีกโลกภาคเหนือบริเวณตอนกลางและตะวันออกของเอเชียได้รับแสงแดดมาก จึงมีอุณหภูมิสูงอากาศจึงลอยสูงขึ้น ขณะเดียวกันบริเวณมหาสมุทรอินเดียและบางส่วนของแปซิฟิก มีความกดอากาศสูงอุณหภูมิต่ำก็เคลื่อนตัวเข้ามาแทนที่ทำให้เกิดลมพัดจากทิศใต้บริเวณมหาสมุทรอินเดียพัดเข้าสู่ตอนกลางของทวีปเอเชีย เป็นลมที่นำความชุ่มชื้นและไอน้ำมาทำให้เกิดฝนตกบริเวณด้านรับลมมาก ส่วนด้านหลังเขาที่เรียกว่าเงาฝนจะได้รับลมน้อย

2. ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ในฤดูหนาวดวงอาทิตย์ส่องตรงทางซีกโลกใต้ ทำให้อุณหภูมิมหาสมุทรสูงกว่าบนทวีปซึ่งมีความกดอากาศสูง ทำให้เกิดลมพัดจากตอนกลางของทวีปเอเชียแถบประเทศจีนลงมาทางใต้ แต่เพราะแรงเหวี่ยงของโลกซึ่งทำให้ทิศทางของลมเอนไปทางบกเล็กน้อย จึงเกิดลมพัดจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งพัดในฤดูหนาว พัดพาเอาความหนาวเย็นและความแห้งแล้งมาสู่ประเทศเอเชียใต้ เอเชียตะวันออกเฉียงใต้และตะวันออก

3) ลมประจำเวลา

1. ลมบก ลมทะเล (Land Breeze and Sea Breeze) การที่ลมมรสุมเกิดมาจากพื้นดินและพื้นน้ำที่มีอุณหภูมิแตกต่างกัน ดังนั้นจะมีลมคล้ายมรสุมเกิดขึ้นเนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิประจำวันระหว่างพื้นดิน และพื้นน้ำในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง

ลมบก เกิดในเวลากลางวัน อุณหภูมิของพื้นน้ำสูงกว่าอุณหภูมิของพื้นดิน อากาศเหนือพื้นน้ำลอยตัวขึ้น อากาศเหนือพื้นดินจึงไหลเข้าแทนที่ เกิดลมพัดจากฝั่งไปสู่ทะเล

ลมทะเล เกิดในเวลากลางวัน อุณหภูมิของพื้นดินสูงกว่าอุณหภูมิของพื้นน้ำ อากาศเหนือพื้นดินลอยตัวขึ้น อากาศเหนือพื้นน้ำจึงไหลเข้าแทนที่ เกิดลมพัดจากทะเลเข้าสู่ฝั่งช่วยลดอุณหภูมิของชายฝั่งได้

2. ลมภูเขา ลมหุบเขา (Mountain Breeze and Valley Breeze) ลมหุบเขา เกิดขึ้นในเวลากลางวัน ยอดภูเขาได้รับแสงแดดมากกว่าในหุบเขา อุณหภูมิจึงสูงและอากาศมีความกดน้อยกว่า ดังนั้นในเวลากลางวันจึงมีลมพัดจากหุบเขา ลมภูเขา ในเวลากลางคืน ยอดเขาเย็นกว่าหุบเขา ดังนั้นอากาศจึงมีความหนาแน่นมากกว่าในหุบเขา ดังนั้นลมจึงพัดจากภูเขาในเวลากลางคืน

4) ลมประจำถิ่น ลมที่พัดอยู่ในบริเวณใดบริเวณหนึ่งโดยเฉพาะเนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิในภูมิประเทศแบบต่างๆ ไม่เหมือนกัน ก่อให้เกิดลมพัดขึ้น ชื่อของลมจะเรียกแตกต่างกันไปตามท้องถิ่น ลมประจำถิ่นที่สำคัญมีลมร้อนและลมเย็น สาเหตุที่เกิดมีลักษณะต่างกัันดังนี้

1. ลมที่เกิดจากอากาศจมตัว อากาศแห้งที่ไม่อิ่มตัวด้วยไอน้ำพัดผ่านจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำทำให้อุณหภูมิสูงขึ้น เพราะโมเลกุลของมวลอากาศหนาแน่นมากขึ้น อุณหภูมิจะเพิ่ม 5.5 องศาฟาเรนไฮต์ต่อความสูง 1,000 ฟุต ได้แก่ลมเฟิน (Fohn) และชินุก (Chinook)

2. ลมที่เกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิสองแห่งไม่เหมือนกันคือบริเวณที่มีอุณหภูมิสูง ความกดอากาศต่ำ อีกบริเวณมีความกดอากาศสูงอุณหภูมิต่ำ ลมนี้ พัดผ่านดินแดนที่ร้อนและแห้งแล้ง จะเป็นลมร้อน เช่น ลมสิรอกโค (Sirocco) คีบลี (Keblee) ถ้าพัดผ่านมาจากภายในทวีปที่หนาวเย็นก็เป็นลมหนาวเย็น เช่น ลมทรามอนตানা (Tramontana) ลมโบรา (Bora)

- ลมว่าวและลมตะเภา

- ลมตะเภา เป็นลมที่พัดจากบริเวณอ่าวไทยขึ้นมาตามที่ราบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาระหว่างเดือนกุมภาพันธ์-เมษายน ซึ่งเป็นระยะเวลาที่ลมมรสุมฤดูหนาวจะเปลี่ยนเป็นลมมรสุมฤดูร้อน

- ลมว่าว เป็นลมเย็นที่พัดจากทางเหนือมาตามลุ่มน้ำเจ้าพระยาระหว่างเดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน เป็นระยะจะเริ่มลมมรสุมฤดูหนาว ลมนี้ ชาวบ้านเรียกว่าลมข้าวเบา เพราะถึงฤดูเก็บเกี่ยวข้าวเบาพอดี

ความสัมพันธ์ของความกดอากาศกับลมประจำที่มีอิทธิพลต่อประเทศไทย

ในเดือนมกราคม เป็นช่วงที่ซีกโลกเหนือเบนออกจากดวงอาทิตย์ ความเข้มของพลังงานจากแสงอาทิตย์จะมีน้อยลงในเอเชีย เพราะมุมของแสงที่สัมผัสกับผิวโลกในส่วนของทวีปเอเชียเป็นมุมที่เล็กลง เป็นช่วงที่ประเทศไทยอยู่ในฤดูหนาว หย่อมความกดอากาศที่เกิดขึ้นและสัมพันธ์กับประเทศไทยคือ หย่อมความกดอากาศสูงไซบีเรีย ซึ่งมีความกดอากาศสูงถึง 1033 hPa. ลมที่เกิดจากหย่อมความกดอากาศไซบีเรียนี้จะพัดออกจากศูนย์กลางในทิศทางตามเข็มนาฬิกา (ในซีกโลกเหนือ) ไปยังหย่อมความกดอากาศต่ำอะลิวเซียน ลมนี้ จะพัดผ่านเอเชียทางด้านตะวันออกเฉียงเหนือเป็นลมที่มีทิศทางจากตะวันตกไปทางตะวันออก ผ่านจากไซบีเรียตอนกลางไปยังไซบีเรียตะวันออกไปยังทะเลโอคอสท์ (Okhotsk Sea) เข้าสู่หมู่เกาะอะลิวเซียน เป็นลมเย็นและแห้งเมื่ออยู่ในส่วนแผ่นดิน

อีกแนวหนึ่งจะพัฒจากห่อมความกดอากาศสูงไซบีเรีย ไปยังห่อมความกดอากาศต่ำในมหาสมุทรอินเดียในซีกโลกใต้ ลมนี้ จะพัดผ่านภูมิภาคเอเชียตะวันออก, เอเชียตะวันออกเฉียงใต้, เอเชียใต้เป็นลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นลมที่เย็นและแห้ง เมื่อผ่านจากแผ่นดิน แต่ถ้าผ่านน่านน้ำลมนี้ จะเป็ลมที่มีความชุ่มชื้นและนำฝนมาตกด้วย ลมนี้ พัดตั้งแต่วาดเดือนตุลาคม พฤศจิกายน จนถึงตอนปลายของเดือนกุมภาพันธ์ ทำให้ประเทศไทยเริ่มเข้าสู่ฤดูหนาว ในระยะช่วงต่อของฤดูหนาวเข้าสู่ฤดูร้อน ห่อมความกดอากาศที่กล่าวมาเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงห่อมความกดอากาศสูงที่ไซบีเรียสลายตัวเมือย่างเข้าสู่ฤดูร้อน ห่อมความกดอากาศต่ำในมหาสมุทรอินเดียเปลี่ยนเป็นห่อมความกดอากาศสูงในระยะที่ซีกโลกเหนือเป็นฤดูร้อน

ในเดือนกรกฎาคม โลกเบนซีกโลกเหนือรับแสงอาทิตย์เต็มที่ ซีกโลกเหนืออยู่ในช่วงของฤดูร้อน ซึ่งหมายถึงทวีปเอเชียอยู่ในช่วงฤดูร้อน มวลของเปลือกโลกในส่วนของเอเชีย ได้รับพลังงานจากแสงอาทิตย์อย่างเต็มที่ และการคลายความร้อนหรือการแผ่รังสีความร้อนกลับออกมาจากเปลือกโลกสู่บรรยากาศเป็นจำนวนมาก อากาศในแผ่นดินจะมีอุณหภูมิสูง ซึ่งทำให้เกิดการพัฒนาตัวเองของห่อมความกดอากาศต่ำ เกิดขึ้นได้ในส่วนที่เป็นแผ่นดินของทวีปเอเชีย นอกจากนั้นในส่วนของน่านน้ำที่ยิ่งใหญ่ของมหาสมุทรอินเดียในซีกโลกใต้ อยู่ในตำแหน่งที่ได้รับแสงอาทิตย์ในช่วงนี้เข้มข้นน้อยกว่าตัวแผ่นดินในเอเชีย เพราะอยู่คนละซีกโลก อุณหภูมิของมวลอากาศจะเย็นกว่า ซึ่งทำให้มหาสมุทรอินเดียเป็นบริเวณที่มีโอกาสของการพัฒนาตนเองเป็นห่อมความกดอากาศสูงขึ้นได้

จากมหาสมุทรอินเดียในซีกโลกใต้มีลมพัดเข้าสู่ศูนย์สูตร เป็นลมสินค้าตะวันออกเฉียงใต้ ลมนี้ เมื่อพัดเข้าสู่เส้นศูนย์สูตรขึ้นสู่ซีกโลกเหนือ จะพัดต่อเนื่องเข้าสู่เขตขั้วโลกเหนือ แต่เปลี่ยนทิศทางเป็ลมตะวันตกเฉียงใต้ พัดเข้าสู่เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เป็นลมมรสุมฤดูร้อน คือ ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ลมนี้ พัดผ่านน่านน้ำที่กว้างใหญ่เข้าสู่แผ่นดิน เป็นลมที่มีความชื้นสูงและเป็นลมอุ่น ลมนี้ ทำให้เกิดการแจกกระจายของฝนในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ รวมทั้งประเทศไทยด้วยทำให้ภูมิภาคนี้ อยู่ในช่วงฤดูฝน

2.3.4 ความชื้นในอากาศ

1) การระเหยในประเทศไทย トラバドที่อากาศยังไม่อึมตัวด้วยไอน้ำ น้ำจะยังคงระเหยเข้าสู่บรรยากาศอยู่ตลอดเวลา การระเหยของน้ำหมายถึงอัตราที่น้ำกลายเป็นไอน้ำจากพื้นผิวต่อหน่วยพื้นที่ต่อหน่วยเวลา โดยทั่วไป วัดเป็นความลึกที่น้ำหายไปในช่วงเวลาที่กำหนดไว้ เช่น 24 ชั่วโมง เป็นต้น

ลักษณะของการระเหยของน้ำในประเทศไทยจะคล้ายคลึงกันทุกภาค ในฤดูหนาวซึ่งเป็นช่วงที่อุณหภูมิต่ำ ความชื้นในอากาศยังมีมาก ปริมาณการระเหยจะอยู่ในระดับต่ำ ในช่วงฤดูร้อนซึ่งอุณหภูมิความชื้นในอากาศมีน้อย การระเหยของน้ำจะมีปริมาณมาก

เมื่อพิจารณาเป็นภาคแล้วพบว่า ภาคตะวันออกนั้นมีอัตราการระเหยต่ำกว่าภาคอื่นๆ ทั้งนี้ เพราะเป็นภาคที่อยู่ติดทะเล อากาศมีความชื้นสูง ส่วนภาคที่มีอัตราการระเหยมากที่สุดได้แก่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เพราะเป็นภาคที่อยู่ไกลทะเล มีลมพัดแรง ส่วนภาคเหนือในฤดูหนาวจะมีอัตราการ ระเหยน้อย เพราะ

ภาคเหนือมีอุณหภูมิต่ำกว่าภาคอื่นๆ มีความชื้นสัมพัทธ์ค่อนข้างสูงประกอบกับลมพัดซ้ำ กว่าทุกภาค ส่วนฤดูร้อนอัตราการระเหยจะเท่ากับภาคกลางและภาคใต้ สำหรับภาคกลางกับภาคใต้นั้นมีอัตราการระเหยคล้ายคลึงกัน

2) ความชื้นสัมพัทธ์ในประเทศไทย สำหรับในประเทศไทยนั้น ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือมีรูปแบบการเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ในรอบปีคล้ายคลึงกัน คือ ในฤดูหนาวความชื้นสัมพัทธ์จะสูง เพราะเป็นช่วงที่มีอุณหภูมิต่ำ เมื่อถึงฤดูร้อนซึ่งช่วงที่อุณหภูมิสูง น้ำบนผิวดินมีน้อย ความชื้นสัมพัทธ์จะลดลงจนย่างเข้าสู่ฤดูฝน เมื่อประเทศไทยได้รับอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ความชื้นสัมพัทธ์จะค่อยๆ เพิ่มขึ้นและเพิ่มขึ้นสูงสุดในเดือนกันยายน ซึ่งเป็นช่วงที่ทั้ง 2 ภาคมีฝนตกและมีน้ำผิวดินสมบูรณ์แม้อุณหภูมิจะสูงแต่ไอน้ำก็มีมาก ทำให้ความชื้นสัมพัทธ์สูงไปด้วย จากนั้นความชื้นสัมพัทธ์จะค่อยๆ ลดลงเมื่อย่างเข้าสู่ฤดูหนาว แต่ก็ยังคงมากกว่าในฤดูร้อน

สำหรับภาคใต้กับภาคกลางนั้น ความชื้นสัมพัทธ์จะอยู่ระหว่างร้อยละ 75-80 ตลอดปี และมีความแปรปรวนน้อย ทั้งนี้ เพราะทั้ง 2 ภาคได้รับอิทธิพลจากทะเลตลอดปี

ส่วนภาคตะวันออก ซึ่งเป็นภาคที่ได้รับลมทะเลตลอดปี และเป็นด้านรับลม จึงมีความชื้นสัมพัทธ์สูงตลอดปี โดยในฤดูหนาว ซึ่งอิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีกำลังแรง จะทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำลง แต่ยังอยู่ในระดับประมาณร้อยละ 75 จากนั้นความชื้นสัมพัทธ์จะเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ เพราะได้รับอิทธิพลของลมทะเลจาก อ่าวไทย และจะขึ้น สูงสุดในเดือนกันยายนซึ่งเป็นช่วงที่ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มีกำลังแรง และได้รับความชื้นส่วนหนึ่งจากพายุหมุน

เมื่อพิจารณาระดับความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยในรอบปี ประเทศไทยจะมีความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างร้อยละ 63-66

3) ปริมาณน้ำฝนประเทศไทย โดยเฉลี่ยแล้วประเทศไทยจะมีฝนตกประมาณปีละ 1,550 มิลลิเมตร (60 นิ้ว) ซึ่งนับว่าอยู่ในเกณฑ์ดี บริเวณที่ฝนตกชุกนั้นส่วนมากอยู่ตามชายฝั่งทะเล พื้นที่ที่มีฝนน้อยส่วนมากจะอยู่ในเขตเงาฝน

4) รูปแบบการกระจายของปริมาณฝนในประเทศไทยเฉลี่ยรายปี การกระจายของฝนในประเทศไทย โดยเฉลี่ยนั้น โดยทั่วไปแล้วทางตอนบนของประเทศจะมีฝนตกน้อยกว่าทางตอนล่างของประเทศ ทั้งนี้ เพราะทางตอนบนอยู่ไกลทะเลมากกว่า สำหรับภาคเหนือนั้นมีฝนตกตั้งแต่ 800-2,000 มิลลิเมตร บริเวณที่มีฝนตกมากที่สุด ได้แก่ จังหวัดเชียงรายซึ่งเป็นบริเวณที่มีเทือกเขาสูง สามารถกั้นความชื้นไว้ได้มาก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีฝนตั้งแต่ 800-2,400 มิลลิเมตร ทางตะวันออกของภาคซึ่งอยู่ใกล้ทะเลจึงได้มากกว่า ทางตะวันตกจะมีฝนตกมากกว่าทางด้านตะวันตก โดยเฉพาะบริเวณเหนือสุดคือจังหวัดหนองคาย มีฝนตกเฉลี่ยสูงถึง 2,800 มิลลิเมตร เพราะบริเวณดังกล่าวอยู่ใกล้กับอ่าวตังเกี๋ยมากกว่าพื้นที่อื่นๆ ของภาคนั่นเอง ภาคกลางมีฝนตั้งแต่ 1,000-2,400 มิลลิเมตร ทางด้านตะวันออกของภาคมีฝนตกชุกกว่าด้านตะวันตก เพราะด้านตะวันออกเป็นด้านรับลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดไปปะทะกับเขาตงพญาเย็นส่วนทางด้านตะวันตกเป็นด้านเงาฝนของทิวเขาตะนาวศรี บริเวณที่ฝนตกชุกที่สุดได้แก่ตอนเหนือของจังหวัดนครนายก ซึ่งเป็นด้านรับลมของเทือกเขาสันกำแพง

ภาคตะวันตกมีฝนตกตั้งแต่ 800-2,400 มิลลิเมตร โดยฝนจะตกมากที่สุดบริเวณอำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี มีฝนตกเฉลี่ยถึง 2,400 มิลลิเมตร เพราะเป็นด้านรับลม ส่วนที่อำเภอเมืองกาญจนบุรี ซึ่งเป็นด้านเงาฝนมีฝนตกเฉลี่ย 800-1,000 มิลลิเมตรเท่านั้น

สำหรับภาคตะวันออก บริเวณใต้สุดของภาคจะมีฝนตกมากกว่า 4,000 มิลลิเมตร ซึ่งนับว่าสูงมาก ปริมาณฝนจะลดน้อยลงเมื่อขึ้นไปทางเหนือของภาค โดยทางเหนือสุดจะมีฝนตกน้อยที่สุดมีปริมาณ 1,200-1,400 มิลลิเมตรเท่านั้น

ส่วนภาคใต้มีฝนตกเฉลี่ยมากกว่าภาคอื่นๆ โดยมีฝนตกตั้งแต่ 1,100 ถึงมากกว่า 4,000 มิลลิเมตร บริเวณที่มีฝนตกมากที่สุดของภาคได้แก่ อำเภอเมือง จังหวัดระนอง กับตำบลคึกคัก อำเภอตะกั่วป่า จังหวัดพังงา ทางด้านตะวันออกจะมีฝนตกน้อยกว่าทางด้านตะวันตก เพราะเป็นด้านเงาฝนของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ แม้จะได้รับอิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดผ่านอ่าวไทยมาก่อนก็ตาม นอกจากปัจจัยต่างๆ เหล่านี้ แล้วประเทศไทยยังได้รับอิทธิพลจากร่องมรสุมและพายุหมุนเขตร้อนด้วย ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

3.5 ร่องมรสุม (Inter-Tropical Convergence Zone-ITC, ITZ)

ร่องมรสุมเป็นแนวที่เกิดจากลมสินค้าจากซีกโลกเหนือ (Northeast Trade Wind) และลมสินค้าจากซีกโลกใต้ (Southeast Trade Wind) มาพบกัน แนวนี้ เกิดใกล้กับเส้นศูนย์สูตรและพาดรอบโลก แนวนี้ เห็นได้ชัดเจนในมหาสมุทร ส่วนบนแผ่นดินเห็นไม่ชัดเจนนักและเกิดเป็นแนวกว้าง ร่องมรสุมจะพาดอยู่ทางตอนใต้ของไทย โดยมีตำแหน่งต่ำสุดในเดือนมกราคมและเคลื่อนตัวสูงขึ้นไปทางเหนือในฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ จะพาดผ่านภาคกลางของประเทศในเดือนพฤษภาคม และมีตำแหน่งสูงสุดพาดผ่านทางตอนใต้ของประเทศจีนในเดือนกรกฎาคม หลังจากนั้นก็จะเริ่มเคลื่อนตัวลงมาทางใต้อีกในเดือนสิงหาคม และพาดผ่านภาคใต้ ของประเทศในเดือนตุลาคม ในห้วงเวลาที่ร่องมรสุมเคลื่อนขึ้น-ลง ผ่านประเทศนี้ ทำให้มีฝนตกชุกอยู่ทั่วไป ทั้งนี้ เพราะตามแนวของ ร่องมรสุมมักมีเมฆมากและฝนกระจาย ความรุนแรงของสภาพอากาศขึ้นอยู่กับความกว้างของร่องมรสุม หากร่องมรสุมแคบสภาพอากาศจะเลวกว่าร่องมรสุมที่มีแนวกว้างกว่า

สรุปแล้ว ร่องมรสุมจะเคลื่อนตัวผ่านประเทศไทยปีละ 2 ครั้ง คือจากใต้ขึ้นไปทางเหนือและกลับจากทางเหนือลงมาทางใต้ ซึ่งเป็นช่วงที่ประเทศไทยอยู่ในฤดูฝน หรือฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้

3.6 พายุหมุนในเขตร้อน (Tropical Cyclone)

พายุหมุนในเขตร้อนเป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้นเป็นครั้งคราว (Transitory Weather Phenomena) มีอำนาจพายุแรงและเป็นภัยธรรมชาติที่ทำให้เกิดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินของมนุษย์เป็นอย่างมาก พายุหมุนในเขตร้อนสามารถแยกออกเป็นพวกๆ ตามลักษณะความรุนแรงโดยถือความเร็วลมรอบๆ ศูนย์กลางเป็นหลักในการแบ่งดังนี้

3.6.1 พายุดีเปรสชัน (Tropical Depression) มีความเร็วลมไม่เกิน 33 นอต หรือ 61 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

3.6.2 พายุเขตร้อน (Tropical Storm) มีความเร็วลมตั้งแต่ 34 นอตขึ้นไป แต่ไม่เกิน 63 นอต หรือ 62-117 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

3.6.3 พายุไต้ฝุ่น (Typhoon) มีความเร็วลมตั้งแต่ 64 นอต ขึ้นไป หรือ 118 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ขึ้นไป

โดยทั่วไปประเทศไทยได้รับฝนจากลมมรสุม แต่โดยลำพังลมมรสุมแล้วจะไม่มีฝนพอเพียงต่อการกสิกรรม เพราะฝนจากลมมรสุมนี้ จะตกเป็นแห่งๆ เป็นเวลา ไม่ตกแผ่เป็นบริเวณกว้าง ฝนที่ตกเพิ่มเติม จนเพียงพอแก่การกสิกรรมของประเทศ หรือบางครั้งก็เหลือเพื่อจนเกิดน้ำท่วมนั้นมาจากพายุหมุนเขตร้อน ซึ่งมีแหล่งกำเนิดในมหาสมุทรแปซิฟิกและทะเลจีนใต้แล้วค่อยๆ เคลื่อนตัวผ่านเทือกเขาในประเทศเวียดนามและลาว เนื่องจากสภาพภูมิศาสตร์ของประเทศไทยส่วนใหญ่พายุหมุนในเขตร้อนจะอ่อนกำลังลงเป็นเพียง พายุเขตร้อน และพายุดีเปรสชันเท่านั้น โดยทั่วไปจะกลายเป็นพายุดีเปรสชันเมื่อเข้ามาถึงภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือของประเทศไทยซึ่งจะเป็นช่วงระยะระหว่างเดือนกรกฎาคมและสิงหาคม แต่ในระยะเดือนกันยายนและต้นเดือนตุลาคมทางเดินพายุจะเคลื่อนต่ำลงมาทางใต้มากขึ้น คือจะเข้ามาทางตอนใต้ของ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และตรงเข้าสู่ภาคกลาง ในตอนปลายเดือนตุลาคมทางเดินของพายุที่เข้าสู่ ประเทศไทย จะเข้าทางด้านปลายแหลมอินโดจีน แต่ในบางครั้งจะเข้าสู่ประเทศไทยทางอ่าวไทย และปะทะฝั่งตะวันออกของอ่าวไทยโดยไม่ปะทะฝั่งอินโดจีนเลย พายุที่มีทางเดินเช่นนี้ จะมีกำลังแรงของพายุอย่างเต็มที่ถึงขั้นพายุไต้ฝุ่น ฉะนั้นเมื่อเข้ามาในอ่าวไทยจึงเป็นอันตรายอย่างยิ่ง ดังเช่น พายุที่ทำลายชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนที่แหลมตะลุมพุก เมื่อวันที่ 25 ตุลาคม 2505 แต่พายุที่มีทางเดินดังกล่าวนี้ ไม่ปรากฏบ่อยนัก นานๆ จะเกิดขึ้นครั้งหนึ่ง

อย่างไรก็ตามโดยทั่วไปแล้วพายุดีเปรสชันที่เข้ามาถึงประเทศไทยนั้น จะนำฝนมาตกแผ่เป็นบริเวณกว้าง และตกเป็นระยะเวลาติดต่อกันทั้งวันทั้งคืน ประมาณ 2 ถึง 3 วัน และตกหนักเป็นพักๆ ในปีหนึ่งๆ ประเทศไทยเราจะได้รับพายุจากทางตะวันออกไม่น้อยกว่า 3-4 ลูก ถ้าปีใดมีพายุไม่น้อยกว่านี้ ปีนั้นจะแห้งแล้งไม่มีน้ำฝนเพียงพอแก่การกสิกรรม

อาณาบริเวณและฤดูที่เกิดพายุหมุนในเขตร้อน

ตำบลที่และฤดูที่เกิดพายุในเขตร้อนพอที่จะรวบรวมสรุปได้ดังนี้

1) ในเขตร้อนตอนเหนือของมหาสมุทรแอตแลนติก

- ทางทิศตะวันออกของหมู่เกาะ Lesser Antille และทางทิศตะวันออกของทะเลคาริเบียน เกิดตั้งแต่เดือนกรกฎาคม ถึงต้นเดือนตุลาคม

- ตอนเหนือของหมู่เกาะ West Indies เกิดตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงต้นเดือนตุลาคม

- ทางทิศตะวันออกของทะเลคาริเบียนเกิดในเดือนมิถุนายน และตั้งแต่ปลายเดือนกันยายน ถึงต้นเดือนพฤศจิกายน

- ในอ่าวเม็กซิโก เกิดตั้งแต่เดือนมิถุนายน ถึงเดือนพฤศจิกายน

2) ตอนเหนือของมหาสมุทรแปซิฟิกตอนเหนือ ทางฝั่งตะวันตกของอเมริกากลางเกิดตั้งแต่เดือนมิถุนายน ถึงเดือนตุลาคม

3) ทางตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิกตอนเหนือ เกิดตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนพฤศจิกายน

4) ในอ่าวเบงกอลและทะเลอาหรับ เกิดตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ถึงเดือนมิถุนายนและเดือนตุลาคม ถึงเดือนพฤศจิกายน

5) มหาสมุทรแปซิฟิกตอนใต้ ทางทิศตะวันตกของลองจิจูด 140 องศาตะวันตกเกิดระหว่างเดือนธันวาคมถึงเดือนเมษายน

6) มหาสมุทรอินเดีย

- ทางฝั่งตะวันตกเฉียงเหนือของฝั่งทะเลออสเตรเลียเกิดตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนเมษายน
- ทางตะวันตกของลองจิจูด 90 องศาตะวันออก เกิดตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนพฤษภาคม

พายุหมุนเขตร้อนยังไม่เคยปรากฏว่าเกิดขึ้นที่มหาสมุทรแอตแลนติกตอนใต้ หรือมหาสมุทรแปซิฟิกตอนใต้ ทางตะวันออกของลองจิจูด 140 องศาตะวันตก เนื่องจากว่าในฤดูร้อนของซีกโลกใต้ ร่องมรสุมมักจะเลื่อนลงไปต่ำกว่าเส้นศูนย์สูตรประมาณ 4 องศา เท่านั้น ซึ่งไม่ไกลพอที่จะทำให้เกิดแรง คอริโอลิสมีบทบาทให้เกิดพายุหมุนในเขตร้อนได้

พายุหมุนในเขตร้อนที่เข้าสู่ประเทศไทยนี้ จะเป็นพายุที่เกิดในมหาสมุทรแปซิฟิก หรือทะเลจีนใต้ แล้วเคลื่อนมาทางตะวันตกตามอำนาจการหมุนของโลก แต่เมื่อเคลื่อนที่ไประยะหนึ่งความเร็วของพายุค่อยๆ ลดลงจึงทำให้แนวการพัดของพายุมีทิศทางเปลี่ยนไปทางตะวันตกเฉียงเหนือหรือตะวันออกเฉียงเหนือ

2.4 ภูมิอากาศตามฤดูกาลของประเทศไทย

ภูมิอากาศของประเทศไทยอยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุม คือ มีลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งพัดเข้าสู่ประเทศไทยระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงกันยายน และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งพัดระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ ลมมรสุมเป็นลมที่เกิดเนื่องจากความแตกต่างของระบบความกดอากาศสูงไปยังบริเวณความกดอากาศต่ำ เปลี่ยนไปตามฤดูดังนี้

1.1 ในช่วงตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคมถึงกันยายน ในซีกโลกเหนือจะมีบริเวณความกดอากาศเกิดขึ้นแถบภาคใต้และภาคตะวันออกของทวีปเอเชีย และมีบริเวณความกดอากาศสูงอยู่แถบมหาสมุทรอินเดีย และแปซิฟิกตอนใต้ จึงมีลมพัดจากบริเวณความกดอากาศสูงแถบนั้นเข้าสู่พื้นแผ่นดินของทวีป เป็นลมตะวันตกเฉียงใต้ เนื่องจากลมนี้ พัดจากมหาสมุทรจึงเป็นลมที่มีความชุ่มชื้นน้ำฝนมาตกชุกทั่วไปในประเทศไทย

1.2 ในระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงกุมภาพันธ์ ในซีกโลกเหนือทางตอนในของทวีปเอเชียกลายเป็นบริเวณความกดอากาศสูง โดยมีศูนย์กลางอยู่ทางตะวันตกเฉียงเหนือของประเทศจีน แถบมหาสมุทรอินเดีย และแปซิฟิกกลายเป็นบริเวณความกดอากาศต่ำ ลมจึงพัดจากตอนในของทวีปไปยังบริเวณนั้นเป็นลมตะวันออกเฉียงเหนือ เนื่องจากลมนี้ พัดมาจากตอนในของทวีปจึงนำเอาความหนาวและแห้งมาสู่บริเวณต่างๆ ของประเทศไทย ยกเว้นแถบชายฝั่งตะวันออกของภาคใต้ซึ่งลมมรสุมนี้ พัดผ่านทะเลจีนใต้และอ่าวไทยมาก่อน จึงมีความชุ่มชื้นน้ำฝนมาตกแถบนี้

1.3 ส่วนในระหว่างเดือนกุมภาพันธ์จนถึงเมษายน จะมีลมอีกกระแสหนึ่งพัดจากทะเลจีนใต้เข้าสู่อ่าวไทย และทางตะวันออกเฉียงใต้หรือใต้ของประเทศไทยซึ่งทำให้เป็นระยะที่มีอากาศร้อนและแล้งทั่วประเทศ การเปลี่ยนจากฤดูหนึ่งเป็นอีกฤดูหนึ่งนั้น จะมีระยะเวลาประมาณ 7-15 วัน ที่เรียกว่าระยะเปลี่ยนฤดูใน ระยะนี้ ทิศทางลมจะแปรปรวน อาจมีกระแสลมฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งพัดแทนที่ลมประจำฤดูซึ่งถอยไปแล้ว

2. ฤดูกาล

โดยทั่วไปภูมิอากาศของประเทศไทยแบ่งได้เป็น 3 ฤดู คือ ฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อนฤดูฝนมีระยะ เกือบ 5-6 เดือน เป็นฤดูที่มีเวลานานกว่าฤดูอื่นๆ ส่วนฤดูหนาวและฤดูร้อนมีระยะเวลาสั้นเพียงประมาณ 3 เดือน

2.1 ฤดูฝน

ฤดูนี้ เริ่มเมื่อลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดเข้าสู่ประเทศไทย คือ ประมาณกลางเดือนพฤษภาคม และ จะสิ้นสุดประมาณกลางเดือนตุลาคม เป็นเวลาประมาณ 5 เดือน แต่ในภาคใต้ในเดือนตุลาคมและเดือน พฤศจิกายนยังมีฝนตกชุกอยู่

2.1.1 ภาคเหนือ ฤดูฝนจะเริ่มประมาณสัปดาห์ที่ 3 ของเดือนพฤษภาคม และสิ้นสุดประมาณปลาย เดือนกันยายนหรือต้นเดือนตุลาคม ซึ่งระยะนี้ ภาคกลางยังมีฝนตกหนักอยู่ รวมเวลาของฤดูฝนในภาคเหนือ มี ประมาณ 4-5 เดือน ฝนที่ตกในภาคเหนือเป็นฝนที่ได้จากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ พัดจากอ่าว เบงกอล และ อ่าวไทย ปะทะภูเขาในภาคเหนือส่วนหนึ่งและอีกส่วนหนึ่งเป็นฝนเกิดจากพายุดีเปรสชันจากทะเลจีนใต้เคลื่อน เข้าสู่อ่าวตังเกี๋ย และขึ้นฝั่งเวียดนามแล้วเลยเข้ามาในแผ่นดินจนถึงภาคเหนือของประเทศไทยในระหว่างเดือน กรกฎาคมถึงเดือนกันยายน เมื่อขึ้นเดือนตุลาคมฝนจะเริ่มลดน้อยลงมากเพราะระยะนี้ เป็นระยะเปลี่ยนฤดู จากฤดูฝนเป็นฤดูหนาวในภาคเหนือ

2.1.2 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในภาคนี้ ฤดูฝนจะเริ่มในปลายเดือนพฤษภาคมหรือต้นเดือน มิถุนายน และไปสิ้นสุดในต้นเดือนตุลาคม รวมระยะเวลาประมาณ 4 เดือนครึ่ง ภาคนี้ ได้รับฝนอันเนื่องมาจาก ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มีปริมาณไม่สูงมากนัก ทั้งนี้ เพราะลักษณะภูมิประเทศของภาคนี้ มีเทือกเขา เพชรบูรณ์และดงพญาเย็นอยู่ทางตะวันตก และเทือกเขาสันกำแพงและพนมดงรักอยู่ทางใต้ ซึ่งคอยกีดขวาง ไม่ให้ลมมรสุมเข้าถึงโดยสะดวก ลมมรสุมจะปะทะกับเทือกเขาเหล่านี้ ทำให้มีฝนทางด้านตะวันตกและด้านใต้ของ ภูเขาเป็นส่วนมาก เมื่อมรสุมผ่านเทือกเขาเหล่านี้ ก็ลดปริมาณไอน้ำในอากาศลงเสียมากแล้ว ฝนจากลมมรสุม ตะวันตกเฉียงใต้ที่ตกในภาคนี้ จึงมีเป็นส่วนน้อยและเป็นฝนที่ตกเฉพาะแห่งไม่ตกทั่วไปเหมือนฝนที่เกิดจาก พายุดีเปรสชัน ฝนที่ตกในภาคนี้ ในปริมาณมากนั้นเป็นฝนอันเนื่องมาจากพายุดีเปรสชัน ถ้าปีใดมีพายุ ดีเปรสชันจากทะเลจีนใต้เข้ามาถึงภาคนี้ ได้น้อยในปีนั้นจะมีความแห้งแล้ง แต่โดยปกติจะมีพายุดีเปรสชันเข้า ประมาณ 3-4 ลูกทุกปีจึงปรากฏว่าปริมาณฝนในภาคนี้ มีปริมาณไม่น้อยกว่าภาคเหนือและภาคกลาง

2.1.3 ภาคกลาง ฤดูฝนในภาคกลางจะเริ่มต้นก่อนภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เล็กน้อย ประมาณเดือนพฤษภาคมหรือต้นเดือนมิถุนายนเป็นต้นไป มรสุมตะวันตกเฉียงใต้จะนำฝนมาตก เป็นแห่งๆ ไม่ เป็นบริเวณกว้าง เดือนสิงหาคมและเดือนกันยายนเป็นระยะที่มีฝนตกชุกที่สุด ฝนอีกส่วนหนึ่งในฤดูนี้ ได้รับ จากพายุดีเปรสชันที่เคลื่อนตัวมาจากทะเลจีนใต้ทำให้ฝนตกเป็นบริเวณกว้างทั่วไปและต่อเนื่องกันเป็น

เวลานาน ฝนจากพายุดีเปรสชันตกมาในระยะปลายเดือนกันยายนและต้นเดือนตุลาคม ยิ่งถ้าพายุดีเปรสชันที่ขึ้นฝั่งเวียดนามมีศูนย์กลางค่อนข้างมาทางใต้มีบริเวณปกคลุมภาคกลางจะทำให้มีฝนตกชุกมากในระยะนี้ ตั้งแต่กลางเดือนตุลาคมเป็นต้นไปฝนในภาคกลางจะสิ้นสุดลงรวมระยะเวลาฤดูฝนในภาคกลางประมาณ 5 เดือน

2.1.4 ภาคตะวันออก ฤดูฝนของภาคนี้ มีระยะเวลาประมาณ 6 เดือน คือ ตั้งแต่ประมาณกลางเดือนพฤษภาคมและไปหมดฝนลงในเดือนพฤศจิกายน ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จากอ่าวไทยจะเริ่มนำฝนมาตกพร้อมกับลักษณะพายุฝนฟ้าคะนองอย่างรุนแรง เมื่อเริ่มเข้ากลางเดือนพฤษภาคม ในเดือนมิถุนายนฝนจะลดปริมาณลง เว้นแต่ทางตอนใต้ของภาคแถบจังหวัดจันทบุรีจนถึงอำเภอคลองใหญ่ จังหวัดตราดเท่านั้น ที่ยังมีฝนตกมากอยู่ ฝนจะกลับมีมากขึ้นตั้งแต่เดือนกรกฎาคมเป็นต้นไป และจะมีฝนตกมากในเดือนสิงหาคม กันยายน และตุลาคม ในตอนปลายเดือนตุลาคมจะมีฝนตกหนักพร้อมกับพายุฝนฟ้าคะนองเช่นเดียวกับเมื่อเริ่มฤดูฝน ในเดือนพฤศจิกายนปริมาณฝนจะลดลงอย่างชัดเจน แสดงว่าฤดูฝนได้สิ้นสุดลง ฝนที่ตกในภาคนี้ นอกจากจะเนื่องมาจากมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ในอ่าวไทยปะทะกับเทือกเขาบนฝั่งในภาคตะวันออกแล้วยังเป็นฝนจากพายุดีเปรสชัน ซึ่งเคลื่อนตัวจากทะเลจีนใต้ขึ้นฝั่งเวียดนามใต้แล้วล่องลำเข้ามาจนถึงภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในลักษณะเช่นนี้ จะทำให้มรสุมตะวันตกเฉียงใต้ มีกำลังแรงขึ้น และบางครั้งพายุดีเปรสชันได้ล่องลำเข้ามาจนถึงภาคตะวันออกผ่านจังหวัดจันทบุรีมาลงทะเลทางอ่าวไทย ซึ่งจะทำให้มีฝนตกหนักและต่อเนื่องกันเป็นเวลานานในภาคนี้ ซึ่งจะเกิดขึ้นได้มากในเดือนกันยายนและตุลาคม

2.1.5 ภาคใต้ ในฤดูฝนมีลักษณะแตกต่างจากภาคอื่นๆ คือ จะมีฝนเป็น 2 ระยะ ในระยะแรกจะอยู่ในระยะลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ประมาณตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงต้นเดือนตุลาคมซึ่งจะมี ฝนตกชุกทางฝั่งตะวันตกของภาคเพราะเป็นด้านรับลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้อย่างเต็มที่ ส่วนอีกระยะหนึ่งอยู่ในระยะลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจากเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ จะมีฝนตกชุกทางฝั่งตะวันออกของภาคซึ่งเป็นด้านที่รับลมมรสุม โดยเฉพาะอย่างยิ่งตั้งแต่จังหวัดชุมพรลงไป

2.2 ฤดูหนาว

โดยทั่วไปเริ่มต้นตั้งแต่ประมาณเดือนพฤศจิกายน และไปสิ้นสุดประมาณกลางเดือนกุมภาพันธ์ เมื่อลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดเข้าสู่ประเทศไทย รวมเวลาประมาณ 3 เดือนในระยะระหว่างกลางเดือนตุลาคมไปจนถึงเดือนพฤศจิกายน ประมาณ 2 สัปดาห์ เป็นระยะเปลี่ยนฤดูจากฤดูฝนเป็นฤดูหนาว ซึ่งอากาศมีลักษณะไม่แน่นอน อาจจะมีฝนตกได้บางวัน และอาจหนาวได้ในบางครั้งคราว อากาศหนาวของประเทศไทยนั้นมีระยะเวลาสั้นๆ และหนาวเย็นเป็นครั้งคราว เมื่อบริเวณความกดอากาศสูงทางตอนเหนือของประเทศจีนติดต่อกับมอญโกเลีย ทวีกำลังแรงขึ้นและแผ่ลงมาทางใต้จนถึงประเทศไทย จะทำให้มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดเข้าสู่ประเทศไทยมีกำลังแรงขึ้น พาเอาความหนาวเย็นจากประเทศจีนและไซบีเรียลงมาด้วย ทำให้อากาศในภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือเย็นลงชั่วระยะเวลาหนึ่ง ประมาณ 3-4 วัน ส่วนมากทางภาคกลางได้รับปลายลมหนาวจึงไม่ทำให้หนาวเย็นมากนัก เมื่อบริเวณความกดอากาศสูงในประเทศจีนอ่อนกำลังลง มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือก็อ่อนตามไปด้วยอากาศก็กลับเป็นปกติ เมื่อบริเวณความกดอากาศสูงในประเทศจีนมีกำลังแรงขึ้นอีก ก็จะมีลักษณะหนาวเย็นเกิดขึ้นอีกพักหนึ่งเป็นเช่นนี้ ตลอดไปจนถึงสิ้นสุดฤดูหนาว ฉะนั้นฤดูหนาวในประเทศไทยจะไม่หนาวเย็นตลอดเวลา แต่จะหนาวเย็นเป็นระยะๆ ครั้งละ 3-4 วัน และภาคที่มี

อากาศหนาวเย็นจริงๆ จะมีเพียง 2 ภาค คือ ภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนภาคกลางนั้น อากาศไม่หนาวเย็นนัก สำหรับภาคใต้และอ่าวไทยฝั่งตะวันออกนั้น เนื่องจากอยู่ใกล้ทะเลจึงไม่มีลักษณะ อากาศหนาวเย็นเลย

2.2.1 ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ อากาศเย็นจากประเทศจีนซึ่งพัดมาจากทาง ทิศเหนือ หรือทิศตะวันออกเฉียงเหนือจึงถึงภาคทั้งสองนี้ ก่อน อากาศเย็นจึงยังรักษาคุณสมบัติความหนาวเย็น ไว้ได้มาก จึงทำให้อากาศในภาคเหล่านี้ หนาวเย็นในฤดูหนาว ซึ่งอากาศจะเย็นมากในระหว่างเดือนธันวาคมและ มกราคม

2.2.2 ภาคกลางและภาคตะวันออก เนื่องจากสองภาคนี้ตั้งอยู่ปลายทางลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ อากาศหนาวเย็นที่ลมมรสุมพัดมาได้เปลี่ยนแปลงความหนาวเย็น โดยรับเอาความร้อนของพื้นภูมิประเทศที่ ผ่านมาตลอดทางไว้เสียมาก และอีกประการหนึ่งทั้งสองภาคนี้ อยู่ใกล้อ่าวไทย อิทธิพลจากทะเลทำให้ทั้งสอง ภาคไม่หนาวเย็นมากเหมือนภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลางและภาคตะวันออกนี้ อากาศจะ หนาวเย็นเฉพาะบางปีเมื่อความกดอากาศสูงกำลังแรงมาก และแผ่ลงมาถึงทางใต้ แต่จะเป็นช่วงสั้นๆ

2.2.3 ภาคใต้ มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือไม่ได้ทำให้อากาศในภาคใต้เปลี่ยนแปลงมากนัก เพราะ อากาศหนาวเย็นได้คลายความหนาวเย็นไปจนหมดสิ้นตลอดระยะที่พัดผ่านไปจนถึงภาคใต้และรับเอา ใอน้ำ เข้าไว้ในขณะที่เคลื่อนผ่านทะเลจีนใต้และอ่าวไทย อุณหภูมิในภาคใต้จึงไม่ลดลงวันแต่บางปีที่มีมรสุมมีกำลัง แรงมาก ก็อาจทำให้อุณหภูมิทางฝั่งตะวันตกของอ่าวไทยลดลงไปได้บ้าง ในเดือนพฤศจิกายน , ธันวาคม และ มกราคม ร่องมรสุมได้เคลื่อนต่ำลงไปอยู่ทางภาคใต้ตอนใต้ ทำให้มีฝนตกหนาแน่นระหว่างชุมพรจนถึง นราธิวาส แต่ทางเหนือขึ้นมาตั้งแต่ประจวบคีรีขันธ์จนถึงกันอ่าวไทยในขณะนี้ มีปริมาณฝนลดลงไปมาก ใน เดือนมกราคมนี้ มีฝนตกหนาแน่นทางตอนใต้สุดของภาค ตั้งแต่จังหวัดนครศรีธรรมราชลงไป

2.3 ฤดูร้อน

เมื่อลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนืออ่อนกำลังลงในเดือนกุมภาพันธ์ กระแสลมจากทะเลจีนใต้ ก็เริ่มพัด เข้าสู่ประเทศไทยในทางทิศใต้หรือตะวันออกเฉียงใต้ ประกอบกับระยะนี้ เป็นระยะเวลาที่ดวงอาทิตย์เลื่อนขึ้น มาอยู่ในละติจูดของประเทศไทย จึงเป็นระยะที่ประเทศไทยมีอากาศร้อนอบอ้าวมาก ซึ่งเริ่มประมาณเดือน กุมภาพันธ์ไปจนถึงประมาณกลางเดือนพฤษภาคม รวมเวลาประมาณ 3 เดือน อากาศร้อนมากที่สุดระหว่าง ปลายเดือนเมษายนและต้นเดือนพฤษภาคม

2.3.1 ภาคเหนือ ลมตะวันออกเฉียงหรือตะวันออกเฉียงใต้จะเริ่มพัดเข้าสู่อ่าวไทย และประเทศไทยแรง ขึ้นเป็นลำดับ ในระยะนี้ อาจมีลมฝ่ายเหนือจากประเทศจีนพัดด้วยกำลังแรงลงมาได้เป็นครั้งคราวอีก เหมือนกัน ซึ่งจะทำให้เกิดการปะทะกันระหว่างอากาศ สองกระแส กระแสหนึ่งเป็นลมฝ่ายเหนือจาก ประเทศ จีน และอีกกระแสหนึ่งเป็นลมฝ่ายตะวันออกเฉียงหรือตะวันออกเฉียงใต้จากทะเลจีนใต้ ซึ่งเป็นผลให้เกิดพายุฤดู ร้อนในภาคเหนือได้เป็นครั้งคราว ในเดือนมีนาคมและเมษายน อุณหภูมิในภาคนี้ สูงขึ้นมาก อากาศร้อนอบ อ้าวโดยทั่วไป ในระยะตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคมเริ่มมีฝนตกประปรายบ้างแล้วในภาคนี้ และอุณหภูมิเริ่ม ลดลงด้วย

2.3.2 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคนี้ จะมีฤดูร้อนที่มีอากาศร้อนและแห้งแล้งมากเพราะภาคนี้ ตั้งอยู่ลึกเข้าไปในแผ่นดินห่างจากอ่าวไทยมาก ประกอบกับในระยะนี้ เป็นระยะที่ประเทศไทยได้รับแสงแดด ถัดมากที่สุด และปกติความชื้นชื้นของพื้นแผ่นดินก็ไม่มีอยู่แล้ว เพราะพื้นดินไม่รับและอุ้มน้ำ ฉะนั้นความแห้งแล้งจึงปรากฏชัดเจนมากในภาคนี้

2.3.3 ภาคกลาง ในภาคนี้ เดือนเมษายนเป็นเดือนที่ร้อนอบอ้าวที่สุด ความร้อนในเดือนนี้ สาเหตุมาจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ที่อยู่เกือบตรงศีรษะประการหนึ่ง และในขณะเดียวกันประเทศไทยถูกปกคลุม ด้วยบริเวณความกดอากาศสูง ซึ่งมีศูนย์กลางอยู่ในทะเลจีนใต้และมหาสมุทรแปซิฟิกตะวันตก อันเป็นต้นกำเนิดของกระแสลมตะวันออกเฉียงใต้ที่พัดเข้าสู่อ่าวไทยและภาคกลางในระยะนี้ บริเวณความกดอากาศสูงนี้ ถือว่าเป็นบริเวณที่มีอากาศจากเบื้องบนไหลจมตัวลงสู่เบื้องล่าง ทำให้อากาศบริเวณนี้ ร้อนและมีอุณหภูมิสูง กระแสลมที่พัดมาจากบริเวณความกดอากาศสูงในทะเลจีนใต้จึงร้อนและชื้น อันเป็นเหตุผลอีกประการหนึ่งที่ทำให้อากาศร้อนอบอ้าวในระยะนี้

2.3.4 ภาคตะวันออก ในฤดูนี้ จะมีลมจากฝ่ายใต้หรือตะวันออกเฉียงใต้พัดเข้าสู่ภาคตะวันออก มีกำลังค่อนข้างแรงสม่ำเสมอ และเมื่อรวมกับลมทะเลในตอนบ่ายแล้วทำให้ลมฝ่ายตะวันออกเฉียงใต้มีกำลังแรงยิ่งขึ้น ดังนั้น ชายฝั่งตะวันออกจึงมีคลื่นลมค่อนข้างแรงในตอนบ่ายและเย็นในฤดูนี้ อากาศจะไม่ร้อนมากนัก เนื่องจากมีลมทะเลเข้าช่วยบรรเทาความร้อนของฤดูร้อน อุณหภูมิไม่สูงมาก มีลมเย็นพัดอยู่ตลอดเวลา

2.3.5 ภาคใต้ ในเดือนกุมภาพันธ์จะมีลมระหว่างทิศใต้และตะวันออกเฉียงใต้พัดเข้ามาแทนที่ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ลมนี้ พัดมาจากบริเวณความกดอากาศสูงในทะเลจีนใต้ ซึ่งเป็นลมร้อนและชื้น ทำให้ อุณหภูมิสูงขึ้นทั่วไป แต่เนื่องจากภาคใต้เปรียบเสมือนเกาะซึ่งมีน้ำล้อมรอบอุณหภูมิจึงไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก ลมมรสุมนี้ จะพัดประจำอยู่ตลอดเวลา 3 เดือน คือ เดือนกุมภาพันธ์ ถึงเมษายน ตลอดระยะเวลานี้ ภาคใต้จะมีฝนตกน้อยกว่าระยะอื่นๆ ของปี

2.5 ข้อสังเกตสภาวะอากาศของประเทศไทยรายเดือน

เดือนมกราคม

ลักษณะทั่วไป ลมความกดอากาศสูงจากสาธารณรัฐประชาชนจีนแผ่ลงมาปกคลุมประเทศไทย แต่ส่วนใหญ่แล้วลมความกดอากาศสูงจะปกคลุมบริเวณปลายแหลมญวนมากกว่า แต่ถ้าส่วนคมของลิ้นปกคลุม ภาคตะวันออกเฉียงเหนือหรือภาคเหนือ ลักษณะนี้ อากาศจะหนาวจัดอย่างเห็นได้ชัดเจน และในฤดูนี้ จะมีร่องความกดอากาศหรือหย่อมความกดอากาศต่ำบริเวณประเทศพม่าด้วยประกอบกัน ส่วนภาคใต้โดยเฉพาะทางด้านฝั่งตะวันออกตั้งแต่จังหวัดชุมพรลงไป นอกจากจะมีอากาศเย็นแล้วยังมีฝนตกทั่วไป แต่ปริมาณฝน จะลดลงกว่าเดือนก่อนมาก ในบริเวณอ่าวไทยทะเลจะมีคลื่นลมแรงจัดซึ่งเป็นอันตรายแก่การเดินทางเรือ สำหรับลมชั้นบนจะเป็นลมทิศตะวันออกเฉียงเหนือเป็นส่วนใหญ่และลมจะเป็นตัวแปรสำคัญในการทำให้ อุณหภูมิต่ำมาก โดยมีหลักพิจารณาดังนี้

1. ต้องเป็นลมทิศเหนือหรือทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (ถ้ายังเป็นลมทิศเหนือจะทำให้อุณหภูมิลดลงมากขึ้น เพราะลมมาจากพื้นดินเป็นส่วนใหญ่)

2. ถ้ามีแนวปะทะอากาศประกอบด้วย จะเป็นตัวร่วมในการทำให้อุณหภูมิลดลงหรือเพิ่มขึ้นได้อย่างรวดเร็วหรือเป็นไปอย่างช้าๆ ถ้าแนวปะทะอากาศแรงจะทำให้อุณหภูมิลดลงได้ช้าเพราะมีแนวปะทะเป็นตัวกั้นไว้การเคลื่อนที่ของคลื่น (Wave) ความเย็นของมวลอากาศนั้นจะแผ่มาประมาณ 3-5 วัน ก็จะหมดระลอก ซึ่งโดยทั่วไปแล้วช่วงที่แรงที่สุดส่วนใหญ่แล้วประมาณกลางเดือนธันวาคมจะหนาวมากที่สุด

การสังเกตเส้นความกดอากาศเท่า (Isobaric Surface) ที่มีความกดอากาศ 1020 เฮกโตปาสกาล ถ้าลงมาต่ำ (อาจถึงตอนกลางของประเทศ) เป็นข้อสังเกตได้ว่าอุณหภูมิอาจจะลดลงได้มาก และถ้าความกดอากาศมีความชัน (Pressure Gradient) ถี่มากเท่าไรจะเป็นตัวร่วมที่ดี แต่อากาศจะไม่หนาวเย็นลงทันทีทันใด ในวันแรกๆ ที่มีลมความกดอากาศแผ่ลงมาเพราะต้องใช้เวลา 1-2 วันในการไล่อากาศที่ปกคลุมพื้นที่เดิมออกไปก่อน

ในเดือนมกราคมและเดือนธันวาคม เป็นเดือนที่สามารถปฏิบัติการทางอากาศได้ดีที่สุดเนื่องจาก ทิศนวิสัยในหมอกหรือหมอกแดดยังไม่ต่ำมากนักไม่เหมือนเดือนอื่น ๆ

เดือนกุมภาพันธ์

เดือนกุมภาพันธ์เป็นช่วงปลายฤดูหนาว ยังคงมีอากาศหนาวเย็นไปจนถึงประมาณกลางเดือนต่อจากนั้น จะเป็นระยะเปลี่ยนจากฤดูหนาวเป็นฤดูร้อน ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งเป็นลมเย็นและแห้งที่พัดปกคลุมประเทศไทยจะอ่อนกำลังลง แต่ในระยะต้นเดือนจะยังคงมีกำลังแรงอยู่ ทำให้ภาคเหนือและ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีอากาศหนาวเย็นทั่วไป โดยเฉพาะทางตอนบนของภาคจะมีอากาศหนาวกว่าส่วนอื่นๆ และในระยะประมาณกลางเดือนลมตะวันออกเฉียงใต้หรือลมฝ่ายใต้จะพัดปกคลุมประเทศ ซึ่งจะทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นเป็นลำดับ ลมนี้ จะมีกำลังแรงในตอนเย็นและค่าเป็นส่วนมาก โดยเฉพาะในบริเวณภาคกลางตอนล่าง ลักษณะทั่วไปในเดือนนี้ ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือในตอนเช้าจะมีอากาศหนาวและมี หมอกหนา ในบางวัน มองเห็นได้ไม่เกิน 1 กิโลเมตร แต่ในตอนกลางวันจะมีหมอกแดดทั่วไปจนถึงค่ำ มองเห็นได้ไกลประมาณ 4-6 กิโลเมตรเกือบตลอดเดือน ส่วนในภาคอื่นๆ ท้องฟ้าโปร่งแจ่มใสทั่วไป อาจมีหมอกหรือ หมอกแดดได้ในบางวัน เว้นแต่ภาคใต้อาจมีฝนตกเล็กน้อยในบางท้องที่โดยเฉพาะตามบริเวณชายฝั่งด้านตะวันออก แต่มีปริมาณน้อยกว่าเดือนก่อนมาก

เดือนมีนาคม

เป็นเดือนที่เปลี่ยนฤดูมรสุมจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือเป็นลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ มวลอากาศในเขตร้อนเริ่มมีอิทธิพลต่อขั้วโลกเหนือมากขึ้น จะเกิดลักษณะพายุฝนฟ้าคะนอง และเป็นพายุฟ้าคะนองอย่างรุนแรง (Convective) เกิดร่วมกับหมอกแดด ทิศนวิสัยในหมอกแดดจะมีค่าน้อยที่สุดในเดือนนี้ และเป็นทิศนวิสัยในแนวร่อน (Slant Visibility) ซึ่งจะทำให้ไม่สามารถเห็นเมฆก่อนตัวทางตั้งได้

โดยปกติเดือนนี้ บริเวณความกดอากาศต่ำเนื่องจากความร้อนจะปกคลุมประเทศไทยเกือบตลอดเวลา ทำให้มีอากาศร้อนอบอ้าวทั่วไป แต่บางครั้งอาจมีลมความกดอากาศสูงกำลังแรงจากประเทศจีนแผ่ลงมา ปกคลุมประเทศไทย ทำให้เกิดฝนฟ้าคะนอง ลมกระโชกแรงและลูกเห็บตก ลมส่วนใหญ่เป็นลมตะวันออกถึงตะวันออกเฉียงใต้เป็นส่วนใหญ่

เดือนเมษายน

มีหย่อมความกดอากาศต่ำปกคลุมประเทศมาก ส่วนมากเป็น Heat Low หรือ Dynamic Low (สังเกตจากลมชั้นบน ถ้ายังมี Cyclone อยู่ถึงระดับสูงแล้ว ส่วนมากจะเป็น Dynamic Low) และจะมีบริเวณความกดอากาศสูงปกคลุมบริเวณทะเล เพราะพื้นน้ำเก็บความร้อนได้ช้ากว่า สภาพอากาศจะมีเมฆมาก กับมีฝนหรือพายุฝนฟ้าคะนองรุนแรง เดือนนี้ ร้อนที่สุดในรอบปี เพราะได้รับแสงอาทิตย์ตรงเต็มที่ นอกจากนี้ บริเวณความกดอากาศสูงจากสาธารณรัฐประชาชนจีนบางครั้งอาจเสริมกำลังกับบริเวณความกดอากาศสูงในทะเล ซึ่งจะทำให้มีฝนหรือพายุฝนฟ้าคะนองรุนแรงได้ในเดือนนี้ แหล่งกำเนิดของมวลอากาศร้อนที่พัดเข้าสู่ประเทศไทยเกิดจากทวีป แอฟริกา แอ่งทะเลทรายซาฮารา ทำให้เป็นลมฝ่ายตะวันตกหรือลมทิศตะวันตกเฉียงเหนือ จึงทำให้มีลมกระโชกแรงร่วมด้วย และยังคงมีหมอกแดดเกิดร่วมด้วย

เดือนพฤษภาคม

เดือนพฤษภาคมเป็นช่วงเปลี่ยนจากฤดูร้อนเป็นฤดูฝน ในระยะครึ่งแรกของเดือนซึ่งยังอยู่ในช่วง ฤดูร้อนนั้น สภาพของอากาศโดยทั่วไปจะยังคงร้อนอบอ้าวในทุกภาคของประเทศ ส่วนในระยะครึ่งหลังจะเริ่มต้นเป็นฤดูฝน ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จะพัดเข้าสู่ประเทศไทย ทำให้มีเมฆมากและมีฝนตกเกือบทั่วไปในทุกภาค อุณหภูมิตามภาคต่างๆ จะลดลง ร่องมรสุมหรือร่องความกดอากาศต่ำที่พัดผ่านประเทศมาเลเซีย จะเลื่อนขึ้นมาพาดบริเวณภาคใต้ ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือของประเทศไทย เป็นลำดับ ปริมาณฝนจะสูงขึ้นประมาณกลางเดือนนี้ เป็นต้นไปเนื่องจากเดือนนี้ ยังคงมีอากาศร้อนอบอ้าว อยู่มาก จึงมีการไหลพาความร้อนขึ้นสู่เบื้องบนอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดฝนหรือพายุฝนฟ้าคะนองที่รุนแรงได้ส่วนมากในตอนเย็นและค่ำ อิทธิพลของลมบก-ลมทะเล มีผลถึงกรุงเทพมหานครด้วย ซึ่งจะมีอิทธิพลประมาณ 50 กิโลเมตร จากชายฝั่งลมในเดือนพฤษภาคมนี้ ส่วนใหญ่จะเป็นลมแปรปรวน

เดือนมิถุนายน

เดือนมิถุนายนเป็นช่วงฤดูฝน ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จากมหาสมุทรอินเดียพัดเอาความชื้น ปกคลุมประเทศไทยตลอดเวลา ประกอบกับร่องความกดอากาศต่ำพาดผ่านตอนกลางของประเทศจึงทำให้มีฝนตกในทุกภาคโดยเฉพาะภาคใต้ฝั่งตะวันตกและบริเวณชายฝั่งภาคตะวันออกจะมีฝนตกชุกกว่าภาคอื่นๆ แต่ในระยะปลายเดือนร่องความกดอากาศต่ำอาจเลื่อนขึ้นไปพาดผ่านบริเวณตอนใต้ของประเทศจีน และอาจทำให้เกิดฝนทิ้งช่วงขึ้นได้

อนึ่ง ในเดือนนี้ พายุดีเปรสชันจากทะเลจีนใต้หรือมหาสมุทรแปซิฟิกอาจเคลื่อนตัวเข้าสู่ประเทศไทย ทางตอนบนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือและอาจทำให้เกิดฝนตกหนัก พายุลมแรงและน้ำท่วม จึงควรระมัดระวังและเตรียมการป้องกันไว้ด้วย สภาพอากาศจะมีฝนและพายุฝนฟ้าคะนอง ทิศนวิสัยจะต่ำในขณะเกิดฝน และลมกระโชกแรงในขณะเกิดพายุฟ้าคะนอง ลมจะเป็นลมทิศตะวันตกเฉียงใต้เต็มที่ และจะมีสภาพอากาศมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความเร็วลมในระดับสูง

เดือนกรกฎาคม

เดือนนี้ อยู่ในช่วงฤดูฝน แต่ในระยะต้นและกลางเดือนร่องความกดอากาศต่ำที่ทำให้เกิดฝนตกชุก จะเลื่อนขึ้นไปพาดอยู่ตอนใต้ของประเทศจีน จึงมีฝนตกน้อยและอาจเกิดฝนทิ้งช่วงได้โดยเฉพาะในระยะสัปดาห์แรก อุณหภูมิจะสูงขึ้นทั่วไปโดยเฉพาะตอนกลางของภาคเหนือและตอนล่างของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แต่ในระยะปลายเดือนร่องความกดอากาศต่ำจะเลื่อนกลับลงมาพาดผ่านตอนบนของประเทศไทยอีกครั้งหนึ่ง ประกอบกับในช่วงนี้ จะมีพายุไต้ฝุ่นและพายุหมุนเขตร้อนจากมหาสมุทรแปซิฟิก และทะเลจีนใต้ เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทยโดยอ่อนกำลังลงกลายเป็นพายุดีเปรสชัน จึงทำให้ปริมาณฝนเฉลี่ยในเดือนนี้ มีค่าสูงกว่าเดือนที่แล้วเกือบทุกภาค ยกเว้นภาคตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งจะลดลงกว่าเดือนที่แล้วเล็กน้อย ตามเส้นทางที่พายุดีเปรสชันเคลื่อนผ่านอาจมีฝนตกหนัก พายุลมแรงและน้ำท่วมได้ จึงควรระมัดระวังและเตรียมป้องกันไว้ด้วย

เดือนสิงหาคม

เดือนสิงหาคมอยู่ในช่วงฤดูฝนและจะมีฝนชุกในทุกภาคของประเทศ ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ จะมีกำลังแรงและนำฝนมาตกในประเทศไทย ร่องความกดอากาศต่ำที่อยู่บริเวณตอนใต้ของประเทศจีน จะเลื่อนลงมาพาดผ่านประเทศไทยตอนบน ทำให้ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือมีฝนตกชุกแผ่เป็นบริเวณกว้าง ในเดือนนี้ อาจมีพายุดีเปรสชันจากมหาสมุทรแปซิฟิกและทะเลจีนใต้เคลื่อนตัวเข้าสู่ประเทศไทยทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือ ซึ่งจะทำให้มีลมแรงและฝนตกหนักแผ่เป็นบริเวณกว้างและอาจเกิดน้ำท่วมอย่างฉับพลันขึ้นได้

เดือนกันยายน

เดือนกันยายนเป็นเดือนที่อยู่ในช่วงฤดูฝน ซึ่งมีฝนตกมากที่สุดในรอบปีเกือบทุกภาคของประเทศไทย ทั้งนี้ เนื่องจากร่องความกดอากาศต่ำซึ่งพาดผ่านบริเวณประเทศไทยตอนบนได้เลื่อนลงมาพาดผ่านบริเวณตอนกลางของประเทศ มรสุมตะวันตกเฉียงใต้ซึ่งพัดปกคลุมประเทศไทยจะมีกำลังแรงขึ้นลักษณะเช่นนี้ จะทำให้มีฝนตกหนาแน่นเกือบทั่วไป โดยเฉพาะภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและบริเวณภาคใต้ฝั่งตะวันตก นอกจากนี้ ยังอาจมีพายุหมุนเขตร้อนเคลื่อนตัวเข้าสู่ประเทศไทยอีกด้วย เดือนกันยายนเป็นเดือนที่มีพายุดีเปรสชันและพายุหมุนเขตร้อนซึ่งก่อตัวขึ้นในทะเลจีนใต้และมหาสมุทรแปซิฟิกเคลื่อนตัวผ่านเข้ามาในประเทศไทยบริเวณทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือและตอนล่างของภาคเหนือมากที่สุดในรอบปี ซึ่งจะทำให้บริเวณภูมิภาคที่มี พายุ

ดีเปรสชันหรือพายุหมุนเขตร้อนเคลื่อนตัวผ่าน มีฝนตกแผ่เป็นบริเวณกว้าง กับจะมีฝนตกหนักถึง หนักมากเป็นบางแห่ง อันจะก่อให้เกิดสภาวะน้ำท่วมโดยฉับพลันขึ้นได้

เดือนตุลาคม

เดือนตุลาคมเป็นเดือนสุดท้ายของช่วงฤดูฝน เป็นระยะที่ร่องความกดอากาศต่ำจะเลื่อนจากภาคกลางลงไปพาดผ่านอยู่ในภาคใต้ ลักษณะเช่นนี้ จะทำให้ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีปริมาณฝน ลดน้อยลงทั่วไปอย่างชัดเจน โดยกลุ่มฝนส่วนใหญ่จะเลื่อนไปตกในบริเวณภาคกลางและก้นอ่าวไทยในระยะครึ่งแรกของเดือน ต่อจากนั้นฝนจะเลื่อนลงไปตกในภาคใต้ ขณะเดียวกันลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจากประเทศจีนจะเริ่มพัดปกคลุมประเทศไทย ซึ่งจะทำให้อุณหภูมิต่ำในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือลดลงเล็กน้อยและจะเริ่มมีอากาศหนาวเย็น อันเป็นลักษณะของการเปลี่ยนจากฤดูฝนเข้าสู่ฤดูหนาว

ในเดือนนี้ ยังมีข้อควรระวังเกี่ยวกับพายุหมุนเขตร้อนหรือพายุดีเปรสชันอยู่ เพราะจากสถิติในเดือนตุลาคมแทบทุกปีจะมีพายุดังกล่าวเคลื่อนเข้าสู่อ่าวไทยหรือตอนบนของอ่าวไทยอย่างน้อย 1 ลูกเสมอ พายุที่เคลื่อนเข้ามาในบริเวณดังกล่าวนี้ นอกจากมีฝนตกหนักแล้วยังจะทำให้มีคลื่นลมจัด ซึ่งเป็นอันตรายต่อบรรดาเรือในอ่าวไทยโดยเฉพาะเรือขนาดเล็กหรือเรือประมงอาจได้รับอันตราย ซึ่งในอดีตพายุได้เคยทำลายชีวิตและทรัพย์สินมาแล้วเป็นอันมาก พายุที่รุนแรงได้แก่ พายุหมุนเขตร้อน "ฮาเรียต" ซึ่งก่อตัวในทะเลจีนใต้ทางตะวันออกเฉียงของปลายแหลมญวน เมื่อวันที่ 24 ตุลาคม พ.ศ.2505 และได้เคลื่อนขึ้นฝั่งบริเวณแหลมตะลุมพุก จังหวัดนครศรีธรรมราชในวันที่ 25 และในวันต่อมาได้เคลื่อนผ่านจังหวัดสุราษฎร์ธานีและพังงา ลงสู่ทะเลอันดามัน พายุนี้ ได้ทำความเสียหายให้แก่ภาคใต้ตอนล่างตั้งแต่จังหวัดชุมพรลงไปทำให้มีผู้เสียชีวิต 900 กว่าคน สภาวะเช่นนี้ อาจเกิดขึ้นได้อีก

เดือนพฤศจิกายน

เดือนพฤศจิกายนเป็นช่วงต้นของฤดูหนาวซึ่งจะมีลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจากประเทศจีน พัดลงมาปกคลุมประเทศไทยและบริเวณใกล้เคียงอย่างชัดเจน ลมนี้มีคุณสมบัติหนาวเย็นและแห้งแล้ง จึงทำให้บริเวณภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลางและภาคตะวันออกของประเทศไทยมีอุณหภูมิลดลงและมีอากาศหนาวเย็นทั่วไป อิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือนี้ ขึ้นอยู่กับความแรงของความกดอากาศสูงจากประเทศจีน ถ้าความกดอากาศสูงนี้ มีกำลังแรงและแผ่ลงมาถึงก็จะทำให้ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือในประเทศไทยมีกำลังแรงตามไปด้วยและทำให้มีอากาศหนาวเย็นอย่างรวดเร็ว โดยอุณหภูมิจะลดลงอย่างฉับพลันประมาณ 3-4 องศาเซลเซียส ก่อนที่อากาศจะเริ่มหนาวเย็นอาจมีฝนหรือพายุฝนฟ้าคะนองเกิดขึ้นได้เป็นแห่งๆ

ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งทำให้มีอากาศหนาวเย็นในภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลางนั้นไม่ได้ทำให้ภาคใต้โดยเฉพาะทางฝั่งตะวันออกตั้งแต่จังหวัดชุมพรลงไปจนถึงจังหวัดนราธิวาสมีอากาศหนาวเย็นตามไปด้วย แต่กลับมีฝนตกหนาแน่นขึ้นทั้งนี้ เพราะกระแสลมตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งพัดผ่านอ่าวไทยได้คลายความเย็นลงและกักเก็บไอน้ำเอาไว้ เมื่อลมนี้ ปะทะกับขอบฝั่งและภูเขา ก็ทำให้มีฝนตกมาก

และมีคลื่นลมแรงในบริเวณอ่าวไทยด้วย นอกจากนี้ ร่องความกดอากาศต่ำได้เลื่อนลงมาพาดผ่านบริเวณภาคใต้ทำให้มีฝนตกหนาแน่นมากขึ้น ภาคใต้ฝั่งตะวันออกจึงมีฝนตกในเดือนนี้ มากที่สุดในรอบปี อนึ่ง พายุดีเปรสชันหรือพายุหมุน เขตร้อนอาจเคลื่อนเข้าสู่บริเวณอ่าวไทยและภาคใต้ได้ เพราะบริเวณที่เกิดพายุหมุนจะเลื่อนต่ำลงมาใกล้กับบริเวณศูนย์สูตร ซึ่งจะทำให้มีฝนตกหนักและเกิดน้ำท่วมอย่างฉับพลันได้

เดือนธันวาคม

เดือนธันวาคมเป็นเดือนที่มีอากาศหนาวเย็นทั่วไป โดยเฉพาะภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะมีอากาศหนาวกว่าภาคอื่นๆ ส่วนบริเวณตอนล่างของภาคใต้ฝั่งตะวันออกจะมีฝนตกชุกและบางครั้งอาจเกิดน้ำท่วมได้ โดยปกติเดือนนี้ จะมีลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งเป็นลมเย็นและแห้งพัดปกคลุมประเทศไทยเกือบตลอดเวลา และมีกำลังแรงเป็นครั้งคราว ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับความแรงของบริเวณความกดอากาศสูงในประเทศจีนที่แผ่ลงมาปกคลุมประเทศไทย ถ้าคราวใดมีกำลังแรงก็จะทำให้ลมมรสุมนี้มีกำลังแรงตามไปด้วย โดยปกติแล้วลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือในช่วงปลายเดือนจะมีกำลังแรงมากกว่าในช่วงอื่น ลักษณะเช่นนี้ จะทำให้ทุกภาคทางตอนบนของประเทศไทยมีอากาศหนาวเย็นอย่างชัดเจน โดยเฉพาะภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะได้รับอิทธิพลของลมมรสุมนี้ อย่างเต็มที่ และมีอากาศหนาวถึงหนาวจัดกว่าภาคอื่นๆ สภาพอากาศโดยทั่วไปในเดือนนี้ ส่วนมากท้องฟ้าโปร่งและมีหมอกในตอนเช้า เว้นแต่ในระยะแรกที่ ลมความกดอากาศสูงจากประเทศจีนแผ่ลงมาปกคลุมประเทศไทย อาจจะมีฝนหรือพายุฝนฟ้าคะนองเกิดขึ้นได้ในบางพื้นที่แต่หลังจากนั้นแล้วอุณหภูมิจะลดลง อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยในตอนเช้ามีค่าอยู่ระหว่าง 8-15 องศาเซลเซียส ในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนภาคกลางและภาคตะวันออกประมาณ 16-23 องศาเซลเซียส แต่ในกรณีที่ลมมรสุมมีกำลังแรงมากอุณหภูมิอาจจะลดลงต่ำกว่านี้ ได้

อนึ่ง ในระยะที่ลมมรสุมมีกำลังแรงอยู่นั้น นอกจากจะทำให้อากาศเย็นลงในบริเวณประเทศไทยตอนบนแล้วยังทำให้มีคลื่นลมแรงในอ่าวไทยอีกด้วย ลมนี้ เมื่อพัดผ่านอ่าวไทยจะทำให้มีฝนตกทางตอนล่างของภาคใต้ฝั่งตะวันออกตั้งแต่จังหวัดสงขลาลงไป

2.6 จังหวัดเพชรบูรณ์

ขนาดและที่ตั้ง

จังหวัด เพชรบูรณ์ เป็นจังหวัดที่มีแนวเขตติดต่อระหว่างภาคเหนือภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลาง ประมาณเส้นรุ้งที่ 16 องศาเหนือ กับเส้นแวงที่ 101 องศาตะวันออก มีพื้นที่ประมาณ 12,668.416 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 7,917,760 ไร่ ส่วนที่กว้างที่สุดของจังหวัด จากด้านตะวันออกถึงตะวันตก กว้าง 55 ก.ม.ส่วนที่ยาวที่สุดวัดจากเหนือสุดถึงใต้สุด ยาว 296 ก.ม. สูงจากระดับทะเล ประมาณ 114 เมตร อยู่ห่างกรุงเทพฯ 346 ก.ม. ตามทางหลวงหมายเลข 21

อาณาเขต

อาณาเขตติดต่อของจังหวัดทั้ง 4 ด้าน

- ทิศเหนือ ติดต่อกับ จังหวัดเลย
- ทิศใต้ ติดต่อกับ จังหวัดลพบุรี
- ทิศตะวันออก ติดต่อกับ จังหวัดขอนแก่นและชัยภูมิ
- ทิศตะวันตก ติดต่อกับ จังหวัดพิษณุโลก นครสวรรค์ และพิจิตร

ภูมิประเทศ

สภาพ ภูมิประเทศทั่วไปของจังหวัดเพชรบูรณ์ ประกอบด้วยภูเขาเพชรบูรณ์ เป็นรูปเกือกม้า รอบพื้นที่ด้านเหนือของจังหวัด เป็นแนวนานกันไปทั้งสองข้าง ทิศตะวันออกและทิศตะวันตก คิดเป็นเนื้อที่ประมาณ ร้อยละ 40 ของพื้นที่ทั้งหมด มีพื้นที่ราบอยู่ตอนกลางและอำเภอด่านไต้ของจังหวัด เป็นพื้นที่ลาดชันจากเหนือลงใต้ มีพื้นที่ป่าไม้ 3,624,830 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 45.78 มีแม่น้ำป่าสัก เป็นแม่น้ำสายสำคัญที่สุดของจังหวัด ไหลผ่านตอนกลางของจังหวัดจากทิศเหนือไปทิศใต้ ยาวประมาณ 350 กิโลเมตร ต้นน้ำเกิดจากภูเขาผาหลาในจังหวัดเลย มีห้วยลำธารหลายสายเกิดจากภูเขาเพชรบูรณ์ แม่น้ำป่าสักไหลผ่านอำเภอหล่มเก่า หล่มสัก เมืองเพชรบูรณ์ หนองไผ่ บึงสามพัน วิเชียรบุรี และศรีเทพ

ภูมิอากาศ

เนื่อง จากพื้นที่จังหวัด มีภูเขาล้อมรอบจึงทำให้อากาศร้อนจัดในฤดูร้อน หนาวจัดในฤดูหนาว โดยเฉพาะพื้นที่อำเภอน้ำหนาว เขาค้อ และหล่มเก่า จะมีอากาศหนาวที่สุด และบนพื้นที่ภูเขาจะมีอากาศเย็นตลอดทั้งปี ในฤดูร้อนและฤดูฝน จะมีอุณหภูมิ 20-24 องศา ฤดูร้อนเริ่มในเดือนมีนาคม ถึงเมษายน ฤดูฝนเริ่มเดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม และฤดูหนาวในเดือนพฤศจิกายนถึงกุมภาพันธ์ของทุกปี

2.7 ดัชนีความร้อนของอากาศ (Heat Index Temperature : HI)

ความรู้สึกร้อนหนาวของคนเรา เป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติ ซึ่งปกติร่างกายจะมีอุณหภูมิเฉลี่ย 98.6°F หรือ 37°C เมื่ออุณหภูมิของอากาศรอบตัวเราเปลี่ยนแปลงไป ไม่ว่าจะเพิ่มขึ้นหรือลดลง จะส่งผลกระทบต่อความรู้สึกร้อนหนาวของร่างกาย ร่างกายเราก็จะมีกลไกในการรักษาอุณหภูมิให้ใกล้เคียงกับอุณหภูมินี้โดยอัตโนมัติ เช่น การหนาวสั่น การขับเหงื่อ

ในฤดูร้อน อุณหภูมิสูง ความชื้นในอากาศมีน้อย ปกติร่างกายของคนเราจะปรับตัวเพื่อให้เรารู้สึกรับได้กับสภาวะที่เป็นอยู่ แต่ถ้าเมื่อใดความชื้นในอากาศเริ่มมีการเปลี่ยนแปลง เราจะรู้สึกร้อนขึ้นทันที ทั้งๆที่อุณหภูมิของอากาศไม่เปลี่ยนแปลง ความรู้สึกที่เกิดขึ้นนี้เป็นการตอบสนองอัตราการอุณหภูมิตัวหรือปริมาณความเย็นที่ถ่ายเทออกจากผิวหนังไปสู่อากาศที่ล้อมรอบ

หลักการวัดดัชนีอุณหภูมิร้อน มีสูตรในการคำนวณ โดยใช้อุณหภูมิของอากาศกับความชื้นที่มีอยู่ในอากาศ ให้มีค่าเสมือนอากาศนิ่งหรือลมสงบจะทำให้ได้ค่าอุณหภูมิที่สูงกว่า เรียกว่าอุณหภูมิเสมือน(Pseudo

Temperature) ซึ่งจะมีค่าเท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของอากาศและความชื้นเริ่มต้นว่ามีเท่าใด(ตามตารางที่แนบ)

ดังนั้น ดัชนีอุณหภูมิร้อน (Heat Index Temperature) จึงหมายถึงสภาวะที่ทำให้ร่างกายเรารู้สึก ร้อนขึ้นมากกว่าอุณหภูมิของอากาศจริงที่วัดได้จาก Thermometer ซึ่งเกิดจากการปฏิสัมพันธ์กันระหว่าง อุณหภูมิของอากาศกับความชื้น ทำให้ร่างกายสูญเสียความเย็นออกไปจากบริเวณผิวหนัง ส่งผลให้ร่างกายรู้สึก ร้อนมากขึ้นกว่าอุณหภูมิของอากาศที่แท้จริง หรือทำให้ร่างกายสูญเสียความสามารถในการควบคุมอุณหภูมิ อาจทำให้เกิดการเจ็บป่วยเนื่องจากความเหน็ดเหนื่อยอ่อนเพลีย หรือความเจ็บป่วยรุนแรงเนื่องจากอากาศ ร้อนจัดได้

2.8 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่มีต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์

ลักษณะทางชีววิทยา และสุขภาพอนามัยของมนุษย์ ไม่เพียงแต่ได้รับอิทธิพล จากสภาพภูมิอากาศ เท่านั้น แต่ยังได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมรอบ ๆ ที่อยู่อาศัย อีกด้วย เช่น แนวเทือกเขา สามารถป้องกันลม แรง ให้กับท้องถิ่นนั้นได้ มหาสมุทร ทะเลสาบ และแม่น้ำ เป็นแหล่งความชื้นในบรรยากาศ สรีระของมนุษย์ ปรับตัวได้ง่าย ตามสภาพลมฟ้าอากาศ เช่น การขับเหงื่อ ความสุขสบายของมนุษย์ ส่วนใหญ่กำหนดจาก ปัจจัยทางภูมิอากาศ อย่างไรก็ตาม การดัดแปรสภาพแวดล้อมภายในอาคาร เช่น การติดตั้งเครื่องทำความร้อน เครื่องทำความเย็น จะมีผลต่อสภาพลมฟ้าอากาศภายนอกอย่างมาก นอกจากนี้ การดำเนินชีวิตประจำวันของ มนุษย์ เช่น การสวมใส่เสื้อผ้า ลักษณะอาชีพ ต่างก็มีผลกระทบต่อระดับความสบายของมนุษย์ ที่เกิดจากปัจจัยทาง ลมฟ้าอากาศ ด้วยเช่นกัน

ภูมิอากาศยังมีอิทธิพลทางอ้อมต่อสุขภาพอนามัย และการมีชีวิตรอดของมนุษย์ โดยผ่านทางอิทธิพล ที่มีต่อระบบนิเวศ วัฏจักรของน้ำ (แหล่งน้ำ) แหล่งอาหาร และพาหะนำโรค มนุษย์สามารถปรับตัว ให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่ค่อย ๆ เปลี่ยนในระยะเวลาที่ยาวนานได้ แต่ความผันแปรของลมฟ้าอากาศ ใน ระยะสั้น ๆ อาจเป็นสาเหตุให้เกิดผลกระทบทางลบ อย่างรุนแรงมาก ๆ ได้ ซึ่งเห็นได้จาก การเพิ่มขึ้นของอัตราการตาย การเพิ่มขึ้นของผู้เข้ารับการรักษาพยาบาล และจากเสียงบ่นของคนที่ยังรู้สึกไม่สบาย

ปรากฏชัดว่ารูปร่างภายนอก ที่แสดงออกให้เห็นของมนุษย์ และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ นั้น ต่างเป็นผลมาจาก อิทธิพลของภูมิอากาศ ที่เป็นสิ่งแวดล้อมใกล้ชิด แทบทั้งสิ้น ดังนั้น นักวิจัยจึงใช้ปัจจัยทางภูมิอากาศหลาย ๆ ตัว เพื่อให้ได้ภาพรวมของภูมิอากาศมากที่สุด ในการศึกษาอิทธิพลของภูมิอากาศ ที่มีต่อสุขภาพอนามัยของ มนุษย์

2.9 ผลกระทบของลมฟ้าอากาศรุนแรงที่มีต่อสรีระวิทยาและสุขภาพอนามัย

อุณหภูมิอากาศที่รุนแรงมาก ๆ ทั้งร้อนและเย็น ต่างก็สามารถทำความปั่นป่วน ให้กับสรีระวิทยา และ ทำลายอวัยวะบางอย่างได้ นำไปสู่ความเจ็บป่วยหรือเสียชีวิต สิ่งหนึ่งที่ค่อนข้างแน่นอนที่เกิดจากการ เปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ คือ ความร้อนจะทำให้คนเสียชีวิต และเสียชีวิตเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในช่วงที่ เกิดลักษณะลมฟ้าอากาศรุนแรงมาก ๆ เช่น การเกิดคลื่นความร้อน (Heat wave) ความร้อนส่วนเกินที่เกิดขึ้น

ทำให้คนเจ็บป่วย และเสียชีวิต เห็นได้ชัดจากคลื่นความร้อน ที่เกิดขึ้นในประเทศสหรัฐอเมริกา ในปี ค.ศ. 1980 1983 และ 1988 ซึ่งทำให้มีคนเสียชีวิต 1700 คน 556 คน และ 454 คน ตามลำดับ และคลื่นความร้อน ที่เกิดขึ้นในนครชิคาโก ประเทศสหรัฐอเมริกา เดือนกรกฎาคม ปี ค.ศ. 1995 ทำให้มีคนเสียชีวิต เนื่องจากความร้อน สูงถึง 465 คน

การปรับตัวทางสรีระวิทยาบางอย่าง เพื่อให้เคยชินกับสภาพอากาศรุนแรง อันเนื่องจากความร้อน ต้องใช้เวลานานหลายวัน แต่ถ้าจะให้ปรับตัวให้เคยชิน กับความร้อนที่ไม่คุ้นเคยได้อย่างสมบูรณ์ นั้น ต้องใช้เวลานานหลายปี ผลกระทบของสภาพอากาศร้อน ที่มีต่อสุขภาพ ได้มีการศึกษากันมาก ในส่วนที่สัมพันธ์กับสุขภาพ ที่ร้ายแรงมากที่สุด คือ การเสียชีวิต เหตุผลสำคัญคือ ข้อมูลการเสียชีวิตหาได้ง่าย และแน่นอน

จากการศึกษาจำนวนมากพบว่า ความร้อน ที่สัมพันธ์กับการเสียชีวิตนั้น ยังขึ้นอยู่กับปัจจัย ทางอุตุนิยมวิทยาอื่น ๆ อีก เช่น ความเร็วลม ความชื้นสัมพัทธ์ ทั้งความร้อน ความเร็วลม และความชื้นสัมพัทธ์ รวมกันก่อให้เกิดเป็น ความร้อนหรืออุณหภูมิ ที่ร่างกายมนุษย์รู้สึกได้ ที่เรียกว่า Apparent Temperature บุคคลที่มีสุขภาพดี จะมีกลไกในการควบคุมความร้อน ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในการต่อสู้กับการเพิ่มสูงขึ้นของ Apparent Temperature โดยการสูญเสียความร้อน จากการแผ่รังสี การพาความร้อน และการระเหยของเหงื่อ ตัวแปรที่สำคัญที่สุด ที่เป็นตัวกำหนดค่า Apparent Temperature คือ อุณหภูมิ เมื่อใดก็ตาม ที่เกิดความร้อนสูงขึ้น จนถึงจุดวิกฤตแล้ว กลไกการต่อสู้ทางสรีระวิทยา ก็ไม่สามารถเอาชนะได้ ซึ่งอุณหภูมิจะเป็นตัวบ่งบอกถึง ขีดจำกัดของมนุษย์ที่จะทนทานได้ อุณหภูมิขีดจำกัดในแต่ละท้องที่ไม่เท่าเทียมกัน เช่น อุณหภูมิขีดจำกัดของ เมือง เซนต์หลุยส์ ซึ่งอยู่ทางตอนใต้ของประเทศสหรัฐอเมริกา เท่ากับ 36°C ส่วนที่เมืองดีทรอยต์ ซึ่งอยู่ทางตอนเหนือ เท่ากับ 32°C ความร้อนที่ทำให้คนเสียชีวิตนั้น จะแตกต่างกันไป ตามลักษณะทางภูมิศาสตร์ เช่น ในเขต อบอุ่น คนเสียชีวิตเพิ่มขึ้นชัดเจนมาก ระหว่างการเกิดสภาพลมฟ้าอากาศ ที่ร้อนผิดปกติ ส่วนในเขตร้อน มนุษย์จะได้รับผลกระทบ จากอุณหภูมิที่ร้อนอย่างรุนแรงน้อยกว่า ความแตกต่างระหว่างภูมิภาค ในรูปแบบของความร้อน ที่สัมพันธ์กับการเสียชีวิตนี้ สะท้อนให้เห็นถึงความแตกต่างของความผันแปรอุณหภูมิ ฤดูร้อนในเขตอบอุ่น ช่วงที่อุณหภูมิสูงมาก ๆ จะเกิดขึ้นในช่วงเวลาที่อากาศโดยทั่ว ๆ ไปค่อนข้างสบาย เมื่อเกิดความผันแปร โดยอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นมากทันทีทันใด ทำให้ร่างกายปรับตัวไม่ทัน เกิดสภาพที่เรียกว่า “ช็อก” สำหรับในเขตร้อน โดยปกติช่วงที่ร้อนที่สุด ไม่เกินไปกว่าอุณหภูมิเฉลี่ยมาก

2.10 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่มีต่อการเสียชีวิต

ถ้าความผันแปรของลมฟ้าอากาศยังคงไม่เปลี่ยนแปลง แน่แน่นอนว่าการเปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศ จะเกิดขึ้นควบคู่กันไป โดยที่จำนวนวันที่อุณหภูมิสูงเกินกว่าขีดจำกัด จะเพิ่มมากขึ้น จากข้อมูลของเมือง มิสซูรี ประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่า ในปี ค.ศ. 1980 วันที่ร้อนที่สุดในฤดูร้อน อุณหภูมิสูงกว่าค่าเฉลี่ย $2-3^{\circ}\text{C}$ และประเมินได้ว่าในปี ค.ศ. 2050 การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศจะทำให้วันที่ร้อนมาก ๆ ในกรุงวอชิงตัน ถิ่นมากขึ้นหลายเท่า และจะเกิดฤดูร้อน ที่ร้อนอย่างผิดปกติในประเทศอังกฤษ

จากการศึกษาในประเทศที่พัฒนาแล้วในเขตอบอุ่น พบว่า การเสียชีวิต จะลดน้อยลงตามการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ แต่จะเพิ่มมากขึ้นในฤดูร้อน จากแผนการคาดการณ์ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ที่

ศึกษาในประเทศอังกฤษ พยากรณ์ว่า อุณหภูมิในฤดูหนาวจะเพิ่มสูงขึ้น $2-2.5^{\circ}\text{C}$ ซ. และจะทำให้ผู้เสียชีวิต ที่สัมพันธ์กับฤดูหนาวปีละ 9,000 คน ลดน้อยลงภายในปี ค.ศ. 2050 ผู้ที่รอดชีวิตมากกว่าครึ่ง เนื่องจากรอดพ้นจากโรคหัวใจ และ 5-10% รอดพ้นจากโรคปอด และหลอดเลือดอักเสบ แต่อัตราการเสียชีวิตในฤดูร้อน จะเพิ่มสูงขึ้น

อย่างไรก็ตาม เป็นที่ทราบกันอยู่แล้วถึงอิทธิพลทันทีทันใด ที่มีต่อสุขภาพเมื่อต้องเผชิญกับอุณหภูมิที่รุนแรงมาก ๆ แต่อิทธิพลระยะยาวของภูมิอากาศโดยตรงนั้น ยังคงมีความเข้าใจน้อยมาก เพียงแต่คาดหมายว่า การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ จะมีอิทธิพลต่อเชื้อโรค มีผลต่อคนที่ต้องเผชิญกับภูมิอากาศ ที่รุนแรงมาก ๆ ทันทีทันใด แต่ยังไม่ได้ศึกษาในเชิงปริมาณแต่อย่างใด ดังนั้น การคาดหมายความรุนแรง ของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศระยะยาว ที่มีต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ อย่างมีกฎเกณฑ์นั้น ยังกระทำไม่ได้ เนื่องจากมนุษย์สามารถปรับตัว ให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศได้ จึงไม่เห็นผลกระทบ ที่เกิดจากภูมิอากาศชัดเจน เหมือนกับผลกระทบที่เกิดจากปัจจัยอื่น ๆ

2.11 จุลอุตุนิยมวิทยาและอุตุนิยมวิทยา

จุลอุตุนิยมวิทยา เป็นการกล่าวถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในท้องถิ่นหนึ่ง ๆ ซึ่งเป็นเหตุการณ์ด้านอุตุนิยมวิทยาที่เกิดจากปัจจัยในท้องถิ่นนั้น ๆ เช่น การที่ลมพัดผ่านภูเขาสูงหนึ่ง ทำให้ทิศทางและความเร็วลมเปลี่ยนไป หรือการที่อากาศในหุบเขามีความเย็นจัดจนไม่มีการเคลื่อนไหวที่เห็นได้ชัด

ความแตกต่างระหว่างจุลอุตุนิยมวิทยากับอุตุนิยมวิทยาก็จะต้องเป็นเหตุการณ์ในพื้นที่จำกัดซึ่งอาจมีระยะทางเพียงไม่กี่ร้อยเมตรจนถึงหลาย ๆ กิโลเมตรก็ได้ แต่เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นในพื้นที่เฉพาะเท่านั้น ไม่ได้เกิดขึ้นทั่วไปทั้งประเทศหรือภูมิภาค ส่วนที่สำคัญของจุลอุตุนิยมวิทยาที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางอากาศ ได้แก่ ลม (ความเร็วและทิศทาง) และการแพร่กระจายของมลพิษทางอากาศ

ทางด้านกายภาพ อากาศจัดว่าเป็นของไหลที่ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงความกดดันด้วยตัวเองได้ (Incompressible fluid) กล่าวคือเมื่อลมพัดไปยังสิ่งกีดขวาง ย่อมหลีกเลี่ยงสิ่งกีดขวาง หากไหลไปในช่องแคบย่อมมีความเร็วเพิ่มขึ้นตามสัดส่วนของพื้นที่ที่ลดลง เป็นต้น และอาจมีปรากฏการณ์ต่าง ๆ เช่นเดียวกับของไหลทั่ว ๆ ไป เช่น เกิดการปั่นป่วน (Turbulence) เกิดแรงเสียดทาน (Friction) การลอยตัว (Buoyancy) และที่สำคัญอีกประการหนึ่ง คือ มีการกระจายตัวผสมผสานกันตลอดเวลา ซึ่งมีผลต่อการแพร่กระจายของมลพิษอากาศทั้งสิ้น

มลพิษทางอากาศถือเป็นสิ่งเล็กน้อยมากที่ปะปนกับอากาศ ดังนั้น ตัวมันเองยังไม่มีผลต่อสภาพอุตุนิยมวิทยาอย่างสำคัญ แต่อากาศจะเป็นตัวกำหนดสภาพการแพร่กระจายของมลพิษทางอากาศ จึงจำเป็นต้องเข้าใจและจำลองสภาพอากาศในส่วนนี้ให้ได้

หากจะกำหนดขอบเขตสภาพทางจุลอุตุนิยมวิทยา อาจกำหนดได้ดังนี้

1. ความสูงจากระดับพื้นดิน ที่ระยะความสูงประมาณ 1,500 เมตร เป็นความสูงที่จัดว่า อิทธิพลของภูมิประเทศจะมีอยู่เพียงไม่เกินระดับนี้ เพราะที่ความสูงมากกว่านี้ ความเร็ว ทิศทางลมและ อุณหภูมิจะเป็นไปโดยอิสระไม่ขึ้นกับภูมิประเทศเบื้องล่าง การแพร่กระจายของมลพิษต่าง ๆ ในอากาศก็มักจะ อยู่ในระดับไม่เกิน 1,500 เมตรจากพื้นดินเช่นกัน ยกเว้นกรณีที่เป็นมลพิษจากภูเขาไฟลูกใหญ่ ๆ ที่พ่นขึ้นไป ด้วยความเร็วที่สูงกว่าปกติมาก ๆ
2. การแพร่กระจายของมลพิษทางอากาศ ไม่ว่าจะมาจากแหล่งกำเนิดขนาดใหญ่หรือเล็กก็ตามจะขึ้นกับสภาพอุตุนิยมวิทยาเดียวกันทั้งสิ้น (เพราะถือว่ามลพิษทางอากาศเป็นเพียงสิ่งปนเปื้อนเล็กน้อยใน อากาศส่วนใหญ่) ขอบเขตทางด้านระยะทางจากแหล่งกำเนิดที่อาจจัดได้ว่าเป็นสภาพทางอุตุนิยมวิทยาแบบ เดียวกัน อยู่ในระดับกิโลเมตร เช่น องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมของประเทศสหรัฐอเมริกา (US.EPA) กำหนดให้พิจารณาสภาพภูมิประเทศและการใช้ที่ดินรอบ ๆ แหล่งกำเนิด เมื่อจะพิจารณาว่าควรจะเป็น สภาพอุตุนิยมวิทยาแบบเมือง หรือชนบท โดยใช้ระยะ 3 กิโลเมตรโดยรอบ เป็นต้น
3. ข้อสรุปสำคัญที่ได้จากจุลอุตุนิยมวิทยาได้แก่ สภาพอุตุนิยมวิทยาที่ตรวจวัดได้จากสถานี อุตุนิยมวิทยาท้องถิ่น และข้อมูลความเสถียรของบรรยากาศ ทิศทางและความเร็วลม

2.12 การเคลื่อนที่ของมวลอากาศ

ลักษณะการไหลของของไหลนั้น ค่าความหนืด (Viscosity) จะมีบทบาทมากเช่นเดียวกับความหนาแน่นของของไหลและขึ้นกับอุณหภูมิของของไหลนั้น สิ่งหนึ่งที่สำคัญมากก็คือ ระยะทางที่อาจมีผลต่อการแปรสภาพลักษณะของการไหลของของไหล คือ ไหลจากแบบราบเรียบ (Laminar flow) เป็นไหลแบบปั่นป่วน (Turbulent flow) กล่าวคือ ถึงแม้ว่าการไหลนั้นจะเป็นแบบราบเรียบก็ตาม ถ้าระยะการไหลของของไหลนั้น ไหลเกินไปมีผลทำให้การไหลนั้นเปลี่ยนไปได้ ดังนั้นค่าความยาวหรือระยะทางมีผลอย่างเห็นได้ชัด คือถ้าค่าของความยาวยิ่งมากมีผลทำให้ค่า Reynolds number มากไปด้วย นั่นคือ มีผลทำให้เกิดความปั่นป่วนมากขึ้น ระยะทางระหว่างจุดสองจุดที่มีความจำกัด เกิดความคิดกับนักอุตุนิยมวิทยาในการตั้งสถานีหรือเครื่องวัดค่าทางอุตุนิยมวิทยาทั้งหลายนั้น ต้องมีระยะทางเหนือลมขึ้นไปประมาณ 50 – 100 เท่าของความสูงจากผิวขึ้นไป ถึงจุดที่วัดข้อมูล อย่างไรก็ตาม ระยะเหนือที่ว่านี้ต้องราบเรียบตามทฤษฎี ระยะนี้เรียกว่า fetch หรือ fetch effect คือต้องเป็นระยะที่ไกลพอ มีความราบเรียบมากหรือเป็นที่ราบเปิดกว้าง

2.13 พารามิเตอร์บรรยากาศ (Atmospheric parameter)

บรรยากาศประกอบด้วยก๊าซหลายชนิดรวมกัน อีกทั้งผสมด้วยธาตุที่ปะปนในลักษณะ condensation nuclei ส่วนประกอบเหล่านี้มีบทบาทต่ออากาศควบคุมอุณหภูมิและเปลี่ยนแปลงบรรยากาศจากลักษณะหนึ่งไปสู่ลักษณะหนึ่ง แต่มีใช้ว่าก๊าซและสารต่าง ๆ ที่อยู่ในบรรยากาศจะมีบทบาทมากเกินไป ความจริงแล้วยังมีตัวแปรอื่น ๆ ที่มีอิทธิพลอย่างมาก ซึ่งอาจจะเป็นผลจากส่วนประกอบของอากาศเหล่านั้น หรืออาจเกิดจากสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ได้เช่นกัน อย่างไรก็ตามผลที่เกิดขึ้นนี้มีอิทธิพลทำให้สภาวะต่าง ๆ ของอากาศ

เปลี่ยนแปลงไป ก็คือ อุณหภูมิ ความชื้น และลักษณะลม ทั้งสามลักษณะนี้เป็นส่วนหนึ่งที่เรียกว่า Atmospheric parameters นอกเหนือจากรังสีความร้อนและฝน อากาศเหนือผิวดินนั้น มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตอย่างมาก ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.14 อุณหภูมิ

อุณหภูมิเป็นพารามิเตอร์ที่ชี้ให้เห็นถึง ความสามารถในการเคลื่อนย้ายความร้อนด้วยกระบวนการ conduction โดยข้อเท็จจริงแล้วอุณหภูมิของอากาศมีอิทธิพลจากส่วนที่เป็น Sensible heat (H) เพราะเป็นความร้อนที่แผ่ผลาญอากาศหรือถ่ายเทออกสู่อากาศ และเป็นความร้อนที่เหลือจากการถูกใช้ไปในส่วนต่าง ๆ แล้ว โดยมีข้อสันนิษฐานไว้ว่า กระบวนการทำให้เกิด Sensible heat เกิดจากการรวมกันของกระบวนการ คือ ขั้นแรกที่ใกล้ผิวดินด้วยกระบวนการ Conduction มีส่วนอย่างมาก ส่วนที่สูงขึ้นไปคือ กระบวนการ Convection และเป็นการยากที่จะกำหนดว่าความสูงเท่าใดที่กระบวนการ Convection จะมีอิทธิพลมาก ดังนั้น การวัดอุณหภูมิของอากาศ จึงนิยมวัดที่สูงจากผิวดินประมาณ 1 – 2 เมตร เพราะจะได้ผลของอุณหภูมิที่เป็น Sensible heat และจะไม่คำนึงถึง Soil heat flux

อุณหภูมิที่ใช้ประกอบในการแสดงค่าหรือดัชนีของอุณหภูมินั้น จำเป็นต้องทำการวัดอุณหภูมิสูงสุด (Maximum temperature) อุณหภูมิต่ำสุด (Minimum temperature) และอุณหภูมิระยะเวลาด้วย สิ่งเหล่านี้จึงนำมาใช้ในการศึกษา สามารถอธิบายได้ดังนี้

- (1) อุณหภูมิเฉลี่ยรายวัน (Mean daily temperature) เป็นอุณหภูมิของอากาศ โดยหาจากค่าเฉลี่ยระหว่างอุณหภูมิต่ำสุดและสูงสุดของวัน ซึ่งหมายถึงค่าครึ่งหนึ่งของผลบวกของอุณหภูมิต่ำสุดและอุณหภูมิสูงสุด
- (2) อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือน (Mean monthly temperature) หมายถึงอุณหภูมิเฉลี่ยของแต่ละวัน ประกอบกับเป็นจำนวนเดือนนั้น ถ้าจะพูดให้ง่ายก็คือ เป็นอุณหภูมิที่เกิดจากการเฉลี่ยของอุณหภูมิรายวันทั้ง 30 วันของเดือน
- (3) อุณหภูมิเฉลี่ยรายปี (Mean annual temperature) อุณหภูมิเฉลี่ยทั้ง 12 เดือน
- (4) อุณหภูมิปกติโดยเฉลี่ย (Mean normal temperature) เป็นอุณหภูมิเฉลี่ยที่ได้มีการเก็บข้อมูลเพื่อหาค่าเฉลี่ยนั้น เป็นเวลานานพอที่ถือได้เป็นอุณหภูมิปกติ โดยทั่วไปแล้วควรเก็บข้อมูลเป็นเวลาไม่ต่ำกว่า 25 ปี

2.15 ความชื้นในบรรยากาศ

ความชื้นในบรรยากาศ (Atmospheric moisture) บนผิวโลกไม่ว่าบรรยากาศจะมีลักษณะแห้งหรือชุ่มชื้น ความชื้นในบรรยากาศย่อมมีเสมอ ระดับความชื้นในอากาศจะเป็นตัวบอกปริมาณไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศ ในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง ซึ่งมันอาจเป็นไปได้ทั้งค่าจริงและค่าเปรียบเทียบ ขึ้นอยู่กับการนำไปใช้ โดยปกติความชื้นในอากาศจะมีอยู่หลายรูปแบบที่สำคัญ เช่น ความชื้นสัมบูรณ์ (Absolute humidity) ความชื้น

จำเพาะ (Specific humidity) และความชื้นสัมพัทธ์ (Relative humidity) โดยเฉพาะความชื้นสัมพัทธ์เป็นรูปแบบที่ใช้กันอย่างแพร่หลายและเป็นที่ยอมรับกันมากที่สุด โดยนิยามของค่าความชื้นสัมพัทธ์คือ อัตราส่วนของปริมาณไอน้ำจริงในอากาศขณะใดขณะหนึ่ง ต่อปริมาณมากที่สุดที่เป็นไปได้ ขณะอากาศเกิดการอิ่มตัว หรือ คำนวณจาก

อากาศอิ่มตัว (Saturated air) คืออากาศที่มีสมดุลระหว่างการได้รับไอน้ำจากการระเหยและการสูญเสียไอน้ำจากการควบแน่นที่อุณหภูมิหนึ่ง ๆ ดังนั้นถ้าอากาศยังมีปริมาณไอน้ำต่ำกว่าค่าสมดุลดังกล่าว มันจะยังสามารถรับไอน้ำจากการระเหยเข้าไปได้เรื่อย ๆ จนกว่าจะถึงจุดสมดุลของมันที่อุณหภูมินั้น ด้วยเหตุนี้จุดอิ่มตัวของอากาศจึงเป็นจุดที่ มันสามารถรองรับไอน้ำไว้ได้มากที่สุด ซึ่งปริมาณของไอน้ำสูงสุดที่เป็นไปได้ดังกล่าว จะขึ้นกับอุณหภูมิของอากาศขณะนั้น ๆ เป็นหลัก คือ ยิ่งมีอุณหภูมิสูง มันจะยิ่งรองรับไอน้ำได้มาก ยิ่งขึ้นก่อนจะถึงจุดอิ่มตัวของมัน ดังนั้น ความชื้นสัมพัทธ์จึงไม่ใช่ตัวบอกปริมาณไอน้ำที่มีอยู่จริงในบรรยากาศขณะนั้น แต่เป็นค่าเปรียบเทียบของไอน้ำที่มีอยู่เมื่อเทียบกับจำนวนไอน้ำมากที่สุดที่มีได้ ในอากาศอิ่มตัวที่อุณหภูมินั้น หรือความชื้นสัมพัทธ์จะเป็นตัวบ่งบอกระดับหรือเปอร์เซ็นต์การอิ่มตัวของอากาศขณะนั้น

2.16 ลม

ลม หมายถึง อากาศในลักษณะเคลื่อนที่ ลมเกิดจากการแทนที่ของอากาศที่มีความหนาแน่นมากสู่ที่มีความหนาแน่นน้อยกว่า กระบวนการนี้เกิดขึ้นได้โดยที่พื้นผิวโลกได้รับความร้อนแล้ว จะใช้ความร้อนเพื่อการระเหยน้ำ ทำให้อากาศมีความหนาแน่นน้อยลง ลอยตัวสูงขึ้น อากาศบริเวณใกล้เคียงจะเคลื่อนเข้าแทนที่ จึงทำให้เกิดลมขึ้น ดังนั้น การแทนที่ของอากาศบริเวณใกล้เคียงนั้นจะเป็นไปทุก ๆ ด้าน หรืออาจกล่าวได้ว่า ลมพัดทุกทิศทุกทาง ที่สำคัญคือ 3 ด้าน หรือเป็น 3 dimensions คือด้านแนวแกน X, Y และ Z ให้ลมมีสัญลักษณ์เป็น U, V และ W ตามแนวแกน X, Y และ Z ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าของความเร็วลม และโดยทั่วไปแล้ว จะมีสัญลักษณ์แทนความเร็วลมดังนี้

u คือ ความเร็วลมเฉลี่ยตามแนวแกน X ที่วัดเป็นเวลานาน

u' คือ ค่าลมที่มีการเปลี่ยนแปลงในเวลาสั้น

U คือ ลมที่มีความเร็วในเวลาใดเวลาหนึ่ง

$$U = u + u'$$

และในทำนองเดียวกับสมการเขียนตามแนวแกน Y และ Z ได้

$$V = v + v'$$

$$W = w + w'$$

อาจกล่าวได้ว่า U คือ ลมประจำถิ่นที่เกิดขึ้นเป็นลักษณะประจำ ส่วน u' นั้นคือ ความปั่นป่วนของลมที่เกิดขึ้นในเวลาใดเวลาหนึ่ง ซึ่งต่างไปจาก u และ u' นี้เป็นปัจจัยที่สำคัญที่จะทำให้สภาวะอากาศเปลี่ยนแปลงไป อาจเป็นบวกหรือลบก็ได้ อย่างไรก็ตามค่าของ V นั้น คล้าย ๆ กับ U แต่ W นั้น จะแตกต่างกันไป เพราะในเวลาสั้น ๆ นั้น ค่าของ W = 0 หรือจะเปลี่ยนไปแล้วแต่เวลาที่จะคำนึงถึง ลมที่วัดอยู่ทั่วไปนั้น

คือลมแกนนอน ตามแกน X และ Y ซึ่งความจริงแล้ว ความเร็วลมทั้งสองแกนนี้ ไม่สามารถแบ่งหรือกำหนดได้ว่าเป็นแนวอะไร

การวัดลม จึงมักพบว่า ความเร็วลมตามแนวนอนเป็นที่ทราบในกลุ่มนักอุตุนิยมวิทยาว่า ความเร็วลมตามแนวแกนนอนมีบทบาทต่อการเคลื่อนย้าย ทั้ง ความร้อน มวลสาร และโมเมนตัม อย่างมาก โดยเฉพาะเรื่องของ Advection อีกนัยหนึ่งก็เป็นตัวการที่จะนำสิ่งทั้งสามนี้จากที่กำหนดให้ด้านแนวตั้ง หรือ W นั้น ถึงแม้ว่ามีความสำคัญในวงแคบ แต่ปัจจุบันนี้มีบทบาทอย่างมาก เพราะเป็นตัวการที่จะเคลื่อนย้ายสิ่งต่าง ๆ จากผิวโลกสู่บรรยากาศ และจากบรรยากาศสู่ผิวโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง แล้ว สภาพอากาศที่ใกล้ Neutral นั้นในเขตของ Laminar boundary แล้ว molecular transport ซึ่งเป็นการเคลื่อนย้ายโดยการแพร่ แทนที่จะเป็นลักษณะของ Turbulent transport ลมทางแนวตั้งจะเป็นตัวช่วยได้อย่างดี

2.17 รังสีดวงอาทิตย์ (solar radiation)

เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทดวงอาทิตย์แผ่มายังโลก โดยรังสีดวงอาทิตย์ที่ส่องผ่านชั้นบรรยากาศมาถึงพื้นผิวโลก ประกอบด้วย รังสีที่ตกกระทบพื้นโลกโดยตรงและไม่เปลี่ยนทิศทาง (direct radiation) รังสีที่มีทิศทางเปลี่ยนแปลงไปโดยการกระเจิงจากโมเลกุลของสารแขวนลอยในบรรยากาศ (scattered radiation) และรังสีที่มีทิศทางเปลี่ยนแปลงไปโดยการสะท้อนจากเมฆ (reflected radiation) ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกบนหนึ่งหน่วยพื้นที่ระนาบของพื้นโลกขึ้นกับปัจจัยต่าง ๆ ประกอบด้วย พลิกซ์ความหนาแน่นของรังสี มุมตกกระทบ ตำแหน่งทางดาราศาสตร์ของโลกกับดวงอาทิตย์ ปริมาณเมฆในท้องฟ้า และสภาพขุ่นมัวของอากาศ โดยรังสีดวงอาทิตย์เข้าสู่บรรยากาศของโลกจะถูกลดปริมาณรังสีที่ส่องผ่านด้วยกระบวนการดูดกลืนและการกระเจิง (scattering) ของก๊าซชนิดต่าง ๆ ไอน้ำ ฝนละออง และสารแขวนลอยในบรรยากาศ โดยการดูดกลืนเป็นกระบวนการที่รังสีที่ตกกระทบผ่านเข้าไปในโครงสร้างโมเลกุลและถูกดูดกลืนไปโดยโมเลกุลของสารนั้น ๆ ส่วนการกระเจิงเป็นกระบวนการที่โมเลกุลของตัวกลางและอนุภาคขนาดเล็ก ๆ ที่แขวนลอยในตัวกลางทำให้รังสีที่ตกกระทบเกิดกระเจิงออกทุกทิศทาง

2.18 รังสีสุทธิ (net radiation)

เป็นผลรวมของสมดุลรังสีคลื่นสั้นและสมดุลรังสีคลื่นยาวที่ตกและที่ออกจากพื้นที่ผิวที่พิจารณา โดยปริมาณรังสีคลื่นสั้นที่ออกจากพื้นผิวโลกส่วนใหญ่เกิดจากการสะท้อนกลับของรังสีคลื่นสั้นจากดวงอาทิตย์และปริมาณสะท้อนกลับขึ้นอยู่กับความยาวคลื่นและพื้นผิวที่รังสีตกกระทบ ส่วนปริมาณรังสีคลื่นยาวเป็นคลื่นรังสีความร้อนที่เกิดจากพื้นผิวโลกและบรรยากาศดูดกลืนพลังงานรังสีคลื่นสั้นจากดวงอาทิตย์และแผ่รังสีความร้อนยาวในช่วงรังสีอินฟราเรดโดยรังสีคลื่นยาวขึ้นกับระดับอุณหภูมิพื้นผิวโลกและอุณหภูมิส่วนที่ใกล้พื้นผิวโลก ปริมาณรังสีสุทธิที่พื้นผิวโลกมีประโยชน์ต่อกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับสมดุลพลังงาน โดยรังสีสุทธิส่วนใหญ่ของพื้นผิวโลกถูกใช้ในกระบวนการระเหยน้ำและการเพิ่มอุณหภูมิอากาศ โดยในพื้นที่ที่มีความชุ่มชื้นรังสีสุทธิจะถูกใช้เพื่อการระเหยน้ำมากกว่าการเพิ่มอุณหภูมิอากาศ และในพื้นที่ที่แห้งแล้งรังสีสุทธิจะถูกใช้เพื่อการเพิ่มอุณหภูมิอากาศมากกว่าการระเหยน้ำ

2.19 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทัศนพร ระสิตานนท์ (2554) ศึกษาสภาวะสบายที่มีความเหมาะสมกับหมู่บ้านชาวประมง 3 ชุมชน แนวชายฝั่งทะเลตะวันออกของจังหวัดสงขลา จากการศึกษา พบว่า คนในท้องถิ่นส่วนใหญ่รู้สึกสภาพอากาศปานกลาง ค่อนข้างไปทางความรู้สึกร้อนเล็กน้อย และความรู้สึกสบายแบบอุ่นๆ รวมทั้งคำตอบในการยอมรับสภาพอากาศที่เป็นอยู่ เพราะมีความพึงพอใจกับสภาพที่เป็นอยู่ในขณะนั้น ค่าอุณหภูมิที่สบายอยู่ที่ 26.45 – 31.94 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์อยู่ที่ร้อยละ 48.5 – 75.0 ค่าสภาวะสบายในภูมิภาคนี้แตกต่างกับเขตสภาวะสบายสากล แต่สอดคล้องกับขอบเขตสภาวะสบายในภูมิภาคนี้หลายงานวิจัย

สุภาวดี และ ศุทธา (2554) ศึกษาการพัฒนาแบบบ้านพักอาศัยในเชิงภูมิอากาศชีวภาพ (Bioclimatic House) ในประเทศไทย เพื่อลดการใช้เครื่องปรับอากาศ จากการศึกษาพบว่า รูปแบบบ้านพักอาศัยเชิงภูมิอากาศชีวภาพที่สำคัญในเขตร้อนคือ รูปแบบบ้านพักอาศัยที่มีคอร์ตหรือลานเปิดโล่งจัดเป็นสวนอยู่ภายในบ้าน ช่วยเพิ่มพื้นที่ช่องเปิดให้กับห้องต่างๆ ทำให้เกิดการระบายอากาศตามธรรมชาติ และนำเสนอธรรมชาติมาสู่พื้นที่ภายในบ้านได้อย่างพอเหมาะ เกิดความเชื่อมโยงระหว่างผู้อยู่อาศัยและธรรมชาติ ช่วยสร้างเสริมให้เกิดเขตชีวภาพ (biotope) และระบบนิเวศที่สมดุล เพื่อให้ผู้อยู่อาศัยมีพลานามัยแข็งแรง สวนลานโล่งภายในช่วยลดอุณหภูมิแวดล้อมลง ซึ่งเหมาะกับเมืองที่มีภาวะเกาะร้อนและมีความหนาแน่นสูง การวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาและเก็บข้อมูลภูมิอากาศจากตัวอย่างบ้านพักอาศัยชั้นเดียวซึ่งมีสวนลานโล่งขนาด 4.00 เมตร x 4.00 เมตร อยู่ภายในบ้านเขตกรุงเทพมหานคร เมื่อพล็อตค่าอุณหภูมิภาวะสบายในห้องเปรียบเทียบกับค่าภาวะสบายของกรุงเทพมหานครในฤดูฝน ฤดูหนาวและฤดูร้อน พบว่าบ้านที่มีลานโล่งมีค่าอุณหภูมิภายในห้องนอนและห้องทำงานอยู่ในขอบเขตภาวะสบายได้มากกว่าค่าอุณหภูมิภูมิอากาศของกรุงเทพมหานคร และพบว่าภายในคอร์ตและสวนรอบบ้านซึ่งปลูกพืชพรรณหลายประเภท เป็นที่อยู่ของนกชนิดต่างๆ และกระรอก ซึ่งแสดงถึงเขตชีวภาพและระบบนิเวศที่สมดุล พันธุ์ไม้ที่สำคัญ ได้แก่ ต้นมะม่วงสูง 15.00 เมตร ต้นมะเฟืองสูง 4.00 เมตร และ ไม้พุ่มสูง 0.80-1.50 เมตร ซึ่งให้ร่มเงาและผล

ญาณภัทร และ กรพินธุ์ (2554) การใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีการขยายตัวของ ชุมชนเมือง และพื้นที่เกษตรกรรมมากขึ้น ในขณะที่พื้นที่ป่าไม้มีปริมาณที่ลดลง นอกจากนี้ในเขตชุมชนเมืองขนาดใหญ่ยังพบว่า มีอุณหภูมิที่สูงกว่าพื้นที่อื่นๆ จากการศึกษาในพื้นที่หลายแหล่งพบว่า ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภทนั้นมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิพื้นผิวในพื้นที่ที่แตกต่างกัน และยังสามารถใช้เป็นตัวชี้วัดแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิพื้นผิวได้ การศึกษาค้นคว้ามีวัตถุประสงค์ ในการประยุกต์ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 7 ETM+ และ Landsat 5 TM สำหรับการวิเคราะห์การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน การประมาณค่าอุณหภูมิพื้นผิว และค่าดัชนีพืชพรรณ โดยทำการหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าอุณหภูมิพื้นผิว และค่าดัชนีพืชพรรณของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน 13 ประเภท ซึ่งประกอบด้วย ชุมชนชนบท ชุมชนเมือง นาข้าว นาข้าวถูกเผา ป่าผลัดใบ ป่าเสื่อมโทรม ป่าไม้ผลัดใบ พืชไร่ พืชไร่ถูกเผา พื้นที่ลุ่ม พื้นที่เปิดโล่ง แหล่งน้ำ

ไม่ยืนยันจากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ.2543 พ.ศ.2545 และปี พ.ศ.2548 พบว่าค่าดัชนีพืชพรรณมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับค่าอุณหภูมิพื้นผิว นอกจากนี้ค่าดัชนีพืชพรรณ ค่าอุณหภูมิพื้นผิวยังแปรผันไปตามประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วย โดยพื้นที่ที่มีพืชปกคลุมจะมีค่าดัชนีพืชพรรณสูง และมีค่าอุณหภูมิพื้นผิวดำ ในขณะที่พื้นที่แหล่งที่อยู่อาศัยและสิ่งก่อสร้างรวมทั้งพื้นที่เปิดโล่งจะมีค่าดัชนีพืชพรรณต่ำ และมีค่าอุณหภูมิพื้นผิวก่อนข้างสูง

Gulyas และคณะ (2006) ศึกษาอุณหภูมิเทียบเท่าทางสรีรวิทยา และค่าการโหวตเฉลี่ย (Predicted Mean Vote: PMV) ในประเทศฮังการี ซึ่งใช้เป็นดัชนีบ่งชี้การแลกเปลี่ยนความร้อนของร่างกายกับสิ่งแวดล้อม โดยศึกษาเปรียบเทียบพื้นที่เปิดโล่งในเขตเมืองกับพื้นที่ภูมิอากาศเฉพาะแห่งซึ่งมีผลต่อการสมดุลพลังงานของร่างกายมนุษย์ ร่วมกับการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างที่มีอายุระหว่าง 20 – 30 ปี โดยใช้ Rayman Model ในการคำนวณ จากการศึกษาพบว่าค่า อุณหภูมิเทียบเท่าทางสรีรวิทยา มีอยู่ระหว่าง 15 – 20 °C ซึ่งค่ามีความแปรปรวนสูงเนื่องจากความแตกต่างของปริมาณรังสีแสงอาทิตย์

Fontes และคณะ (2012) ความร้อนในแหล่งพักผ่อน สวนสาธารณะ ใน Bauru-SP ประเทศบราซิล โดยคำนวณหาอุณหภูมิเทียบเท่าทางสรีรวิทยา โดยตรงจติดตามข้อมูลด้วยไมโครไคลเมต (Microclimate) ประกอบด้วย อุณหภูมิ ความชื้น ความเร็วลม และรังสีแสงอาทิตย์ ร่วมกับแบบสอบถามเกี่ยวกับความสบายเชิงความร้อนเพื่อสอบถามภูมิอากาศเฉพาะแห่งในท้องถิ่น จากนั้นคำนวณโดยใช้ RayMan model จากการศึกษา พบว่า ค่าอุณหภูมิเทียบเท่าทางสรีรวิทยา มีค่าเท่ากับ 16 – 27 °C โดยมีค่ากลางอยู่ที่ 22 °C

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 เก็บข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา

ได้แก่ อุณหภูมิ ความเร็วลม ความชื้นสัมพัทธ์ จากสถานีอุตุนิยมวิทยา จังหวัดเพชรบูรณ์ ตั้งแต่เดือน มกราคม 2556 – สิงหาคม 2556

3.2 ใช้แบบสอบถามเกี่ยวกับความร้อนเชิงสบาย (Thermal Comfort) กับกลุ่มตัวอย่างคือประชาชนใน อ.เมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้นตามช่วงอายุ โห้ตความรู้สึกเชิงอุณหภูมิจากการตรวจวัดจริง (Actual Sensation Vote: ASV) ว่าในสภาวะนั้นรู้สึกอย่างไร เช่น ร้อน หรือหนาว เป็นต้น โดยอ้างอิงมาจาก ASHRAE Standard 55 (1992) ที่มีการแบ่งไว้ 7 ระดับ แต่เพื่อให้รับรู้ความรู้สึกได้ละเอียดมากขึ้น จึงเพิ่มระดับที่ -0.5 และ +0.5 ทำให้ระดับของความรู้สึกเป็น 9 ระดับ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 3.1 ค่าการโห้ตความรู้สึกเชิงอุณหภูมิ

Thermal Sensation Scales	-3	-2	-1	-0.5	0	+0.5	+1	+2	+3
	หนาว	เย็น	ค่อนข้างเย็น	เย็นเล็กน้อย	พอดี	อุ่นเล็กน้อย	ค่อนข้างอุ่น	อุ่น	ร้อน

การวิเคราะห์ค่าการทำนายค่าการโห้ตเฉลี่ย (Predicted Mean Vote: PMV) จากข้อมูลที่ได้จากสภาวะแวดล้อมไป วิเคราะห์ความสบายเชิงอุณหภูมิ ดังสมการที่ 1 (Fanger: 1970)

$$\begin{aligned} \text{PMV} = & (0.303e^{-0.036M} + 0.028)\{(M - W) - 3.05 \times 10^{-3} [5733 - 6.99 M - W - P_a] \\ & - 0.42 \times [(M - W) - 58.15] - 1.7 \times 10^{-5} M (5867 - P_a) - 0.0014M (34 - t_a) \\ & - 3.96 \times 10^{-8} f_{cl} \times [(t_{cl} + 273)^4 - (T_{mrt} + 273)^4 - f_{cl}h_c(t_{cl} - t_a)]\} \end{aligned} \quad (1)$$

โดยที่ M คือพลังงานความร้อนในร่างกายที่เกิดจากกระบวนการ Metabolic rate (W/m²), W คือระดับการทำงาน (W/m²), P_a คือความดันไอน้ำในอากาศ (Pa), t_a คืออุณหภูมิอากาศ (°C), T_{mrt} คืออุณหภูมิการแผ่รังสีเฉลี่ย (°C), t_{cl} คืออุณหภูมิผิวเสื้อผ้า (°C), f_{cl} คืออัตราส่วนของพื้นผิวของคนที่สวมเสื้อผ้าและกรณีไม่สวมเสื้อผ้า (ND), h_c คือสัมประสิทธิ์การพาความร้อน (W/m².K) จากค่า ASV และ PMV ที่

ได้จากการสำรวจและการคำนวณจะนำมาสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการประเมินความไม่สบายของกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการสำรวจ

3.3 การคำนวณ Physiologically equivalent temperature (PET)

ค่าอุณหภูมิเทียบเท่าทางสรีรวิทยา เป็นแบบจำลองทางด้านสมดุลความร้อนทางสรีรวิทยา (Thermophysiological heat balance model) ดังสมการที่ 2

$$H + C + R + ED + E_{sr} + E_{lr} + E_{sw} + E_f = S \quad (2)$$

เมื่อ	H = Heat production
	C = Convective heat flux
	R = Radiative heat flux
	ED = Water vapor diffusion
	E _{sr} = Sensible heat loss by respiration
	E _{lr} = Latent heat lost by respiration
	E _{sw} = Heat lost by sweat evaporation
	E _f = Heat added or lost from food or drink
	S = Net heat stored in the core

3.4 การใช้ โปรแกรม RayMan 1.2 คำนวณ PMV และ PET

นำข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาและข้อมูลจากแบบสอบถาม เพื่อคำนวณ PMV และ PET ด้วยโปรแกรม RayMan Model

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลทั่วไป

	จำนวน	ร้อยละ
1. เพศ		
- ชาย	44	44.0
- หญิง	56	56.0
รวม	100	100.0
2. อายุ		
- 6-12 ปี	8	8.0
- 13-18 ปี	8	8.0
- 18-25 ปี	12	12.0
- 25-32 ปี	10	10.0
- 32-38 ปี	9	9.0
- 39-45 ปี	14	14.0
- 46-55 ปี	15	15.0
- 55 ปีขึ้นไป	24	24.0
รวม	100	100.0
3. การสวมเสื้อ		
- เสื้อยืดแขนสั้น	24	24.0
- เสื้อยืดแขนยาว	16	16.0
- เสื้อเชิ้ตแขนสั้น	34	34.0
- เสื้อเชิ้ตแขนยาว	26	26.0
รวม	100	100.0

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

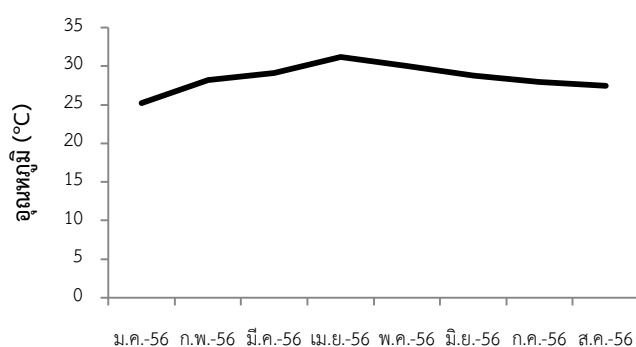
	จำนวน	ร้อยละ
4. กางเกงและกระโปรง		
- กางเกงสแลคชายาว	12	12.0
- กางเกงยีนส์ชายาว	19	19.0
- กางเกงผ้าคอตตอนชายาว	16	16.0
- กางเกงขาสั้น	15	15.0
- กระโปรงยาว	27	27.0
- กระโปรงสั้นเหนือเข่า	11	11.0
รวม	100	100.0
5. สถานที่		
- กลางแจ้ง	46	46.0
- อยู่ในร่ม	54	54.0
รวม	100	100.0
6. กิจกรรม		
- พักผ่อน	9	9.0
- อ่านหนังสือ/เขียนหนังสือ	21	21.0
- พุดคุย	24	24.0
- เดินช้า	15	15.0
- เดินเร็ว	31	31.0
รวม	100	100.0
7. ระยะเวลาที่อยู่ในพื้นที่		
- น้อยกว่า 5 นาที	11	11
- 5 – 15 นาที	21	21
- 15 – 30 นาที	29	29
- 30 นาที - 1 ชั่วโมง	22	22
- 1 ชั่วโมง ขึ้นไป	17	17
รวม	100	100
รวม	100	100.0

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

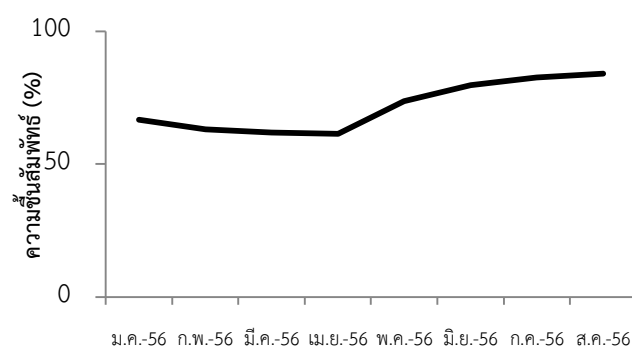
	จำนวน	ร้อยละ
8. ลักษณะภูมิอากาศที่ไม่ชอบ		
- อุณหภูมิ	65	65.0
- ความชื้น	6	6.0
- แสงอาทิตย์	13	13.0
- ลม	16	16.0
รวม	100	100.0
9. ความรู้สึกต่อภูมิอากาศในจังหวัดเพชรบูรณ์		
- ไม่สบายตัวมาก	40	40.0
- ไม่สบาย	60	60.0
รวม	100	100.0

จากตารางที่ 4.1 เมื่อพิจารณาข้อมูลจากแบบสอบถามในภาพรวมจากรู้สึกต่อสภาพอากาศในจังหวัดเพชรบูรณ์ พบว่า กลุ่มตัวอย่าง มีความรู้สึกไม่สบาย มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 60.0 รองลงมา คือ มีความรู้สึกไม่สบายตัวมากคิดเป็นร้อยละ 40 และลักษณะภูมิอากาศที่กลุ่มตัวอย่างไม่ชอบ คือ อุณหภูมิ คิดเป็นร้อยละ 65.0

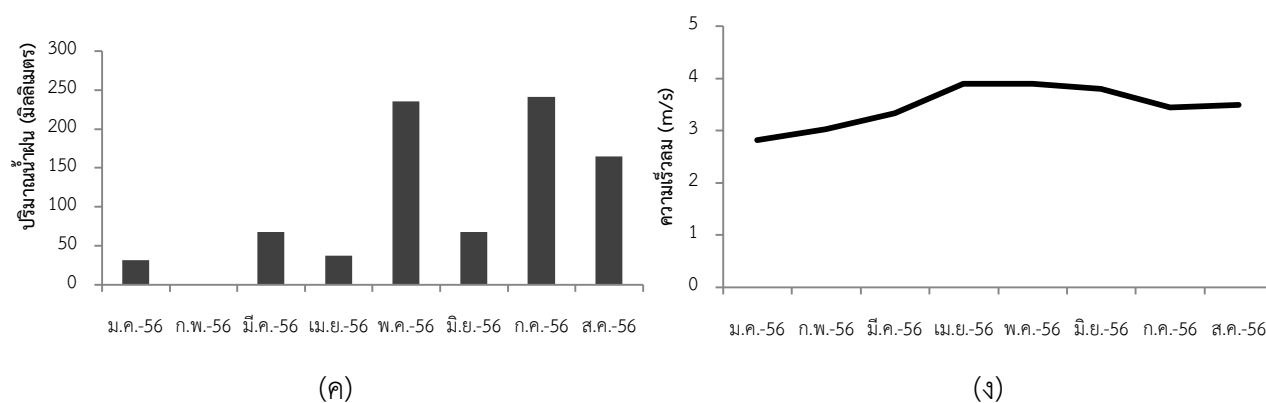
4.2 ลักษณะทางอุตุนิยมวิทยา จังหวัดเพชรบูรณ์



(ก)



(ข)



ภาพที่ 4.1 ลักษณะทางอุตุนิยมวิทยา จังหวัดเพชรบูรณ์ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2557 – สิงหาคม พ.ศ.2557
(ก) อุณหภูมิ (ข) ความชื้น (ค) ปริมาณน้ำฝน (ง) ความเร็วลม

จากภาพที่ 4.1 แสดงลักษณะทางอุตุนิยมวิทยา จังหวัดเพชรบูรณ์ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2557 – สิงหาคม พ.ศ.2557 พบว่า มีอุณหภูมิต่ำสุดในเดือน มกราคม เท่ากับ 25.22 องศาเซลเซียส และสูงสุดในเดือน เมษายน 31.18 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ มีค่าต่ำสุดในเดือนเมษายน เท่ากับ 61.45 เปอร์เซ็นต์ และ สูงสุดในเดือนสิงหาคม เท่ากับ 83.99 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณน้ำฝน พบว่า ไม่มีฝนในเดือนกุมภาพันธ์ และปริมาณ น้ำฝนสูงสุดในเดือนกรกฎาคม เท่ากับ 241 มิลลิเมตร ความเร็วลมต่ำสุดในเดือนมกราคม เท่ากับ 2.82 เมตร ต่อวินาที และสูงสุดในเดือน 3.9 เมตรต่อวินาที ในเดือนเมษายน และเดือนพฤษภาคม

4.3 ผลการคำนวณค่า PMV และ PET

ตารางที่ 4.2 ค่า PMV และ PET

	ม.ค. 57	ก.พ.57	มี.ค.57	เม.ย.57	พ.ค.57	มิ.ย.57	ก.ค.57	ส.ค.57
PMV	1.8	2.5	2.7	3.2	2.9	2.6	2.5	2.4
PET	31.3	35.1	35.8	38.7	36.4	34.9	34.2	33.4

การแปลผล

ตารางที่ 4.3 การแปลผลค่า PMV

Thermal Sensation Scales	-3	-2	-1	-0.5	0	+0.5	+1	+2	+3
แปลผล	หนาว	เย็น	ค่อนข้างเย็น	เย็นเล็กน้อย	พอดี	อุ่นเล็กน้อย	ค่อนข้างอุ่น	อุ่น	ร้อน

ตารางที่ 4.4 การแปลผลค่า PET (Matzarakis และคณะ 2006)

°C	<4	4-8	8-13	13-18	18-23	23-29	29-35	35-41	>41
แปลผล	หนาว มาก	หนาว	เย็น	สบาย	อุ่น เล็กน้อย	อุ่น	ร้อน	ร้อน	ร้อน มาก

จากตารางที่ 4.2 พบว่าค่าโหวตเฉลี่ย (Predicted Mean Vote: PMV) มีค่าอยู่ระหว่าง 1.8 – 3.2 แสดงให้เห็นว่าภูมิอากาศเขตเมืองในจังหวัดเพชรบูรณ์มีลักษณะค่อนข้างอุ่นไปจนถึงร้อน ในขณะที่ค่าอุณหภูมิเทียบเท่าทางสรีรวิทยา (Physiologically equivalent temperature:PET) มีค่าอยู่ระหว่าง 31.3 – 38.7 องศาเซลเซียส แสดงให้เห็นว่าภูมิอากาศเขตเมืองในจังหวัดเพชรบูรณ์มีลักษณะค่อนข้างอุ่นไปจนถึงร้อนมาก จากการศึกษาของ ทศนัพร รัสตานนท์ (2554) ศึกษาสภาวะสบายที่มีความเหมาะสมกับหมู่บ้านชาวประมง 3 ชุมชน แนวชายฝั่งทะเลตะวันออกของจังหวัดสงขลา จากผลการศึกษา พบว่า คนในท้องถิ่นส่วนใหญ่รู้สึกสภาพอากาศปานกลาง ค่อนข้างไปทางรู้สึกร้อนเล็กน้อย และความรู้สึกสบายแบบอุ่นๆ รวมทั้งคำตอบในการยอมรับสภาพอากาศที่เป็นอยู่ เพราะมีความพึงพอใจกับสภาพที่เป็นอยู่ในขณะนั้น ค่าอุณหภูมิที่สบายอยู่ที่ 26.45 – 31.94 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์อยู่ที่ร้อยละ 48.5 – 75.0 ค่าสภาวะสบายในงานวิจัยนี้ สอดคล้องกับขอบเขตสภาวะสบายจากผลการศึกษาในพื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์

จากการใช้ค่าดัชนีมิทยามาใช้คำนวณโดยโปรแกรม RayMan Model ให้ผลสอดคล้องกับความรู้สึกต่อภูมิอากาศของกลุ่มตัวอย่าง ที่มีความรู้สึกร้อนและไม่ค่อยรู้สึกสบาย อย่างไรก็ตามจากผลการวิจัยนี้ ยังไม่ได้จำแนกตามอายุ การสวมใส่เสื้อผ้า กิจกรรม และลักษณะที่อยู่อาศัย ซึ่งเป็นตัวแปรที่สำคัญต่อการคำนวณสภาวะการอยู่สบายของคนเมือง อย่างไรก็ตามอิทธิพลของโดมความร้อนในเขตเมืองจะส่งผลกระทบต่อการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิในบริเวณที่ศึกษาได้ จากผลการวิจัยนี้สรุปได้ว่าภูมิอากาศเขตเมืองในจังหวัดเพชรบูรณ์ยังมีความร้อนสะสมอยู่มากเนื่องจากโดมความร้อนที่เกิดจากพัฒนาการสร้างอาคาร และการขยายเขตเมืองอย่างต่อเนื่อง

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

ความรู้สึกต่อสภาพอากาศในจังหวัดเพชรบูรณ์ พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความรู้สึกไม่สบาย มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 60.0 รองลงมา คือ มีความรู้สึกไม่สบายตัวมาก คิดเป็นร้อยละ 40 และลักษณะภูมิอากาศที่กลุ่มตัวอย่างไม่ชอบ คือ อุณหภูมิ คิดเป็นร้อยละ 65.0 ค่าโหวตเฉลี่ย (Predicted Mean Vote: PMV) มีค่าอยู่ระหว่าง 1.8 – 3.2 แสดงให้เห็นว่าภูมิอากาศเขตเมืองในจังหวัดเพชรบูรณ์มีลักษณะค่อนข้างอุ่นไปจนถึงร้อน ในขณะที่ค่าอุณหภูมิเทียบเท่าทางสรีรวิทยา (Physiologically equivalent temperature:PET) มีค่าอยู่ระหว่าง 31.3 – 38.7 องศาเซลเซียส

5.2 ข้อเสนอแนะ

- 1) ควรคำนวณค่า PMV และ PET จำแนกตามอายุ การสวมใส่เสื้อผ้า กิจกรรม และลักษณะที่อยู่อาศัย เพื่อกำหนดค่าดังกล่าวเป็นข้อมูลของคนในพื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์ได้ละเอียดมากขึ้น
- 2) ควรทำการศึกษาให้ครอบคลุมทุกอำเภอในเขตจังหวัดเพชรบูรณ์เนื่องจากภูมิประเทศของจังหวัดเพชรบูรณ์มีความหลากหลายเชิงพื้นที่และสภาพอากาศ

บรรณานุกรม

- เกษม จันทรแก้ว. 2541. เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม. โครงการสหวิทยาการบัณฑิตศึกษา สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- ญาณภัทร ทองมี และกรพินธุ์ วิไลลักษณ์. 2554. ผลของการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินต่อการเกิดเกาะความร้อน ในอำเภอเมือง จหวตนครราชสีมา โดยใช้เทคโนโลยีการรับรู้ระยะไกล และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์. รายงานภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 63 หน้า.
- ทัศนพร ระสิตานนท์. 2554. ศึกษาสภาวะสบายที่มีความเหมาะสมกับหมู่บ้านชาวประมง 3 ชุมชน แนวชายฝั่งทะเลตะวันออกของจังหวัดสงขลา. การประชุมวิชาการบัณฑิตศึกษาศิลปการระดับชาติ ครั้งที่ 1. หน้า 155 – 169.
- สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. 2555. การรับมือของเมืองเมื่อเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเอกสารโครงการเครือข่ายเมืองในเอเชียเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ 2 (ประเทศไทย).
- สุภาวดี รัตนมาศ และศุทธา ศรีเผด็จ. 2554. การพัฒนารูปแบบบ้านพักอาศัยในเชิงภูมิอากาศชีวภาพ เพื่อลดการใช้เครื่องปรับอากาศ. รายงานผลการวิจัย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineer, Inc. 1992. ANSI/ASHRAE Standard 55 Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy, Atlanta.
- Chirag D. and Ramachandraiah A. 2010. The significance of Physiological Equivalent Temperature (PET) in outdoor thermal comfort studies. International Journal of Engineering Science and Technology Vol. 2(7), 2010, 2825-2828.
- Fanger, P.O. 1970. Thermal Comfort Analysis and Applications in Environmental Engineering, Technical University of Denmark, Laboratory of Heating and Air Conditioning, McGraw-Hill Book Company.

FONTES MARIA SOLANGE GURGEL DE CASTRO, SOFIA NATSUE NISHIMURA, STÉFANY PRISCILA OLIVEIRA SEBASTIÃO, JOÃO ROBERTO GOMES DE FARIA. 2012. Thermal Comfort in Linear Space for Pedestrian Circulation and Recreation. PLEA2012 - 28th Conference, Opportunities, Limits & Needs Towards an environmentally responsible architecture Lima, Perú 7-9 November 2012

Gulyasa, Agnes, Janos Unger, Andreas Matzarakis. 2006. Assessment of the microclimatic and human comfort conditions in a complex urban environment: Modelling and measurements.

Krzysztof, B. and Andreas M.. 2007. Assessment of Bioclimatic Differentiation of Poland Based on The Human Heat Balance. *Geographia Polonica*. vol. 80 No. 1, Spring 2007 p. 63-82. *Building and Environment* 41 (2006) 1713–1722.

Tsuyoshi, H. 2009 Thermal Comfort in Outdoor Environment. *Global Environmental*. 13/2009:43-47.

ภาคผนวก ก

แบบสอบถาม

งานวิจัย

เพื่อการประเมินภูมิอากาศเขตเมือง

1. เพศ 1) ☐ ชาย 2) ☐ หญิง

2. อายุ 1) ☐ 6-12 ปี 2) ☐ 13-18 ปี 3) ☐ 18-25 ปี 4) ☐ 25-32 ปี
5) ☐ 32-38 ปี 6) ☐ 39-45 ปี 7) ☐ 46-55 ปี 8) ☐ 55 ปีขึ้นไป

3. การสวมใส่เสื้อ 1) ☐ เสื้อยืดแขนสั้น 2) ☐ เสื้อยืดแขนยาว
2) ☐ เสื้อเชิ้ตแขนสั้น 4) ☐ เสื้อเชิ้ตแขนยาว

4. กางเกงหรือกระโปรง 1) ☐ กางเกงสแลคยาว 2) ☐ กางเกงยีนส์ยาว
3) ☐ กางเกงผ้าคอตตอนยาว 4) ☐ กางเกงขาสั้น
5) ☐ กระโปรงยาว 6) ☐ กระโปรงสั้นเหนือเข่า

5. สถานที่ 1) ☐ กลางแจ้ง 2) ☐ อยู่ในร่มเงา

6. กิจกรรม 1) ☐ พักผ่อน 2) ☐ อ่านหนังสือ/เขียนหนังสือ
3) ☐ พูดคุย 4) ☐ เดินช้า 5) ☐ เดินเร็ว

7. ท่านอยู่ที่นี่เป็นระยะเวลาานเท่าไร 1) ☐ น้อยกว่า 5 นาที 2) ☐ 5-15 นาที
3) ☐ 15-30 นาที 4) ☐ 30 นาที – 1 ชั่วโมง
5) ☐ 1 ชั่วโมงขึ้นไป

8. สภาพอากาศในขณะนี้ท่านรู้สึกอย่างไร

อุณหภูมิ	1) ☐ หนาว	2) ☐ อบอุ่น	3) ☐ ร้อน	4) ☐ ร้อนมาก
ความชื้น	1) ☐ แห้ง	2) ☐ ปานกลาง	3) ☐ ชื้น	4) ☐ ชื้นมาก
แสงอาทิตย์	1) ☐ ครึ้ม	2) ☐ กำลังดี	3) ☐ แรงนิดหน่อย	4) ☐ แรงมาก
ลม	1) ☐ สงบ	2) ☐	3) ☐ กำลังดี	5) ☐ มีลมแรง

9. สภาพอากาศในขณะนี้ท่านไม่ชอบสภาพอากาศแบบใด

1) ☐ อุณหภูมิ	2) ☐ ความชื้น	3) ☐ แสงอาทิตย์	4) ☐ ลม
--------------------------------------	--------------------------------------	--	--------------------------------

10. ความรู้สึกทั้งหมดในขณะนี้

1) ☐ ไม่สบายตัวมาก	2) ☐ ไม่สบาย	3) ☐ สบาย	4) ☐ สบายมาก
---	-------------------------------------	----------------------------------	-------------------------------------

ภาคผนวก ข

ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

อุณหภูมิ

ตั้มแห้ง เดือน : มกราคม ปี : 2013 หน่วย: องศาเซลเซียส

วันที่	เวลาตรวจวัด								เฉลี่ย
	0100	0400	0700	1000	1300	1600	1900	2200	
1	20.0	18.2	17.0	25.0	29.0	29.5	25.0	21.5	23.15
2	20.0	19.0	18.3	25.5	31.0	33.1	28.5	23.6	24.88
3	21.0	19.6	18.9	26.2	32.0	33.5	28.8	25.9	25.74
4	23.2	21.2	20.2	26.2	31.0	32.0	28.0	23.3	25.64
5	21.0	19.5	18.0	25.5	31.4	32.6	27.4	24.0	24.93
6	21.4	19.9	18.5	27.0	30.6	31.0	26.9	21.9	24.65
7	19.6	18.0	17.0	25.3	31.3	32.6	28.0	23.0	24.35
8	21.0	19.0	19.0	26.4	32.5	33.3	28.0	23.1	25.29
9	20.4	18.6	17.8	25.2	32.5	33.6	28.0	23.3	24.93
10	20.6	19.5	19.3	26.4	30.3	32.2	28.0	24.3	25.08
11	22.3	21.3	21.0	26.6	31.0	31.6	27.7	23.7	25.65
12	22.0	20.3	20.5	25.5	30.0	30.5	27.3	24.5	25.08
13	24.0	22.3	19.9	26.6	30.4	33.0	28.0	22.9	25.89
14	21.0	19.4	18.1	25.9	31.9	32.0	27.4	22.9	24.83
15	20.6	20.0	19.2	25.5	31.3	33.3	28.0	23.0	25.11
16	21.5	20.5	20.0	26.4	32.4	33.7	28.7	24.9	26.01
17	23.4	22.5	20.3	27.0	31.7	32.6	27.4	23.6	26.06
18	23.2	21.8	20.0	26.5	30.0	31.0	27.0	22.5	25.25
19	20.5	18.0	16.9	25.6	29.4	31.1	25.6	21.7	23.60
20	19.5	17.4	16.3	23.2	30.8	32.1	27.0	21.8	23.51
21	19.1	17.7	16.5	23.8	31.5	33.0	28.5	23.0	24.14
22	20.5	19.3	18.8	25.9	33.0	34.6	29.0	24.5	25.70
23	22.8	20.6	19.4	26.0	33.4	35.0	29.8	26.0	26.63
24	23.8	23.0	23.5	27.5	33.8	34.5	30.3	26.5	27.86
25	24.0	23.0	23.0	23.0	26.0	29.6	27.2	24.9	25.09
26	24.2	23.5	23.0	25.0	30.3	32.7	29.4	25.9	26.75
27	25.0	24.3	24.0	26.0	29.5	32.0	29.5	26.0	27.04
28	24.5	23.6	22.0	24.0	27.2	28.2	25.5	23.5	24.81
29	21.5	20.5	20.7	22.0	27.0	30.5	27.2	24.2	24.20
30	22.5	21.8	21.5	25.0	31.0	31.3	28.0	25.3	25.80
31	23.7	23.0	22.6	23.0	27.6	27.5	23.4	22.0	24.10
เฉลี่ย	21.86	20.53	19.72	25.44	30.67	32.04	27.69	23.78	25.22

อุณหภูมิสูงสุด : 35.0 องศาเซลเซียส เมื่อวันที่ 23 มกราคม 2013

อุณหภูมิต่ำสุด : 16.3 องศาเซลเซียส เมื่อวันที่ 20 มกราคม 2013

หมายเหตุ : '-' คือ ไม่มีข้อมูลหรือไม่ได้ตรวจวัด;

อุณหภูมิ

ตำบล : เดือน : กุมภาพันธ์ ปี : 2013 หน่วย: องศาเซลเซียส

วันที่	เวลาตรวจวัด								เฉลี่ย
	0100	0400	0700	1000	1300	1600	1900	2200	
1	21.5	20.5	19.8	24.0	29.2	31.6	28.0	25.3	24.99
2	23.7	22.9	22.0	24.5	29.5	30.8	27.5	25.3	25.78
3	23.0	21.7	21.0	25.5	30.1	32.0	28.4	26.0	25.96
4	24.0	23.2	22.2	28.2	33.7	35.2	30.5	26.0	27.88
5	23.6	22.7	21.5	27.7	34.3	36.0	30.7	26.7	27.90
6	24.5	23.0	22.0	28.3	34.9	36.7	30.6	27.4	28.42
7	24.5	22.0	21.0	28.1	33.7	36.5	31.1	26.0	27.86
8	22.9	20.5	19.0	27.4	33.7	36.6	31.6	27.0	27.34
9	24.9	22.9	22.0	27.7	33.9	34.4	30.7	28.0	28.06
10	25.3	24.4	24.0	28.8	33.0	35.0	31.1	27.6	28.65
11	24.8	23.4	23.0	28.4	34.5	34.6	31.2	27.8	28.46
12	25.3	23.5	22.2	29.0	35.0	36.4	32.3	28.0	28.96
13	25.1	25.1	23.0	28.9	32.1	35.1	30.0	24.4	27.96
14	22.1	20.4	24.2	27.5	34.0	35.5	30.7	25.8	27.52
15	22.8	21.0	20.0	27.0	35.5	37.7	32.4	25.9	27.79
16	23.4	21.7	20.9	27.6	34.4	36.1	32.6	26.9	27.95
17	24.5	23.2	21.6	29.0	35.0	37.0	32.3	28.0	28.83
18	25.3	24.0	23.0	29.0	34.8	36.2	31.5	28.0	28.98
19	25.3	24.6	23.7	28.0	32.7	33.5	29.5	27.1	28.05
20	26.1	24.8	23.6	29.7	34.5	37.0	31.0	27.5	29.27
21	25.7	24.2	23.3	29.0	33.5	35.3	31.1	28.7	28.85
22	25.0	24.0	23.0	28.5	32.0	33.9	29.9	27.5	27.98
23	24.7	23.1	22.0	27.0	32.0	33.5	29.8	24.8	27.11
24	23.0	22.0	21.4	28.0	32.7	35.3	31.5	26.0	27.49
25	22.5	21.9	20.7	30.7	36.0	37.5	33.4	28.8	28.94
26	25.5	23.8	22.4	29.8	37.6	38.8	33.7	29.0	30.07
27	26.6	24.5	23.4	31.0	37.0	38.9	34.0	30.4	30.73
28	29.0	27.9	26.6	30.7	35.8	37.4	32.7	29.2	31.16
เฉลี่ย	24.45	23.10	22.23	28.18	33.75	35.52	31.06	27.11	28.18

อุณหภูมิสูงสุด : 38.9 องศาเซลเซียส เมื่อวันที่ 27 กุมภาพันธ์ 2013

อุณหภูมิต่ำสุด : 19.0 องศาเซลเซียส เมื่อวันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2013

หมายเหตุ : '-' คือไม่มีข้อมูลหรือไม่ได้ตรวจวัด;

อุณหภูมิ

ตำแหน่ง : เดือน : มีนาคม ปี : 2013 หน่วย: องศาเซลเซียส

วันที่	เวลาตรวจวัด								เฉลี่ย
	0100	0400	0700	1000	1300	1600	1900	2200	
1	27.6	27.1	25.8	32.0	36.0	37.8	33.8	29.0	31.14
2	27.3	25.8	25.5	32.0	37.3	34.0	33.4	29.9	30.65
3	28.0	26.0	25.1	27.7	31.0	27.0	26.3	25.2	27.04
4	24.4	23.5	23.7	23.5	23.8	24.7	24.0	23.0	23.82
5	22.5	21.2	20.4	25.0	30.0	31.6	29.1	26.1	25.74
6	23.3	21.7	20.5	28.2	32.8	34.3	31.0	26.5	27.29
7	23.7	21.9	20.5	29.5	35.0	36.3	33.0	28.3	28.52
8	25.0	23.5	21.6	29.6	35.4	36.6	31.3	27.8	28.85
9	24.7	22.4	21.4	28.5	35.0	34.2	31.1	26.8	28.01
10	26.0	24.4	23.2	28.5	34.5	35.4	31.5	26.5	28.75
11	22.7	21.0	20.7	29.6	35.4	35.4	31.7	27.6	28.01
12	24.6	24.1	23.2	30.3	35.6	36.6	31.0	26.3	28.96
13	23.1	21.4	20.3	29.5	36.0	37.0	32.0	26.7	28.25
14	23.5	21.5	20.5	29.1	37.3	38.6	33.4	28.9	29.10
15	26.2	25.0	23.5	30.2	36.1	36.2	23.7	24.0	28.11
16	23.9	23.1	23.0	27.5	34.0	36.5	32.3	28.0	28.54
17	26.0	24.8	23.9	30.4	35.1	37.4	32.5	29.3	29.93
18	26.9	27.0	26.1	32.0	36.0	37.0	32.4	28.1	30.69
19	27.0	25.5	24.7	32.3	35.5	37.5	31.5	26.5	30.06
20	24.0	23.5	23.6	31.0	35.5	36.5	29.9	24.9	28.61
21	21.7	20.0	18.8	28.2	36.1	38.4	33.0	28.1	28.04
22	25.5	24.2	23.0	31.7	37.0	38.0	33.3	30.0	30.34
23	29.0	27.5	25.1	32.4	36.7	39.0	33.8	28.6	31.51
24	25.0	24.6	23.0	31.2	37.4	39.0	32.3	25.7	29.77
25	22.0	21.0	21.5	30.0	37.3	38.3	33.0	27.8	28.86
26	24.0	23.0	22.0	30.4	38.5	39.6	33.0	28.5	29.88
27	24.4	21.8	21.0	29.9	37.8	39.5	33.8	29.1	29.66
28	25.0	22.8	21.8	30.7	36.7	38.0	34.0	30.0	29.88
29	27.5	25.0	23.4	31.9	36.7	38.7	34.2	30.2	30.95
30	28.9	27.7	25.1	32.6	37.4	38.8	34.7	30.7	31.99
31	28.9	27.7	26.3	32.6	37.0	39.2	34.3	30.5	32.06
เฉลี่ย	25.24	23.86	22.85	29.94	35.35	36.36	31.75	27.70	29.13

อุณหภูมิสูงสุด : 39.6 องศาเซลเซียส เมื่อวันที่ 26 มีนาคม 2013

อุณหภูมิต่ำสุด : 18.8 องศาเซลเซียส เมื่อวันที่ 21 มีนาคม 2013

หมายเหตุ : '-' คือ ไม่มีข้อมูลหรือไม่ได้ตรวจวัด;

อุณหภูมิ

ตั้มแห้ง เดือน : เมษายน ปี : 2013 หน่วย: องศาเซลเซียส

วันที่	เวลาตรวจวัด								เฉลี่ย
	0100	0400	0700	1000	1300	1600	1900	2200	
1	28.0	28.0	25.6	34.1	38.0	39.1	34.9	31.3	32.38
2	28.4	27.5	26.0	33.7	38.2	39.8	35.6	31.7	32.61
3	28.7	28.9	27.6	34.3	38.5	38.7	35.0	29.5	32.65
4	27.7	28.5	27.5	34.0	38.8	40.4	35.0	30.1	32.75
5	29.8	27.7	26.0	33.9	39.2	40.4	35.0	30.3	32.79
6	27.7	28.2	26.8	33.2	39.0	39.3	34.5	30.0	32.34
7	27.5	25.0	24.4	33.0	37.2	37.1	33.5	30.5	31.03
8	28.0	25.0	24.3	32.1	37.6	38.7	34.2	29.2	31.14
9	25.8	25.0	23.0	33.0	38.5	40.3	30.0	29.8	30.68
10	26.8	24.2	23.5	34.1	39.7	40.6	35.4	30.9	31.90
11	28.5	29.1	28.3	33.4	35.0	37.0	32.6	30.1	31.75
12	28.3	28.0	27.7	32.9	37.5	37.8	34.6	31.0	32.22
13	29.3	27.7	26.6	31.4	35.5	38.4	34.6	30.2	31.71
14	27.5	25.9	25.0	33.7	36.9	37.0	35.0	30.7	31.46
15	28.5	28.2	27.2	32.0	35.5	34.0	31.6	30.0	30.88
16	28.4	27.0	26.9	29.6	30.9	32.0	31.0	29.0	29.35
17	26.9	26.4	25.2	31.5	36.5	37.0	32.0	28.6	30.51
18	26.8	25.8	24.8	31.5	35.6	35.7	33.0	28.7	30.24
19	25.5	24.7	24.5	33.6	38.9	39.5	35.3	31.0	31.63
20	28.6	28.4	27.4	35.0	39.6	41.1	32.4	26.7	32.40
21	26.4	26.1	26.0	31.4	36.0	37.6	34.0	25.6	30.39
22	24.0	24.1	24.5	29.6	34.4	36.5	30.4	28.4	28.99
23	27.3	26.5	26.2	27.5	31.7	34.5	32.7	29.6	29.50
24	26.7	26.1	25.6	33.6	36.3	38.3	28.0	27.7	30.29
25	26.0	25.0	25.1	31.6	36.9	32.8	31.6	28.9	29.74
26	27.6	26.6	26.3	32.3	36.9	32.0	27.1	25.6	29.30
27	25.2	25.0	24.7	31.7	36.0	35.0	31.0	27.5	29.51
28	27.5	26.5	25.4	32.1	36.7	38.0	30.8	28.9	30.74
29	28.5	27.4	27.0	33.8	37.5	38.7	34.4	31.3	32.32
30	29.5	28.0	27.0	34.5	37.0	37.5	34.0	30.3	32.23
เฉลี่ย	27.51	26.68	25.87	32.60	36.87	37.49	32.97	29.44	31.18

อุณหภูมิสูงสุด : 41.1 องศาเซลเซียส เมื่อวันที่ 20 เมษายน 2013

อุณหภูมิต่ำสุด : 23.0 องศาเซลเซียส เมื่อวันที่ 9 เมษายน 2013

หมายเหตุ : '-' คือไม่มีข้อมูลหรือไม่ได้ตรวจวัด;

อุณหภูมิ

ตั้มแห้ง เดือน : พฤษภาคม ปี : 2013 หน่วย: องศาเซลเซียส

วันที่	เวลาตรวจวัด								เฉลี่ย
	0100	0400	0700	1000	1300	1600	1900	2200	
1	29.7	27.5	27.2	34.1	37.3	39.5	34.8	30.0	32.51
2	29.9	28.8	28.3	34.8	37.5	39.3	35.6	31.2	33.18
3	28.3	28.5	27.5	32.8	38.5	31.2	29.2	26.6	30.32
4	25.0	25.0	25.6	30.7	36.7	38.4	34.0	25.8	30.15
5	25.7	25.4	22.2	23.0	25.7	30.8	28.5	25.7	25.88
6	24.5	23.5	23.7	30.0	35.3	33.6	32.4	28.8	28.98
7	26.7	26.0	27.0	26.5	31.7	34.0	32.0	28.5	29.05
8	27.0	25.8	26.0	32.3	35.5	37.5	33.0	29.8	30.86
9	28.0	27.0	26.6	32.6	36.1	35.5	32.5	29.9	31.02
10	27.7	27.0	25.7	32.4	36.2	37.6	33.5	30.8	31.36
11	24.2	24.0	24.5	29.0	34.0	36.0	33.0	30.3	29.38
12	28.5	27.3	27.0	33.0	34.5	36.3	33.0	29.0	31.08
13	27.9	26.7	26.7	32.8	35.8	36.3	32.3	29.5	31.00
14	27.7	27.0	27.3	32.6	37.0	38.7	33.7	31.0	31.88
15	29.0	27.5	27.0	34.0	36.7	38.7	34.9	31.0	32.35
16	29.6	27.7	28.0	36.0	39.2	37.0	33.9	30.8	32.77
17	30.1	28.9	28.5	34.7	37.0	34.7	32.0	30.7	32.07
18	29.7	29.5	29.9	33.0	37.4	24.7	24.9	25.0	29.26
19	24.9	24.8	25.0	29.9	34.5	36.3	29.8	27.8	29.13
20	26.4	26.3	26.0	31.0	30.3	30.5	29.7	24.7	28.11
21	24.7	24.2	24.6	29.0	31.6	29.9	28.2	27.1	27.41
22	26.9	26.4	26.5	30.0	33.9	28.8	28.9	27.0	28.55
23	26.8	26.1	26.0	30.5	34.0	34.4	30.0	27.0	29.35
24	26.3	25.8	26.0	31.9	34.9	35.5	32.5	29.0	30.24
25	28.2	27.8	27.5	31.7	34.1	35.6	27.4	26.5	29.85
26	25.7	25.5	25.5	30.5	32.3	34.5	32.0	29.3	29.41
27	28.3	25.0	25.5	31.3	32.5	34.0	31.5	29.0	29.64
28	27.5	27.0	26.7	31.2	35.0	35.0	32.1	30.0	30.56
29	28.1	25.9	25.6	32.5	35.5	34.0	30.4	24.5	29.56
30	24.0	24.0	24.0	27.3	31.1	33.5	28.5	26.7	27.39
31	26.6	25.9	24.3	29.4	32.4	33.5	30.0	28.0	28.76
เฉลี่ย	27.21	26.38	26.19	31.31	34.65	34.69	31.43	28.42	30.03

อุณหภูมิสูงสุด : 39.5 องศาเซลเซียส เมื่อวันที่ 1 พฤษภาคม 2013

อุณหภูมิต่ำสุด : 22.2 องศาเซลเซียส เมื่อวันที่ 5 พฤษภาคม 2013

หมายเหตุ : '-' คือ ไม่มีข้อมูลหรือไม่ได้ตรวจวัด;

อุณหภูมิ

ตั้มแห้ง เดือน : มิถุนายน ปี : 2013 หน่วย: องศาเซลเซียส

วันที่	เวลาตรวจวัด								เฉลี่ย
	0100	0400	0700	1000	1300	1600	1900	2200	
1	26.5	25.4	25.5	30.7	34.0	31.5	30.7	28.3	29.08
2	27.0	26.0	25.9	31.5	34.6	32.0	28.3	26.6	28.99
3	26.0	25.3	25.5	31.5	34.6	33.1	27.9	26.5	28.80
4	25.4	25.2	25.5	30.5	34.0	32.0	30.5	27.0	28.76
5	25.5	24.5	25.0	27.7	31.5	30.5	27.6	26.0	27.29
6	24.6	24.3	24.2	27.0	31.5	32.1	29.0	27.1	27.48
7	26.2	26.0	25.7	31.0	34.0	30.5	30.0	28.3	28.96
8	26.3	25.0	25.0	30.0	34.5	35.0	31.8	28.5	29.51
9	27.9	26.7	26.1	32.0	33.1	36.0	32.8	29.7	30.54
10	28.5	26.1	26.5	30.0	34.5	35.0	32.3	29.3	30.27
11	28.3	26.8	26.5	29.0	33.0	30.1	28.9	26.0	28.57
12	25.3	25.0	25.2	27.7	30.9	31.0	29.4	28.1	27.82
13	27.2	26.5	26.0	29.0	32.8	34.2	31.3	27.5	29.31
14	26.3	26.0	26.0	30.7	31.1	33.7	31.7	29.2	29.34
15	27.2	26.3	26.1	31.7	34.4	36.0	32.6	29.4	30.46
16	27.0	26.0	25.5	31.6	34.7	35.3	27.3	27.0	29.30
17	26.3	26.0	25.9	30.5	33.7	35.4	32.3	29.7	29.97
18	28.0	27.1	26.4	31.5	31.8	34.1	30.7	29.0	29.82
19	27.5	26.7	27.0	29.5	31.5	34.5	29.8	26.2	29.09
20	25.5	25.5	25.4	28.6	30.5	28.9	27.3	26.6	27.29
21	26.4	26.2	26.3	29.5	33.0	34.5	31.6	27.0	29.31
22	26.9	25.1	25.1	27.9	30.4	30.3	28.9	27.4	27.75
23	25.9	25.7	26.0	27.9	28.2	29.5	28.3	26.8	27.29
24	25.9	25.4	25.3	28.2	30.4	30.2	29.0	27.6	27.75
25	26.7	25.6	25.5	29.0	30.5	31.0	29.8	28.0	28.26
26	25.7	25.0	25.0	27.0	28.4	29.0	28.7	27.2	27.00
27	26.2	25.7	25.5	29.3	33.0	31.8	31.0	27.5	28.75
28	25.8	25.0	25.1	30.4	33.4	31.7	29.0	27.4	28.48
29	26.6	25.9	25.6	31.4	34.5	35.2	31.6	29.2	30.00
30	26.6	25.4	25.6	31.6	33.0	30.5	30.9	28.5	29.01
เฉลี่ย	26.51	25.71	25.66	29.80	32.52	32.49	30.03	27.75	28.81

อุณหภูมิสูงสุด : 36.0 องศาเซลเซียส เมื่อวันที่ 9 มิถุนายน 2013

อุณหภูมิต่ำสุด : 24.2 องศาเซลเซียส เมื่อวันที่ 6 มิถุนายน 2013

หมายเหตุ : '-' คือไม่มีข้อมูลหรือไม่ได้ตรวจวัด;

อุณหภูมิ

ตั้มแห้ง เดือน : กรกฎาคม ปี : 2013 หน่วย: องศาเซลเซียส

วันที่	เวลาตรวจวัด								เฉลี่ย
	0100	0400	0700	1000	1300	1600	1900	2200	
1	26.5	25.8	25.5	32.3	34.7	35.0	32.5	29.0	30.16
2	27.7	26.3	25.9	30.3	34.1	35.4	31.8	29.4	30.11
3	28.7	27.5	26.9	32.2	34.7	34.9	31.8	29.8	30.81
4	28.5	26.7	26.0	30.0	33.7	33.3	26.0	25.2	28.67
5	25.3	25.0	25.1	30.2	33.3	29.1	27.7	26.6	27.79
6	26.0	25.3	25.2	30.7	34.0	32.5	30.0	27.2	28.86
7	25.8	23.8	24.2	29.0	31.2	32.0	30.0	27.0	27.88
8	26.4	25.5	26.2	29.4	32.9	31.0	28.0	24.6	28.00
9	24.9	24.8	25.0	28.4	31.0	29.8	26.4	25.1	26.93
10	24.2	23.7	24.7	27.3	29.0	27.0	27.0	26.0	26.11
11	25.7	25.0	24.5	30.5	31.6	31.7	29.6	26.6	28.15
12	24.6	24.4	24.2	28.4	30.7	31.1	29.1	27.0	27.44
13	26.1	25.4	25.0	31.5	33.3	33.0	31.0	28.3	29.20
14	27.3	26.5	25.8	30.8	32.4	31.3	29.6	27.4	28.89
15	26.6	26.4	25.7	29.5	31.0	30.5	29.5	27.0	28.27
16	25.8	25.2	25.0	29.0	31.5	30.5	29.0	28.0	28.00
17	25.3	24.5	24.4	28.0	31.7	30.0	28.7	27.4	27.50
18	25.6	25.0	24.8	30.0	33.0	33.5	31.0	28.5	28.93
19	27.8	27.0	25.7	30.5	33.0	31.7	29.3	28.0	29.13
20	27.3	26.0	24.5	28.0	30.6	32.0	29.4	27.4	28.15
21	26.5	26.3	25.9	29.4	32.2	30.6	29.5	27.7	28.51
22	27.0	26.2	25.6	28.4	32.4	31.0	29.4	28.0	28.50
23	27.4	25.4	25.1	27.6	29.6	31.0	29.5	27.6	27.90
24	24.5	24.1	24.5	26.4	28.5	28.8	27.8	24.0	26.08
25	24.0	24.4	24.0	27.0	29.7	30.6	28.3	26.7	26.84
26	26.0	25.5	25.5	29.7	31.4	31.4	29.6	28.1	28.40
27	27.3	26.3	25.2	28.1	29.1	30.0	28.1	25.1	27.40
28	24.6	24.8	24.8	26.0	26.0	26.0	24.3	24.3	25.10
29	24.3	24.3	23.7	25.0	27.0	28.5	26.0	25.0	25.48
30	24.5	24.5	25.0	27.3	28.5	29.3	26.0	25.0	26.26
31	24.6	24.6	24.1	28.5	30.9	26.9	28.4	26.8	26.85
เฉลี่ย	26.03	25.36	25.09	29.01	31.38	30.95	28.85	26.90	27.94

อุณหภูมิสูงสุด : 35.4 องศาเซลเซียส เมื่อวันที่ 2 กรกฎาคม 2013

อุณหภูมิต่ำสุด : 23.7 องศาเซลเซียส เมื่อวันที่ 10 กรกฎาคม 2013

หมายเหตุ : '-' คือ ไม่มีข้อมูลหรือไม่ได้ตรวจวัด;

อุณหภูมิ

ตั้มแห้ง เดือน : สิงหาคม ปี : 2013 หน่วย: องศาเซลเซียส

วันที่	เวลาตรวจวัด								เฉลี่ย
	0100	0400	0700	1000	1300	1600	1900	2200	
1	24.6	24.4	24.6	27.8	31.4	31.3	28.2	25.9	27.27
2	24.7	24.2	24.5	28.0	32.0	30.0	29.0	27.1	27.44
3	26.5	25.1	24.7	27.7	31.0	29.5	28.7	25.5	27.34
4	24.7	24.5	24.6	27.4	30.5	27.5	26.6	25.4	26.40
5	25.0	25.0	24.5	29.9	32.7	34.1	30.6	27.6	28.68
6	25.9	25.0	24.7	31.4	33.3	35.3	31.2	28.7	29.44
7	27.7	27.0	25.4	24.0	27.3	29.5	28.4	26.8	27.01
8	25.0	24.6	24.5	27.5	28.5	28.0	26.0	24.0	26.01
9	23.5	24.5	24.0	27.8	30.8	33.0	27.0	25.0	26.95
10	25.0	25.0	25.6	29.1	33.0	28.6	27.3	26.4	27.50
11	24.0	23.6	23.7	26.1	29.9	29.2	28.0	26.7	26.40
12	25.1	24.8	25.0	29.2	32.9	27.6	26.8	26.0	27.18
13	25.2	25.0	25.0	29.7	33.0	30.9	28.4	27.0	28.03
14	25.4	25.1	24.8	28.9	32.0	32.1	29.7	27.0	28.12
15	27.0	25.3	25.0	29.5	32.0	32.0	27.0	26.0	27.98
16	25.7	25.0	25.3	30.0	32.4	29.6	28.2	26.3	27.81
17	25.7	25.3	25.0	27.7	31.0	30.5	29.0	27.8	27.75
18	27.0	25.9	25.8	30.2	32.7	31.8	29.8	28.4	28.95
19	27.0	26.0	25.6	30.4	33.6	31.4	29.6	26.7	28.79
20	26.1	25.5	25.0	29.6	30.5	30.7	29.2	27.8	28.05
21	27.0	25.5	25.0	27.5	29.7	29.5	25.0	25.0	26.77
22	24.5	24.5	24.3	24.7	26.0	26.0	25.6	24.5	25.01
23	24.3	24.0	23.7	26.1	26.1	27.5	26.3	25.2	25.40
24	24.0	23.7	23.7	27.0	28.5	29.5	27.5	25.3	26.15
25	25.0	25.0	24.7	27.5	31.0	30.4	28.5	27.2	27.41
26	25.0	24.5	24.0	28.0	31.2	28.9	26.5	26.0	26.76
27	25.7	25.1	25.0	28.0	31.7	33.0	29.0	27.0	28.06
28	26.2	25.0	25.0	30.9	33.7	32.1	25.8	25.4	28.01
29	24.8	25.0	25.0	29.6	32.9	32.6	30.0	27.5	28.43
30	26.0	25.3	25.0	29.5	33.2	28.8	28.0	27.0	27.85
31	25.0	24.3	24.4	27.0	30.2	30.9	28.6	27.2	27.20
เฉลี่ย	25.43	24.93	24.75	28.31	31.12	30.38	28.05	26.43	27.42

อุณหภูมิสูงสุด : 35.3 องศาเซลเซียส เมื่อวันที่ 6 สิงหาคม 2013

อุณหภูมิต่ำสุด : 23.5 องศาเซลเซียส เมื่อวันที่ 9 สิงหาคม 2013

หมายเหตุ : '-' คือ ไม่มีข้อมูลหรือไม่ได้ตรวจวัด;

ความชื้นสัมพัทธ์

เดือน : มกราคม

ปี : 2013

หน่วย: เปอร์เซนต์

วันที่	เวลาตรวจวัด								เฉลี่ย
	0100	0400	0700	1000	1300	1600	1900	2200	
1	74	79	85	68	44	47	61	78	67.00
2	81	85	88	59	45	42	56	75	66.38
3	85	88	90	65	41	40	56	65	66.25
4	77	82	80	57	45	41	54	70	63.25
5	82	86	90	61	41	39	61	67	65.88
6	79	82	87	52	42	39	55	74	63.75
7	79	85	85	56	39	39	51	70	63.00
8	77	88	87	59	43	43	54	74	65.63
9	83	88	92	63	44	36	54	72	66.50
10	81	86	88	64	48	46	59	74	68.25
11	80	81	81	53	52	46	59	75	65.88
12	82	88	82	62	50	47	61	68	67.50
13	60	64	80	52	44	35	52	72	57.38
14	77	84	89	59	44	41	64	75	66.63
15	80	81	81	70	39	38	57	70	64.50
16	78	83	87	64	45	32	57	65	63.88
17	73	77	85	59	37	32	49	61	59.13
18	58	67	68	46	39	33	46	62	52.38
19	68	80	85	50	41	35	57	67	60.38
20	76	82	86	58	34	33	53	68	61.25
21	75	79	84	58	37	35	51	67	60.75
22	77	81	80	55	35	34	55	68	60.63
23	75	82	85	61	40	40	54	58	61.88
24	81	83	83	44	41	41	57	69	62.38
25	79	83	86	90	82	64	75	87	80.75
26	90	91	92	83	59	56	68	81	77.50
27	88	92	91	84	68	57	68	76	78.00
28	87	83	91	80	68	66	80	84	79.88
29	86	91	90	86	67	57	70	85	79.00
30	91	92	91	76	51	56	61	74	74.00
31	82	87	91	90	68	64	80	91	81.63
เฉลี่ย	78.74	83.23	85.81	64.00	47.52	43.68	59.19	72.32	66.81

ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด : 92 เปอร์เซนต์ เมื่อวันที่ 9 มกราคม 2013

ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุด : 32 เปอร์เซนต์ เมื่อวันที่ 16 มกราคม 2013

หมายเหตุ : '-' คือ ไม่มีข้อมูลหรือไม่ได้ตรวจวัด;

ความชื้นสัมพัทธ์

เดือน : กุมภาพันธ์

ปี : 2013

หน่วย: เปอร์เซ็นต์

วันที่	เวลาตรวจวัด								เฉลี่ย
	0100	0400	0700	1000	1300	1600	1900	2200	
1	93	94	96	81	57	51	67	81	77.50
2	86	88	91	79	58	58	66	74	75.00
3	87	86	91	75	53	47	67	73	72.38
4	82	82	95	64	39	37	53	72	65.50
5	82	82	86	62	42	40	59	79	66.50
6	83	87	91	64	45	40	62	74	68.25
7	85	90	91	70	49	40	46	63	66.75
8	85	84	89	56	38	31	54	72	63.63
9	80	83	87	65	48	47	60	67	67.13
10	80	80	79	59	43	42	57	70	63.75
11	77	80	88	61	44	42	56	65	64.13
12	76	83	89	60	44	38	54	61	63.13
13	71	65	70	45	38	31	50	65	54.38
14	74	80	86	56	33	29	46	67	58.88
15	78	77	81	57	33	29	45	60	57.50
16	76	80	83	58	36	38	49	66	60.75
17	76	79	86	58	41	40	51	63	61.75
18	76	83	87	66	49	43	57	72	66.63
19	81	83	87	71	52	55	68	80	72.13
20	82	89	90	63	47	36	51	66	65.50
21	77	83	85	52	40	41	54	50	60.25
22	70	68	71	51	38	37	48	55	54.75
23	64	67	66	46	33	36	42	55	51.13
24	63	66	65	47	39	35	46	65	53.25
25	78	75	79	43	32	32	43	60	55.25
26	72	78	82	55	35	33	45	60	57.50
27	71	79	84	54	38	35	54	61	59.50
28	68	74	81	64	47	42	57	71	63.00
เฉลี่ย	77.61	80.18	84.14	60.07	42.54	39.46	53.82	66.68	63.06

ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด : 96 เปอร์เซ็นต์ เมื่อวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2013

ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุด : 29 เปอร์เซ็นต์ เมื่อวันที่ 14 กุมภาพันธ์ 2013

หมายเหตุ : '-' คือ ไม่มีข้อมูลหรือไม่ได้ตรวจวัด;

ความชื้นสัมพัทธ์

เดือน : มีนาคม

ปี : 2013

หน่วย: เปอร์เซนต์

วันที่	เวลาตรวจวัด								เฉลี่ย
	0100	0400	0700	1000	1300	1600	1900	2200	
1	72	75	81	59	48	41	55	68	62.38
2	75	81	85	56	43	52	58	59	63.63
3	70	83	88	76	60	73	76	74	75.00
4	75	75	94	72	81	76	75	74	77.75
5	74	85	87	64	49	47	58	62	65.75
6	75	79	84	50	39	37	51	65	60.00
7	78	83	86	59	35	33	42	57	59.13
8	70	73	84	55	36	32	50	62	57.75
9	76	83	85	64	44	44	56	68	65.00
10	73	83	73	65	41	43	51	71	62.50
11	77	80	83	63	45	46	58	71	65.38
12	82	84	88	63	41	36	48	63	63.13
13	78	79	83	58	31	28	41	58	57.00
14	69	78	83	49	30	32	46	59	55.75
15	74	78	84	58	43	47	91	95	71.25
16	95	96	96	73	51	48	50	67	72.00
17	80	87	91	70	52	44	60	73	69.63
18	77	80	85	61	46	36	49	68	62.75
19	72	81	86	59	45	31	35	64	59.13
20	75	69	82	66	38	32	42	61	58.13
21	68	72	83	51	35	40	47	68	58.00
22	76	82	87	62	41	42	49	59	62.25
23	68	70	78	51	40	36	46	67	57.00
24	77	76	82	58	40	30	35	59	57.13
25	66	73	69	53	49	28	32	49	52.38
26	60	67	70	51	36	32	32	44	49.00
27	64	75	81	45	35	36	43	57	54.50
28	73	78	81	55	45	38	51	67	61.00
29	70	80	87	61	52	46	54	66	64.50
30	66	72	83	57	47	45	49	59	59.75
31	64	71	78	57	48	43	52	58	58.88
เฉลี่ย	73.19	78.32	83.45	59.39	44.06	41.10	51.03	64.26	61.85

ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด : 96 เปอร์เซนต์ เมื่อวันที่ 16 มีนาคม 2013

ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุด : 28 เปอร์เซนต์ เมื่อวันที่ 13 มีนาคม 2013

หมายเหตุ : '-' คือ ไม่มีข้อมูลหรือไม่ได้ตรวจวัด;

ความชื้นสัมพัทธ์

เดือน : เมษายน

ปี : 2013

หน่วย: เปอร์เซ็นต์

วันที่	เวลาตรวจวัด								เฉลี่ย
	0100	0400	0700	1000	1300	1600	1900	2200	
1	63	67	81	46	43	42	50	63	56.88
2	73	70	80	51	46	43	48	62	59.13
3	73	71	76	52	43	38	52	58	57.88
4	65	74	78	58	39	29	44	49	54.50
5	58	66	76	57	33	22	40	53	50.63
6	60	61	82	52	37	32	38	50	51.50
7	58	72	71	48	35	39	48	56	53.38
8	66	79	82	53	39	27	36	51	54.13
9	73	71	79	45	28	29	53	48	53.25
10	64	75	76	35	27	21	29	43	46.25
11	54	62	64	49	49	45	58	68	56.13
12	75	77	79	54	42	39	46	57	58.63
13	59	65	69	49	41	35	46	58	52.75
14	70	78	83	52	42	44	50	52	58.88
15	65	74	73	57	47	53	56	62	60.88
16	68	74	80	70	66	69	66	68	70.13
17	80	84	90	63	46	45	59	71	67.25
18	74	78	83	60	47	47	50	69	63.50
19	80	86	87	55	38	35	48	58	60.88
20	64	68	74	50	35	34	57	86	58.50
21	89	91	92	63	48	42	54	88	70.88
22	97	97	96	74	58	50	68	78	77.25
23	84	88	86	77	65	58	64	77	74.88
24	91	89	89	56	45	41	65	71	68.38
25	80	86	88	62	51	57	64	75	70.38
26	79	81	87	64	48	57	76	84	72.00
27	89	89	90	65	48	49	63	77	71.25
28	70	84	92	62	47	45	70	83	69.13
29	75	82	86	58	48	40	54	62	63.13
30	65	77	82	58	46	33	59	70	61.25
เฉลี่ย	72.03	77.20	81.70	56.50	44.23	41.33	53.70	64.90	61.45

ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด : 97 เปอร์เซ็นต์ เมื่อวันที่ 22 เมษายน 2013

ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุด : 21 เปอร์เซ็นต์ เมื่อวันที่ 10 เมษายน 2013

หมายเหตุ : '-' คือไม่มีข้อมูลหรือไม่ได้ตรวจวัด;

ความชื้นสัมพัทธ์

เดือน : พฤษภาคม

ปี : 2013

หน่วย: เปอร์เซนต์

วันที่	เวลาตรวจวัด								เฉลี่ย
	0100	0400	0700	1000	1300	1600	1900	2200	
1	70	70	75	57	50	37	47	62	58.50
2	63	73	77	55	43	40	48	56	56.88
3	73	67	70	54	45	57	61	74	62.63
4	80	83	84	60	43	45	51	89	66.88
5	90	90	95	94	82	59	81	86	84.63
6	91	96	95	63	46	54	63	79	73.38
7	90	90	88	86	60	56	69	81	77.50
8	92	89	88	68	57	44	61	71	71.25
9	81	88	91	66	56	55	64	80	72.63
10	90	90	91	62	54	53	59	72	71.38
11	91	97	96	71	59	52	64	70	75.00
12	78	82	88	67	60	58	70	72	71.88
13	78	83	86	68	56	52	67	79	71.13
14	87	87	86	64	48	42	60	68	67.75
15	71	77	83	55	48	42	53	65	61.75
16	70	84	80	57	47	46	67	79	66.25
17	73	76	83	61	50	51	68	71	66.63
18	70	75	77	63	52	97	97	97	78.50
19	97	97	97	77	62	54	69	82	79.38
20	94	94	96	72	80	75	84	94	86.13
21	92	97	97	79	73	75	79	89	85.13
22	92	94	93	81	63	69	83	90	83.13
23	92	92	96	73	62	59	71	92	79.63
24	93	93	94	65	56	57	63	71	74.00
25	79	84	85	67	61	52	87	91	75.75
26	89	89	92	70	65	59	63	72	74.88
27	77	96	96	73	61	55	66	79	75.38
28	84	88	90	73	52	61	71	78	74.63
29	88	94	95	70	55	56	69	96	77.88
30	96	96	97	83	69	67	75	83	83.25
31	84	89	96	72	67	60	75	88	78.88
เฉลี่ย	83.71	87.10	88.94	68.58	57.48	56.10	67.90	79.23	73.63

ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด : 97 เปอร์เซนต์ เมื่อวันที่ 11 พฤษภาคม 2013

ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุด : 37 เปอร์เซนต์ เมื่อวันที่ 1 พฤษภาคม 2013

หมายเหตุ : '-' คือ ไม่มีข้อมูลหรือไม่ได้ตรวจวัด;

ความชื้นสัมพัทธ์

เดือน : มิถุนายน

ปี : 2013

หน่วย: เปอร์เซ็นต์

วันที่	เวลาตรวจวัด								เฉลี่ย
	0100	0400	0700	1000	1300	1600	1900	2200	
1	88	92	93	69	59	66	81	81	78.63
2	88	92	90	68	59	69	75	86	78.38
3	91	95	94	69	54	61	77	92	79.13
4	91	96	96	75	56	66	75	84	79.88
5	96	96	96	86	73	74	84	91	87.00
6	95	97	98	85	69	68	83	92	85.88
7	94	96	94	70	62	75	78	86	81.88
8	89	88	92	74	57	56	65	80	75.13
9	82	90	92	70	71	50	59	73	73.38
10	80	93	88	75	60	57	68	76	74.63
11	77	88	88	78	65	69	72	87	78.00
12	92	94	95	78	64	62	72	80	79.63
13	85	83	89	73	58	53	67	84	74.00
14	88	90	92	72	74	62	68	79	78.13
15	90	93	87	69	52	44	60	70	70.63
16	87	88	88	69	55	53	78	84	75.25
17	89	92	94	74	60	55	62	77	75.38
18	85	87	93	69	64	60	69	78	75.63
19	84	89	92	80	69	59	78	92	80.38
20	96	96	97	85	74	78	90	92	88.50
21	96	95	97	78	62	57	69	90	80.50
22	94	96	92	85	72	72	78	87	84.50
23	87	94	93	85	87	84	84	94	88.50
24	93	92	93	82	75	72	78	85	83.75
25	87	93	96	83	78	74	82	88	85.13
26	94	94	94	94	89	85	86	90	90.75
27	91	90	92	79	57	64	63	79	76.88
28	88	93	96	73	63	64	75	85	79.63
29	89	87	88	66	54	49	62	76	71.38
30	92	94	97	67	61	70	74	83	79.75
เฉลี่ย	89.27	92.10	92.87	76.00	65.10	64.27	73.73	84.03	79.67

ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด : 98 เปอร์เซ็นต์ เมื่อวันที่ 6 มิถุนายน 2013

ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุด : 44 เปอร์เซ็นต์ เมื่อวันที่ 15 มิถุนายน 2013

หมายเหตุ : '-' คือไม่มีข้อมูลหรือไม่ได้ตรวจวัด;

ความชื้นสัมพัทธ์

เดือน : กรกฎาคม

ปี : 2013

หน่วย: เปอร์เซนต์

วันที่	เวลาตรวจวัด								เฉลี่ย
	0100	0400	0700	1000	1300	1600	1900	2200	
1	90	90	92	62	55	53	61	71	71.75
2	79	86	89	72	57	51	64	72	71.25
3	78	84	86	66	55	55	67	74	70.63
4	78	92	92	75	58	62	94	95	80.75
5	96	96	96	76	63	74	87	91	84.88
6	93	96	96	71	59	68	78	86	80.88
7	93	94	94	76	68	69	75	84	81.63
8	89	94	95	78	64	71	81	95	83.38
9	97	97	97	82	72	75	89	92	87.63
10	98	98	90	82	76	84	84	94	88.25
11	96	96	96	72	66	68	77	84	81.88
12	95	96	96	77	69	71	76	89	83.63
13	92	92	96	63	62	63	69	80	77.13
14	86	88	89	71	65	68	75	87	78.63
15	92	92	89	72	69	71	72	88	80.63
16	93	92	96	78	69	72	78	85	82.88
17	92	94	97	79	67	75	78	78	82.50
18	88	95	95	77	63	59	69	78	78.00
19	82	87	90	72	64	66	74	79	76.75
20	78	88	96	81	69	62	70	83	78.38
21	89	91	92	73	64	74	85	85	81.63
22	80	85	91	78	65	69	78	88	79.25
23	89	94	97	86	78	71	81	91	85.88
24	97	98	97	93	81	82	86	96	91.25
25	97	98	96	86	69	70	75	86	84.63
26	92	92	93	75	71	69	78	85	81.88
27	87	93	97	83	84	77	81	97	87.38
28	96	97	97	95	96	96	96	97	96.25
29	97	97	96	96	87	85	90	96	93.00
30	96	96	96	86	81	79	92	96	90.25
31	97	97	98	79	71	85	80	90	87.13
เฉลี่ย	90.39	93.06	94.10	77.81	68.94	70.77	78.71	86.84	82.58

ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด : 98 เปอร์เซนต์ เมื่อวันที่ 10 กรกฎาคม 2013

ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุด : 51 เปอร์เซนต์ เมื่อวันที่ 2 กรกฎาคม 2013

หมายเหตุ : '-' คือ ไม่มีข้อมูลหรือไม่ได้ตรวจวัด;

ความชื้นสัมพัทธ์

เดือน : สิงหาคม

ปี : 2013

หน่วย: เปอร์เซ็นต์

วันที่	เวลาตรวจวัด								เฉลี่ย
	0100	0400	0700	1000	1300	1600	1900	2200	
1	95	97	97	86	73	76	79	89	86.50
2	94	97	97	81	66	78	81	90	85.50
3	89	92	94	83	72	78	81	92	85.13
4	94	96	95	85	72	81	92	95	88.75
5	96	97	97	75	67	58	67	84	80.13
6	93	96	94	70	62	57	73	80	78.13
7	89	90	93	94	79	77	82	90	86.75
8	94	95	96	83	85	88	92	96	91.13
9	97	96	96	86	70	63	83	96	85.88
10	96	96	97	79	66	85	90	93	87.75
11	94	97	97	87	73	81	86	94	88.63
12	94	94	97	80	66	89	94	97	88.88
13	97	97	97	77	69	69	82	92	85.00
14	92	95	97	76	69	65	77	90	82.63
15	90	92	92	72	68	62	92	96	83.00
16	96	96	94	75	64	71	72	87	81.88
17	92	95	94	83	69	72	76	83	83.00
18	85	89	85	70	58	62	71	75	74.38
19	80	88	90	67	56	68	71	91	76.38
20	94	91	92	74	71	71	77	80	81.25
21	80	88	89	84	73				82.80
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
เฉลี่ย	91.95	94.00	94.29	79.38	68.95	72.55	80.90	89.50	83.99

ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด : 97 เปอร์เซ็นต์ เมื่อวันที่ 1 สิงหาคม 2013

ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุด : 56 เปอร์เซ็นต์ เมื่อวันที่ 19 สิงหาคม 2013

หมายเหตุ : '-' คือไม่มีข้อมูลหรือไม่ได้ตรวจวัด;

ปริมาณฝน

ปี : 2013

หน่วย: มิลลิเมตร

วันที่	เดือนธันวาคม											
	มค	กพ	มีค	เมย	พค	มิย	กค	สค	กย	ตค	พย	ธค
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0			
2	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	10.5	1.9	0.9	0.0			
4	0.0	0.0	1.1	0.0	35.9	15.1	8.6	5.8	0.0			
5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.4	0.2	0.0	-			
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.3	2.7				
7	0.0	0.0	0.0	0.0	8.6	0.0	0.0	3.5				
8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.5	31.5				
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	T	28.9	5.1				
10	0.0	0.0	0.0	0.0	22.6	0.0	1.8	32.0				
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.2	1.5	0.0				
12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	T	13.0				
13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0				
15	0.0	0.0	66.3	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2				
16	0.0	0.0	0.0	0.1	T	1.8	3.9	0.0				
17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	T				
18	0.0	0.0	0.0	1.1	65.4	0.0	0.0	0.0				
19	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	3.1	1.6	1.9				
20	0.0	0.0	0.0	1.7	27.6	3.2	0.0	T				
21	0.0	0.0	0.0	32.2	0.0	7.1	0.0	15.6				
22	0.0	0.0	0.0	T	0.2	0.0	0.7	25.6				
23	0.0	0.0	0.0	0.0	4.5	3.1	89.9	0.0				
24	T	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	7.1	0.3				
25	11.4	0.0	0.0	1.5	15.6	0.6	0.6	13.7				
26	4.9	0.0	0.0	T	10.3	2.5	0.8	4.6				
27	12.8	0.0	0.0	T	0.3	0.0	8.0	0.0				
28	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	0.0	33.5	T				
29	0.0		0.0	0.0	24.4	7.0	3.6	0.0				
30	0.0		0.0	0.0	12.0	0.3	1.6	3.9				
31	2.4		0.0		0.3		25.9	0.0				
รวม	31.5	0.0	67.7	36.6	235.3	67.2	241.0	164.0	0.0			
จำนวนวัน	4	0	3	5	19	14	21	17	0			
สูงสุด	12.8	0.0	66.3	32.2	65.4	15.1	89.9	32.0	0.0			

ปริมาณฝนตลอดปี : 843.3 มิลลิเมตร

จำนวนวันที่ฝนตกตลอดปี : 83 วัน

ปริมาณฝนสูงสุด : 89.9 มิลลิเมตร เมื่อวันที่ 23 กรกฎาคม 2013

หมายเหตุ : ค่าฝนรายวันเป็นค่ารวมที่ตรวจวัดตั้งแต่ระหว่างเวลา 07.00 - 07.00 น.; วันที่ฝนตกคือวันที่ฝนตกรวมมากกว่าหรือเท่ากับ 0.1 มม.; 'T' คือวันที่ฝนตกน้อยกว่า 0.1 มม.; '-' คือไม่มีข้อมูลหรือไม่ได้ตรวจวัด;

ลมสูงสุด																											
ปี :		2013		หน่วย: นอต, องศา																							
วันที่	เดือนธันวาคม																										
	มค		กพ		มีค		เมย		พค		มิย		กค		สค		กย		ตค		พย		ธค				
	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	dir	sp	
1	10	5	70	6	160	7	210	7	210	8	110	6	210	6	200	9	240	6									
2	150	4	100	5	90	7	200	5	190	6	210	6	200	7	100	8	250	6									
3	110	5	70	5	10	6	200	7	260	6	90	12	210	7	200	6	120	7									
4	60	5	180	6	350	9	180	7	350	8	210	7	210	8	200	7	120	8									
5	100	5	140	6	20	6	210	6	280	7	210	8	130	7	150	6	-	-									
6	340	6	200	5	20	8	190	6	120	6	190	6	170	6	200	6											
7	30	5	90	6	70	6	270	5	340	9	190	6	240	8	40	6											
8	270	6	120	5	140	6	200	6	200	7	210	7	210	7	260	7											
9	80	5	70	5	180	5	200	5	210	10	210	6	120	6	210	6											
10	90	6	20	6	160	5	210	7	170	6	230	7	200	7	210	7											
11	150	6	140	5	160	7	240	6	290	9	310	8	190	8	190	6											
12	110	6	40	5	170	6	200	6	270	8	10	8	240	6	60	8											
13	350	6	360	5	170	5	360	7	100	6	290	7	240	6	220	7											
14	170	5	160	5	240	7	170	5	160	8	220	6	130	7	150	8											
15	140	5	160	5	270	14	60	6	30	6	240	6	190	6	260	8											
16	90	5	360	6	240	6	200	8	190	8	240	9	200	6	220	7											
17	70	6	340	5	200	6	340	6	190	8	120	7	100	6	170	8											

หมายเหตุ : '-' คือไม่มีข้อมูลหรือไม่ได้ตรวจวัด

ภาคผนวก ค

ประมวลรายวิชาสรีรวิทยาทั่วไป

ประมวลการสอนรายวิชา (Course Syllabus)

1. ชื่อรายวิชา สรีรวิทยาทั่วไป (General Physiology) รหัสวิชา BIOL105 จำนวนหน่วยกิต 3(2-3-6)

2. ชื่อผู้สอน อาจารย์ กาญจน์ คุ้มทรัพย์ คณะ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3. คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาความรู้พื้นฐานทางสรีรวิทยาของสิ่งมีชีวิต กระบวนการต่าง ๆ ที่สำคัญ เช่น การหายใจ การสังเคราะห์แสง การขนส่ง และการลำเลียง ความสมดุลของน้ำและเกลือแร่ กลไกการประสานงานและควบคุมการทำงานของระบบต่าง ๆ

4. หัวข้อวิชา (สาระการเรียนรู้) วิธีสอน (กิจกรรม) และวิธีการวัดผล

ลำดับ ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง	กิจกรรมการเรียนรู้ การสอน สื่อที่ใช้	ผู้สอน
1	ปฐมนิเทศการเรียนรู้ (Pre-school) - แนะนำการเรียนและการประเมินผล - แนะนำแหล่งเรียนรู้และเอกสารการค้นคว้า - วิเคราะห์ความรู้พื้นฐานผู้เรียน - วิเคราะห์รูปแบบการเรียนรู้ผู้เรียน - สืบค้นงานวิจัย จัดทำรายงานสรีรวิทยา	5	- อธิบายประมวลการสอนรายวิชา - อธิบายแผนการเรียนรู้ วิธีการเรียน การให้คะแนน - กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ - Power Point	อ.กาญจน์
2	บทที่ 1 บทนำ - ประวัติและที่มาของการศึกษาสรีรวิทยา - ความหมายของสรีรวิทยา - ขอบข่ายของการศึกษาสรีรวิทยา - สรีรวิทยากับศาสตร์อื่น - ความสำคัญของการศึกษาสรีรวิทยา	5	- บรรยายโดยใช้ Power point ประกอบการซักถาม - ศึกษาเอกสารประกอบการสอน - ทำแบบฝึกหัด	อ.กาญจน์
3	บทที่ 2 สรีรวิทยาของเซลล์ - สรีรวิทยาพื้นฐานของเซลล์ - หน้าที่ทั่วไปของเซลล์ - การขนส่งสารผ่านเข้าออกจากเซลล์ - ความต่างศักย์ที่เยื่อเซลล์ ปฏิบัติการที่ 1	5	- บรรยายโดยใช้ Power point ประกอบการซักถาม - ศึกษาเอกสารประกอบการสอน - แบ่งกลุ่มอภิปราย - ทำแบบฝึกหัด - บทปฏิบัติการ	อ. กาญจน์
4	บทที่ 3 ระบบกล้ามเนื้อ - กล้ามเนื้อลาย - กล้ามเนื้อเรียบ - กล้ามเนื้อหัวใจ ปฏิบัติการที่ 2 สอบย่อย ครั้งที่ 1	5	- บรรยายโดยใช้ Power point ประกอบการซักถาม - ศึกษาเอกสารประกอบการสอน - แบ่งกลุ่มอภิปราย - บทปฏิบัติการ	อ.กาญจน์

สัปดาห์ ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง	กิจกรรมการเรียนรู้ การสอน สื่อที่ใช้	ผู้สอน
5	บทที่ 4 ระบบต่อมไร้ท่อ (1) - คำจำกัดความของฮอร์โมน - คุณสมบัติ หน้าที่ ประเภทของฮอร์โมน - การสังเคราะห์และการหลั่งฮอร์โมน - การควบคุมและการขนส่งฮอร์โมน - กลไกการออกฤทธิ์ของฮอร์โมน	5	- บรรยายโดยใช้ Power point ประกอบการซักถาม - ศึกษาเอกสารประกอบการสอน - แบ่งกลุ่มอภิปราย - ทำแบบฝึกหัด	อ.กาญจน์
6	บทที่ 4 ระบบต่อมไร้ท่อ (2) - ต่อมไร้ท่อและฮอร์โมนของร่างกาย - ไฮโปทาลามัส - ต่อมใต้สมอง - ต่อมใต้สมองส่วนหน้าและฮอร์โมน - ต่อมใต้สมองส่วนหลังและฮอร์โมน - ฮอร์โมนที่ควบคุมระบบต่างๆ ในร่างกาย ปฏิบัติการที่ 3	5	- บรรยายโดยใช้ Power point ประกอบการซักถาม - ศึกษาเอกสารประกอบการสอน - แบ่งกลุ่มอภิปราย - ทำแบบฝึกหัด - บทปฏิบัติการ	อ.กาญจน์
7	บทที่ 5 ระบบประสาท (1) - การจำแนกระบบประสาท เซลล์ประสาท - กลไกการทำงานของเซลล์ประสาท - สมอง และระบบประสาทขั้นสูง	5	- บรรยายโดยใช้ Power point ประกอบการซักถาม - ศึกษาเอกสารประกอบการสอน - แบ่งกลุ่มอภิปราย - ทำแบบฝึกหัด	อ.กาญจน์
8	บทที่ 5 ระบบประสาท (2) - สมอง และระบบประสาทขั้นสูง ปฏิบัติการที่ 4 สอบย่อย ครั้งที่ 2	5	- บรรยายโดยใช้ Power point ประกอบการซักถาม - ศึกษาเอกสารประกอบการสอน - แบ่งกลุ่มอภิปราย - ทำแบบฝึกหัด - บทปฏิบัติการ	อ.กาญจน์
9	บทที่ 6 ระบบหมุนเวียนโลหิต - ระบบเลือด - หัวใจ - หลอดเลือด ปฏิบัติการที่ 5	5	- บรรยายโดยใช้ Power point ประกอบการซักถาม - ศึกษาเอกสารประกอบการสอน - แบ่งกลุ่มอภิปราย - ทำแบบฝึกหัด - บทปฏิบัติการ	อ.กาญจน์
10	บทที่ 7 ระบบทางเดินอาหาร - การเคลื่อนไหวของระบบทางเดินอาหาร - สารคัดหลั่งในระบบทางเดินอาหาร - การย่อยและการดูดซึมสารอาหาร	5	- บรรยายโดยใช้ Power point ประกอบการซักถาม - ศึกษาเอกสารประกอบการสอน - แบ่งกลุ่มอภิปราย	อ.กาญจน์

สัปดาห์ ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง	กิจกรรมการเรียนรู้ การสอน สื่อที่ใช้	ผู้สอน
	- ตับ และอัตราเมแทบอลิซึมพื้นฐาน ปฏิบัติการที่ 6		- ทำแบบฝึกหัด - บทปฏิบัติการ	
11	บทที่ 8 ระบบทางเดินหายใจ - โครงสร้างของระบบทางเดินหายใจ - กลไกการหายใจ - การแลกเปลี่ยนแก๊ส - การควบคุมการหายใจ ปฏิบัติการที่ 7 สอบย่อย ครั้งที่ 3	5	- บรรยายโดยใช้ Power point ประกอบการซักถาม - ศึกษาเอกสารประกอบการสอน - แบ่งกลุ่มอภิปราย - ทำแบบฝึกหัด - บทปฏิบัติการ	อ.กาญจน์
12	บทที่ 9 ระบบขับถ่ายปัสสาวะ (1) - โครงสร้างและหน้าที่ของไต - ปริมาณเลือดไหลเวียนสู่ไต - กระบวนการสร้างน้ำปัสสาวะ - การขับถ่ายปัสสาวะ	5	- บรรยายโดยใช้ Power point ประกอบการซักถาม - ศึกษาเอกสารประกอบการสอน - แบ่งกลุ่มอภิปราย - ทำแบบฝึกหัด	อ.กาญจน์
13	บทที่ 9 ระบบขับถ่ายปัสสาวะ (2) - การควบคุมสมดุลน้ำในร่างกาย - การควบคุมอิเล็กโทรไลต์ในร่างกาย - การควบคุมสมดุลกรดต่างในร่างกาย ปฏิบัติการที่ 8	5	- บรรยายโดยใช้ Power point ประกอบการซักถาม - ศึกษาเอกสารประกอบการสอน - แบ่งกลุ่มอภิปราย - ทำแบบฝึกหัด - บทปฏิบัติการ	อ.กาญจน์
14	บทที่ 10 ระบบสืบพันธุ์ (1) - การจำแนกเพศและพัฒนาการของระบบ สืบพันธุ์ - สรีรวิทยาระบบสืบพันธุ์เพศชาย - การสร้างเชื้ออสุจิ ปฏิบัติการที่ 9	5	- บรรยายโดยใช้ Power point ประกอบการซักถาม - ศึกษาเอกสารประกอบการสอน - แบ่งกลุ่มอภิปราย - ทำแบบฝึกหัด	อ.กาญจน์
15	บทที่ 10 ระบบสืบพันธุ์ (2) - สรีรวิทยาระบบสืบพันธุ์เพศชาย - รอบเดือน - การตกไข่ - การควบคุมการทำงานของรังไข่ - วัยหมดประจำเดือน สอบบทปฏิบัติการ (20%)	5	- บรรยายโดยใช้ Power point ประกอบการซักถาม - ศึกษาเอกสารประกอบการสอน - แบ่งกลุ่มอภิปราย - ทำแบบฝึกหัด - สอบข้อเขียนบทปฏิบัติการ	อ.กาญจน์

สัปดาห์ ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง	กิจกรรมการเรียนรู้ การสอน สื่อที่ใช้	ผู้สอน
16	สอบปลายภาค			

5. การวัดและประเมินผล การวัดประเมินผลใช้ทั้งแบบอิงเกณฑ์และแบบอิงกลุ่มประกอบกันโดย

เกณฑ์การให้คะแนน	รวม
คะแนนสอบระหว่างภาค (70%)	
- เข้าเรียน ตรงต่อเวลา	10 %
- ปฏิบัติการและรายงาน	10 %
- Quiz	20 %
- คะแนนสอบระหว่างภาค	30 %
คะแนนสอบปลายภาค (30%)	
- คะแนนสอบปลายภาค	30 %
รวม	100 %

การตัดสินผลการเรียนโดยวิธี อิงกลุ่ม

6. การพบอาจารย์ผู้สอนนอกเวลา

วันพุธ เวลา 13.00 – 16.00 น.

7. เอกสารประกอบการศึกษาค้นคว้า

กฤษณ์ มงคลปัญญา และอมรา ทองปาน. (2540). **ชีววิทยา**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กาญจนา สาสีต๊ะ. (2532). **พฤกษศาสตร์ทั่วไป**. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

จำนง วิสุทธิแพทย์. (2527). **สัตววิทยา**. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

เชาว์ ชีโนรักษ์และพรณี ชีโนรักษ์. (2539). **ชีววิทยา 1**. กรุงเทพฯ: ศิลปาบรรณาการ

เชาว์ ชีโนรักษ์และพรณี ชีโนรักษ์. (2539). **ชีววิทยา 2**. กรุงเทพฯ: ศิลปาบรรณาการ

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2541). **เอกสารประกอบการประชุมเชิงปฏิบัติการชีววิทยา**. สุรินทร์:

สถาบันราชภัฏสุรินทร์

รัชฎา แก่นสาร. (2540). **สรีรวิทยา**. บริษัทเดอะเบสส์ จำกัด.

อาภัสสร ชมิตต์. (2536). **ชีวเคมี**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาสรีรวิทยา คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

ภาคผนวก ง

RayMan Model

Modelling the thermal bioclimate in urban areas with the RayMan Model

Andreas Matzarakis¹, Frank Rutz² and Helmut Mayer¹

¹ Meteorological Institute, University of Freiburg, 79085 Freiburg, Germany

² Institute of High-Frequency Engineering, University of Braunschweig, Germany

ABSTRACT: To calculate thermal indices for urban climate conditions, meteorological data (air temperature, wind speed, air humidity as well as short- and long-wave radiation fluxes) and thermo-physiological data (activity and clothing) are required. The model RayMan, which is presented and discussed here, allows the calculation of short- and long-wave radiation fluxes affecting the human body. The model estimates the radiation fluxes and the effects of clouds on short-wave radiation fluxes. RayMan, which takes complex urban structures into account, is suitable for land use and planning purposes in urban areas. The final output of the model, however, is the calculated mean radiant temperature, which is required for the human energy balance and, therefore, for the assessment of urban bioclimate using indices like PMV, PET or SET* (Standard Effective Temperature). Examples from Freiburg, Germany and other locations are presented.

Keywords: radiation, thermal Indices, RayMan

1. INTRODUCTION

Many climatic parameters and conditions are affected by natural and artificial morphology at a meso- and micro scale, with influences the temporal and spatial behaviour of the parameters. These effects are significant at different levels of regional and urban planning i.e. urban parks, and they are also of importance for the planning and design of new buildings, recreational facilities and a variety of other applications. With some modification, existing methods for assessing climate in human biometeorology and applied climatology can be applied to tourism climatology [1, 2].

For example, thermal indices that are derived from the energy balance of the human body can be of great advantage for regional and urban planning. Standard climate data, such as air temperature, air humidity and wind speed are required in order to calculate and quantify the thermal bioclimatic conditions. The most important environmental parameters for deriving modern thermal indices, however, are the short and long wave radiation (and the derived mean radiant temperature). These can be determined using special techniques. For these purpose, several models and possibilities are existing, i.e. the RayMan model, which has been developed for urban climate studies, has a broader use in applied climatology [1, 2, 3]. Further outputs, such as sunshine duration and shadow, can be helpful in the design and structure of recreational areas and design of urban structures.

2. DESCRIPTION OF RayMan

The model „RayMan“ estimates the radiation fluxes and the effects of clouds and solid obstacles (urban morphologies) on short wave radiation fluxes (Fig. 1). The model, which takes easy and complex structures into account, is suitable for land use and planning purposes on various local to regional levels (Fig. 2 left). The final output of this model is the calculated mean radiant temperature, which is required in the energy balance model for humans. Consequently, it is also required for the assessment of urban bioclimate and several thermal indices, such as Predicted Mean Vote (PMV), Physiologically Equivalent Temperature (PET) and Standard Effective Temperature (SET*).

The model is developed based on the German VDI-Guidelines 3789, Part II: Environmental Meteorology, Interactions between Atmosphere and Surfaces; Calculation of the short- and long wave radiation [4] and VDI-3787: Environmental Meteorology, Methods for the human-biometeorological evaluation of climate and air quality for the urban and regional planning at regional level. Part I: Climate [5]. Based on the human energy balance, meteorological data (air temperature, wind speed, air humidity and short and long wave radiation fluxes) and thermo physiological data (activity and clothing) are required for the calculation of thermal indices [6]. Data on air temperature, humidity, and wind speed are required to run RayMan [3, 7].

Additional features, which can be used for the evaluation of a region's climate or the development of new tourism facilities, are: a) calculation of sunshine duration with or without sky view factors; b) estimation of daily mean, max or total global radiation; and c)

determination of shaded areas are outputs of RayMan.

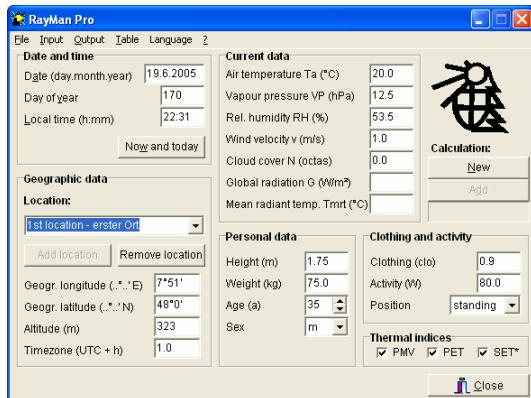


Figure 1: Main window of RayMan.

Using the computer software “RayMan” (Fig. 2) an input window for structures (buildings, deciduous (Fig. 3) and coniferous trees (Fig. 4)) is provided. The produced data on trees and buildings can be stored as files and the data can be used for other or future studies and runs. Additional information about the physical properties of the urban morphologies can be entered, i.e. albedo and emissivity, and considered in the calculations.

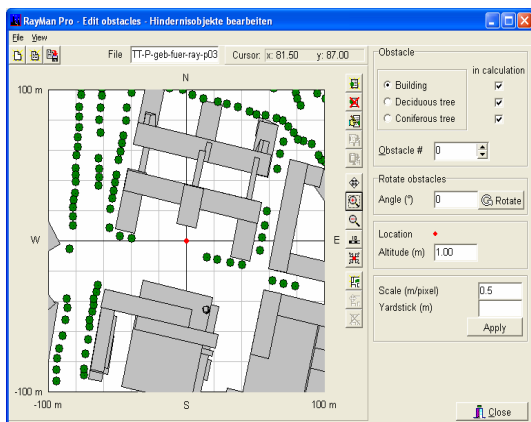


Figure 2: Input windows for morphologies.

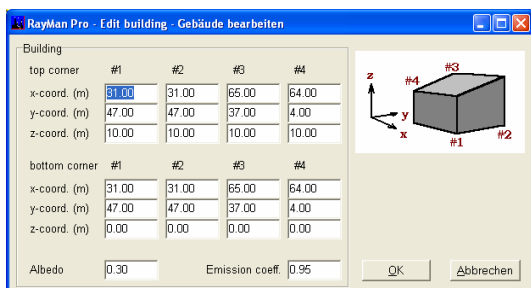


Figure 3: Input window for buildings.

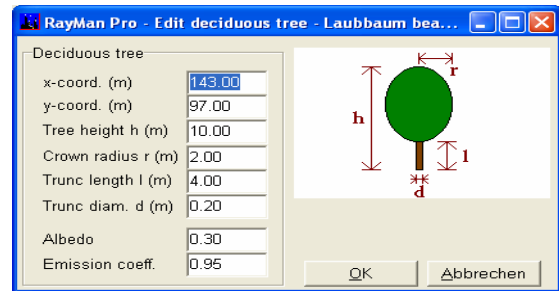


Figure 4: Input window for deciduous trees.

The possibility of free drawing and output of the horizon (natural or artificial) are included for the estimation of sky view factors (Fig. 5). The input of fish-eye-photographs for the calculation of sky view factors is also possible. The amount of clouds covering the sky can be included by free drawing while their impact on the radiation fluxes can be estimated (Matzarakis 2001, Matzarakis and Rutz, 2005). The produced information and data can be stored as files (graphs and raw data) and used for future runs.

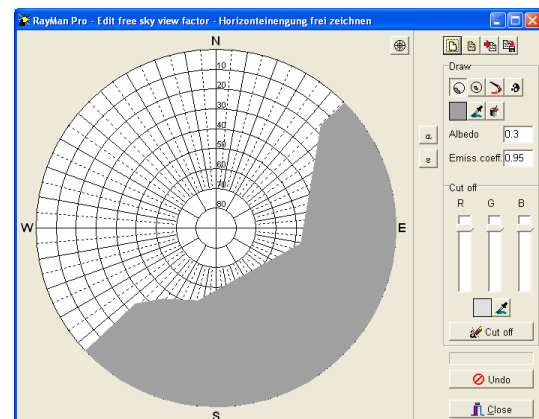


Figure 5: Input window for free drawing and import of fish eye photographs.

3. RESULTS AND EXAMPLES

The RayMan model can be applied for diverse applications. Results of radiation fluxes, sunshine duration and shadow can even be produced without any meteorological or climatological data.

Horizon information (in particularly Sky View Factor) needs to be known to obtain sun paths (Fig. 6 and 7). The calculation of hourly, daily or monthly averages of sunshine duration, short wave and long wave radiation fluxes with and without topography, and obstacles in urban structures can be carried out with RayMan (Fig. 7). Data can be entered through manual input of meteorological data or the import of pre-existing files. The output is given in form of graphs and text data (Fig. 6 and 7).

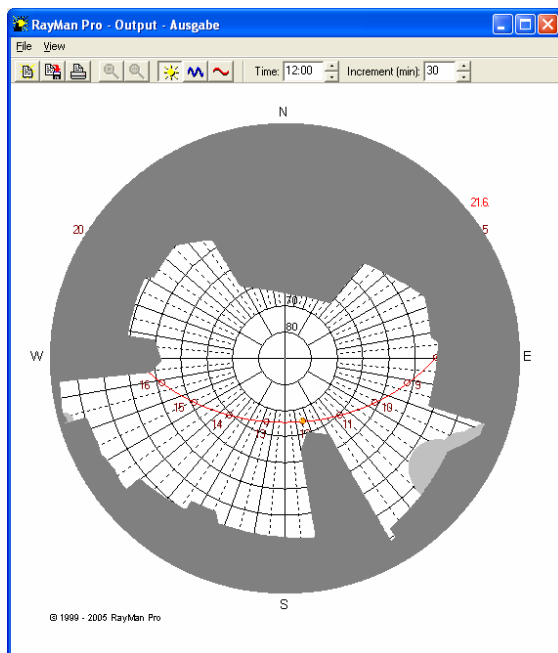


Figure 6: Output of sun path and horizon limitation.

RayMan Pro © 1999 - 2005												
Meteorological Institute, University of Freiburg, Germany												
place: 1st location - erster Ort												
geogr. longitude: 7°51' latitude: 48°0' timezone: UTC +1.0 h												
horizon limitation: 54.6% sky view factor: 0.454												
personal data: height: 1.75 m weight: 75.0 kg age: 35 a sex: m clothing:												
date	year	day of sunr.	sunset	SDmax	SDact	GmaxMax	GactMax	GmaxSum	Ga			
d.m.yyyy	year	h:mm	h:mm	min	min	W/m²	W/m²	Wh/m²	Wh/m²	W/m²	W/m²	Ga
1.1.2006	1	8:18	16:45	507	17	386.1	266.7	2080.3	482.3	86.7	20.1	
2.1.2006	2	8:18	16:46	508	17	387.8	268.3	2093.4	485.3	87.2	20.2	
3.1.2006	3	8:18	16:47	509	18	389.7	270.0	2107.5	488.6	87.8	20.4	
4.1.2006	4	8:18	16:48	511	18	391.6	271.9	2122.8	492.1	88.4	20.5	
5.1.2006	5	8:18	16:49	512	17	393.7	273.8	2139.2	495.9	89.1	20.7	
6.1.2006	6	8:17	16:50	513	15	396.0	276.0	2157.0	500.1	89.9	20.8	
7.1.2006	7	8:17	16:52	515	16	398.4	278.2	2176.3	504.8	90.7	21.0	
8.1.2006	8	8:17	16:53	516	20	400.9	280.6	2196.7	509.0	91.5	21.2	
9.1.2006	9	8:16	16:54	518	19	403.5	283.1	2218.2	513.9	92.4	21.4	
10.1.2006	10	8:16	16:55	519	19	406.3	285.8	2240.7	519.1	93.4	21.6	
11.1.2006	11	8:15	16:56	521	17	409.3	288.5	2264.4	524.4	94.4	21.9	
12.1.2006	12	8:15	16:58	523	21	412.3	291.4	2289.1	530.0	95.4	22.1	

Figure 7: Table output of daily information about maximum and actual sunshine duration and global radiation.

In order to gain information about the thermal comfort or thermal bioclimatic conditions in simple and complex environments, the knowledge of the sunshine duration and the short wave radiation fluxes are required. The short and long wave radiation fluxes are usually data that are neither easy to obtain nor are they included in routine measurements. Table 1 shows the mean monthly sunshine duration of an urban structure (Fig. 2 and 7) with and without horizon limitation for the Freiburg coordinates. Additionally, the maximum sum of monthly hours of sunshine duration with and without horizon limitation are shown in table 1. The sunshine duration and sum of monthly sunshine hours can vary strongly during

the winter months under the urban morphology given for all months of the year.

Table 1: Mean monthly sunshine duration without (Sdmax) and with horizon limitation (Sdm), sum of monthly sunshine hours without (SDm) and with (SDsm) horizon limitation in h for Freiburg, Germany, in a latitude of 48 °N. Urban morphologies (horizon limitations) are given in figure 2.

Without horizon			Without horizon	
Month	Sdmax (h)	SDsum (h)	SDm (h)	SDsm (h)
1	9.1	281.9	1.7	52.6
2	10.3	289.6	4.8	133.6
3	11.9	369.4	7.7	237.5
4	13.6	406.8	8.0	238.6
5	15.0	464.3	8.3	258.1
6	15.7	471.5	8.5	255.1
7	15.4	492.2	8.5	271.7
8	14.1	438.3	7.9	245.0
9	12.6	376.9	8.3	247.7
10	10.9	338.8	6.0	186.0
11	9.5	284.2	2.7	82.3
12	8.7	269.5	0.4	11.8

Table 2 shows the Percentage ratio of actual sunshine duration to maximum possible for northern latitudes in 5° steps from 0° to 60°. The ration of sunshine duration varies from south to north strong during the winter months and less strong during the summer months.

Table 2: Percentage ratio of actual sunshine duration to maximum possible for northern latitudes.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0°	84	80	64	64	64	56	61	64	60	76	83	81
5°	81	82	67	62	65	64	64	64	60	79	84	76
10°	71	84	69	61	65	65	65	63	62	81	78	66
15°	64	82	72	59	64	65	65	61	65	82	69	62
20°	61	76	74	60	63	64	64	59	67	80	63	60
25°	59	69	74	61	60	64	62	59	69	76	60	58
30°	57	63	73	63	57	60	58	59	69	71	58	55
35°	52	58	72	63	57	56	56	60	68	66	55	45
40°	38	55	69	61	57	55	56	60	67	61	45	33
45°	25	49	65	59	56	54	55	57	66	56	33	10
50°	5	37	61	59	52	53	53	54	64	48	13	4
55°	3	18	55	58	49	48	48	54	60	35	4	3
60°	5	5	46	55	47	44	45	52	55	17	4	6

RayMan provides the shadow for every day and minute of the year for any given simple or complex urban morphology as an additional output. Figure 8 shows the shadow for the morphology of Fig. 2 for the Freiburg latitude (48° N). Information on shadow in simple and complex environments is of particular importance for the quantification of intensity and duration of thermal stress in summer. It is also important for recreational and environmental issues regarding urban green space and the effects of trees in urban areas.

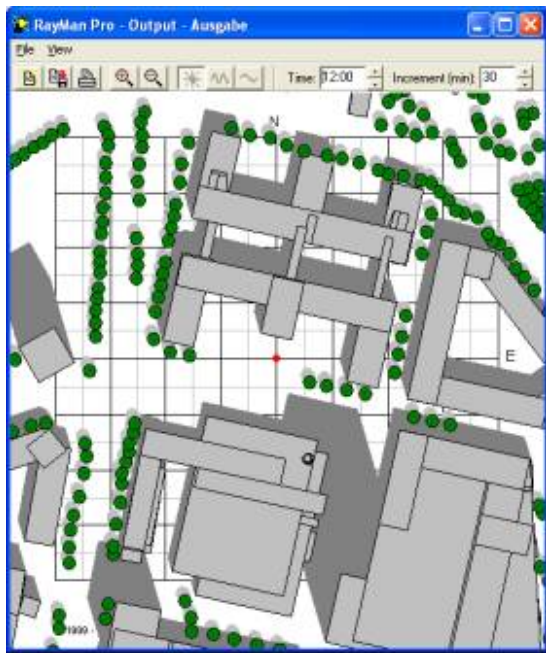


Figure 8: Shadow output.

Figure 9 shows the frequencies of the PET-classes from very cold to very hot according to the scale developed by Matzarakis and Mayer [7] (Tab. 3) to describe the general bioclimatic conditions of City of Freiburg. Figure 9 illustrates that in 39.1 % of the studied hours, the PET conditions are lying in the class of very cold, followed by the cold class (11.1 %) and cool (12.7) and slightly cool (12.6). Only 8.2 % are in the range of thermal comfort; 6.0% and 4.5 % in slightly and warm class respectively. 3.7 and 2.2 % of the hours of 2003 was lying in the hot and very hot class.

Table 3: Ranges of physiologically equivalent temperature (PET in °C) for different grades of thermal perception by human beings according to [8].

PET (°C)	Thermal perception
<4	Very cold
4-8	Cold
8-13	Cool
13-18	Slightly cool
18-23	Comfortable
23-29	Slightly warm
29-35	Warm
35-41	Hot
>41	Very hot

Figure 10 shows the frequency analysis of the PET-classes calculated with a modified urban morphology (from Figure 2). Here, the PET conditions are different because of the modification of the short and long wave radiation fluxes according to the urban structure. It can be seen that there is a reduction of the very cold conditions from 39.1 to 38.3 % and a reduction of the warm, hot and very extreme hot conditions. An increase of the cool and comfortable conditions is visible.

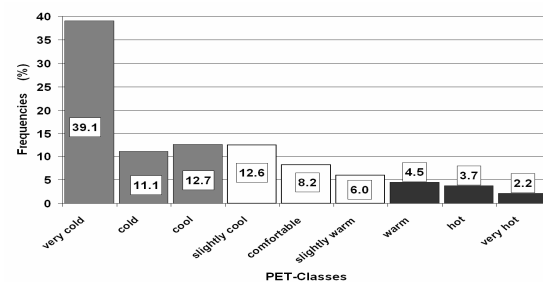


Figure 9: Frequency analysis of the PET classes for Freiburg in 2003.

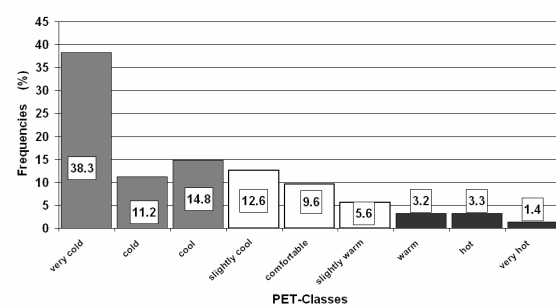


Figure 10: Frequency analysis of the PET classes for Freiburg in 2003 (with modified mean radiant temperature) based on the urban morphology of Figure 2.

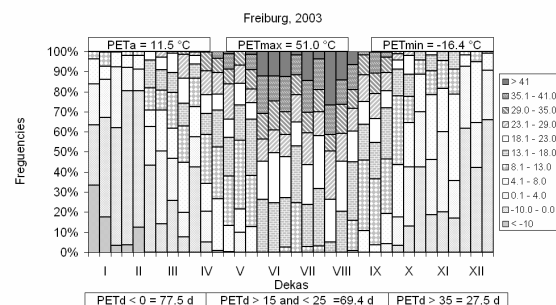


Figure 11: Bioclimate diagram of PET for the Urban Climate Station Freiburg for 2003.

Based on PET a bioclimate diagram, which includes ten days frequencies of the daily PET values for the year 2003 was calculated for the analysis of the general bioclimate conditions (Figure 11). The thermal human-bioclimate conditions are expressed in percentages of the occurrence of classes for ten day intervals. The data are hourly data. Figure 9 depicts that 26 dekas of the whole year are conditions with a PET less than 18 °C. 4.4 dekas are conditions with PET higher than 29 °C and 3.3 dekas with thermal comfort (between 18 and 23 °C). PET > 35 occurs from the 12th dekas (end of April) to 27th (end of September). Additionally, the mean PET (11.5 °C), the absolute maximum (51.0 °C) and minimum (-16.4) value and also the frequencies of cold days (days

with $PET < 0$ °C), thermal comfort and slight stress days (days with PET between 15 and 25 °C) and heat stress days (days with $PET > 35$ °C) resp. 77.5, 69.4 and 27.5 days are presented in Figure 11 for 2003. Good description of the general thermal bioclimatic regime is possible using this kind of bioclimate diagrams, including relevant information in terms of frequencies and extremes.

5. CONCLUSION

The presented model provides diverse opportunities for research in applied climatology and education. With easily available climate or meteorological data air temperature, air humidity, wind speed radiation fluxes, and thermal indices for easy and complex environments can be estimated. Additional information about clouds and global radiation imported in the model can be the basis for a more appropriate estimation of the radiation fluxes. Therefore, the RayMan model is a valuable tool for the planning and construction of climate oriented dwellings and facilities for tourism resorts and urban planning. It can also be used for the calculation of shade to be provided by special devices in tourism areas and resorts in order to create more comfortable thermal conditions for recreational users and visitors through protection from direct sunlight.

Micro scale models for urban climate studies have to be easily understandable and user friendly. Models with long running time are not of great advantage for the quantification of climate effects on the regional and urban planning level.

ACKNOWLEDGEMENT

Thanks to Nikola Sander for proofreading the manuscript.

REFERENCES

- [1] A. Matzarakis, Die thermische Komponente des Stadtklimas. Ber. Meteorol. Inst. Univ. Freiburg Nr. 6 (2001).
- [2] A. Matzarakis, C. de Freitas, and D. Scott, *Advances in tourism climatology*. Ber. Meteorol. Inst. Univ. Freiburg Nr. 12. (2004).
- [3] A. Matzarakis and F. Rutz: *Annalen der Meteorologie* 41, Vol. 2 (2005) 631.
- [4] VDI, VDI-3789, Part 2: Beuth, Berlin (1994).
- [5] VDI, VDI-guideline 3787. Part 2: Climate, Beuth, Berlin (1998).
- [6] A. Matzarakis, H. Mayer and M. G. Iziomon, *Int. J. Biometeorol.*, 43 (1999) 76.
- [7] A. Matzarakis, F. Rutz, F. and H. Mayer, *Selected Papers from the Conference ICB-ICUC'99*, Sydney. WCASP-50, WMO/TD No. 1026 (2000) 273.
- [8] A. Matzarakis and A., Mayer, H., WHO Newsletter 18 (1996) 7.

Andreas Matzarakis and Frank Rutz
Meteorological Institute, University of Freiburg, Germany

1. INTRODUCTION

Many climatic parameters and conditions are affected in their temporal and spatial behavior by the natural and artificial morphology on meso- and micro scale. These effects are significant on different levels of regional and urban planning, i.e. design of urban parks or radiation conditions in urban canyons, and a variety of other applications (Matzarakis 2001, Matzarakis et al. 2007, 2010).

For example, thermal indices that are derived from the energy balance of the human body can be of great advantage for many applications in bioclimatology and applied climatology. Standard climate data, such as air temperature, air humidity and wind speed, are needed to calculate and quantify thermal bioclimatic conditions (Höppe 1999, Matzarakis et al. 1999). One of the most important environmental parameters used to derive modern thermal indices, however, are short and long wave radiation (and the derived mean radiant temperature). These can be determined using special techniques that have been implemented in several models (Lin et al., 2010).

The RayMan model, which has been developed for urban climate studies, has a broader use in applied climatology (Matzarakis et al. 2004; Lin and Matzarakis, 2008). It also includes, outputs, such as sunshine duration and shadow, can assist in the design and planning of recreation areas and the design of urban structures.

2. METHODS

To assess the urban climate in a physiological significant manner it requires the use of methods of modern human-biometeorology which deals with the effects of weather, climate and air quality on human organism (Mayer 1993).

The model „RayMan“ estimates the radiation fluxes and the effects of clouds and solid obstacles on short wave radiation fluxes (Fig. 1).

Corresponding author address:

Andreas Matzarakis, Meteorological Institute,
University of Freiburg, Werthmannstr. 10
D-79085 Freiburg, Germany, +49 761 203 6921,
e-mail: andreas.matzarakis@meteo.uni-freiburg.de.

The model, which takes complex structures into account, is suitable for utilization and planning purposes on local and regional level (Fig. 2 left).

The final output of this model is the calculated mean radiant temperature, which is required in the energy balance model for humans. Consequently, it is also required for the assessment of urban bioclimate and thermal indices, such as Predicted Mean Vote (PMV), Physiologically Equivalent Temperature (PET), and Standard Effective Temperature (SET*).

The development of the model is based on the German VDI-Guidelines 3789, Part II: Environmental Meteorology, Interactions between Atmosphere and Surfaces; Calculation of the short- and long wave radiation and VDI-3787: Environmental Meteorology, Methods for the human-biometeorological evaluation of climate and air quality for the urban and regional planning at regional level. Part I: Climate (VDI 1994, 1998). For the calculation of thermal indices based on the human energy balance, meteorological (air temperature, wind speed, air humidity and short and long wave radiation fluxes) and thermo physiological (activity and clothing) data are required. Data on air temperature, humidity and wind speed are required to run RayMan (Matzarakis and Rutz 2005, Matzarakis et al. 2007, 2010).

When using the computer software “RayMan” (Fig. 2 left) an input window for urban structures (buildings, deciduous and coniferous trees) comes up. The opportunity of free drawing and output of the horizon (natural or artificial) are included for the estimation of sky view factors (Fig. 2 right). The implementation of fish-eye-photographs for the calculation of sky view factors is also possible. The amount of clouds covering the sky can be included by free drawing, while their impact on the radiation fluxes can be estimated (Matzarakis 2001).

For the estimation of radiation several morphological information are required and based on them additional information concerning radiation information are extracted. The most important question regarding radiation properties on the micro scale in the field of applied climatology and human-biometeorology is whether or not an object of interest is shaded.

So additional features, which can be used for the evaluation of a region's climate or the development of new urban structures are included in RayMan. These are:

a) calculation of sunshine duration with or without sky view factor (Fig. 2, right, Fig. 3, left);

b) estimation of daily mean, max or total global radiation (Fig. 2, right); and
c) determination of shaded areas are output of RayMan (Fig. 3, right).

RayMan Pro

File Input Output Table Language ?

Date and time
 Date (day.month.year) 16.5.2010
 Day of year 136
 Local time (h:mm) 17:01
 Now and today

Geographic data
 Location: 1st location - erster Ort
 Add location Remove location
 Geogr. longitude (°E) 7°51'
 Geogr. latitude (°N) 48°0'
 Altitude (m) 323
 Timezone (UTC + h) 1.0

Current data
 Air temperature Ta (°C) 20.0
 Vapour pressure VP (hPa) 12.5
 Rel. humidity RH (%) 53.5
 Wind velocity v (m/s) 1.0
 Cloud cover N (octas) 0.0
 Surface temperature Ts (°C)
 Global radiation G (W/m²)
 Mean radiant temp. Tmrt (°C)

Personal data
 Height (m) 1.75
 Weight (kg) 75.0
 Age (a) 35
 Sex m

Clothing and activity
 Clothing (clo) 0.90
 Activity (W) 80.0
 Position standing

Thermal indices
☒ PMV ☒ PET ☒ SET*

Calculation:
 New Add

Close

FIG 1. Main window of RayMan.

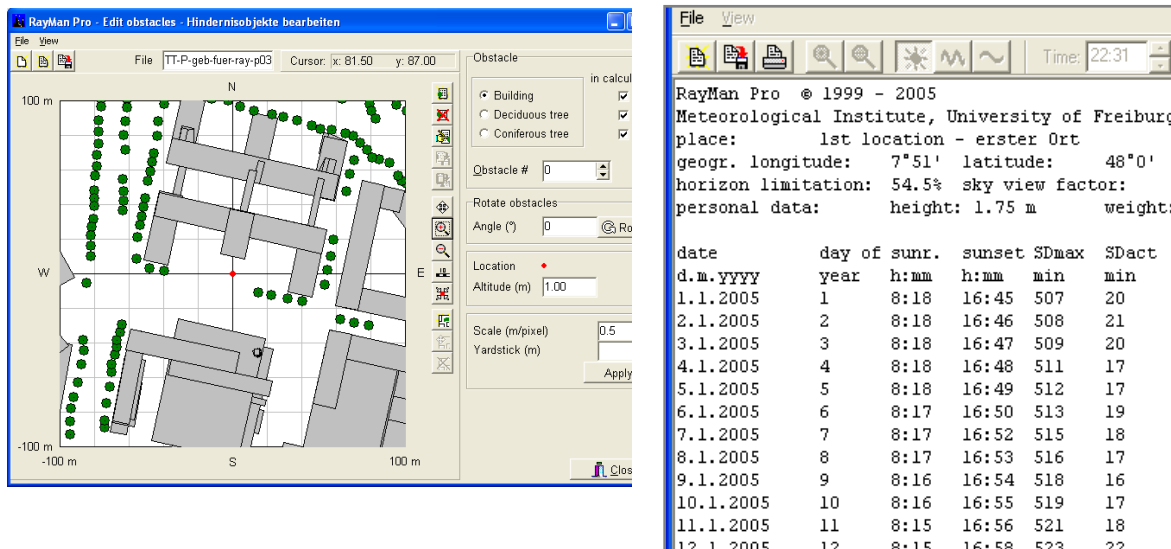


FIG 2. Window for buildings and vegetation input (left) and data output for SVF and sunshine duration in RayMan.

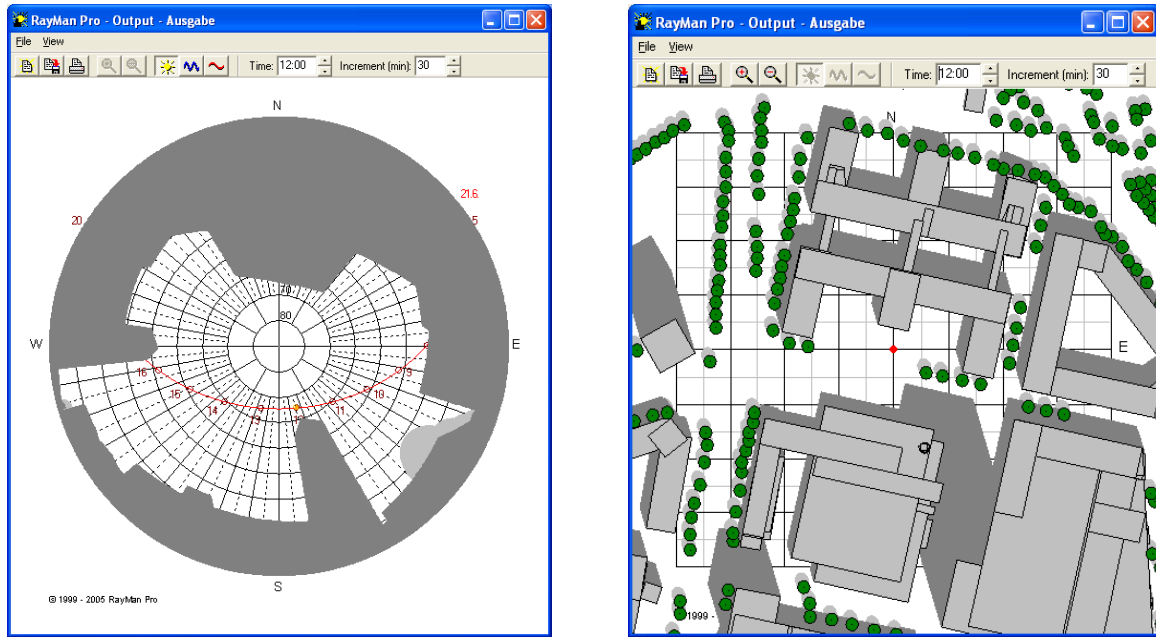


FIG 3. Example of sun path (left) and shadow (right) for June 21 for a complex environment.

Horizon information (in particular the Sky View Factor) is required to obtain sun paths (Fig. 3 left). Calculation of hourly, daily and monthly averages of sunshine duration, short wave and long wave radiation fluxes with and without topography, and obstacles in urban structures can be carried out with RayMan (Fig. 3 left). Data can be entered through manual input of meteorological data or pre-existing files. The output is given in form of graphs and text (Fig. 2 right, Fig. 3 left and right).

3. RESULTS AND EXAMPLES

The RayMan model can be applied for diverse applications. Results for radiation fluxes

can even be produced without any meteorological or climatological data. Thus, it is of use for the quantification of sunshine duration at a given point with and without limited horizon (Fig. 3). Results for mean or total monthly sunshine duration can easily be presented for a variety of environments (Tab. 1 based on the building and vegetation data from Fig. 2 and 3). The calculations for a potential building and vegetation morphology presented in Table 1 have been carried out for Freiburg, Germany, in a latitude of 48 °N and for Athens, Greece (Table 2), in a latitude of 38 °N.

TABLE 1. Mean monthly daily sunshine duration without (Sdmax) and with horizon limitation (Sdmn), Sum of monthly sunshine hours without (Dsumax) and with (Dsumn) horizon limitation in h and the ratio between Dsumn and Dsumax for Freiburg, Germany, in a latitude of 48 °N . Urban morphologies (horizon limitations) are shown in Figure 2.

Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Sdmax (h)	8.9	10.2	11.9	13.7	15.2	16.0	15.6	14.3	12.6	10.9	9.3	8.5
Sdmn (h)	1.0	4.4	7.5	8.0	8.3	8.6	8.5	7.8	8.2	5.7	1.9	0.3
Dsumax (h)	275.5	286.4	369.0	409.8	470.5	479.3	483.6	442.6	377.9	336.5	278.9	262.1
Dsumn (h)	30.2	121.8	231.8	240.1	256.7	257.6	264.5	243.3	245.2	175.7	58.5	8.8
Ratio (%)	11.0	42.5	62.8	58.6	54.6	53.7	54.7	55.0	64.9	52.2	21.0	3.4

TABLE 2. Mean monthly daily sunshine duration without (Sdmax) and with horizon limitation (Sdmn), Sum of monthly sunshine hours without (Dsumax) and with (Dsumn) horizon limitation in h and the ratio between Dsumn and Dsumax for Athens, Greece, in a latitude of 38 °N. Urban morphologies (horizon limitations) are given in Figure 2.

Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Sdmax (h)	9.9	10.8	12.0	13.2	14.2	14.8	14.5	13.6	12.4	11.2	10.1	9.6
Sdmn(h)	4.3	6.1	8.4	8.2	8.1	8.2	8.1	8.2	8.3	7.1	5.1	3.3
Dsumax (h)	306.0	302.0	370.7	395.6	441.0	442.7	449.8	422.0	373.3	347.9	304.4	297.1
Dsumn (h)	134.0	171.1	260.7	244.7	251.6	245.5	252.1	254.8	249.6	219.3	153.9	103.0
Ratio (%)	43.8	56.7	70.3	61.9	57.1	55.5	56.1	60.4	66.8	63.1	50.5	34.7

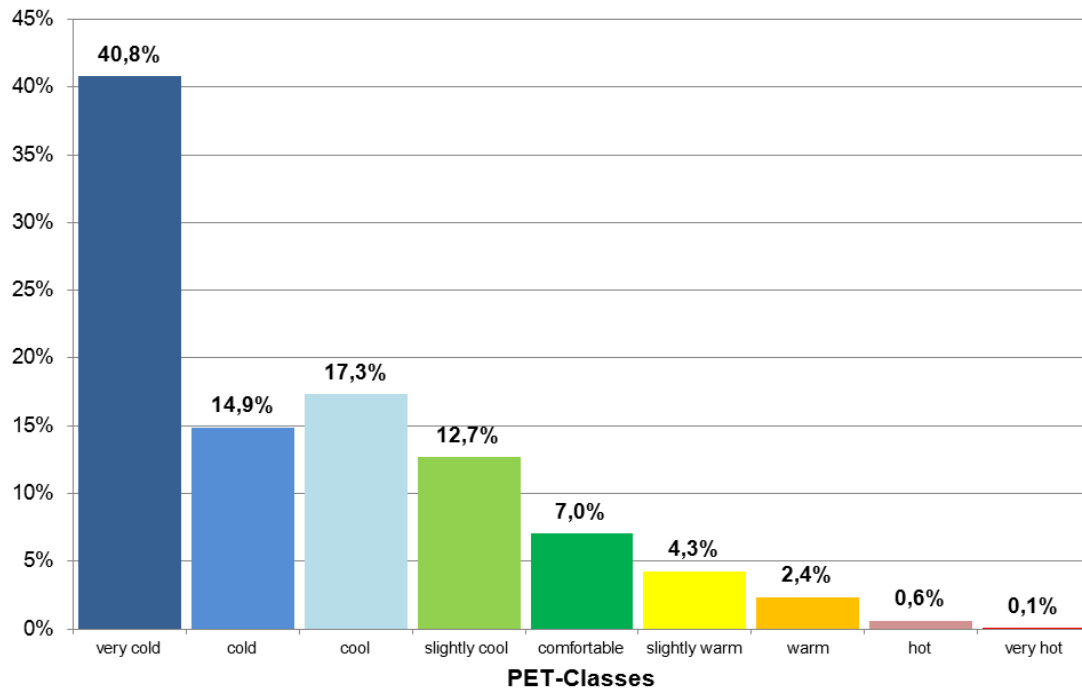


FIG. 4: PET-Classes at the urban climate station Freiburg for the period September, 1st 1999 to December 31st, 2009 (from Herrmann and Matzarakis, 2010)

Fig. 4 shows the classes of Physiologically Equivalent Temperature (PET) based on hourly data for Freiburg for the time period September, 1st 1999 to December 31st, 2009. The data are from the Urban Climate Station of the University of Freiburg (Matzarakis and Mayer, 2008). The shown classes of PET are according Matzarakis and Mayer (1996). From Fig. 4 the occurrences of thermal stress level can be extracted and quantified. It can be shown that 3.1 % of the hours of the year are lying in the heat stress classes (Herrmann and Matzarakis, 2010).

CONCLUSIONS

The presented model provides diverse opportunities in applied climatology for research and education. With available climate or meteorological data, such as air temperature, air humidity, and wind speed radiation fluxes, as well as thermal indices for simple and complex environments can be estimated. Additional information about clouds and global radiation imported in the model can be the basis for a more appropriate estimate of the radiation fluxes. Useful information in more detail can be derived in order to create climate oriented dwellings and facilities for tourism resorts and urban planning. It can also

be used for the calculation of shade to be provided by specific construction in urban environments in order to create more comfortable thermal conditions with protection from direct sunlight for humans in cities.

From the human-biometeorology point of view the presented thermal indices can describe and quantify not only mean conditions but also extremes like heat waves and other climate and health issues.

In order to quantify bioclimate conditions for future scenarios, the model can produce information through the use of global and regional climate model outputs. Through the use of geo-statistical techniques and tools, the data can be regionalized and provide a more detailed information on the spatial conditions of present and future climate conditions. Through the implementation of different land use and their surface properties, a more appropriate and realistic picture can be created.

When used for education purposes, the model can be applied in exercises as to how to operate these models and in what way land and urban morphology influences short and long wave radiation fluxes in simple and complex environments. Additionally, it can be used for the comparison between experimental and modelling studies in teaching.

REFERENCES

- Herrmann, J., Matzarakis, A., 2010: Influence of mean radiant temperature on thermal comfort of humans in idealized urban environments. In: Matzarakis, A., Mayer, H., Chmielewski, F.-M. (Eds.), *Proceedings of the 7th Conference on Biometeorology*. Ber. Meteorol. Inst. Univ. Freiburg No. 20, 523-528.
- Höppe, P., 1993. Heat balance modelling. *Experientia* 49, 741-746.
- Höppe, P., 1999: The physiological equivalent temperature – a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. *Int. J. Biometeorol.* 43, 71-75.
- Lin, T.-P. and A. Matzarakis, 2008: Tourism climate and thermal comfort in Sun Moon Lake, Taiwan. *Int. J. Biometeorol.* 52, 281-290.
- Lin, T.-P., Matzarakis, A., Hwang, R.-L., 2010: Shading effect on long-term outdoor thermal comfort. *Building and Environment* 45, 213-211.
- Matzarakis, A., 2001: Die thermische Komponente des Stadtklimas. Ber. Meteorol. Inst. Univ. Freiburg Nr. 6.
- Matzarakis, A., H. Mayer, 1996: Another kind of environmental stress: Thermal stress. *WHO Newsletter* No. 18, 7-10.
- Matzarakis, A., Mayer, H., 2008: Importance of urban meteorological stations - the example of Freiburg, Germany. Ber. Meteor. Inst. Univ. Freiburg 17, 119-128.
- Matzarakis, A., Rutz, F., 2005: Application of RayMan for tourism and climate investigations. *Annalen der Meteorologie* 41, Vol. 2, 631-636.
- Matzarakis, A., H. Mayer, M. G. Iziomon, 1999: Applications of a universal thermal index: physiological equivalent temperature. *Int. J. Biometeorol.* 43, 76-84.
- Matzarakis, A., de Freitas, C., Scott, D., 2004 (eds.): *Advances in tourism climatology*. Ber. Meteorol. Inst. Univ. Freiburg Nr. 12.
- Matzarakis, A., F. Rutz, H. Mayer, 2007: Modelling Radiation fluxes in simple and complex environments – Application of the RayMan model. *Int. J. Biometeorol.* 51, 323-334.
- Matzarakis, A., Rutz, F., Mayer, H., 2010: Modelling Radiation fluxes in simple and complex environments – Basics of the RayMan model. *International Journal of Biometeorology* 54, 131-139.
- Mayer, H., 1993. Urban bioclimatology. *Experientia* 49, 957-963.
- VDI, 1994. VDI 3789, Part 2: Environmental Meteorology, Interactions between Atmosphere and Surfaces; Calculation of the short- and long wave radiation. *VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 1b*, Düsseldorf.
- VDI, 1998. VDI 3787, Part I: Environmental meteorology, Methods for the human biometeorological evaluation of climate and air quality for the urban and regional planning at regional level. Part I: Climate. *VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 1b*, Düsseldorf.

CURRICULUM VITAE

Name	Mr.Kan Khoomsab
Date of birth	13 May 1977
Educational Record	
High School	Taphanhin School, Phichit, 1995
Bachelor's degree	B.Sc.(Biology) Rajabhat Institute Chandrakasem, 1999
Master's degree	M.Sc.(Zoology) Kasetsart University, 2003
Doctoral degree	Ph.D.(Environmental Technology) King Mongkut's University of Technology Thonburi, 2013
Publications	1.Kan Khoomsab and Pojanie Khummongkol. 2010. "Monitoring of Sulfate and Nitrate Fluxes above Tropical Forest Using Aerodynamic Gradient Method", 2010, International Conference on Environment 2010, Malaysia. 2. Kan Khoomsab and Pojanie Khummongkol. 2010. "Application of Bowen Ratio Method for Estimating Fluxes of Sulfate and Nitrate Aerosols", 2010, International Conference on Biology, Environment and Chemistry (ICBEC 2010), Hong Kong. 3. Kan Khoomsab and Pojanie Khummongkol. 2013. Dry Deposition of Nitrate over Forest in Tropical Climatology Using Relaxed Eddy Accumulation. Advanced Science Letter, 19: 2815-2817. 4. Kan Khoomsab and Pojanie Khummongkol. 2013. "Micrometeorological Technique for Estimation of Nitrate Dry Deposition over Forest in Tropical Climatology", Journal of Environmental Protection and Ecology, Vol.14, No.3 :836 – 842. 5. Kan Khoomsab, Pojanie Khummongkol and Kazuhide Matsuda. 2014. "Trends in Sulfate Dry Deposition over Mixed Dipterocarp Forest in Thailand using Relaxed Eddy Accumulation Method", Sains Malaysiana, Vol, 43 (3), 369 – 375.
Address	Biology Program, Faculty of Science and Technology Phetchabun Rajabhat University 83 Moo 11 Saraburi- Lomsak Rd., Tambon Sadiang, Muang District, Phetchabun 67000
Email	topkan13@hotmail.com