

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
1.3 ขอบเขตการศึกษา	3
1.4 นิยามศัพท์	4
1.5 ระเบียบวิธีวิจัย	6
1.6 ทบทวนวรรณกรรม	25
1.7 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการศึกษา	29
1.8 ระเบียบวิธีวิจัย	31
บทที่ 2 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา	34
2.1 ข้อมูลดาวเทียมระบบเซ็นเซอร์ MODIS	34
2.2 ข้อมูลปริมาณฝุ่นละอองในอากาศ	40
บทที่ 3 การตรวจหาความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน	46
3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างภาพถ่ายดาวเทียมกับปริมาณ PM_{10}	46
จากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ	
3.2 สรุปผลการตรวจหาความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ด้วยภาพถ่ายดาวเทียม	64
บทที่ 4 การเปรียบเทียบแบบจำลองที่มีความเหมาะสมต่อการตรวจหาความเข้มข้นของฝุ่นละอองเพื่อทำนายความเข้มข้นของฝุ่นละอองบริเวณภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย	66
4.1 การประเมินความแม่นยำและความสัมพันธ์ของค่าที่คำนวณได้กับค่าที่วัดได้จริง	66

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.2 สรุปผลการเปรียบเทียบแบบจำลองที่มีความเหมาะสมต่อการตรวจหา ความเข้มข้นของฝุ่นละอองเพื่อทำแผนที่ความเข้มข้นของฝุ่นละออง บริเวณภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย	78
บทที่ 5 สรุป	80
5.1 สรุปผลการศึกษา	80
5.2 อภิปรายผลการศึกษา	82
5.3 ประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษา	83
5.4 ข้อเสนอแนะ	83
บรรณานุกรม	85
ประวัติผู้เขียน	87

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1.1	เกณฑ์ของดัชนีคุณภาพอากาศสำหรับประเทศไทย	8
1.2	ค่าความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศที่เทียบเท่ากับค่าดัชนี คุณภาพอากาศ	9
1.3	ผลการศึกษาความสัมพันธ์กันระหว่างผลการตรวจวัดมลภาวะทาง อากาศจากสถานีภาคพื้นดิน กับค่าการสะท้อนของดาวเทียม NOAA-14 AVHRR แบนด์ 1 และ แบนด์ 2 โดยใช้สมการถดถอย 8 แบบ ใน ประเทศมาเลเซีย	28
2.1	คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ MOD09 จากดาวเทียมเซ็นเซอร์ MODIS	35
2.2	ข้อมูลค่าการสะท้อนพื้นผิว ของภาพถ่ายดาวเทียมเซนเซอร์ MODIS ที่ใช้ในการวิเคราะห์	37
2.3	ข้อมูลสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศบริเวณภาคเหนือตอนบน	42
2.4	ข้อมูลปริมาณ PM_{10} จากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศบริเวณภาคบริเวณ ภาคเหนือตอนบน วันที่ 3 มีนาคม 2553	43
2.5	ข้อมูลปริมาณ PM_{10} จากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศบริเวณภาคบริเวณ ภาคเหนือตอนบน วันที่ 7 มีนาคม 2553	44
2.6	ข้อมูลปริมาณ PM_{10} จากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศบริเวณภาคบริเวณ ภาคเหนือตอนบน วันที่ 8 มีนาคม 2553	45
3.1	ปริมาณ PM_{10} ณ เวลาที่ดาวเทียมถ่ายภาพ	47
3.2	ค่าสะท้อนพื้นผิว ณ ตำแหน่งพิกัดสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ ของภาพถ่ายดาวเทียม	48
3.3	ค่า AOT ที่ตำแหน่งพิกัดสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ ของภาพถ่ายดาวเทียม	49

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
3.4	ความสัมพันธ์ระหว่างค่า PM_{10} จากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศภาคพื้นดิน และค่าที่ได้จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ในวันที่ 3 มีนาคม พ.ศ.2553	53
3.5	ความสัมพันธ์ระหว่างค่า PM_{10} จากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศภาคพื้นดิน และค่าที่ได้จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ในวันที่ 7 มีนาคม พ.ศ.2553	55
3.6	ความสัมพันธ์ระหว่างค่า PM_{10} จากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศภาคพื้นดิน และค่าที่ได้จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ในวันที่ 8 มีนาคม พ.ศ.2553	56
3.7	ความสัมพันธ์ระหว่างค่า PM_{10} จากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศภาคพื้นดิน และค่าที่ได้จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ทั้ง 4 แบนด์ ด้วยสมการเชิงเส้น ในวันที่ 3 มีนาคม พ.ศ.2553	59
3.8	ความสัมพันธ์ระหว่างค่า PM_{10} จากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศภาคพื้นดิน และค่าที่ได้จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ทั้ง 4 แบนด์ ด้วยสมการเชิงเส้น ในวันที่ 7 มีนาคม พ.ศ.2553	60
3.9	ความสัมพันธ์ระหว่างค่า PM_{10} จากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศภาคพื้นดิน และค่าที่ได้จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมทั้ง 4 แบนด์ ด้วยสมการเชิงเส้น ในวันที่ 8 มีนาคม พ.ศ.2553	61
3.10	ความสัมพันธ์ระหว่างค่า PM_{10} จากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศภาคพื้นดิน และค่า AOT ด้วยสมการถดถอย 7 รูปแบบ ในวันที่ 3, 7 และ 8 มีนาคม พ.ศ.2553	63
4.1	ปริมาณ PM_{10} จากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ และ ปริมาณ PM_{10} ที่คำนวณได้จากสมการเชิงเส้นแบบพหุ ด้วยข้อมูลค่าสะท้อนพื้นผิว	67
4.2	ปริมาณ PM_{10} จากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ และ ปริมาณ PM_{10} ที่คำนวณได้จากสมการถดถอยแบบคิวบิก ด้วยข้อมูลค่าความหนาเชิงแสง	72

สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
1.1	ตำแหน่งที่ตั้งสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ บริเวณภาคเหนือตอนบน	5
1.2	พลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าทั้งหมดที่มีปฏิสัมพันธ์กับชั้นบรรยากาศและพื้นผิวโลก	10
1.3	ปฏิสัมพันธ์ของชั้นบรรยากาศอันเนื่องมาจากการดูดกลืนที่ทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า โดยเปรียบเทียบค่ารังสีตกกระทบเชิงคลื่นของแสงอาทิตย์ที่ระดับน้ำทะเลกับการแผ่รังสีของเทห์วัตถุดำ	11
1.4	ส่วนขยายรายละเอียดแถบช่วงคลื่นที่ใช้ประโยชน์ด้านรีโมทเซนซิง โดยแสดงความสัมพันธ์ของการแผ่พลังงานผ่านชั้นบรรยากาศและระบบการบันทึกภาพในแต่ละช่วงคลื่นต่างๆ	12
1.5	คุณลักษณะของการดูดกลืนในช่วงคลื่นอินฟราเรด โดยโมเลกุลในชั้นบรรยากาศ	13
1.6	การกระจายกระจายของแสงเมื่อกระทบอนุภาคที่แขวนลอยในชั้นบรรยากาศ	13
1.7	การลดลงของรังสีดวงอาทิตย์เมื่อเคลื่อนที่ผ่านบรรยากาศของโลก	15
1.8	ขั้นตอนการประมวลผลข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเซนเซอร์ MODIS จากดาวเทียม TERRA และดาวเทียม Aqua	18
1.9	วงโคจรของ ดาวเทียม Terra และ Aqua	19
1.10	ลักษณะความคลาดเคลื่อนทางเรขาคณิตประเภทต่างๆของภาพจากดาวเทียม	20
1.11	กรอบแนวคิดในการศึกษา	30
1.12	ผังแสดงวิธีการศึกษา	33
2.1	ขั้นตอนการปรับแก้ข้อมูลเชิงพิกัดของภาพถ่ายดาวเทียมเซนเซอร์ MODIS	37
2.2	ขั้นตอนการใช้โปรแกรม MRT Swath เพื่อปรับแก้ภาพถ่ายดาวเทียมเซนเซอร์ MODIS ให้มีความถูกต้องเชิงตำแหน่ง	38
2.3	ภาพถ่ายดาวเทียมเซนเซอร์ MODIS ผลิตภัณฑ์ MOD09 วันที่ 5 มีนาคม 2553 แบบด์ 1 ก่อนและหลังการปรับแก้ความถูกต้องเชิงตำแหน่ง ด้วยโปรแกรม MRT Swath	39

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ		หน้า
2.4	ขั้นตอนการใช้โปรแกรม HDF Look เพื่อปรับแก้ภาพถ่ายดาวเทียมระบบเซนเซอร์ MODIS ให้มีความถูกต้องเชิงตำแหน่ง	41
2.5	ภาพ MODIS AOT ที่ทำการปรับแก้ค่าผิดพลาดแล้ว	42
3.1	กราฟสมการเชิงเส้นรูปแบบจุดสองจุด (Two-point form) เพื่อคำนวณ PM_{10} จากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ ณ เวลาที่ดาวเทียมถ่ายภาพ	47
3.2	ขั้นตอนการหาความสัมพันธ์ แบบแยกช่วงคลื่นด้วยสมการถดถอย 7 แบบ	52
3.3	ขั้นตอนการหาความสัมพันธ์ โดยการนำทั้งสี่ช่วงคลื่นของแต่ละวัน มาหาความสัมพันธ์ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้นแบบพหุ (Multiple Linear Regression)	58
3.4	ขั้นตอนการหาความสัมพันธ์ ระหว่างค่า AOT กับค่า PM_{10} ด้วยสมการถดถอย 7 แบบ	62
4.1	แผนที่ความเข้มข้นปริมาณ PM_{10} บริเวณภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยวันที่ 3 มีนาคม 2553 เวลา 10.50 น. จากการใช้อัตราค่าสะท้อนพื้นผิว กับสมการเชิงเส้นแบบพหุ	69
4.2	แผนที่ความเข้มข้นปริมาณ PM_{10} บริเวณภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยวันที่ 7 มีนาคม 2553 เวลา 13.35 น. จากการใช้อัตราค่าสะท้อนพื้นผิว กับสมการเชิงเส้นแบบพหุ	70
4.3	แผนที่ความเข้มข้นปริมาณ PM_{10} บริเวณภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยวันที่ 8 มีนาคม 2553 เวลา 11.10 น. จากการใช้อัตราค่าสะท้อนพื้นผิว กับสมการเชิงเส้นแบบพหุ	71
4.4	แผนที่ความเข้มข้นปริมาณ PM_{10} บริเวณภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยวันที่ 3 มีนาคม 2553 เวลา 10.50 น. จากการใช้อัตราค่า AOT กับสมการถดถอยแบบคิวบิก	74

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ		หน้า
4.5	แผนที่ความเข้มข้นปริมาณ PM_{10} บริเวณภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยวันที่ 7 มีนาคม 2553 เวลา 13.35 น. จากการใช้ค่า AOT กับสมการถดถอยแบบคิวบิก	75
4.6	แผนที่ความเข้มข้นปริมาณ PM_{10} บริเวณภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยวันที่ 8 มีนาคม 2553 เวลา 11.10 น. จากการใช้ค่า AOT กับสมการถดถอยแบบคิวบิก	76
4.7	ความสัมพันธ์ของปริมาณ PM_{10} จากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศและปริมาณ PM_{10} ที่คำนวณได้จากข้อมูลค่าสะท้อนพื้นผิว ผลิตภัณฑ์ MOD09 จำนวน 4 แบนด์ (a) และคำนวณจากข้อมูล AOT ผลิตภัณฑ์ MOD04 (b) ของวันที่ 3 มีนาคม 2553	77
4.8	ความสัมพันธ์ของปริมาณ PM_{10} จากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศและปริมาณ PM_{10} ที่คำนวณได้จากข้อมูลค่าสะท้อนพื้นผิว ผลิตภัณฑ์ MOD09 จำนวน 4 แบนด์ (a) และคำนวณจากข้อมูล AOT ผลิตภัณฑ์ MOD04 (b) ของวันที่ 7 มีนาคม 2553	77
4.9	ความสัมพันธ์ของปริมาณ PM_{10} จากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศและปริมาณ PM_{10} ที่คำนวณได้จากข้อมูลค่าสะท้อนพื้นผิว ผลิตภัณฑ์ MOD09 จำนวน 4 แบนด์ (a) และคำนวณจากข้อมูล AOT ผลิตภัณฑ์ MOD04 (b) ของวันที่ 8 มีนาคม 2553	78
4.10	ขั้นตอนการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และข้อมูลดาวเทียมในการจัดทำแผนที่ความเข้มข้นของ PM_{10}	79