สำนักหอสมุดกลาง_พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การพัฒนาโรงเรือนสาธิตระบบทำความเย็นแบบระเหย

Development of Demonstration Greenhouse with Evaporative Cooling System

นาย วัฒนา หนูดำ
นาย สุรินทร์ ชาติวิเชียร

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....62321
วัน,เดือน,ปี.....16 ส.ค. 2549

b.....
ร.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพัฒนาโรงเรือนสาธิตระบบทำความเย็นแบบระเหย

Development of Demonstration Greenhouse with Evaporative Cooling System

โดย

นาย วัฒนา หนูดำ

นาย สุรินทร์ ชาติวิเชียร

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2548

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การพัฒนาโรงเรือนสาธิตระบบทำความเย็นแบบระเหย

Development of Demonstration Greenhouse with Evaporative Cooling System

ผู้จัดทำ

1. นาย วัฒนา หนูดำ รหัสประจำตัว 45010698
2. นาย สุรินทร์ ชาติวิเชียร รหัสประจำตัว 45010879

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ. ดร. วิภา เจียระไนวชิระ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ. ดร. ทรงวุฒิ แสงจันทร์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพัฒนาโรงเรือนสาธิตระบบทำความเย็นแบบระเหย

นาย วัฒนา หนูดำ
นาย สุรินทร์ ชาดิวิเชียร
ผศ.ดร. วิภา เจียระไนวชิระ อาจารย์ที่ปรึกษา
ผศ. ดร. ทรงวุฒิ แสงจันทร์ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2548

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้ได้ทำการศึกษาและพัฒนา การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นของระบบทำความเย็นแบบระเหย โดยการพัฒนาและทดลองหาประสิทธิภาพของโรงเรือนสาธิตระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นแบบระเหย ใช้วัสดุในการทดลอง 2 ชนิด คือ หัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อ และหัวพ่นหมอก เพื่อใช้เป็นตัวกลางในการทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างน้ำกับอากาศ โดยการทดลองได้ทำการทดลองตัวอย่างละ 3 เวลา คือ 9.30 , 12.00 และ 15.00 น. และทำการทดลองโดยใช้น้ำที่ 2 สภาวะ คือ น้ำที่ทำความเย็นด้วยถังทำน้ำเย็นที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส และน้ำที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งโรงเรือนที่ทำการทดลองอยู่ในสภาวะที่มีผ้าม่านบังแสงคลุมโรงเรือน โดยหัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อจะสามารถลดอุณหภูมิภายในโรงเรือนได้สูงสุด ประมาณ 4 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงเวลา 9.30-10.30 น. ส่วนหัวพ่นหมอกจะสามารถลดอุณหภูมิได้สูงสุด ประมาณ 8 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ประมาณจุดอิ่มตัว จากการทดลองพบว่าอุณหภูมิภายในโรงเรือนในจะเปลี่ยนแปลงตามสภาวะแวดล้อมภายนอก โดยสังเกตได้จากช่วงเวลา 9.30 -10.30 น. เป็นช่วงเวลาที่สภาวะแวดล้อมภายนอกมีผลต่อการลดอุณหภูมิน้อยที่สุด ซึ่งสามารถลดอุณหภูมิได้ประมาณ 3-8 องศาเซลเซียสจากอุณหภูมิภายนอก และในช่วงเวลา 15.00 - 16.00 น. เป็นช่วงเวลาที่สภาวะแวดล้อมภายนอกมีผลต่อการลดอุณหภูมิมากที่สุดซึ่งสามารถลดอุณหภูมิได้ประมาณ 1-3 องศาเซลเซียสจากอุณหภูมิภายนอก ส่วนอุณหภูมิน้ำที่ใช้ในการทดลอง นั้นมีผลต่อความชื้นสัมพัทธ์ โดยจะเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ให้สูงกว่า เมื่อเทียบกับใช้น้ำที่มีสูงกว่า แต่ไม่ชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Development of Demonstration Greenhouse with Evaporative Cooling System.

Watthana Nudam

Surin Chadvichearn

Assist. Prof. Dr. Vipa Jayranaiwachira Advisor

Assist. Prof. Dr. Songwhut Sangjang Advisor

Abstract

The thesis focuses on the study and development of temperature and moisture control in the evaporative cooling system. The objectives are to develop and quest for efficiency of demonstration greenhouse with evaporative cooling system. Two types of evaporate cooling – the butterfly nozzle and the fogger nozzle were experimented as a means to generate heat exchange between air and water with 3 different times – 9.30 AM., 12.00 AM. and 3.00 PM. Water was experimented at 2 conditions, water at 5 degree Celsius in the cooling tank and water at room temperature. The experimented greenhouse was cover by sun shade cloth with inside house temperature reduction by the butterfly nozzle up to 4 degree Celsius, and relative humidity at 80 %. During 09.30 – 10.30 am., the nozzle was able to reduce the minimum temperature at 8 degree Celsius with 100% relative humidity. It is to be noted that the temperature reduction has least effect from external environmental factors during this period and could to reduce up to 3 – 8 Celsius from outside temperature. The external factors that has most impact to temperature reduction was during the period of 3.00 – 4.00 pm It could be reduced up to 1 – 3 degree Celsius from outside temperature. As for the water temperature used for this experiment has effected more relative humidity comparing to.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยความอนุเคราะห์จากหลายท่านด้วยด้วยกันที่ได้ให้คำปรึกษา และความช่วยเหลือด้านต่างๆ ทางผู้จัดทำขอขอบคุณ บิดา มารดาที่ให้การสนับสนุนด้านต่าง ๆ และเป็นกำลังใจ พร้อมทั้งอาจารย์ที่ปรึกษา ที่ให้คำปรึกษา ที่ให้คำปรึกษาแนะนำในทุก ๆ ด้าน ทางผู้จัดทำขอขอบพระคุณ

ผศ.ดร. วิภา เจียระไนวชิระ

ผศ. ดร. ทรงวุฒิ แสงจันทร์

คณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมเกษตรทุกท่าน

เจ้าหน้าที่ประจำ Workshop ทุกท่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2.2 การสร้างระบบทำน้ำเย็น	19
3.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	22
บทที่ 4 การทดลองและวิเคราะห์ผล	24
4.1 วิธีทดลองและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	24
4.2 ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง	26
4.2.1 การทดลองโดยใช้หัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อเป็นตัวปล่อยน้ำในสภาวะน้ำที่อุณหภูมิห้อง	26
4.2.2 การทดลองโดยใช้หัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อเป็นตัวปล่อยน้ำในสภาวะที่ทำความเย็นน้ำ	32
4.2.3 การทดลองโดยใช้หัวพ่นหมอกเป็นตัวปล่อยน้ำในสภาวะน้ำที่อุณหภูมิห้อง	38
4.2.4 การทดลองโดยใช้หัวพ่นหมอกเป็นตัวปล่อยน้ำในสภาวะที่น้ำมีการทำความเย็น	44
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	50
5.1 สรุปผล	50
5.2 ข้อเสนอแนะ	51
ภาคผนวก ก.	52
ภาคผนวก ข.	83
ภาคผนวก ค.	90
ภาคผนวก ง.	92
เอกสารอ้างอิง	94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
รูปที่ 3.1 แผนภูมิอากาศสำหรับระบบทำความเย็น แบบระเหย	12
รูปที่ 3.2 รูปแสดงทิศทางการไหลและอายุของอากาศจากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0	13
รูปที่ 3.3 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 6 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 ที่ อุณหภูมิภายนอก 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50%	14
รูปที่ 3.4 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 6 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 ที่ อุณหภูมิภายนอก 35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50%	15
รูปที่ 3.5 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 6 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 ที่ อุณหภูมิภายนอก 35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70%	16
รูปที่ 3.6 รูปแสดงโรงเรือนหลังการพัฒนา	17
รูปที่ 3.7 ขายึดและการติดพัดลมพัดลมระบายอากาศ	17
รูปที่ 3.8 โครงของช่องเปิดท้ายโรงเรือน	18
รูปที่ 3.9 หัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อที่นำมาใช้ในระบบทำความเย็นแบบระเหย	18
รูปที่ 3.10 หัวพ่นหมอกที่นำมาใช้ในระบบทำความเย็นแบบระเหย	19
รูปที่ 3.11 ถังทำน้ำเย็น	19
รูปที่ 3.12 Evaporator ที่ทำมาจากท่อทองแดง	20
รูปที่ 3.13 Compressor ของถังทำน้ำเย็น	20
รูปที่ 3.14 Condenser และพัดลมของตู้ทำน้ำเย็น	21
รูปที่ 3.15 อุปกรณ์ลดความดันของสารทำความเย็น	21
รูปที่ 3.16 อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิน้ำ	22
รูปที่ 3.17 เครื่องบันทึกข้อมูล (Data Logger)	22
รูปที่ 3.18 สายเทอร์โมคับเปิ้ล Type K	23
รูปที่ 3.19 อุปกรณ์วัดความชื้น (Relative Humidity)	23
รูปที่ 4.1 ลักษณะการติดตั้งหัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อ	24
รูปที่ 4.2 ลักษณะการติดตั้งหัวพ่นหมอก	24
รูปที่ 4.3 ลักษณะการติดตั้งติดตั้งระบบทำความเย็นกับปั๊มสูบน้ำ	25
รูปที่ 4.4 แสดงจุดที่วัดอุณหภูมิโดยสายเทอร์โมคับเปิ้ลภายในโรงเรือนสาธิต	25
รูปที่ 4.5 กราฟแสดงผลการทดลองการลดอุณหภูมิจาก 6 จุด โดยใช้หัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส ที่เวลา 9.30-10.30 น.	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
รูปที่ 4.6 กราฟแสดงผลที่ได้จากการทดลองการลดอุณหภูมิระหว่างภายนอกและภายในโรงเรือน โดยใช้หัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส ที่เวลา 9.30-10.30 น.	26
รูปที่ 4.7 กราฟแสดงผลการเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างภายนอกและภายในโรงเรือน โดยใช้หัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียสที่เวลา 9.30-10.30 น.	27
รูปที่ 4.8 กราฟแสดงผลการทดลองการลดอุณหภูมิจาก 6 จุด โดยใช้หัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส ที่เวลา 12.00-13.00 น.	28
รูปที่ 4.9 กราฟแสดงผลที่ได้จากการทดลองการลดอุณหภูมิระหว่างภายนอกและภายในโรงเรือน โดยใช้หัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส ที่เวลา 12.00-13.00 น.	28
รูปที่ 4.10 กราฟแสดงผลการเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างภายนอกและภายในโรงเรือน โดยใช้หัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส ที่เวลา 12.00-13.00 น.	29
รูปที่ 4.11 กราฟแสดงผลการทดลองการลดอุณหภูมิจาก 6 จุด โดยใช้หัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ที่เวลา 15.00-16.00 น.	30
รูปที่ 4.12 กราฟแสดงผลที่ได้จากการทดลองการลดอุณหภูมิระหว่างภายนอกและภายในโรงเรือน โดยใช้หัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ที่เวลา 15.00-16.00 น.	30
รูปที่ 4.13 กราฟแสดงผลการเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างภายนอกและภายในโรงเรือน โดยใช้หัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ที่เวลา 15.00-16.00 น.	31
รูปที่ 4.14 กราฟแสดงผลการทดลองการลดอุณหภูมิจาก 6 จุด โดยใช้หัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ที่เวลา 9.30-10.30 น.	32
รูปที่ 4.15 กราฟแสดงผลที่ได้จากการทดลองการลดอุณหภูมิระหว่างภายนอกและภายในโรงเรือน โดยใช้หัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ที่เวลา 9.30-10.30 น.	32
รูปที่ 4.16 กราฟแสดงผลการเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างภายนอกและภายในโรงเรือน โดยใช้หัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ที่เวลา 9.30-10.30 น.	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
รูปที่ 4.17 กราฟแสดงผลการทดลองการลดอุณหภูมิจาก 6 จุด โดยใช้หัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ที่เวลา 12.00-13.00 น.	34
รูปที่ 4.18 กราฟแสดงผลที่ได้จากการทดลองการลดอุณหภูมิระหว่างภายนอกและภายในโรงเรือน โดยใช้หัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ที่เวลา 12.00-13.00 น.	34
รูปที่ 4.19 กราฟแสดงผลการเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างภายนอกและภายในโรงเรือน โดยใช้หัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ที่เวลา 12.00-13.00 น.	35
รูปที่ 4.20 กราฟแสดงผลการทดลองการลดอุณหภูมิจาก 6 จุด โดยใช้หัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ที่เวลา 15.00-16.00 น.	36
รูปที่ 4.21 กราฟแสดงผลที่ได้จากการทดลองการลดอุณหภูมิระหว่างภายนอกและภายในโรงเรือน โดยใช้หัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ที่เวลา 15.00-16.00 น.	36
รูปที่ 4.22 กราฟแสดงผลการเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างภายนอกและภายในโรงเรือน โดยใช้หัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ที่เวลา 15.00-16.00 น.	37
รูปที่ 4.23 กราฟแสดงผลการทดลองการลดอุณหภูมิจาก 6 จุด โดยใช้หัวพ่นหมอกเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส ที่เวลา 9.00-10.30น.	38
รูปที่ 4.24 กราฟแสดงผลที่ได้จากการทดลองการลดอุณหภูมิระหว่างภายนอกและภายในโรงเรือน โดยใช้หัวพ่นหมอกเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส ที่เวลา 9.30-10.30 น.	38
รูปที่ 4.25 กราฟแสดงผลการเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างภายนอกและภายในโรงเรือน โดยใช้หัวพ่นหมอกเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส ที่เวลา 9.30-10.30 น.	39
รูปที่ 4.26 กราฟแสดงผลการทดลองการลดอุณหภูมิจาก 6 จุด โดยใช้หัวพ่นหมอกเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส ที่เวลา 12.00-13.00 น.	40
รูปที่ 4.27 กราฟแสดงผลที่ได้จากการทดลองการลดอุณหภูมิระหว่างภายนอกและภายในโรงเรือน โดยใช้หัวพ่นหมอกเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส ที่เวลา 12.00-13.00 น.	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่ หน้า

รูปที่ 4.28 กราฟแสดงผลการเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างภายนอกและ ภายในโรงเรือน โดยใช้หัวพ่นหมอกเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส ที่เวลา 12.00-13.00 น. 41

รูปที่ 4.29 กราฟแสดงผลการทดลองการลดอุณหภูมิจาก 6 จุด โดยใช้หัวพ่นหมอกเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 29 องศาเซลเซียส ที่เวลา 15.00-16.00 น. 42

รูปที่ 4.30 กราฟแสดงผลที่ได้จากการทดลองการลดอุณหภูมิระหว่างภายนอกและ ภายในโรงเรือน โดยใช้หัวพ่นหมอกเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 29 องศาเซลเซียส ที่เวลา 15.00-16.00 น. 42

รูปที่ 4.31 กราฟแสดงผลการเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างภายนอกและ ภายในโรงเรือน โดยใช้หัวพ่นหมอกเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 29 องศาเซลเซียส ที่เวลา 15.00-16.00 น. 43

รูปที่ 4.32 กราฟแสดงผลการทดลองการลดอุณหภูมิจาก 6 จุด โดยใช้หัวพ่นหมอกเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ที่เวลา 9.30-10.30 น. 44

รูปที่ 4.33 กราฟแสดงผลที่ได้จากการทดลองการลดอุณหภูมิระหว่างภายนอกและ ภายในโรงเรือนโดยใช้หัวพ่นหมอกเป็นตัวปล่อยน้ำที่น้ำอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ที่เวลา 9.30-10.30 น. 44

รูปที่ 4.34 กราฟแสดงผลการเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างภายนอกและ ภายในโรงเรือนโดยใช้หัวพ่นหมอกเป็นตัวปล่อยน้ำที่น้ำอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ที่เวลา 9.30-10.30 น. 45

รูปที่ 4.35 กราฟแสดงผลการทดลองการลดอุณหภูมิจาก 6 จุด โดยใช้หัวพ่นหมอกเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ที่เวลา 12.00-13.00 น. 46

รูปที่ 4.36 กราฟแสดงผลที่ได้จากการทดลองการลดอุณหภูมิระหว่างภายนอกและ ภายในโรงเรือนโดยใช้หัวพ่นหมอกเป็นตัวปล่อยน้ำที่น้ำอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ที่เวลา 12.00-13.00 น. 46

รูปที่ 4.37 กราฟแสดงผลการเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างภายนอกและ ภายในโรงเรือนโดยใช้หัวพ่นหมอกเป็นตัวปล่อยน้ำที่น้ำอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ที่เวลา 12.00-13.00 น.. 47

รูปที่ 4.38 กราฟแสดงผลการทดลองการลดอุณหภูมิจาก 6 จุด โดยใช้หัวพ่นหมอกเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ที่เวลา 15.00-16.00 น. 48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
รูปที่ 4.39 กราฟแสดงผลที่ได้จากการทดลองการลดอุณหภูมิระหว่างภายนอกและภายในโรงเรือนโดยใช้หัวพ่นหมอกเป็นตัวปล่อยน้ำที่น้ำอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ที่เวลา 15.00-16.00 น.	48
รูปที่ 4.40 กราฟแสดงผลการเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างภายนอกและภายในโรงเรือนโดยใช้หัวพ่นหมอกเป็นตัวปล่อยน้ำที่น้ำอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ที่เวลา 15.00-16.00 น.	49
รูปที่ ก.1 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 1 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 ที่ อุณหภูมิภายนอก 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50%	53
รูปที่ ก.2 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 2 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 ที่ อุณหภูมิภายนอก 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50%	54
รูปที่ ก.3 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 3 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 ที่ อุณหภูมิภายนอก 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50%	55
รูปที่ ก.4 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 4 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 ที่ อุณหภูมิภายนอก 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50%	56
รูปที่ ก.5 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 5 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 ที่ อุณหภูมิภายนอก 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50%	57
รูปที่ ก.6 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 6 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 ที่ อุณหภูมิภายนอก 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50%	58
รูปที่ ก.7 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 7 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 ที่ อุณหภูมิภายนอก 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50%	59
รูปที่ ก.8 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 8 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 ที่ อุณหภูมิภายนอก 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50%	60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
รูปที่ ก.9 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 9 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 ที่ อุณหภูมิภายนอก 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50%	61
รูปที่ ก.10 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 10 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 ที่ อุณหภูมิภายนอก 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50%	62
รูปที่ ก.11 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 1 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 ที่ อุณหภูมิภายนอก 35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50%	63
รูปที่ ก.12 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 2 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 ที่ อุณหภูมิภายนอก 35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50%	64
รูปที่ ก.13 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 3 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 ที่ อุณหภูมิภายนอก 35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50%	65
รูปที่ ก.14 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 4 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 ที่ อุณหภูมิภายนอก 35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50%	66
รูปที่ ก.15 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 5 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 ที่ อุณหภูมิภายนอก 35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50%	67
รูปที่ ก.16 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 6 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 ที่ อุณหภูมิภายนอก 35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50%	68
รูปที่ ก.17 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 7 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 ที่ อุณหภูมิภายนอก 35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50%	69
รูปที่ ก.18 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 8 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 ที่ อุณหภูมิภายนอก 35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50%	70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
รูปที่ ก.19 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 9 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 ที่ อุณหภูมิภายนอก 35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50%	71
รูปที่ ก.20 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 10 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 ที่ อุณหภูมิภายนอก 35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50%	72
รูปที่ ก.21 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 1 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 ที่ อุณหภูมิภายนอก 35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70%	73
รูปที่ ก.22 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 2 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 ที่ อุณหภูมิภายนอก 35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70%	74
รูปที่ ก.23 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 3 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 ที่ อุณหภูมิภายนอก 35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70%	75
รูปที่ ก.24 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 4 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 ที่ อุณหภูมิภายนอก 35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70%	76
รูปที่ ก.25 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 5 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 ที่ อุณหภูมิภายนอก 35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70%	77
รูปที่ ก.26 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 6 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 ที่ อุณหภูมิภายนอก 35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70%	78
รูปที่ ก.27 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 7 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 ที่ อุณหภูมิภายนอก 35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70%	79
รูปที่ ก.28 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 8 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 ที่ อุณหภูมิภายนอก 35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70%	80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
รูปที่ ก.29 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 9 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 ที่ อุณหภูมิภายนอก 35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70%	81
รูปที่ ก.30 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 10 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 ที่ อุณหภูมิภายนอก 35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70%	82
รูปที่ ค.1 ตัวอย่างการใช้โปรแกรม Computer Aided Thermodynamic Table 2 เพื่อหาความชื้นสัมพัทธ์	91
รูปที่ ง.1 รูปแสดงคู่มือการใช้เครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำ	93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 3.1 ประสิทธิภาพของพัดลมขนาดต่าง ๆ	11
ตารางที่ ข.1 ผลการทดลองโดยใช้หัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อเป็นตัวปล่อยน้ำ ในสภาวะน้ำที่อุณหภูมิห้อง ทดลองเวลา 9.30 – 10.30 น.	84
ตารางที่ ข.2 ผลการทดลองโดยใช้หัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อเป็นตัวปล่อยน้ำ ในสภาวะน้ำที่อุณหภูมิห้อง ทดลองเวลา 12.00-13.00 น.	84
ตารางที่ ข.3 ผลการทดลองโดยใช้หัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อเป็นตัวปล่อยน้ำ ในสภาวะน้ำที่อุณหภูมิห้อง ทดลองเวลา 15.00-16.00 น.	85
ตารางที่ ข.4 ผลการทดลองโดยใช้หัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อเป็นตัวปล่อยน้ำ ในสภาวะที่น้ำมีการทำความเย็น ทดลองเวลา 9.30-10.30 น.	85
ตารางที่ ข.5 ผลการทดลองโดยใช้หัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อเป็นตัวปล่อยน้ำ ในสภาวะที่น้ำมีการทำความเย็น ทดลองเวลา 12.00-13.00 น.	86
ตารางที่ ข.6 ผลการทดลองโดยใช้หัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อเป็นตัวปล่อยน้ำ ในสภาวะที่น้ำมีการทำความเย็น ทดลองเวลา 15.00-16.00 น.	86
ตารางที่ ข.7 ผลการทดลองโดยใช้หัวพ่นหมอกเป็นตัวปล่อยน้ำ ในสภาวะน้ำที่อุณหภูมิห้อง ทดลองเวลา 9.30-10.30 น.	87
ตารางที่ ข.8 ผลการทดลองโดยใช้หัวพ่นหมอกเป็นตัวปล่อยน้ำ ในสภาวะน้ำที่อุณหภูมิห้อง ทดลองเวลา 12.00-13.00 น.	87
ตารางที่ ข.9 ผลการทดลองโดยใช้หัวพ่นหมอกเป็นตัวปล่อยน้ำ ในสภาวะน้ำที่อุณหภูมิห้อง ทดลองเวลา 15.00-16.00 น.	88
ตารางที่ ข.10 ผลการทดลองโดยใช้หัวพ่นหมอกเป็นตัวปล่อยน้ำ ในสภาวะที่น้ำมีการทำความเย็น ทดลองเวลา 9.30-10.30 น..	88
ตารางที่ ข.11 ผลการทดลองโดยใช้หัวพ่นหมอกเป็นตัวปล่อยน้ำ ในสภาวะที่น้ำมีการทำความเย็น ทดลองเวลา 12.00-13.00 น.	89
ตารางที่ ข.12 ผลการทดลองโดยใช้หัวพ่นหมอกเป็นตัวปล่อยน้ำ ในสภาวะที่น้ำมีการทำความเย็น ทดลองเวลา 15.00-16.00 น.	89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาของโครงการ

การเพาะปลูกพืชนั้น เกษตรกรย่อมมีความต้องการที่จะได้ผลตอบแทนจากการปลูกพืชในรูปแบบของผลผลิตเป็นอย่างมาก ดังนั้นการที่ผลผลิตจะให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่านั้น ต้องมีการดูแลรักษาหรือควบคุม ให้เหมาะสมกับพืชชนิดนั้น ๆ

สภาพอากาศนั้นเป็น สิ่งสำคัญในการเพาะปลูกพืช เพราะพืชแต่ละชนิดต้องการอุณหภูมิและความชื้นแตกต่างกัน ดังนั้นการใช้โรงเรือนระบบทำความเย็นแบบระเหย ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นได้นั้น เป็นแนวทางหนึ่ง ที่จะลดการสูญเสียเนื่องจากสภาวะอากาศ ไม่เหมาะสม เพราะสามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นได้ ตามที่พืชต้องการ และเป็นอีกแนวทางในการเพิ่มผลผลิต

1.2 วัตถุประสงค์

1) ศึกษาและพัฒนาโรงเรือนสาธิตระบบควบคุมอุณหภูมิ และความชื้น ด้วยระบบทำความเย็นแบบระเหย

2) ศึกษาและทดลองหาปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการทำความเย็นของระบบทำความเย็นแบบระเหย

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1) ออกแบบและพัฒนาโรงเรือนสาธิตระบบทำความเย็นแบบระเหย

2) ศึกษาการใช้น้ำและลมร่วมกันในการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนสาธิต

3) ทดสอบ เก็บข้อมูลการทดสอบและหาปัจจัยที่มีผลต่อระสิทธิภาพของโรงเรือนสาธิตระบบทำความเย็นแบบระเหย

4) วิเคราะห์ข้อมูล ประเมินผลประสิทธิภาพและสรุปผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ที่คาดว่าจะได้รับ

1) เพื่อให้ได้โรงเรือนสาธิตที่สามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นแบบระเหย เป็นชุดสาธิตในกรณีศึกษาระบบปรับอากาศ เพื่อใช้งานการเกษตร

2) เป็นแนวทางในการพัฒนาประสิทธิภาพของโรงเรือนระบบระเหย

3) โรงเรือนสามารถนำไปใช้ในการศึกษาและพัฒนาเพื่อใช้กับพืชชนิดต่าง ๆ ได้ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎี

ระบบทำความเย็นแบบระเหยเป็นระบบที่อาศัยหลักการสร้างความเย็น โดยการระเหยและแลกเปลี่ยนความร้อนของน้ำกับอากาศซึ่งรูปแบบของการทำความเย็นนั้นทำได้หลายวิธีและหลายแบบแตกต่างกันไปรูปแบบธรรมดาทั่วๆไปในการการทำความเย็นแบบระเหยในปัจจุบันได้แก่ วิธีพ่นละอองน้ำโดยพ่นไปยังกลุ่มพืชหรือสัตว์เลี้ยง หรือจะเป็นวิธีการใช้ละอองหมอก และวิธีการทำความเย็นแบบระเหยผ่านแผ่นซับน้ำ (Cooling pad) ซึ่งระบบโรงเรือนการทำความเย็นแบบระเหยนี้จะสามารถใช้ได้ทั้งกับการปลูกพืชและเลี้ยงสัตว์ซึ่งมีวัตถุประสงค์เดียวกันคือการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือนให้เหมาะสมกับความต้องการ เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพโดยการลดความสูญเสียเนื่องมาจากความร้อนและยังช่วยเพิ่มผลผลิตได้อีกแนวทางหนึ่ง

2.1 ระบบการทำความเย็นแบบระเหย

กระบวนการทำความเย็นแบบระเหยนี้เป็นการทำความเย็นแบบอะไดบาติก(เอนทาลปี้คงที่) คือ ปริมาณความร้อนทั้งหมดมีค่าคงที่ (เส้นเอนทาลปี้คงที่) การทำความเย็นสัมผัส(Sensible cooling) ลดลงถึงอุณหภูมิกระเปาะแห้ง สามารถเกิดขึ้นได้ถ้าความร้อนแฝง (ปริมาณไอน้ำ) เพิ่มขึ้น ความร้อนสัมผัสในอากาศได้ใช้ในการระเหยของน้ำมากขึ้น ดังนั้นอุณหภูมิกระเปาะแห้ง จึงลดลงโดยที่อุณหภูมิกระเปาะเปียก ยังคงที่อยู่ ส่วนความชื้นจำเพาะและความชื้นสัมพันธ์มีค่าเพิ่มขึ้นทั้งคู่ ซึ่งการแลกเปลี่ยนหรือถ่ายเทความร้อนบางส่วนต้องเกิดขึ้นภายในระบบทำความเย็นโดยการแลกเปลี่ยนความร้อนภายในจะเกี่ยวข้องกับการระเหยของน้ำและความร้อนที่ต้องการที่ต้องการในการระเหยของน้ำที่นำมาจากความความร้อนสัมผัสของอากาศที่เข้าไปยังน้ำและน้ำที่ระเหยกลายเป็นไอ[1]

ความร้อนแฝงของการระเหยของน้ำที่ 75 ^{0}F คือ 1,051 Btu /lb เนื่องจากความร้อนจำเพาะของอากาศประมาณ 0.24 Btu /lb^{0}F ซึ่งใช้ในการระเหยของน้ำ 1 lb ในกระแสอากาศโดยใช้ความร้อนจากอากาศเพื่อทำให้เกิดการระเหย

การทำความเย็นแบบระเหยสามารถใช้แผนภูมิไซโครเมติกในการอธิบายการทำความเย็นแบบอะไดบาติกของอากาศโดยการระเหยของน้ำไปยังกระแสของอากาศได้ดังรูป

ตัวอย่าง สมมติอากาศภายนอกที่ 100 ^{0}F DB และ 10% RH ถูกนำเข้ามาผ่านภาชนะเปียกที่มีพื้นที่และความหนาที่พอเหมาะซึ่งทำให้เกิด 90 % RH สภาวะของอากาศภายนอก (A ในรูป) อยู่ที่ 63.3^{0}F และเอนทาลปี้ 28.8 Btu /lb กระบวนการระเหยแบบอะไดบาติกจะเกิดขึ้นตามเส้น 63.3^{0}F WB และสิ้นสุดที่ B บนเส้น 90 % RH จะสังเกตเห็นว่าถึงแม้ความร้อนทั้งหมด (เอนทาลปี้) จะมีค่าคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

28.8 Btu /lb และอุณหภูมิกระเปาะเปียกก็มีค่าคงที่ที่ 63.3^{0}F สำหรับแต่ละปอนด์ของอากาศจำนวนของน้ำเท่ากับ W_2 - W_1 หรือ 56 gr/lb ได้ระเหยเข้าไปในอากาศ ความร้อนที่ต้องการเพื่อการระเหยของน้ำนี้ได้มาจากความร้อนสัมผัสของอากาศ ซึ่งเป็นเหตุผลให้อุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศลดลงโดยการระเหยของน้ำ 56 gr/lb ของอากาศที่เข้าไปยังกระแสอากาศทำให้ อุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศลดลงประมาณ 35^{0}F

กฎของการอิ่มตัวอะไดบาติคกล่าวไว้ว่า เมื่อการอิ่มตัวอะไดบาติคของของผสมไอน้ำกับอากาศเกิดขึ้นในห้องแยกหนึ่ง ทำให้ความร้อนสัมผัสที่สูญเสียเท่ากับความร้อนแฝงที่ได้รับ ซึ่งแสดงเป็นสมการคณิตศาสตร์สำหรับอากาศ 1 ปอนด์ได้โดย [1]

$$(S_a + S_w W)(t - t') = L'_e (W_s - W) \qquad (2.1)$$

โดยที่ S_a = ความร้อนจำเพาะของอากาศแห้ง = 0.24 Btu /lb^{0}F

S_w = ความร้อนจำเพาะของไอน้ำ = 0.45 Btu /lb^{0}F

W = ความชื้นจำเพาะของอากาศยังไม่อิ่มตัว, ปอนด์ของไอน้ำต่อปอนด์ของอากาศ

t = อุณหภูมิกระเปาะแห้ง

t' = อุณหภูมิกระเปาะเปียก

L'_e = ความร้อนแฝงของการระเหยของน้ำที่ t' Btu /lb

W_s = ความชื้นจำเพาะหลังจากการอิ่มตัวที่อุณหภูมิ t' ปอนด์ต่อปอนด์ของอากาศ

2.2 ส่วนประกอบที่สำคัญของโรงเรือนระบบการทำความเย็นแบบระเหย

ลักษณะของโรงเรือนเป็นระบบการทำความเย็นโดยการระเหยไอน้ำ โรงเรือนมีลักษณะเหมือนโรงเรือนแบบหน้าจั่วทั่วๆไปแต่มีลักษณะที่พิเศษกว่าคือเป็นโรงเรือนแบบปิด และใช้การควบคุมอุณหภูมิโดยการระเหยของน้ำจากแผ่นรังผึ้ง หรือโดยการพ่นหมอกสัมผัสกับอากาศ ส่วนประกอบที่สำคัญของโรงเรือนระบบทำความเย็นแบบระเหยมีดังนี้[2]

1. พัดลมดูดอากาศ
2. แผ่นรังผึ้ง(Cooling Pad)
3. ปั๊มน้ำและถังพักน้ำ
4. ตู้ทำน้ำเย็น
5. ผ้าม่านหรือวัสดุพลางแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 พัดลมดูดอากาศ

พัดลมดูดอากาศมีหน้าที่ที่สำคัญในระบบโรงเรือนแบบปิด ซึ่งจะทำหน้าที่ระบายอากาศออกนอกโรงเรือนเพื่อดึงความร้อนออกจากโรงเรือน จึงถือได้ว่าเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญในระบบของโรงเรือน ข้อควรรู้สำหรับพัดลมและระบบระบายอากาศมีดังนี้

1) ในโรงเรือนที่มีขนาดใหญ่พัดลมที่มีขนาดใหญ่จะมีประสิทธิภาพดีกว่าพัดลมขนาดเล็ก โดยควรเลือกขนาดพัดลมที่มีความเหมาะสมกับขนาดของโรงเรือน

2) การติดตั้งพัดลม ควรติดตั้งพัดลมดูดอากาศที่ตอนปลายของโรงเรือน พัดลมที่อยู่ด้านข้างจะมีประสิทธิภาพดีกว่าพัดลมที่อยู่ด้านหน้าเพราะพัดลมที่อยู่ด้านหน้าสามารถดูดอากาศได้มากโดยตรง

3) ในการออกแบบทิศทางของพัดลมเพื่อดูดอากาศควรหันพัดลมไปในทิศทางเดียวกันกับลมในช่วงฤดูร้อนถ้าเป็นไปได้

4) ถ้าติดตั้งกรวยสังกะสีเพื่อรีดอากาศออกประสิทธิภาพของพัดลมจะเพิ่มขึ้นกว่า 14% เพราะพัดลมจะสามารถดูดอากาศได้เต็มที่

5) การติดตั้งบานเกล็ด (shutter) ที่พัดลมเพื่อป้องกันลมจากอากาศภายนอกย้อนกลับเข้ามาภายในโรงเรือนในกรณีที่พัดลมตัวหยุดทำงานซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพของระบบระบายอากาศจะลดลงนอกจากนี้ยังป้องกันสิ่งสกปรกเข้ามากับอากาศในเวลาที่พัดลมหยุดทำงาน

6) ถ้าโรงเรือนมีระบบพลางแสงจะช่วยลดประสิทธิภาพการระบายความร้อน 30-40%

7) ในกรณีที่โรงเรือนยาวกว่า 500 ฟุต ควรติดตั้งพัดลมไว้ทั้งบริเวณต้นโรงเรือนและท้ายโรงเรือน หรือควรมีทางระบายอากาศด้านบนของโรงเรือนเพื่อให้อากาศร้อนลอยตัวออกไปและให้อากาศเย็นเข้ามาแทนที่

8) ความเร็วลมเป็นสิ่งสำคัญอย่างหนึ่งในระบบโรงเรือนแบบปิดโดยความเร็วลมควรจะมีมากพอที่จะดึงความร้อนที่เกิดขึ้นในโรงเรือนทั้งหมดออกสู่ภายนอก

2.2.2 แผ่นรังผึ้ง (Cooling Pad)

แผ่นรังผึ้งถูกออกแบบเพื่อให้ทั้งน้ำและอากาศผ่านได้ในเวลาเดียวกัน แผ่นรังผึ้งทำจากวัสดุที่มีความทนต่อน้ำ เช่น เซลลูโลสเคลือบติดกันด้วยกาว มีความหนาแน่นและความสูงอยู่หลายขนาดเช่น 5 ฟุต 6 ฟุต ความหนาแน่นจะมีผลต่อการลดประสิทธิภาพการลดอุณหภูมิและความเร็วของอากาศภายในโรงเรือนและนอกจากนี้คุณสมบัติของแผ่นรังผึ้งอีกอย่างหนึ่งคือ การกระจายลมที่ผ่านแผ่นรังผึ้งให้มีความสม่ำเสมอ ปกติอายุการใช้งานอยู่ระหว่าง 2-5 ปีขึ้นอยู่กับคุณภาพของน้ำที่ใช้และการควบคุมไม่ให้แร่ธาตุสะสมในน้ำมากเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อควรรู้เกี่ยวกับแผ่นรังผึ้ง

1) แผ่นรังผึ้งเป็นแผ่นกระดาษที่เคลือบด้วย Cellulose เพื่อให้แข็งแรง สามารถขึ้นรูปได้ ซึ่งมีลักษณะเป็นร่องลูกฟูกประกบกัน มีลักษณะเปียกน้ำได้ง่ายแต่ไม่เปื่อยยุ่ย

2) ในโรงเรือนที่มีขนาดยาวมากการติดตั้งแผ่นรังผึ้งควรติดตั้งอยู่กลางโรงเรือนและติดตั้งพัดลมอยู่ต้นและท้ายของโรงเรือน

3) ประสิทธิภาพของแผ่นรังผึ้งนั้นจะขึ้นอยู่กับความหนาและอาคารของการติดตั้งร่องลูกฟูก

4) การเลือกแผ่นรังผึ้งควรพิจารณาจากความเร็วลมและประสิทธิภาพของแผ่นรังผึ้ง

5) การติดตั้งแผ่นรังผึ้งควรติดตั้งที่ส่วนต้นของโรงเรือนตรงข้ามกับพัดลม

2.2.3 ปั๊มน้ำและถังพักน้ำ (Pump and Storage Tank)

ปั๊มน้ำและถังพักน้ำเป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่ใช้ในการหมุนเวียนน้ำในระบบการทำความเย็นแบบระเหยให้ทำงานได้อย่างสมบูรณ์และมีท่อน้ำเป็นอุปกรณ์ลำเลียงน้ำจากถังเก็บหรือบ่อพักน้ำไปสู่อุปกรณ์ทำความเย็นแบบระเหย

1) ปั๊มน้ำควรมีแรงดันพอที่จะจ่ายน้ำทั่วระบบ แต่ถ้าแรงดันมากเกินไปจะทำให้เกิดปัญหาน้ำไหลไม้ทั่ว แผ่นรังผึ้งเกิดการอุดตันได้ง่าย

2) ท่อที่จ่ายน้ำจากปั๊ม ควรลงตอนกลางของแผ่นรังผึ้งด้านบนและให้ได้ระดับเพื่อให้น้ำไหลกระจายอย่างสม่ำเสมอลงทุกส่วนของแผ่นรังผึ้ง

3) รูที่ท่อน้ำเหนือแผ่นรังผึ้งควรมีทิศทางหันออกนอกโรงเรือน เพื่อไม่ให้น้ำกระเด็นเข้าภายในโรงเรือน และไม่อุดตันง่ายเกินไป

4) ตอนปลายของท่อน้ำควรติดตั้งประตูน้ำ ฝาครอบท่อน้ำควรออกแบบให้สามารถถอดออกเพื่อทำความสะอาดท่อและซ่อมแซมรูที่อุดตันได้ง่าย

5) ควรมีการติดตั้งที่กรองน้ำก่อนที่จะนำน้ำที่ใช้แล้วมาหมุนเวียนใช้ใหม่เพื่อป้องกันการอุดตันและยังเป็นการทำความสะอาดไส้อีกทาง

ถังเก็บน้ำหรือบ่อพักน้ำ เป็นสิ่งที่จำเป็นเพื่อให้ปั๊มน้ำทำงานได้ตลอดเวลาที่ต้องการ สิ่งที่ควรรู้สำหรับถังเก็บน้ำและบ่อพักน้ำ

1) บ่อที่รับน้ำจากอุปกรณ์ทำความเย็นแบบระเหยควรติดตั้งระบบกรองน้ำให้มีความสะอาด หรือถ้ามีบ่อพักน้ำมากว่าหนึ่งบ่อก็ควรติดตั้งระบบกรองน้ำให้มีความสะอาด ก่อนไหลไปยังบ่อพักน้ำที่สอง

2) บ่อพักน้ำควรติดตั้งอยู่กึ่งกลางของอุปกรณ์ทำความเย็นแบบระเหย มีฝาปิดเปิดที่สามารถป้องกันแมลง สัตว์อื่นๆและแสงแดดได้ดี และต้องง่ายต่อการบำรุงรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ควรติดตั้งระบบปิดเปิดน้ำได้โดยอัตโนมัติ เพื่อให้ปริมาณน้ำที่ใช้ได้อย่างเพียงพอ

4) ถังเก็บน้ำหรือบ่อเก็บน้ำสำรองต้องมีปริมาณพอเพียงที่สามารถเก็บน้ำเพื่อใช้งานได้นานอย่างน้อยหนึ่งชั่วโมง

2.2.4 ถังทำน้ำเย็น

ถังทำน้ำเย็นเป็นอุปกรณ์ส่วนที่ช่วยในการลดอุณหภูมิของน้ำในระบบทำความเย็นแบบระเหย ซึ่งเมื่อน้ำเย็นลงผลต่างระหว่างอุณหภูมิของน้ำและอากาศจากภายนอกโรงเรือนมีค่ามากขึ้น ทำให้น้ำรับความร้อนสัมผัสจากอากาศได้มากขึ้นทำให้ประสิทธิภาพการทำความเย็นแบบระเหยมีมากขึ้นตามผลต่างของอุณหภูมิน้ำที่ลดลง

2.2.5 ผ้าม่านหรือวัสดุพลางแสง

จุดประสงค์ของการใช้ผ้าม่านในโรงเรือนระบบปิดคือป้องกันไม่ให้อากาศภายนอกโรงเรือนเข้าในโรงเรือนยกเว้นทางแผ่นรังผึ้งผ้าม่านจึงต้องปิดให้สนิท ผ้าม่านอาจทำจากพลาสติกหรือ PVC แต่ต้องมี UV Protect อาจจะใช้วัสดุพลางแสงเช่น saran, poly - popytene, polyster, polyctlene หรือผ้าเพื่อลดความเข้มของแสงและอุณหภูมิ

การพลางแสงจากทางด้านนอกและด้านใน การใส่ด้านในสามารถทำระบบปิดเปิดได้เมื่อความเข้มแสงต่ำหรือสูง ควรใช้วัสดุด้านในที่มีสีเงิน เพื่อการสะท้อนแสงออกไปด้านล่าง สีดำหรือสีขาวไม่ควรใช้ เนื่องจากสีดำจะดูดและสะสมความร้อน ทำให้อุณหภูมิในโรงเรือนสูงแต่การใช้วัสดุพลางแสงจะมีข้อเสียคือ พลังงานแสงจะเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนภายในโรงเรือน ถึงแม้ความเข้มแสงจะลดลงแต่อุณหภูมิจะไม่ลดลงตามไปด้วย การพลางแสงด้านนอกโรงเรือนพลังงานแสงจะเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนนอกโรงเรือน

การพลางแสงด้านนอกเหมาะสมกับที่ๆ มีกระแสลมพัดผ่านตลอดเวลา จะช่วยกระจายความร้อนออกไปก่อนถึงโรงเรือน

การพลางแสงโดยใช้วัสดุ เช่น ปูนขาวผสมน้ำฉีดบนหลังคาเพื่อพลางแวงในฤดูร้อนหรือเมื่อมีความเข้มแสงสูง

นอกจากนั้นยังมีวิธีการอื่นๆ เช่น

ใช้วัสดุสีขาวในโรงเรือน เช่น กระสอบ เชือกหรือถัง เป็นต้น สีขาวช่วยในการสะท้อนแสง วัสดุสีดำจะดูดแสงและเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน (ทำการทดลองดูประสิทธิภาพก่อน ถ้าประสิทธิภาพไม่ดีพอจะทำการติดตั้งเพิ่มภายหลัง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ขั้นตอนการทำงานของระบบทำความเย็นแบบระเหย

เมื่อเปิดระบบให้พัดลมและปั๊มทำงาน พัดลม (Exhaust fan) ทำงานจะดูดอากาศจากภายในโรงเรือนออกไปนอกโรงเรือนและจะทำให้เกิดอากาศไหลเข้าภายในโรงเรือนทางช่องที่เปิด คือ แผ่นรังผึ้ง (Cooling pad) หรืออากาศไหลผ่านละอองน้ำจากการพ่นหมอก อากาศที่ไหลผ่านทางช่องของแผ่นรังผึ้งหรือละอองน้ำ ที่ปั๊มน้ำได้ส่งน้ำเข้าสู่ท่อน้ำแผ่นรังผึ้งจนเปียก อุณหภูมิที่แต่งต่างกันของอากาศและน้ำ จะทำให้เกิดการคายความร้อนจากอากาศสู่น้ำ และน้ำบางส่วนก็จะทำให้น้ำถูกระเหยไปโดยความร้อน อากาศที่คายความร้อนให้น้ำ ก็จะมีอุณหภูมิลดลง และไหลพัดผ่านเข้าไปภายในโรงเรือน เมื่ออุณหภูมิภายในโรงเรือนลดลง Thermostat ที่ควบคุมการทำงานของพัดลมและปั๊มน้ำจะสั่งการให้ทำตามอุณหภูมิที่ตั้งไว้

ข้อควรระวังของโรงเรือนระบบทำความเย็นแบบระเหย

1) ต้องมีเครื่องปั่นไฟสำรองและสัญญาณเตือนในขณะที่ไฟดับเพราะจะเกิดความเสียหาย

2) หมั่นตรวจเช็คทำความสะอาดพัดลม สายพาน ช่องอากาศเข้า

3) ในพื้นที่ที่มีระบบแคลเซียมสูงในน้ำ จะต้องหมั่นทำความสะอาดแผ่นรังผึ้ง และถังเก็บน้ำเป็นระยะๆเพื่อป้องกันการตกตะกอนของแคลเซียม

4) ต้องดูแลไม่ให้เกิดตะไคร่น้ำของแผ่นรังผึ้งเพื่อไม่ให้เกิดการอุดตันของแผ่นรังผึ้ง

5) แผ่นรังผึ้งต้องมีน้ำเลี้ยงอยู่เสมอ

2.4 ลักษณะทั่วไปของโรงเรือน

ในการเลือกที่จะทำการสร้างโรงเรือนนั้น ควรจะต้องรู้ถึงความต้องการความเหมาะสมในด้านต่างๆ ลักษณะของโรงเรือนก็เป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึงอย่างหนึ่ง โรงเรือนแต่ละแบบนั้นก็จะมีลักษณะแตกต่างกันไป ลักษณะทั่วไปของโรงเรือน มีดังนี้

1) แบบเพิงหมาแหงนเป็นแบบที่สร้างง่ายที่สุดเพราะไม่สลับซับซ้อนเหมือนแบบอื่น ข้อเสียก็คือถ้าหันหน้าเข้าสู่ลมมรสุมผ่านจะสาดเข้าได้มาก

2) แบบหน้าจั่วสร้างยากขึ้นต้องใช้ฝีมือในการก่อสร้าง และค่าแรงและวัสดุก่อสร้างแพงขึ้น แต่กันแดดกันฝนได้ดีกว่าแบบเพิงหมาแหงน

3) แบบจั่วสองชั้นอากาศภายในจะเย็นสบายกว่าสองแบบแรก เพราะจั่วชั้นบนเป็นที่ระบายอากาศร้อนภายในโรงเรือนได้ดี โรงเรือนแบบนี้นิยมใช้กันมากอาจดัดแปลงเป็นแบบจั่วสองชั้นกลายโดยแทนที่จะใช้สังกะสีสองแผ่นชนกันให้เป็นหน้าจั่วสำหรับชั้นบน แต่ใช้เพียงแผ่นเดียวปูเป็นระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ราบอาจหมุนตรงกึ่งกลางขึ้นให้ปลายสังกะสีทั้งสองข้างเอียงเทออกเล็กน้อย นับว่าเป็นวิธีที่ประหยัดและใช้ไม้ได้ผลดี

4) แบบจั่วกลายดีกว่าแบบเพิงหมาแหงนกันฝนได้มากขึ้นแต่ค่าก่อสร้างมากขึ้น

5) แบบเพิงหมาแหงนกลาย ดีกว่าแบบหมาแหงนและแบบหน้าจั่วระบายอากาศร้อนและกันฝนได้ดีกว่าราคาค่อนข้างสูงกว่าแบบจั่วกลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบคำนวณและการพัฒนาโรงเรือนสาธิตระบบทำความเย็นแบบระเหย

3.1 การออกแบบและการคำนวณ

3.1.1 การคำนวณขนาดพัดลม

พัดลมดูดอากาศ 2 ตัวมีอัตราการไหลของอากาศตัวละ 682 cfm ติดตั้งในส่วนหัวของโรงเรือนซึ่งการหาขนาดของพัดลมหาได้จากอัตราการไหล (cfm) ของพัดลม สามารถหาได้ดังนี้ [3]

$$q = m (i_2 - i_1) \quad (3.1)$$

$$Q = m v \quad (3.2)$$

q = พลังงาน BTU/hr

m = อัตราไหลเชิงมวล lb/hr

i = เอนทราปี้ BTU/lb

Q = อัตราไหลเชิงปริมาตร cfm

v = ปริมาตรจำเพาะ cf/ lb

กำหนดค่า SHF = 0.7

อุณหภูมิอากาศ เข้า คือ 95 °F RH 50%

q คือความร้อนเนื่องจากผนัง เนื่องจากไม่มีภาระในห้อง [4]

ทิศเหนือ	160 × 2 ×2.3	= 736 BTU/hr
ทิศใต้	250 × 2 ×2.3	= 1,150 BTU/hr
ทิศตะวันออก	250 × 2 × 3.5	= 1,750 BTU/hr
ทิศตะวันตก	160 × 2 ×3.5	= 1,120 BTU/hr
หลังคา	400 × 1.16 ×3.5 ×2	= 3,248 BTU/hr
	รวม	8,004 BTU/hr

i_2 = 46 BTU/lb i_1 = 42.5 BTU/lb จากรูปที่ 3.1

จากสมการ(3.1) 8,004 = m (46 – 42.5)

m = 8,004 BTU/hr / 3.5 BTU / lb

m = 2,286.86 lb/hr

m = 38.11 lb / min

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสมการ(3.2) $Q = m\,v$

$v = 14.25$ cf / lb

$Q = 21.66$ lb / min × 14.25 cf / lb

$Q = 543$ cfm

ดังนั้นขนาดของพัดลมจะขึ้นอยู่กับภาระ Load แต่ถ้าใช้พัดลมขนาดใหญ่เกินไปจะทำให้เสียค่าใช้จ่ายและพลังงานโดยไม่จำเป็น เพราะฉะนั้นจึงเลือกพัดลมชนิด 12 นิ้ว หรือ 30 ซม. 2 ตัวซึ่งมีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 682 cfm ตามตารางที่ 3.1 เพื่อรองรับภาระ Load ที่จะเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 3.1 ประสิทธิภาพของพัดลมขนาดต่างๆ

■ **Specifications**

Model	Supply/ Exhaust	Voltage V	Frequency Hz	Power input W	Airflow rate m^3/hr (CFM)	Noise level dB	Weight kg
EX-20SH	Exhaust	220	50	24.0	540 (318)	35.0	2.8
EX-25SH	Exhaust	220	50	28.0	870 (512)	36.5	3.2
EX-30SH	Exhaust	220	50	30.0	1160 (682)	35.5	3.8

3.1.2 การคำนวณช่องเปิดของโรงเรือน

ช่องเปิดท้ายโรงเรือน เป็นส่วนของช่องเปิดที่ให้อากาศไหลผ่านระบบทำความเย็นแบบระเหยสู่เข้าโรงเรือนสาธิต ซึ่งขนาดของช่องเปิดสามารถคำนวณได้จากสูตร (3.3) - (3.4) ดังนี้[2]

จากสูตร ขนาดของแผ่นรังผึ้ง(Pad sq ft) = $\dfrac{\text{ปริมาณอัตราการไหลของพัดลม (cfm)}}{\text{(250 cfm/sq ft)}}$ (3.3)

หรือ ขนาดของแผ่นรังผึ้ง(m^2) = $\dfrac{\text{ปริมาณอัตราการไหลของพัดลม } m^3/s}{\text{(1.27 } m^3/s/\ m^2\text{)}}$ (3.4)

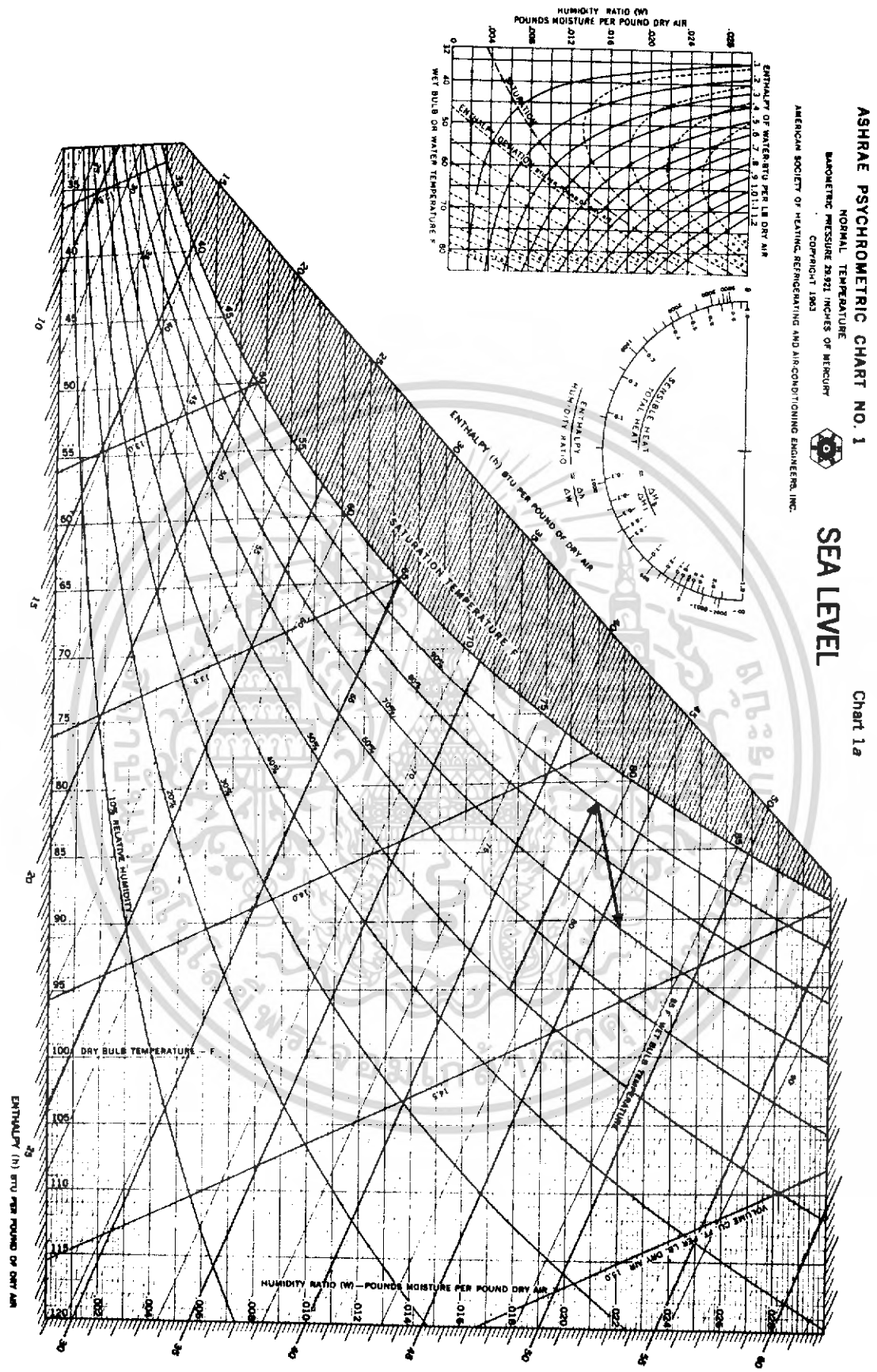
จากสูตรการหาขนาดของแผ่นรังผึ้ง จะสามารถนำมาคำนวณหาช่องของอากาศของโรงเรือนสาธิตได้ โดย ในการออกแบบที่คำนวณไว้ใช้พัดลมขนาด 12 นิ้ว 2 ตัวซึ่งมีค่าอัตราการไหลของพัดลมรวมเท่ากับ 1,364 cfm หรือ 0.644 m^3/s จากสูตร (3.4)

ขนาดของแผ่นรังผึ้ง(ft^2) = (1,364 cfm)/ (250 cfm/sq ft)

= 5.38 ft^2

ออกแบบช่องเปิดขนาด(กว้าง×ยาว) 1.64 × 3.28 ฟุต เพื่อความสะดวกในการติดตั้งระบบทำความเย็นแบบระเหย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

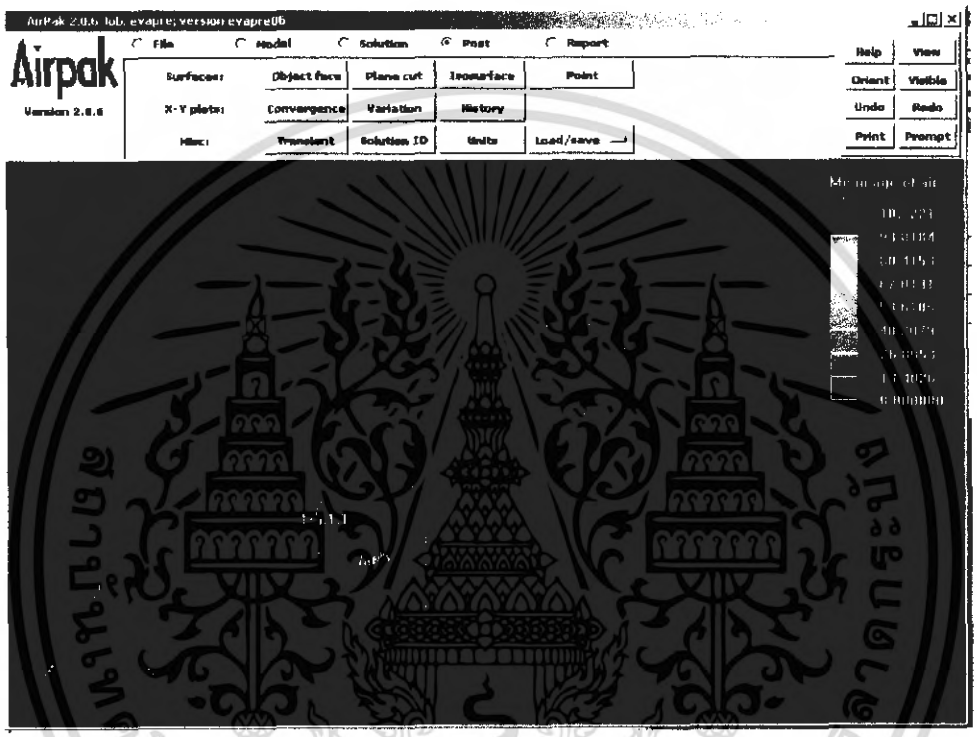


รูปที่ 3.1 แผนภูมิอากาศสำหรับระบบทำความเย็น แบบระเหย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 การคำนวณและการออกแบบช่องเปิดของโรงเรือนโดยใช้โปรแกรม AirPak 2.0

การคำนวณและการออกแบบช่องเปิดของโรงเรือนโดยใช้โปรแกรม AirPak 2.0 จะทำให้ทราบทิศทางการเคลื่อนที่ของอากาศ และอายุของอากาศภายในโรงเรือน ซึ่งจะเห็นว่าส่วนของหลังคาที่อยู่สูงสุดจะมีอายุของอากาศ มากที่สุด ซึ่งแสดงในรูปที่ 3.2

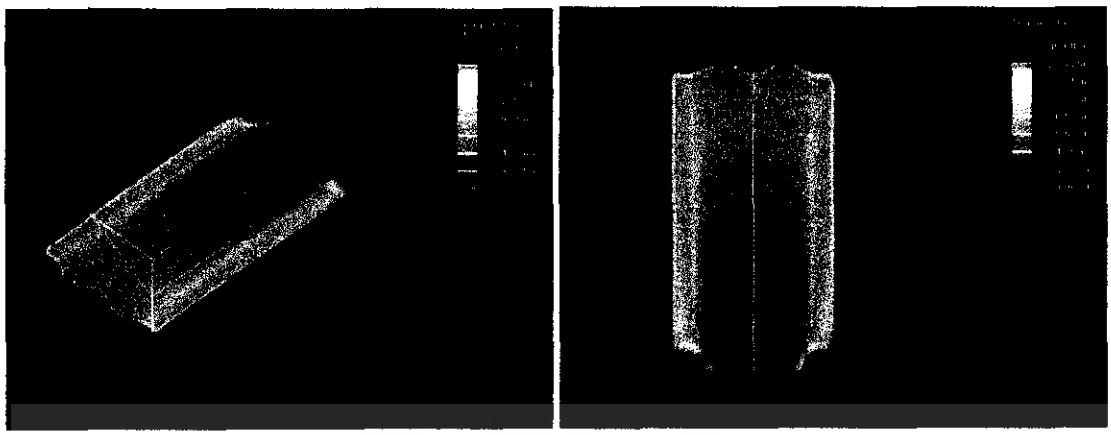


รูปที่ 3.2 รูปแสดงทิศทางการไหลและอายุของอากาศจากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0

จากรูปที่ 3.2 ทิศทางการไหลและอายุของอากาศ พัดลมจะดูดอากาศจากภายในโรงเรือนออก ทำให้อากาศจากภายนอกโรงเรือนไหลเข้ามาแทนที่ของอากาศเก่าภายในโรงเรือน ซึ่งอากาศที่เข้ามาใหม่จะนำเอาความชื้นและความเย็นมาจากช่องเปิดทำให้อุณหภูมิของโรงเรือนลดลง โดยจากรูปจะเห็นว่ามีบางพื้นที่ในโรงเรือนอายุของอากาศมีเวลานานซึ่งมีผลทำให้บริเวณนั้นมีอุณหภูมิสูงและความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่าบริเวณที่มีอายุของอากาศน้อย

จากการทดลองคำนวณในครั้งนี้ได้คำนวณโดยกำหนดตัวแปร 2 ตัวแปร คือ อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ซึ่งได้แสดงในรูปที่ 3.3-3.5 และในภาคผนวก ก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



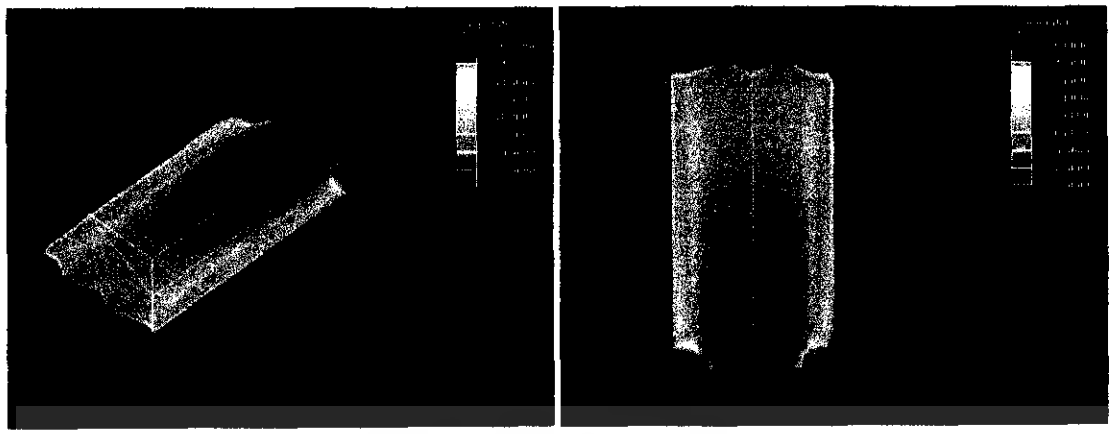
อุณหภูมิ อุณหภูมิ

ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม

รูปที่ 3.3 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 6 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 ที่ อุณหภูมิภายนอก 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50%

จากรูปที่ 3.3 เป็นรูปที่อยู่ในระนาบที่ 6 ซึ่งอยู่สูงจากพื้นประมาณ 1.3 เมตร เป็นระนาบที่ตัดกึ่งกลางพัดลมซึ่งอากาศภายนอกมีอุณหภูมิภายนอก 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50% ผ่านช่องเปิดที่กำหนดให้มีความชื้นสัมพัทธ์ 90 % โดยจะเห็นว่าเมืออากาศผ่านช่องเปิดออกมาจะมีอุณหภูมิลดต่ำลงถึง 23 องศาเซลเซียส และค่อยๆลดลงไปตามระยะห่างจากช่องเปิดโดยบริเวณกลางโรงเรือนจะมีอุณหภูมิน้อยที่สุด ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ที่ออกมาจะมีค่าประมาณ 89 %แล้วค่อยๆลดลงเหมือนกับอุณหภูมิ และสังเกตได้ว่าบริเวณผนังด้านต่างๆของโรงเรือนมีอุณหภูมิสูงเท่ากับอุณหภูมิภายนอกโรงเรือนทั้งนี้เนื่องจากบริเวณนี้ได้รับความร้อนจากภายนอกโรงเรือนมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



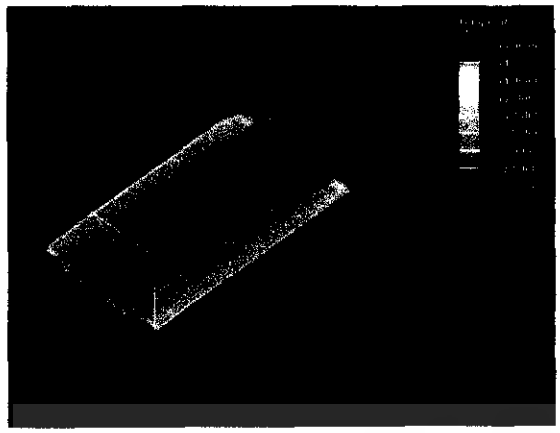
อุณหภูมิ อุณหภูมิ

ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม

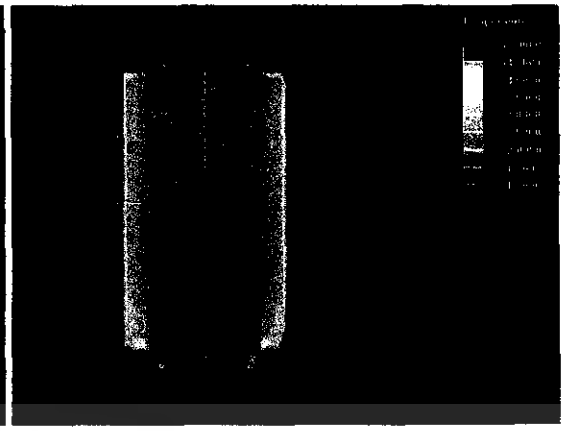
รูปที่ 3.4 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 6 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 ที่ อุณหภูมิภายนอก 35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50%

จากรูปที่ 3.4 เป็นรูปที่อยู่ในระนาบที่ 6 ซึ่งอยู่สูงจากพื้นประมาณ 1.3 เมตร เป็นระนาบที่ตัดกึ่งกลางพัดลมซึ่งอากาศภายนอกมีอุณหภูมิภายนอก 35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50% ผ่านช่องเปิดที่กำหนดให้มีความชื้นสัมพัทธ์ 90 % โดยจะเห็นว่าเมืออากาศผ่านช่องเปิดออกมาจะมีอุณหภูมิลดต่ำลงถึง 27 องศาเซลเซียส และค่อยๆลดลงไปตามระยะห่างจากช่องเปิดโดยบริเวณกลางโรงเรือนจะมีอุณหภูมิน้อยที่สุด ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ที่ออกมาจะมีค่าประมาณ 89 %แล้วค่อยๆลดลงเหมือนกับอุณหภูมิ และสังเกตได้ว่าบริเวณผนังด้านต่างๆของโรงเรือนมีอุณหภูมิสูงเท่ากับอุณหภูมิภายนอกโรงเรือนทั้งนี้เนื่องจากบริเวณนี้ได้รับความร้อนจากภายนอกโรงเรือนมากที่สุดและการลดอุณหภูมิจะมีประสิทธิภาพลดลงเนื่องจากอุณหภูมิภายนอกเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อุณหภูมิ



อุณหภูมิ

ความชื้นสัมพัทธ์

ความเร็วลม

รูปที่ 3.5 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 6 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 ที่ อุณหภูมิภายนอก 35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70%

จากรูปที่ 3.5 เป็นรูปที่อยู่ในระนาบที่ 6 ซึ่งอยู่สูงจากพื้นประมาณ 1.3 เมตร เป็นระนาบที่ตัดกึ่งกลางพัดลมซึ่งอากาศภายนอกมีอุณหภูมิภายนอก 35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70% ผ่านช่องเปิดที่กำหนดให้มีความชื้นสัมพัทธ์ 90 % โดยจะเห็นว่าเมืออากาศผ่านช่องเปิดออกมาจะมีอุณหภูมิลดต่ำลงถึง 31 องศาเซลเซียส และค่อยๆลดลงไปตามระยะห่างจากช่องเปิดโดยบริเวณกลางโรงเรือนจะมีอุณหภูมิน้อยที่สุด ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ที่ออกมาจะมีค่าประมาณ 89 %แล้วค่อยๆลดลงเหมือนกับอุณหภูมิ และสังเกตได้ว่าบริเวณผนังด้านต่างๆของโรงเรือนมีอุณหภูมิสูงเท่ากับอุณหภูมิภายนอกโรงเรือนทั้งนี้เนื่องจากบริเวณนี้ได้รับความร้อนจากภายนอกโรงเรือนมากที่สุดและการลดอุณหภูมิจะมีประสิทธิภาพลดลงมากที่สุดเนื่องจากอุณหภูมิภายและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกเพิ่มขึ้น

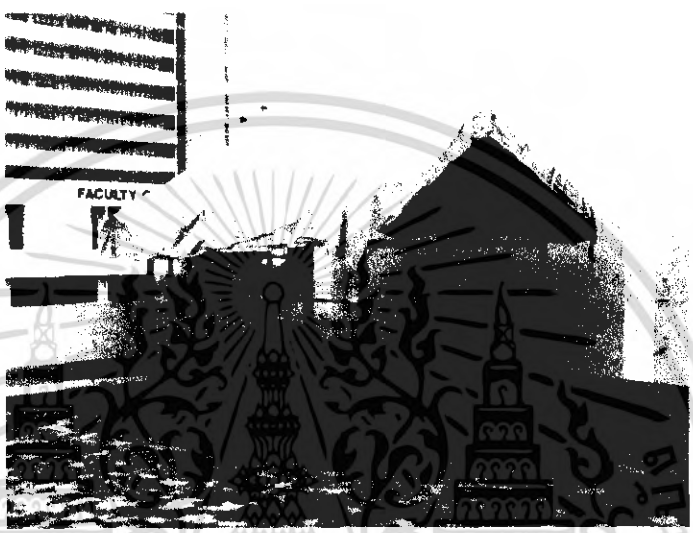
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าฉลาดกระบัง

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.2.1 การพัฒนาโครงสร้างโรงเรือนถาวร

1. ปรับปรุงโรงเรือนโดยนำส่วนประกอบที่ไม่จำเป็นและชำรุดออก เช่น วัสดุคลุมโรงเรือน ช่องเปิดท้ายโรงเรือน ถังพักน้ำ พัดลมระบายอากาศ และทำการถอดแผ่นอะคิลลิคบางส่วนออกเพื่อที่จะทาสีตัวโครงสร้างของโรงเรือนใหม่ ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 รูปแสดงโรงเรือนหลังการพัฒนา

2. สร้างขายึดพัดลมระบายอากาศจำนวน 2 ตัว โดยได้ออกแบบให้ขายึดพัดลมสามารถถอดเก็บพัดลมออกจากขายึดได้เมื่อเสร็จสิ้นการทำงานและตำแหน่งของพัดลมจะว่างอยู่ระดับเดียวกันกับช่องเปิด โดยมีลักษณะดังรูปที่ 3.7

รูปที่ 3.7 ขายึดและการติดพัดลมพัดลมระบายอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
62321

3. สร้างโครงของช่องเปิดท้ายโรงเรือน ทำจากเหล็กกล่องมีขนาดประมาณ 1.64 × 3.28 × 3.28 ฟุต ซึ่งช่องเปิดนี้สามารถถอดออกมาได้เพื่อสะดวกในการทดลองติดตั้งตัวปล่อยน้ำชนิดต่างๆ โดยมีลักษณะดังรูปที่ 3.8

รูปที่ 3.8 โครงของช่องเปิดท้ายโรงเรือน

4. หัวสเปรย์ปีกผีเสื้อ ได้ใช้หัวพ่นน้ำขนาดเล็กที่มีใช้ทั่วไปซึ่งมีราคาถูกและให้น้ำได้เป็นฝอยละเอียดกว่าการใช้หัวสปริงเกอร์แบบธรรมดาทั่วไป โดยทำการติดตั้งให้ทิศทางการไหลของตัวปล่อยพุ่งออกไปในทิศทางสวนทางกับลมที่เข้ามาในโรงเรือน ดังรูปที่ 3.9

รูปที่ 3.9 หัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อที่นำมาใช้ในระบบทำความเย็นแบบระเหย

5. หัวพ่นหมอกแบบ Fogger เป็นตัวปล่อยน้ำที่สามารถพ่นน้ำออกมาได้ขนาดละเอียดมากซึ่งมีอัตราการไหล 14 ลิตร/ชั่วโมง โดยจะติดตั้งอยู่กับเพดานของช่องเปิดทำให้ละอองน้ำสามารถกระจายได้ทั่วโรงเรือน ดังรูปที่ 3.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.10 หัวพ่นหมอกที่นำมาใช้ในระบบทำความเย็นแบบระเหย

3.2.2. การสร้างระบบทำน้ำเย็น

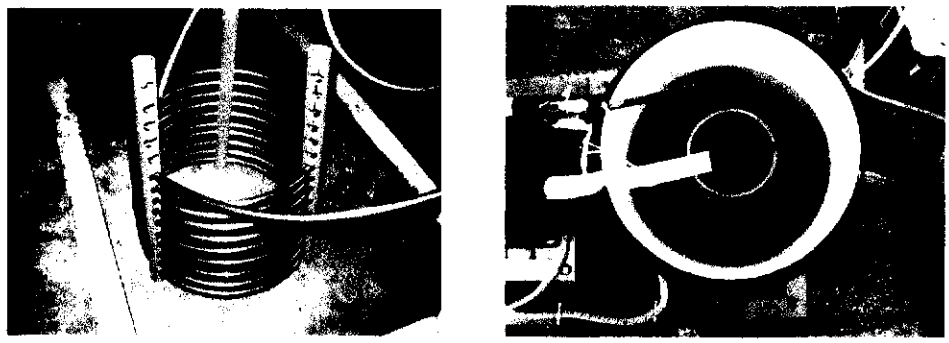
ถังทำน้ำเย็นเป็นส่วนหนึ่งที่เพิ่มขึ้นมาในระบบทำความเย็นแบบระเหยเพื่อทำการทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำความเย็นระหว่างผลต่างของอุณหภูมิน้ำเย็นกับน้ำธรรมดา ซึ่งถังทำน้ำเย็นมีส่วนประกอบที่สำคัญอยู่ 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ ระบบทำความเย็น (Evaporator Compressor Condenser และ Capillary Tube) กับระบบควบคุมอุณหภูมิน้ำ ซึ่งลักษณะของถังทำน้ำเย็นจะมีลักษณะดังรูปที่ 3.11

รูปที่ 3.11 ถังทำน้ำเย็น

1) ระบบทำความเย็นประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆดังนี้

- Evaporator เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในแลกเปลี่ยนความร้อน โดยในตัวถังน้ำเย็นนี้น้ำจะทำการแลกเปลี่ยนความร้อนกับสารทำความเย็น Freon R-12 โดยใช้ท่อทองแดงขนาด 3/8 นิ้ว ดัดเป็นรูปทรงกระบอกซึ่งมีรัศมีขนาด 8 นิ้ว และใส่ใน ถังน้ำหุ้มด้วยฉนวน Aeroflex หนา 1/2 นิ้ว ดังแสดงในรูปที่ 3.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



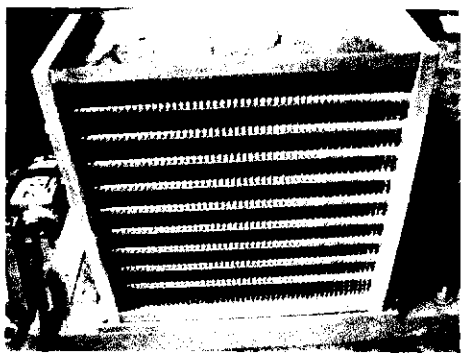
รูปที่ 3.12 Evaporator ที่ทำมาจากท่อทองแดง

- Compressor เป็นอุปกรณ์เพิ่มความดันให้แก่ไอของสารทำความเย็นที่ผ่านการแลกเปลี่ยนความร้อนที่ Evaporator ให้กลายเป็นไอยิ่งยวด เพื่อส่งสารทำความเย็นไปแลกเปลี่ยนความร้อนที่ Condenser และทำให้เกิดการหมุนเวียนของสารทำความเย็น ซึ่ง Compressor ที่ใช้เป็นของยี่ห้อ Tecumseh ชนิดลูกสูบขนาด 1/2 แรงม้า ดังแสดงในรูปที่ 3.13

รูปที่ 3.13 Compressor ของถังทำน้ำเย็น

- Condenser เป็นอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนของไอสารทำความเย็นที่ถูกอัดจนกลายเป็นไอยิ่งยวดที่ออกจาก Compressor กับอากาศ โดยใช้พัดลมดูดอากาศจากภายนอกผ่าน Condenser ทำให้สารทำความเย็นเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวอิ่มตัว และลมที่ออกมาจะช่วยระบายความร้อนของ Compressor ได้ด้วย ลักษณะของ Condenser และพัดลมระบายความร้อน แสดงในรูปที่ 3.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 Condenser และพัดลมของตู้ทำน้ำเย็น

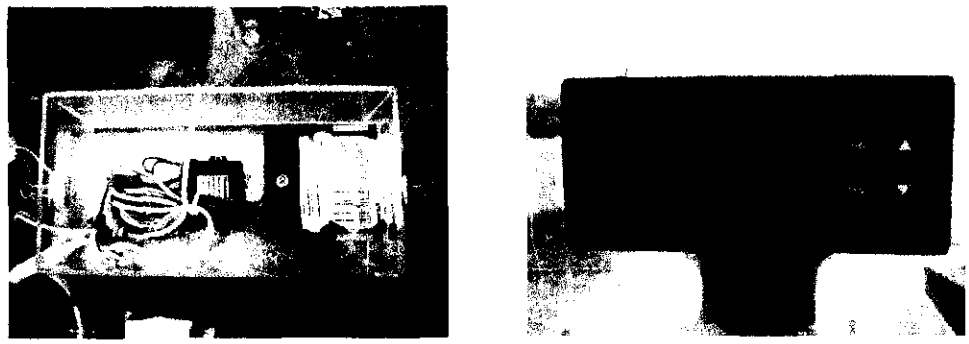
- Capillary Tube เป็นอุปกรณ์ส่วนที่มีหน้าที่ลดความดันของสารทำความเย็นที่ออกจาก Condenser เพื่อให้มีสถานะที่เหมาะสมกับการแลกเปลี่ยนความร้อนที่ Evaporator ดังแสดงในรูปที่ 3.15

รูปที่ 3.15 อุปกรณ์ลดความดันของสารทำความเย็น

2) ระบบควบคุมอุณหภูมิน้ำ

Temperature Controller ควบคุมอุณหภูมิน้ำโดยการตัดทำงานของ คอมเพรสเซอร์และพัดลม โดยควบคุมผ่านรีเลย์ ซึ่งเราสามารถกำหนดช่วงการควบคุมอุณหภูมิได้โดยการตั้งค่าอุณหภูมิสูงสุด และต่ำสุด เพื่อให้อุณหภูมิอยู่ในช่วงที่ต้องการ ดังแสดงในรูปที่ 3.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.16 อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิน้ำ

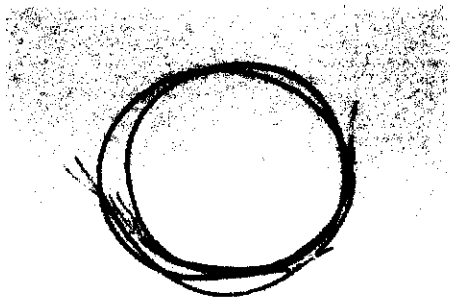
3.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. เครื่องบันทึกข้อมูล(Data Logger) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดและบันทึกค่าอุณหภูมิที่จุดต่างๆ โดยจะต่อกับสายเทอร์โมคับเปิ้ลซึ่งปลายอีกข้างหนึ่งของสายเทอร์โมคับเปิ้ลจะนำไปติดตั้งไว้ในจุดต่างๆของโรงเรือนเพื่อใช้ในการหาอุณหภูมิเฉลี่ยของโรงเรือน ดังแสดงในรูปที่ 3.17

รูปที่ 3.17 เครื่องบันทึกข้อมูล (Data Logger)

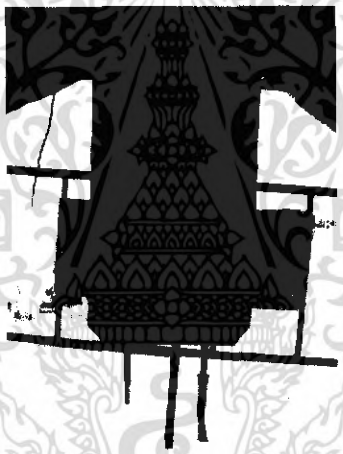
2. สายเทอร์โมคับเปิ้ล Type K เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดอุณหภูมิโดยนำไปต่อกับเครื่องบันทึกข้อมูล ดังแสดงในรูปที่ 3.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.18 สายเทอร์โมคับเปิ้ล Type K

3. เทอร์โมมิเตอร์กระเปาะเปียกกระเปาะแห้ง เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดอุณหภูมิกระเปาะเปียกกระเปาะแห้งทั้งภายในและภายนอกโรงเรือนเพื่อนำไปคำนวณหาค่าเป็นความชื้นสัมพัทธ์ในโปรแกรม Computer Aided Thermodynamic Table 2 (Relative Humidity) ดังแสดงในรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.19 เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิกระเปาะเปียกและกระเปาะแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและการวิเคราะห์ผล

ในการทดลอง การพัฒนาโรงเรือนสาธิตระบบทำความเย็นแบบระเหย ได้แบ่งการทดลองจากอุปกรณ์ให้น้ำ 2 ชนิด โดยจะทำการทดลองที่สภาวะมีวัสดุคลุมโรงเรือน และน้ำที่มีการทำความเย็นกับน้ำที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งจะทำการทดลองตัวอย่างวันละ 3 เวลา

4.1 วิธีทดลองและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

ขั้นตอนการทดลองมีดังนี้

4.1.1 ติดตั้งอุปกรณ์การให้น้ำแต่ละชนิด ตรงช่องเปิดโดยจะใช้ในการทดลองทีละชนิด คือ หัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อ และหัวพ่นหมอก ดังรูปที่ 4.1- 4.2

รูปที่ 4.1 ลักษณะการติดตั้งหัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อ

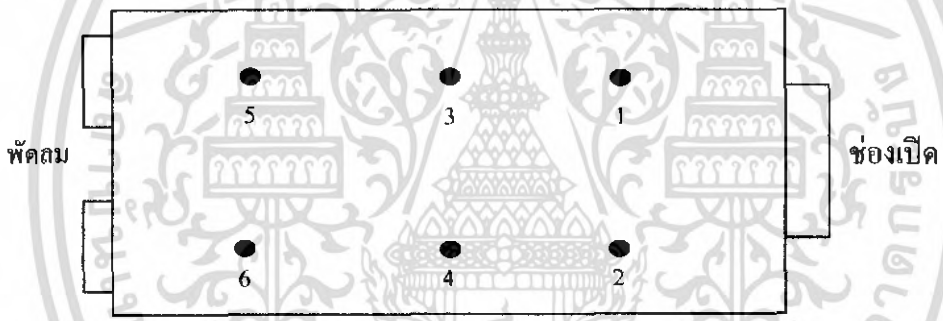
รูปที่ 4.2 ลักษณะการติดตั้งหัวพ่นหมอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ติดตั้งระบบทำความเย็นกับปั๊มสูบน้ำ ดังรูปที่ 4.3

รูปที่ 4.3 ลักษณะการติดตั้งติดตั้งระบบทำความเย็นกับปั๊มสูบน้ำ

4.1.3 ต่อเครื่องบันทึกข้อมูล (Data Logger) กับสายเทอร์โมคับเปิ้ล โดยปลายสายอีกข้างหนึ่งจะนำไปต่อที่จุดต่างๆ ที่ทำการทดสอบ 6 จุด ดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 แสดงจุดที่วัดอุณหภูมิโดยสายเทอร์โมคับเปิ้ลภายในโรงเรือนสาธิต

4.1.4 เปิดน้ำเข้าถังเก็บน้ำโดยเริ่มการทดลองด้วยน้ำที่อุณหภูมิเริ่มต้นที่อุณหภูมิห้อง ณ เวลา 9.30 น. ทำการวัดและบันทึกผลอุณหภูมิเริ่มต้นที่จุดต่างๆทั้ง 6 จุด อุณหภูมิกระเปาะแห้งภายนอกโรงเรือน และอุณหภูมิกระเปาะเปียกทั้งภายนอกและภายในโรงเรือน โดยทำการวัดและบันทึกผลทุกๆ 10 นาที

4.1.5 ทำการทดลองที่เวลา 12.00 น และ 15.00 น และบันทึกผลเหมือนข้อ 4.1.4

4.1.6 ทำการทดลองโดยเปิดเครื่องทำความเย็นน้ำให้ได้น้ำที่อุณหภูมิเริ่มต้นที่ 5 องศาเซลเซียส ทำการทดลองและบันทึกผลเหมือนข้อ 4.1.4- 4.1.5

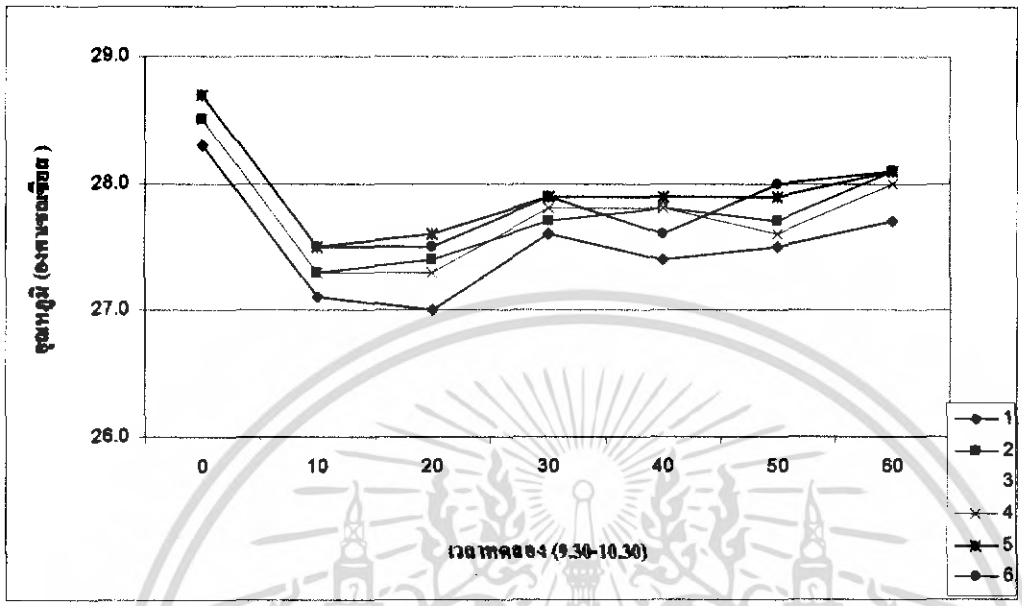
4.1.7 เปลี่ยนอุปกรณ์การให้น้ำ ทำการทดลองและบันทึกผลเหมือนข้อ 4.1.4- 4.1.6

4.1.8 นำข้อมูลที่ได้มาสรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง โดยนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองนั้นไปหาความสัมพันธ์กันโดยแสดงเป็นกราฟระหว่าง อุณหภูมิภายนอกและภายในโรงเรือนสาธิต

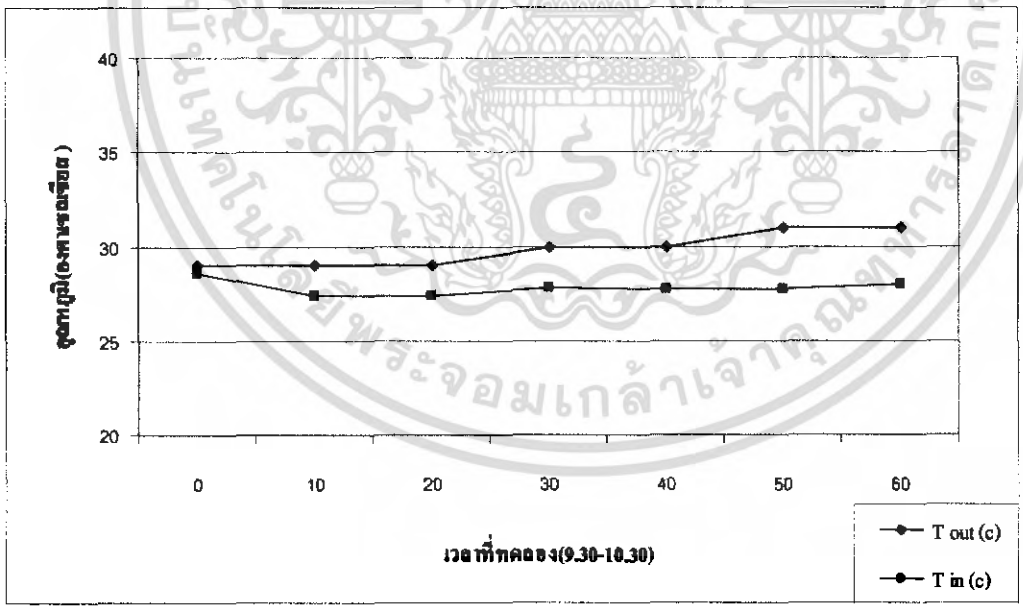
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการทดลอง และวิเคราะห์ผลการทดลอง

4.2.1 การทดลองโดยใช้หัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อเป็นตัวปล่อยน้ำ ในสภาวะน้ำที่อุณหภูมิห้อง

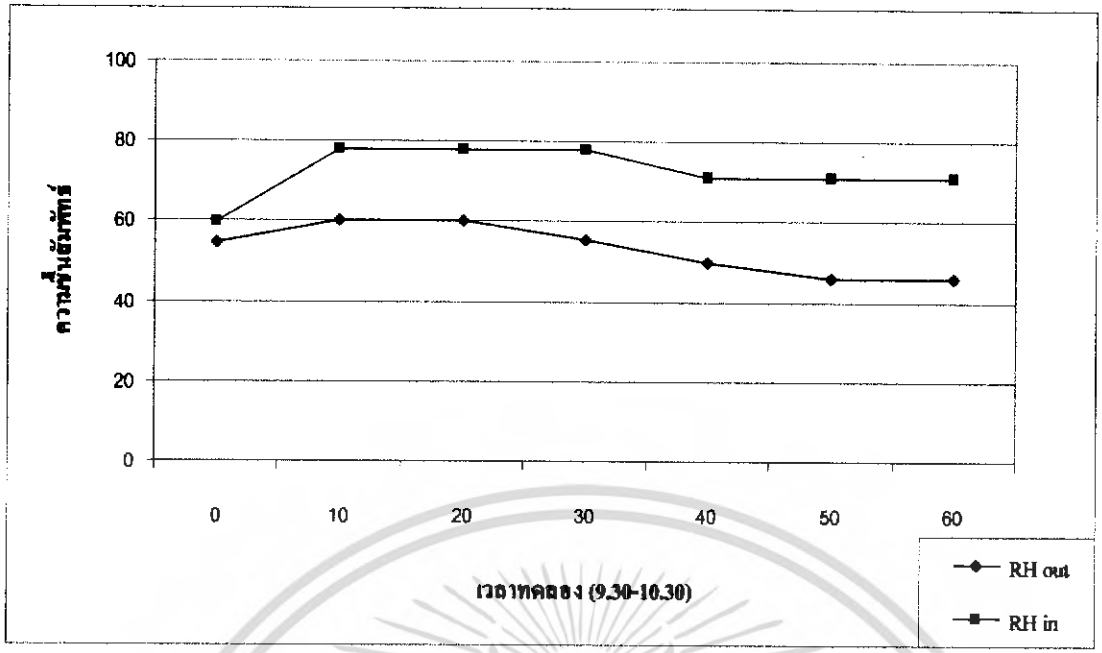


รูปที่ 4.5 กราฟแสดงผลการทดลองการลดอุณหภูมิจาก 6 จุด โดยใช้หัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส ที่เวลา 9.30-10.30 น.



รูปที่ 4.6 กราฟแสดงผลที่ได้จากการทดลองการลดอุณหภูมิระหว่างภายนอกและภายในโรงเรือน โดยใช้หัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส ที่เวลา 9.30-10.30 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

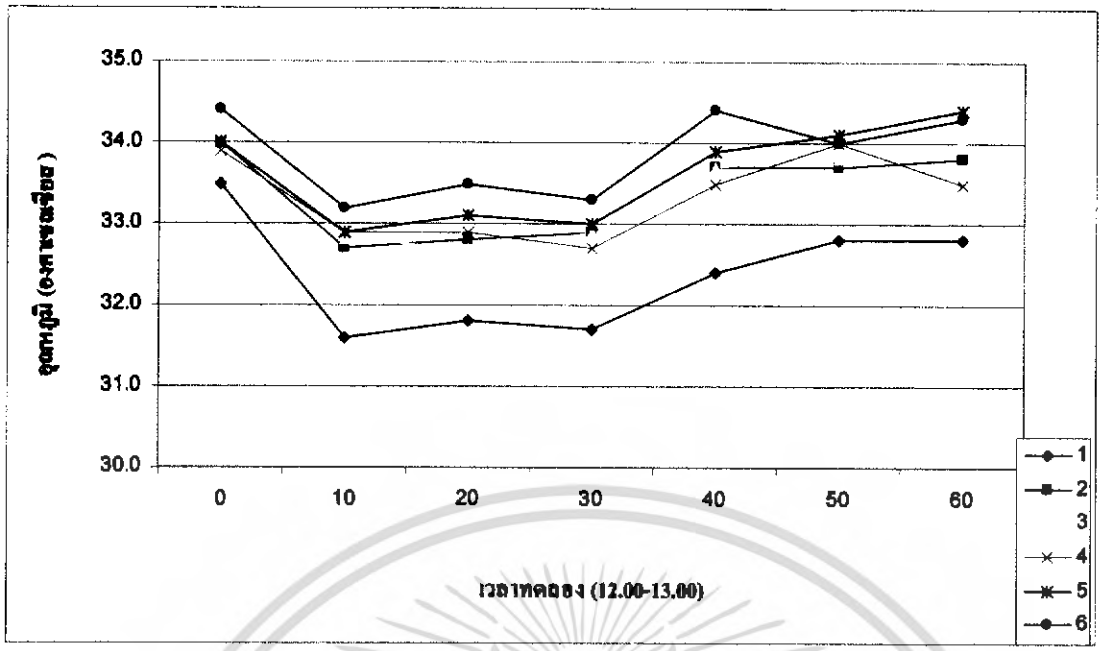


รูปที่ 4.7 กราฟแสดงผลการเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างภายนอกและภายในโรงเรือน โดยใช้หัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส ที่เวลา 9.30-10.30 น.

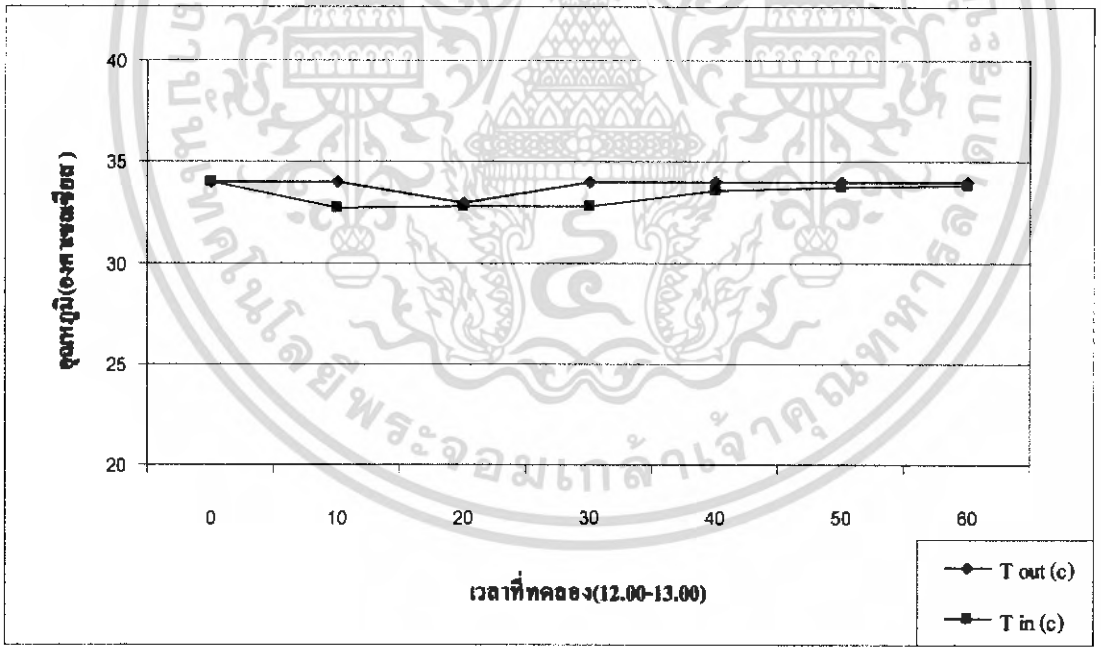
จากกราฟแสดงผลการทดลองในรูปที่ 4.5-4.7 โดยใช้หัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส ที่เวลา 9.30-10.30 น. พบว่าอุณหภูมิทั้ง 6 จุด ในโรงเรือนมีอุณหภูมิที่ใกล้เคียงกันแต่ในจุดที่ 1 จะมีอุณหภูมิที่ต่ำกว่าจุดอื่นเนื่องจากอยู่จุดนี้อยู่ใกล้กับช่องเปิดและในจุดที่ 6 จะเป็นจุดที่อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงบ่อยเพราะอยู่บริเวณหน้าโรงเรือน ทำให้ได้รับความร้อนจากแสงแดด ซึ่งเห็นได้ว่าอุณหภูมิภายในโรงเรือนจะเริ่มลดลงและอุณหภูมิจะเริ่มคงที่เมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 10 นาที โดยพบว่าหัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อนี้สามารถทำให้อุณหภูมิภายในโรงเรือนลดลงได้ประมาณ 1.6-3 องศาเซลเซียส ส่วนความชื้นสัมพัทธ์จะค่อยๆเพิ่มขึ้นในเวลา 10 นาที แล้วจะเริ่มคงที่และเปลี่ยนแปลงบ้างขึ้นอยู่กับความเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายนอกโรงเรือนซึ่งความชื้นจะเพิ่มขึ้นจากภายนอกประมาณ 17-25 เปอร์เซ็นต์

จากการทดลองการลดอุณหภูมิจะเกิดขึ้นจากการแลกเปลี่ยนความร้อนของน้ำกับอากาศเนื่องจากหัวพ่นปีกผีเสื้อสามารถทำให้น้ำเป็นละอองฝอยได้ค่อนข้างดี จึงทำให้ลมนำละอองน้ำเหล่านี้เข้ามาในโรงเรือน ทำให้มีความชื้นเพิ่มขึ้นและพื้นของโรงเรือนทำให้พื้นเปียก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

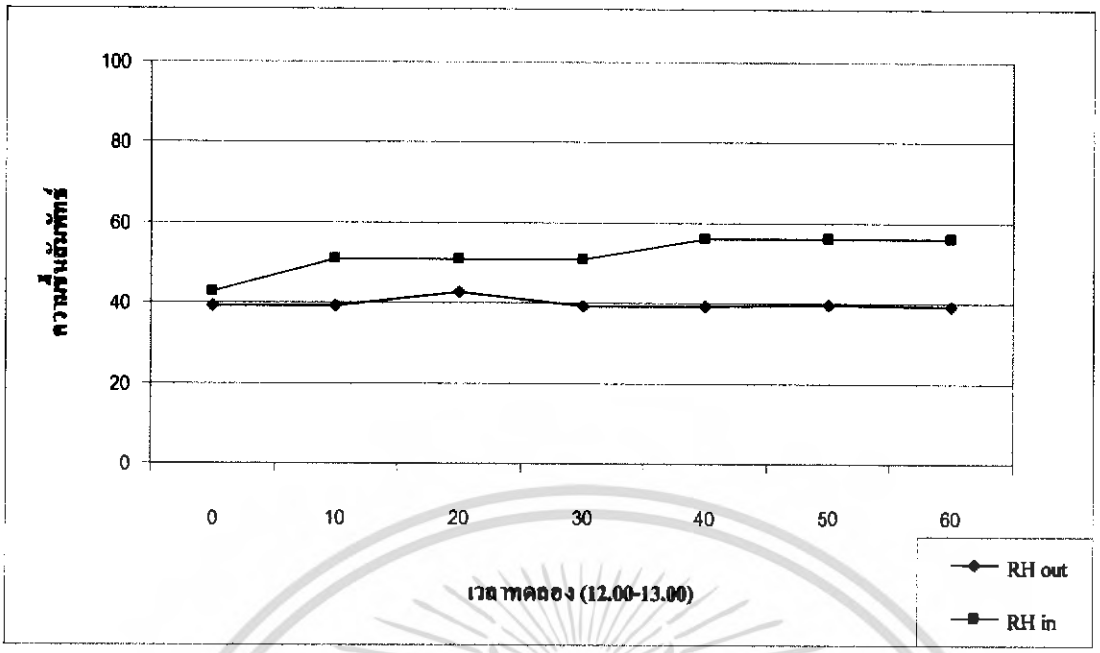


รูปที่ 4.8 กราฟแสดงผลการทดลองการลดอุณหภูมิจาก 6 จุด โดยใช้หัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส ที่เวลา 12.00-13.00 น.



รูปที่ 4.9 กราฟแสดงผลที่ได้จากการทดลองการลดอุณหภูมิระหว่างภายนอกและภายในโรงเรือน โดยใช้หัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส ที่เวลา 12.00-13.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

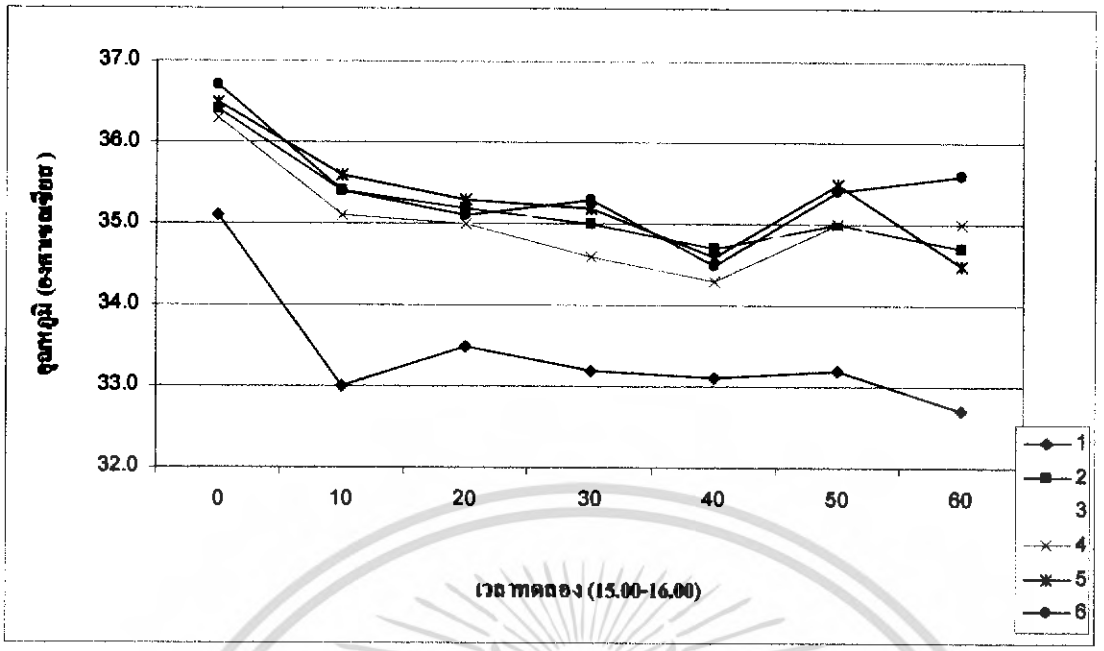


รูปที่ 4.10 กราฟแสดงผลการเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างภายนอกและภายในโรงเรือน โดยใช้หัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส ที่เวลา 12.00-13.00 น.

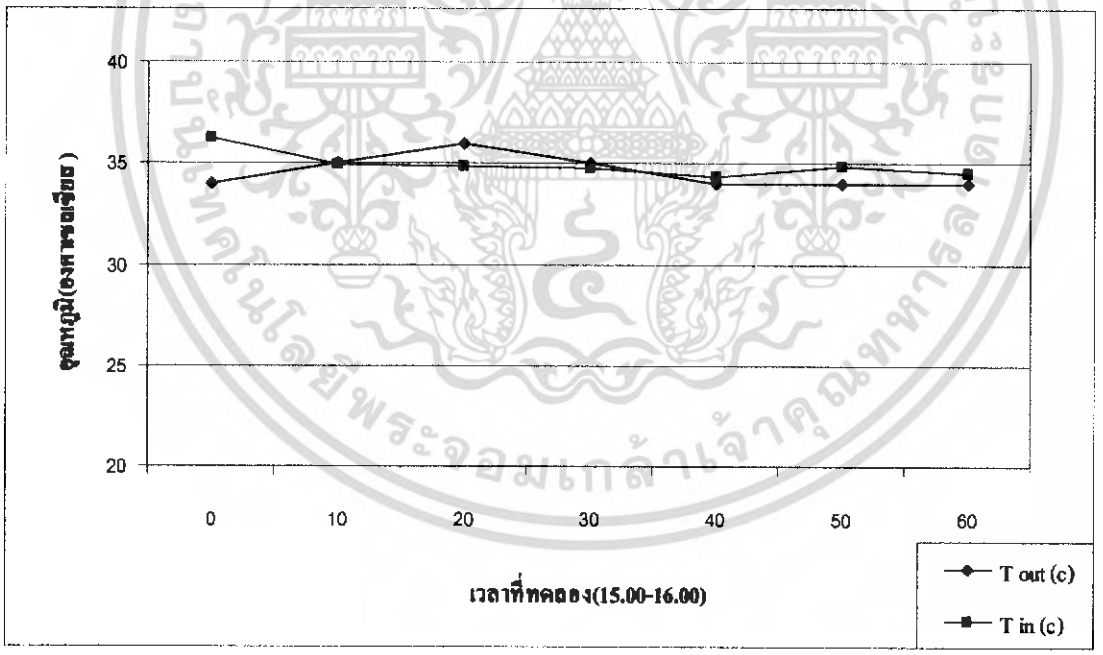
จากกราฟแสดงผลการทดลองในรูปที่ 4.8-4.10 โดยใช้หัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อเป็นตัวปล่อยน้ำที่น้ำอุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส ที่เวลา 12.00-13.00 น. พบว่าอุณหภูมิทั้ง 6 จุด ในโรงเรือนมีอุณหภูมิที่ใกล้เคียงกันแต่ในจุดที่ 1 จะมีอุณหภูมิที่ต่ำกว่าจุดอื่นมากเนื่องจากอยู่จุดนี้อยู่ใกล้กับช่องเปิด ส่วนในจุดอื่นๆจะมีอุณหภูมิค่อนข้างสูงเนื่องจากช่วงเวลานี้โรงเรือนเริ่มรับแสงแดดมากขึ้น ซึ่งเห็นได้ว่าอุณหภูมิภายในโรงเรือนจะเริ่มลดลงและอุณหภูมิจะเริ่มคงที่เมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 10 นาที โดยพบว่าในช่วงเวลานี้อุณหภูมิภายในโรงเรือนจะต่ำกว่าภายนอกเล็กน้อย เนื่องจากความร้อนสะสมภายในโรงเรือนเพิ่มขึ้น ส่วนความชื้นสัมพัทธ์จะค่อยๆเพิ่มขึ้นในเวลา 10 นาที โดยความชื้นจะเพิ่มขึ้นจากภายนอกประมาณ 8-16 เปอร์เซ็นต์

จากการทดลองการลดอุณหภูมิจะเกิดขึ้นจากการแลกเปลี่ยนความร้อนของน้ำกับอากาศ เนื่องจากหัวพ่นปีกผีเสื้อสามารถทำให้น้ำเป็นละอองฝอยได้ค่อนข้างดี จึงทำให้ลมนำละอองน้ำเหล่านี้เข้ามาในโรงเรือน ทำให้มีความชื้นเพิ่มขึ้นและพื้นของโรงเรือนทำให้พื้นเปียก เนื่องจากละอองน้ำที่หนักตกลงบนพื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

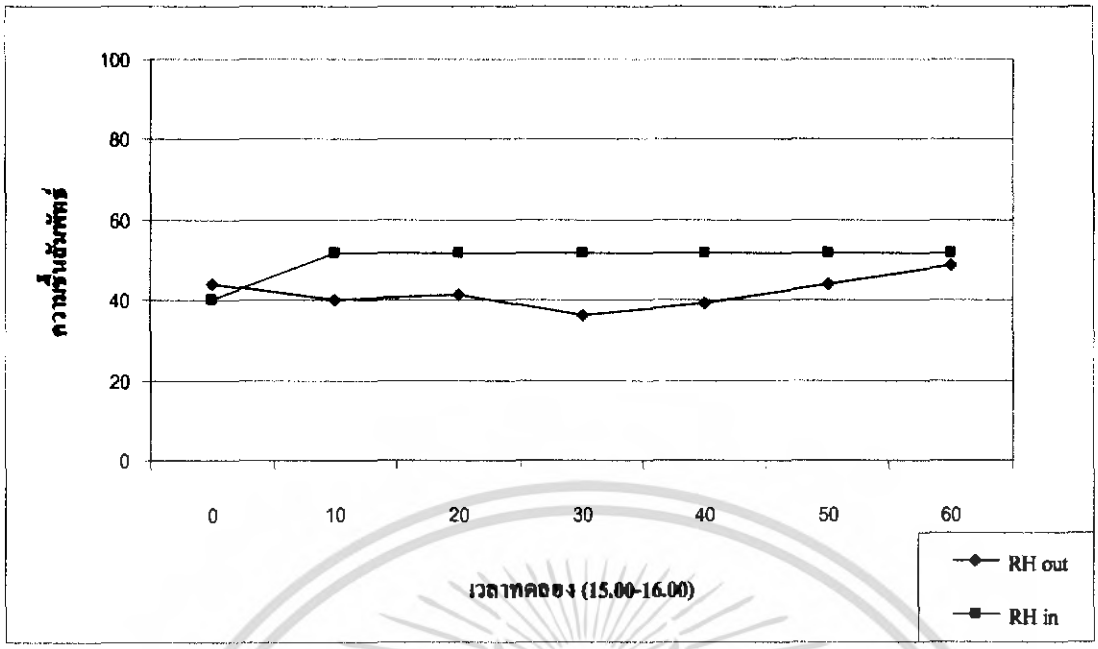


รูปที่ 4.11 กราฟแสดงผลการทดลองการลดอุณหภูมิจาก 6 จุด โดยใช้หัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ที่เวลา 15.00-16.00 น.



รูปที่ 4.12 กราฟแสดงผลที่ได้จากการทดลองการลดอุณหภูมิระหว่างภายนอกและภายในโรงเรือน โดยใช้หัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ที่เวลา 15.00-16.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



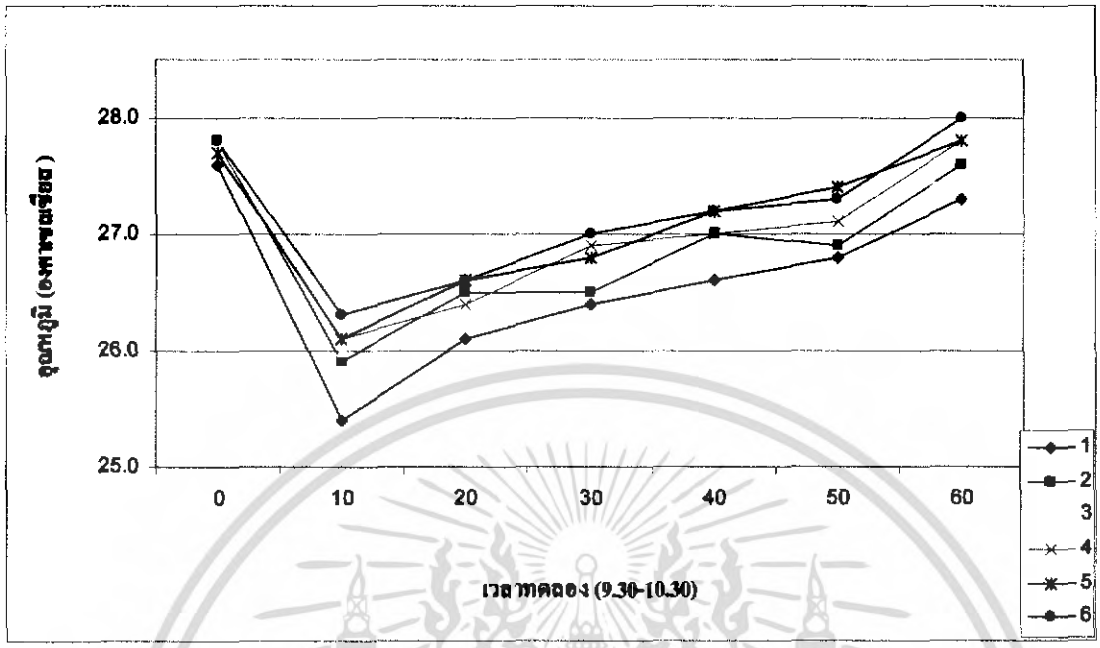
รูปที่ 4.13 กราฟแสดงผลการเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างภายนอกและภายในโรงเรือน โดยใช้หัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ที่เวลา 15.00-16.00 น.

จากกราฟแสดงผลการทดลองในรูปที่ 4.11-4.13 โดยใช้หัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อเป็นตัวปล่อยน้ำที่น้ำอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ที่เวลา 15.00-16.00 น. พบว่าอุณหภูมิทั้ง 6 จุดจะมีอุณหภูมิค่อนข้างสูงเนื่องจากช่วงเวลานี้ภายในโรงเรือนมีความร้อนสะสมแสงแดดมาก แต่ในจุดที่ 1 จะมีอุณหภูมิที่ค่อนข้างต่ำกว่าจุดอื่นมากที่สุดเนื่องจากอยู่จุดนี้อยู่ใกล้กับช่องเปิด ซึ่งเห็นได้ว่าอุณหภูมิภายในโรงเรือนตอนเริ่มต้นสูงกว่าภายนอกเนื่องจากมีความร้อนสะสมเนื่องจากแสงแดด โดยการลดลงของอุณหภูมิในช่วงนี้จะต่างกันเล็กน้อยเนื่องจากโรงเรือนมีภาระและภาระสะสมมากขึ้น ส่วนความชื้นสัมพัทธ์จะค่อยๆเพิ่มขึ้นและคงที่ในเวลา 10 นาที โดยความชื้นจะเพิ่มขึ้นจากภายนอกในช่วงแรกๆประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์

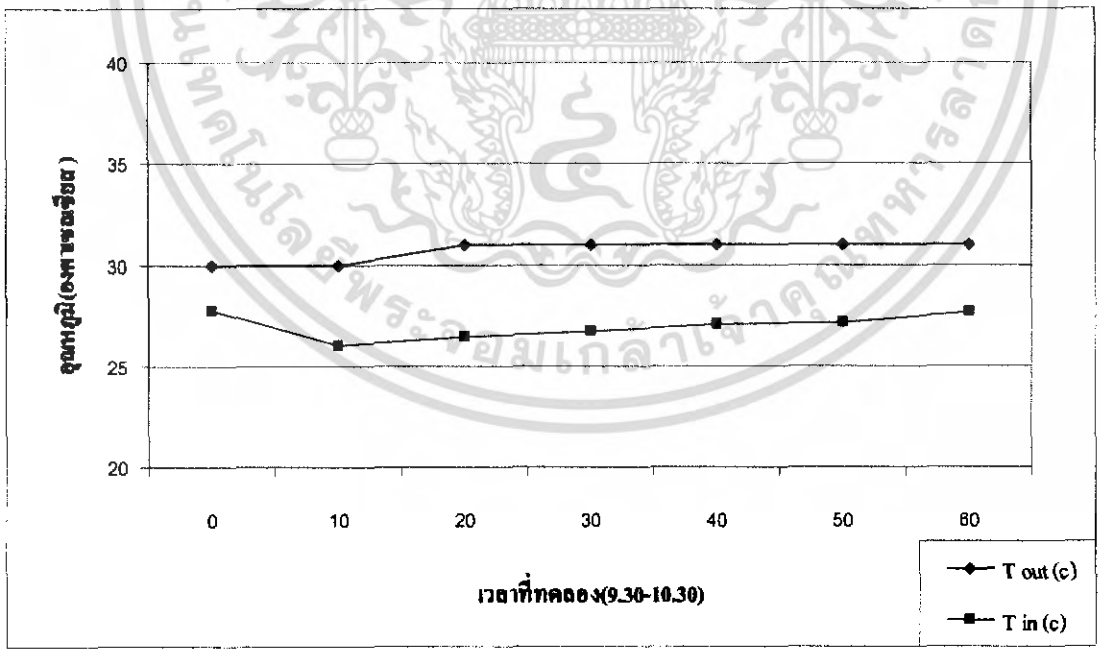
จากการทดลองการลดอุณหภูมิจะเกิดขึ้นจากการแลกเปลี่ยนความร้อนของน้ำกับอากาศ เนื่องจากหัวพ่นปีกผีเสื้อสามารถทำให้น้ำเป็นละอองฝอยได้ค่อนข้างดี จึงทำให้ลมนำละอองน้ำเหล่านี้เข้ามาในโรงเรือน ทำให้มีความชื้นเพิ่มขึ้นและพื้นของโรงเรือนทำให้พื้นเปียก เนื่องจากละอองน้ำที่หนักตกลงบนพื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 การทดลองโดยใช้หัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อเป็นตัวปล่อยน้ำ ในสภาวะที่ทำความเย็นน้ำ

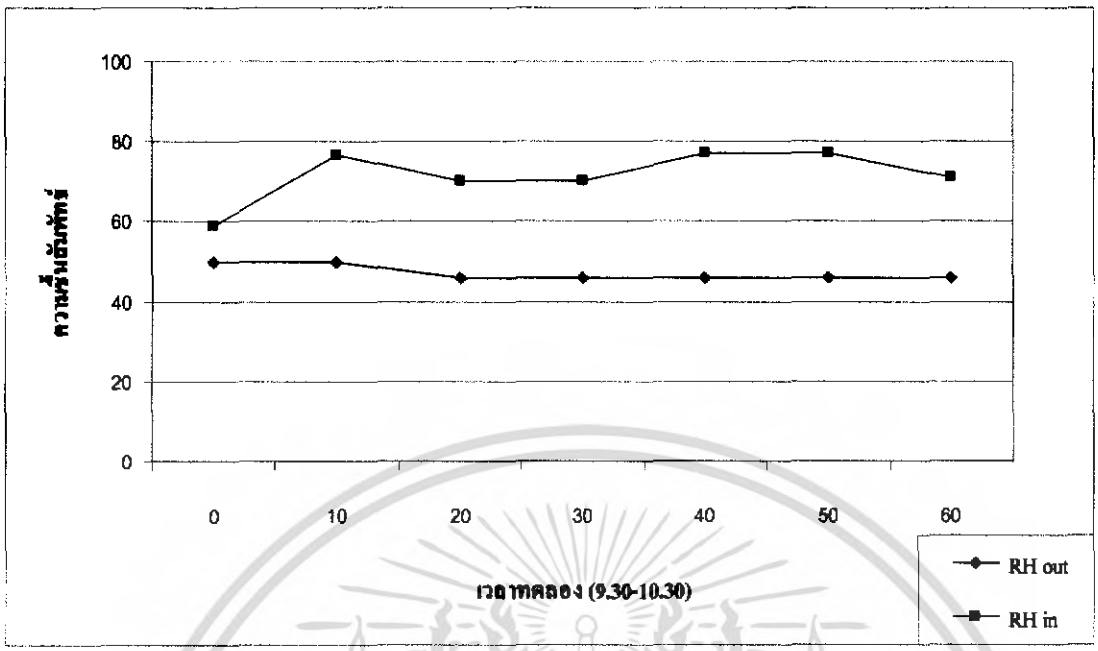


รูปที่ 4.14 กราฟแสดงผลการทดลองการลดอุณหภูมิจาก 6 จุด โดยใช้หัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ที่เวลา 9.30-10.30 น.



รูปที่ 4.15 กราฟแสดงผลที่ได้จากการทดลองการลดอุณหภูมิระหว่างภายนอกและภายในโรงเรือน โดยใช้หัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ที่เวลา 9.30-10.30 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

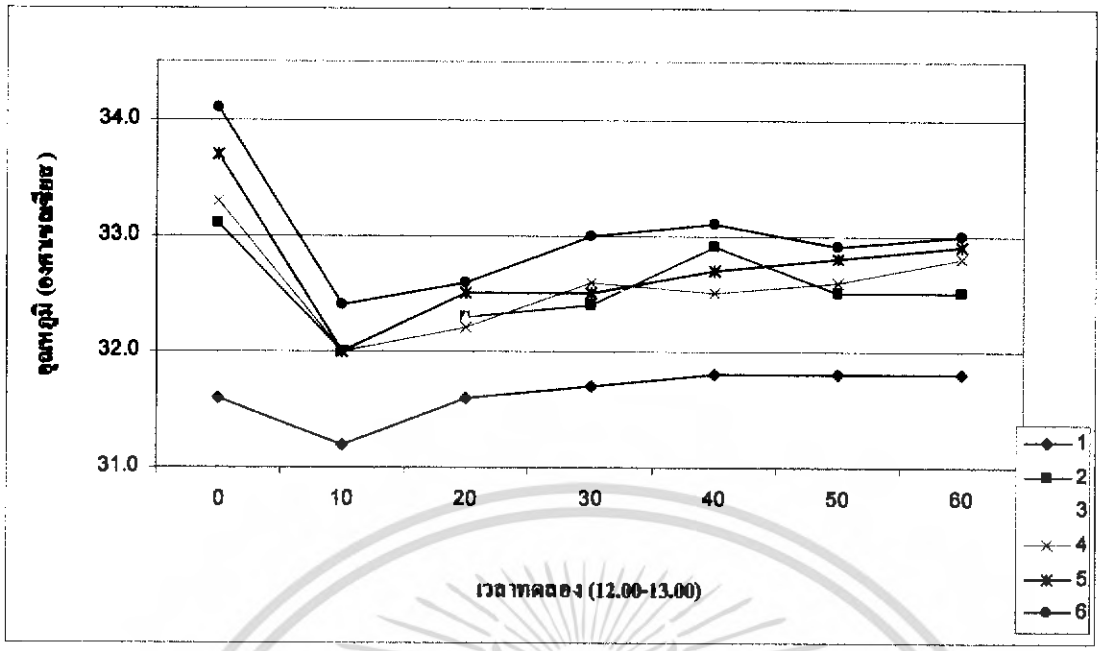


รูปที่ 4.16 กราฟแสดงผลการเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างภายนอกและภายในโรงเรือน โดยใช้หัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ที่เวลา 9.30-10.30 น.

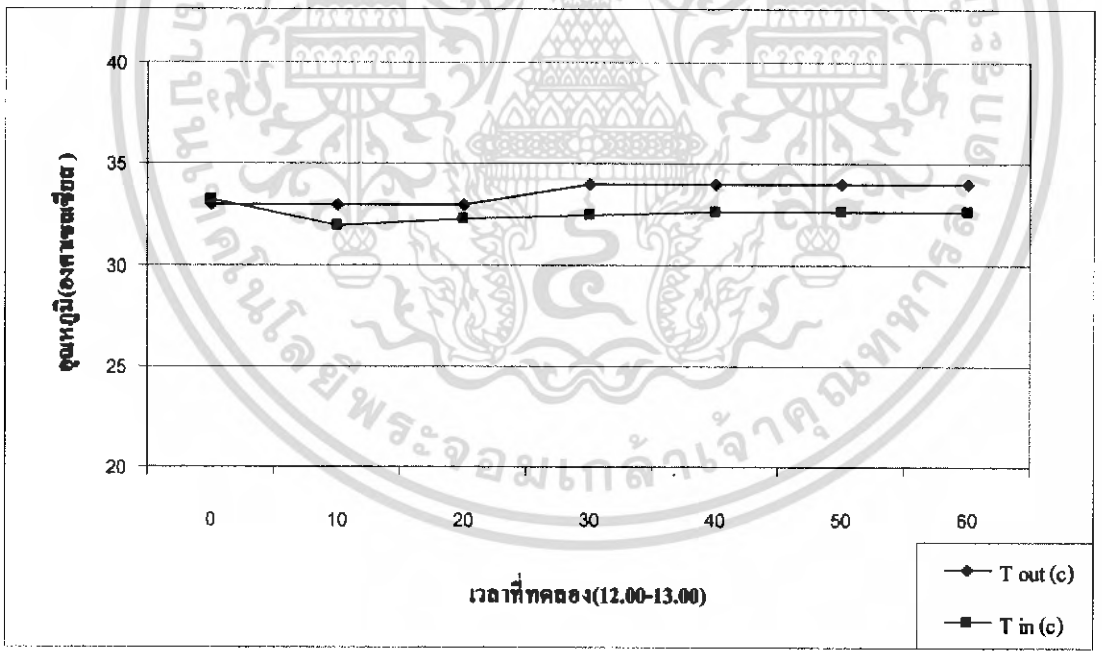
จากกราฟแสดงผลการทดลองในรูปที่ 4.14-4.16 โดยใช้หัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อเป็นตัวปล่อยน้ำที่น้ำอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ที่เวลา 9.30-10.30 น. พบว่าอุณหภูมิทั้ง 6 จุด ในโรงเรือนมีอุณหภูมิที่ใกล้เคียงกันแต่ในจุดที่ 1 จะมีอุณหภูมิที่ต่ำกว่าจุดอื่นเนื่องจากอยู่จุดนี้อยู่ใกล้กับช่องเปิดและในจุดที่ 6 จะเป็นจุดที่อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงบ่อยเพราะอยู่บริเวณหน้าโรงเรือน ทำให้ได้รับความร้อนจากแสงแดด ซึ่งเห็นได้ว่าอุณหภูมิภายในโรงเรือนจะเริ่มลดลงและอุณหภูมิจะเริ่มคงที่เมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 10 นาที โดยพบว่าหัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อนี้สามารถทำให้อุณหภูมิภายในโรงเรือนลดลงได้ประมาณ 2-4 องศาเซลเซียส ส่วนความชื้นสัมพัทธ์จะค่อยๆเพิ่มขึ้นในเวลา 10 นาที แล้วจะเริ่มคงที่และเปลี่ยนแปลงบ้างขึ้นอยู่กับความเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายนอกโรงเรือนซึ่งความชื้นจะเพิ่มขึ้นจากภายนอกประมาณ 25-30 เปอร์เซ็นต์

จากการทดลองการลดอุณหภูมิจะเกิดขึ้นจากการแลกเปลี่ยนความร้อนของน้ำกับอากาศเนื่องจากหัวพ่นปีกผีเสื้อสามารถทำให้น้ำเป็นละอองฝอยได้ค่อนข้างดี จึงทำให้ลมนำละอองน้ำเหล่านี้เข้ามาในโรงเรือน ทำให้มีความชื้นเพิ่มขึ้นและพื้นของโรงเรือนทำให้พื้นเปียก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

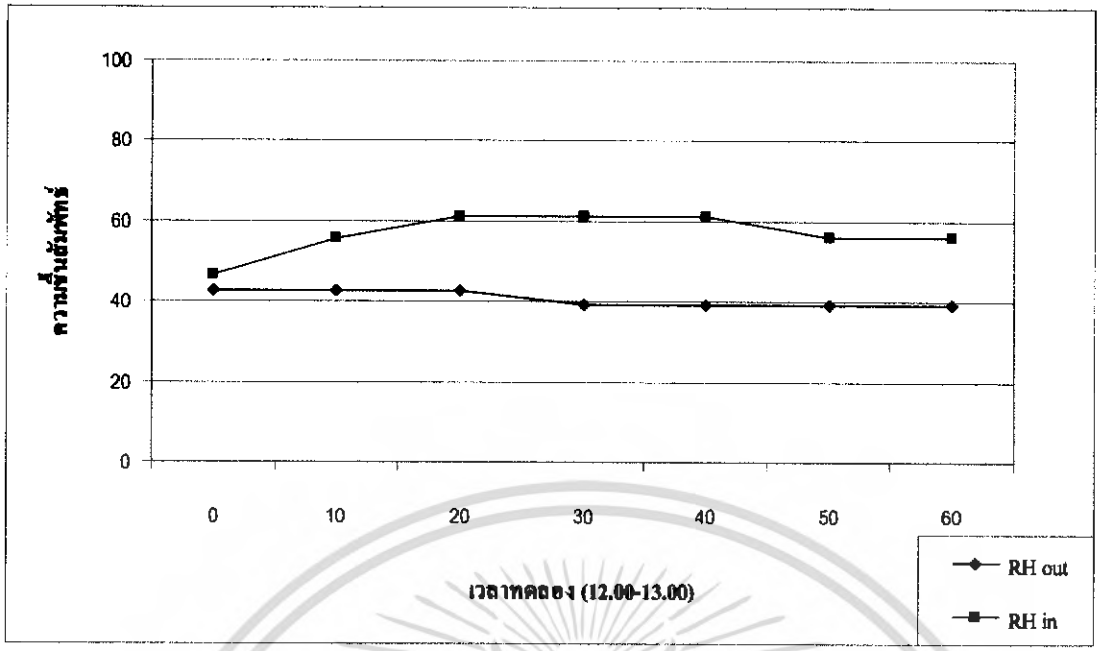


รูปที่ 4.17 กราฟแสดงผลการทดลองการลดอุณหภูมิจาก 6 จุด โดยใช้หัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ที่เวลา 12.00-13.00 น.



รูปที่ 4.18 กราฟแสดงผลที่ได้จากการทดลองการลดอุณหภูมิระหว่างภายนอกและภายในโรงเรือน โดยใช้หัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ที่เวลา 12.00-13.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

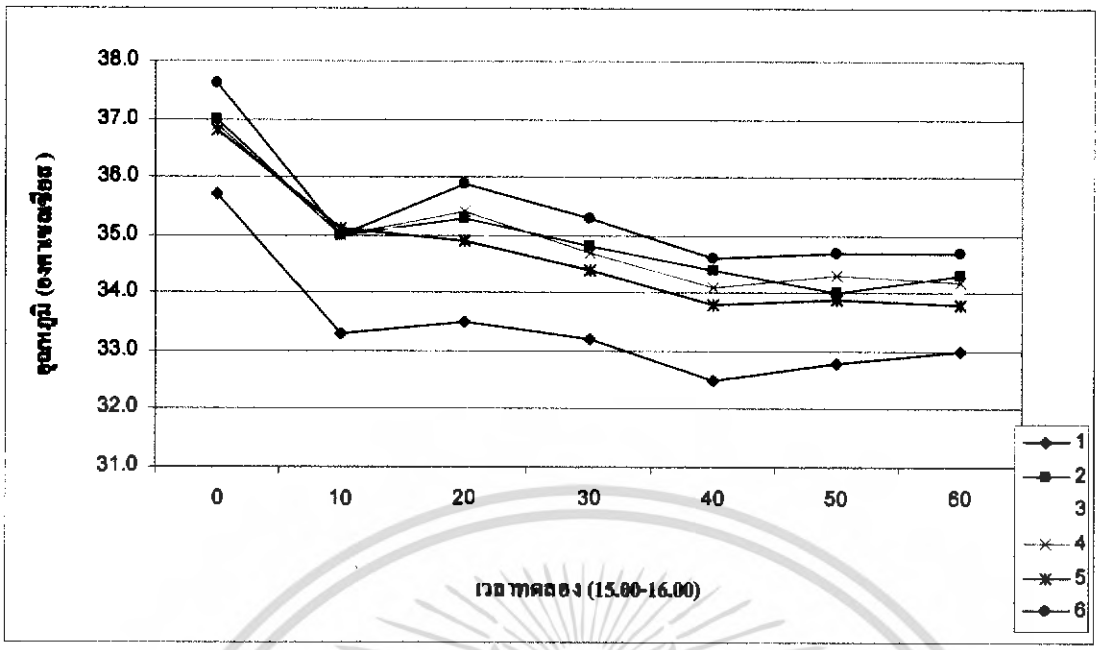


รูปที่ 4.19 กราฟแสดงผลการเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างภายนอกและภายในโรงเรือน โดยใช้หัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ที่เวลา 12.00-13.00 น.

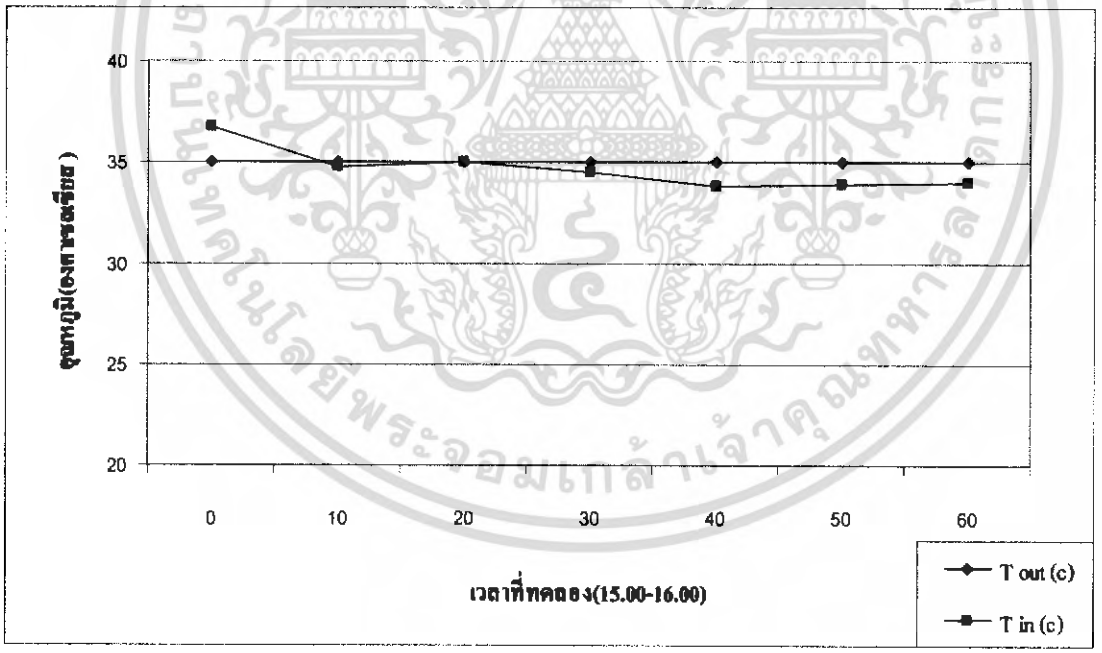
จากกราฟแสดงผลการทดลองในรูปที่ 4.17-4.19 โดยใช้หัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อเป็นตัวปล่อยน้ำที่น้ำอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ที่เวลา 12.00-13.00 น. พบว่าอุณหภูมิทั้ง 6 จุด ในโรงเรือนมีอุณหภูมิที่ใกล้เคียงกันแต่ในจุดที่ 1 จะมีอุณหภูมิที่ต่ำกว่าจุดอื่นเนื่องจากอยู่จุดนี้อยู่ใกล้กับช่องเปิดและในจุดที่ 6 จะเป็นจุดที่อุณหภูมิสูงกว่าปกติเพราะอยู่บริเวณหน้าโรงเรือน ทำให้ได้รับความร้อนจากแสงแดด ซึ่งเห็นได้ว่าอุณหภูมิภายในโรงเรือนจะเริ่มลดลงและอุณหภูมิจะเริ่มคงที่เมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 10 นาที โดยพบว่าหัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อนี้สามารถทำให้อุณหภูมิภายในโรงเรือนลดลงได้ประมาณ 1-1.5 องศาเซลเซียส ส่วนความชื้นสัมพัทธ์จะค่อยๆเพิ่มขึ้นในเวลา 20 นาที แล้วจะเริ่มคงที่และเปลี่ยนแปลงบ้างขึ้นอยู่กับความเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายนอกโรงเรือนซึ่งความชื้นจะเพิ่มขึ้นจากภายนอกประมาณ 12-21 เปอร์เซ็นต์

จากการทดลองการลดอุณหภูมิจะเกิดขึ้นจากการแลกเปลี่ยนความร้อนของน้ำกับอากาศเนื่องจากหัวพ่นปีกผีเสื้อสามารถทำให้น้ำเป็นละอองฝอยได้ค่อนข้างดี จึงทำให้ลมนำละอองน้ำเหล่านี้เข้ามาในโรงเรือน ทำให้มีความชื้นเพิ่มขึ้นและพื้นของโรงเรือนทำให้พื้นเปียก เนื่องจากละอองน้ำที่หนักตกลงบนพื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

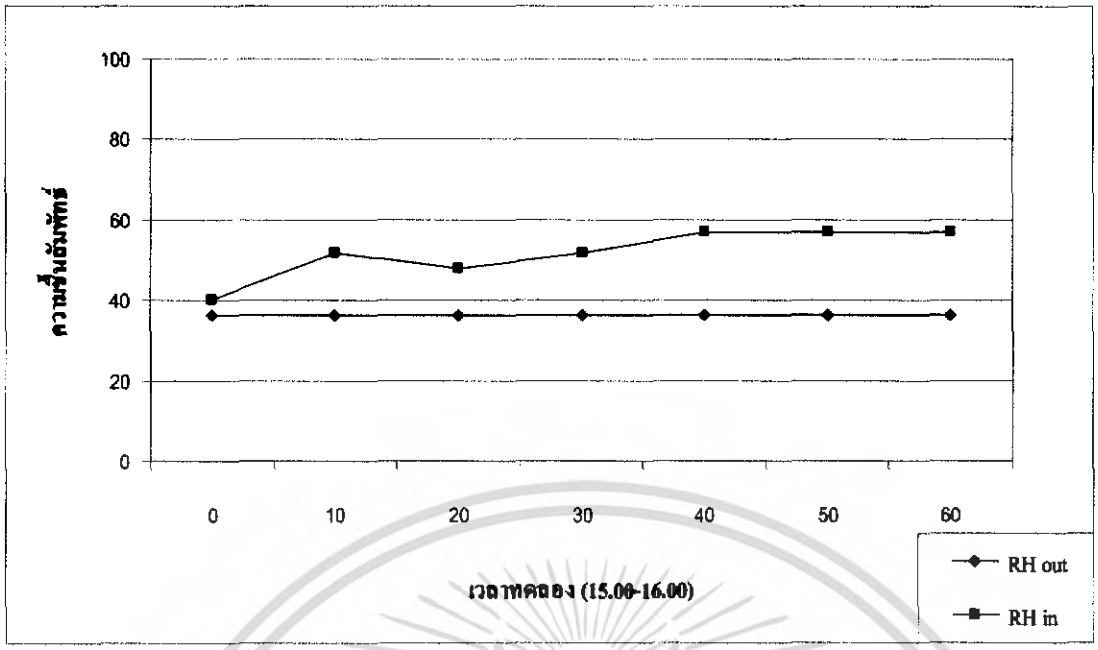


รูปที่ 4.20 กราฟแสดงผลการทดลองการลดอุณหภูมิจาก 6 จุด โดยใช้หัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ที่เวลา 15.00-16.00 น.



รูปที่ 4.21 กราฟแสดงผลที่ได้จากการทดลองการลดอุณหภูมิระหว่างภายนอกและภายในโรงเรือน โดยใช้หัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ที่เวลา 15.00-16.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



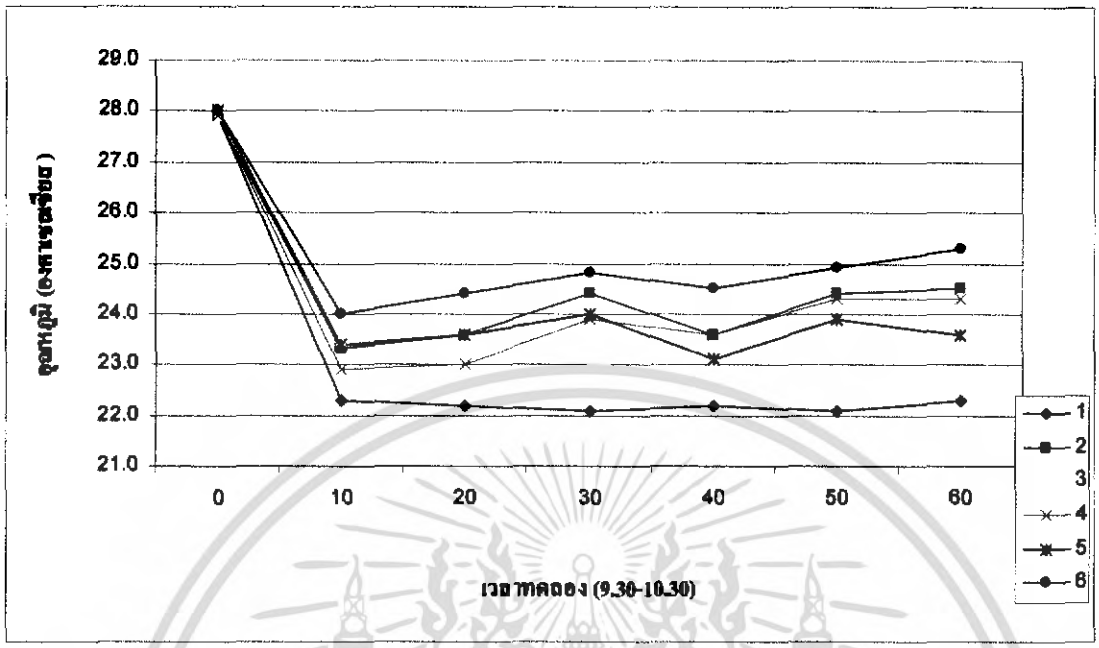
รูปที่ 4.22 กราฟแสดงผลการเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างภายนอกและภายในโรงเรือน โดยใช้หัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ที่เวลา 15.00-16.00 น.

จากกราฟแสดงผลการทดลองในรูปที่ 4.20-4.22 โดยใช้หัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อเป็นตัวปล่อยน้ำที่น้ำอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ที่เวลา 15.00-16.00 น. พบว่าอุณหภูมิทั้ง 6 จุดจะมีอุณหภูมิค่อนข้างสูงเนื่องจากช่วงเวลานี้ภายในโรงเรือนมีความร้อนสะสมแสงแดดมาก แต่ในจุดที่ 1 จะมีอุณหภูมิที่ค่อนข้างต่ำกว่าจุดอื่นมากที่สุดเนื่องจากอยู่จุดนี้อยู่ใกล้กับช่องเปิด ซึ่งเห็นได้ว่าอุณหภูมิภายในโรงเรือนตอนเริ่มต้นสูงกว่าภายนอกเนื่องจากมีความร้อนสะสมเนื่องจากแสงแดด โดยการลดลงของอุณหภูมิในช่วงนี้จะต่างกันเล็กน้อยเนื่องจากโรงเรือนมีภาระและภาระสะสมมากขึ้น ส่วนความชื้นสัมพัทธ์จะค่อยๆเพิ่มขึ้นและคงที่ในเวลา 10 นาที โดยความชื้นจะเพิ่มขึ้นจากภายนอกในช่วงแรกๆประมาณ 10-20 เปอร์เซ็นต์

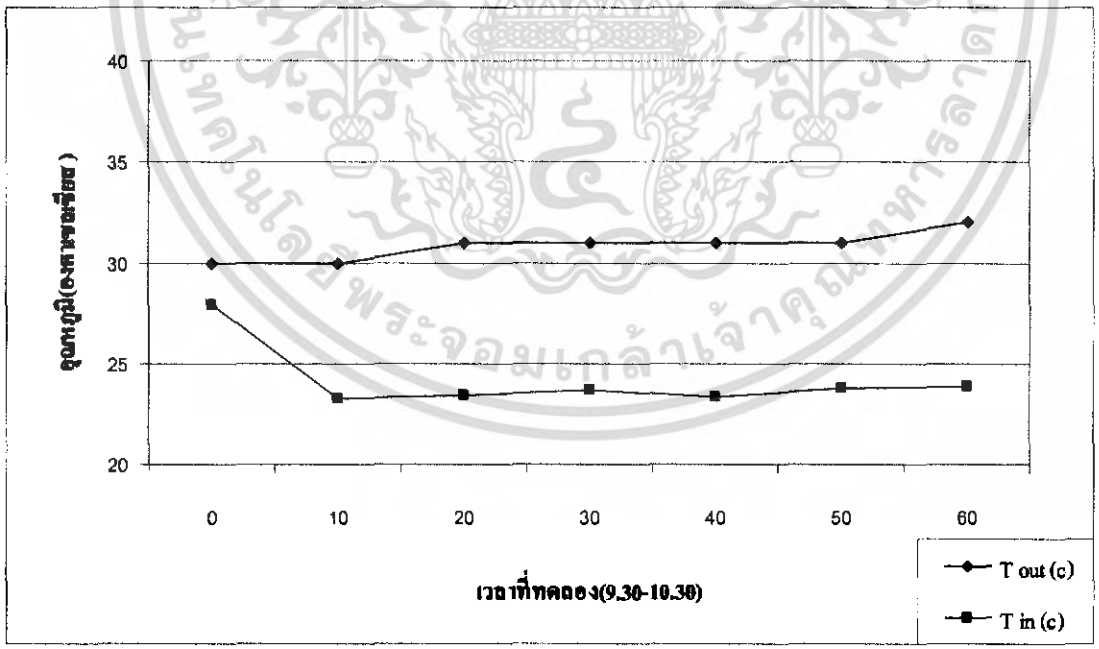
จากการทดลองการลดอุณหภูมิจะเกิดขึ้นจากการแลกเปลี่ยนความร้อนของน้ำกับอากาศ เนื่องจากหัวพ่นปีกผีเสื้อสามารถทำให้น้ำเป็นละอองฝอยได้ค่อนข้างดี จึงทำให้ลมนำละอองน้ำเหล่านี้เข้ามาในโรงเรือน ทำให้มีความชื้นเพิ่มขึ้นและพื้นของโรงเรือนทำให้พื้นเปียก เนื่องจากละอองน้ำที่หนักตกลงบนพื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 การทดลองโดยใช้หัวพ่นหมอกเป็นตัวปล่อยน้ำ ในสภาวะน้ำที่อุณหภูมิห้อง

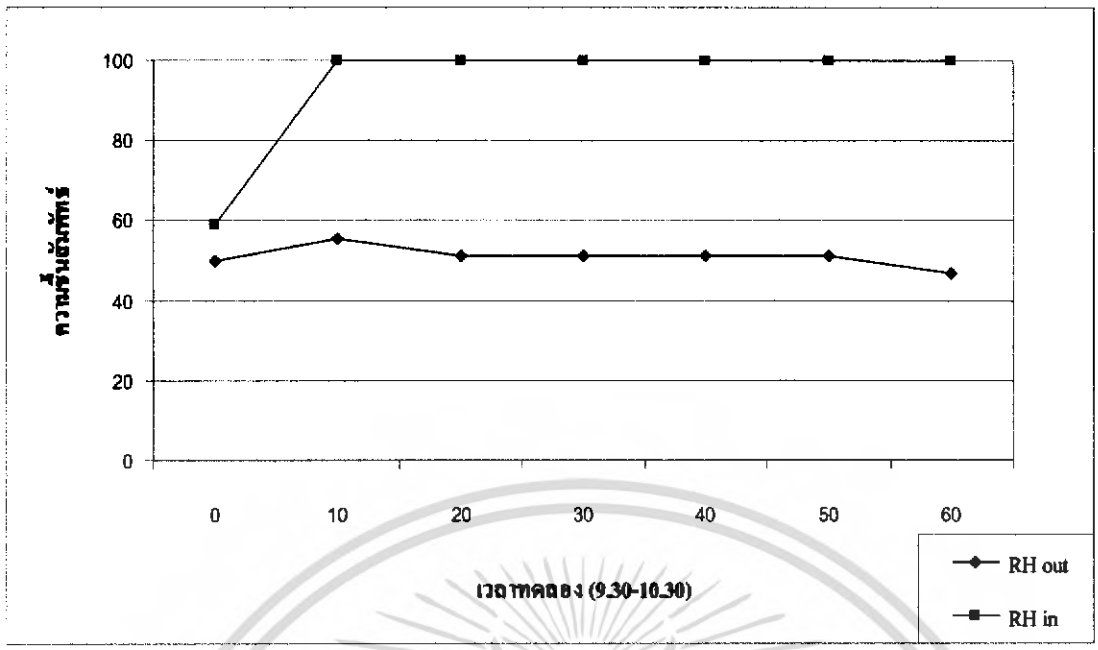


รูปที่ 4.23 กราฟแสดงผลการทดลองการลดอุณหภูมิจาก 6 จุด โดยใช้หัวพ่นหมอกเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส ที่เวลา 9.00-10.30น.



รูปที่ 4.24 กราฟแสดงผลที่ได้จากการทดลองการลดอุณหภูมิระหว่างภายนอกและภายในโรงเรือน โดยใช้หัวพ่นหมอกเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส ที่เวลา 9.30-10.30 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

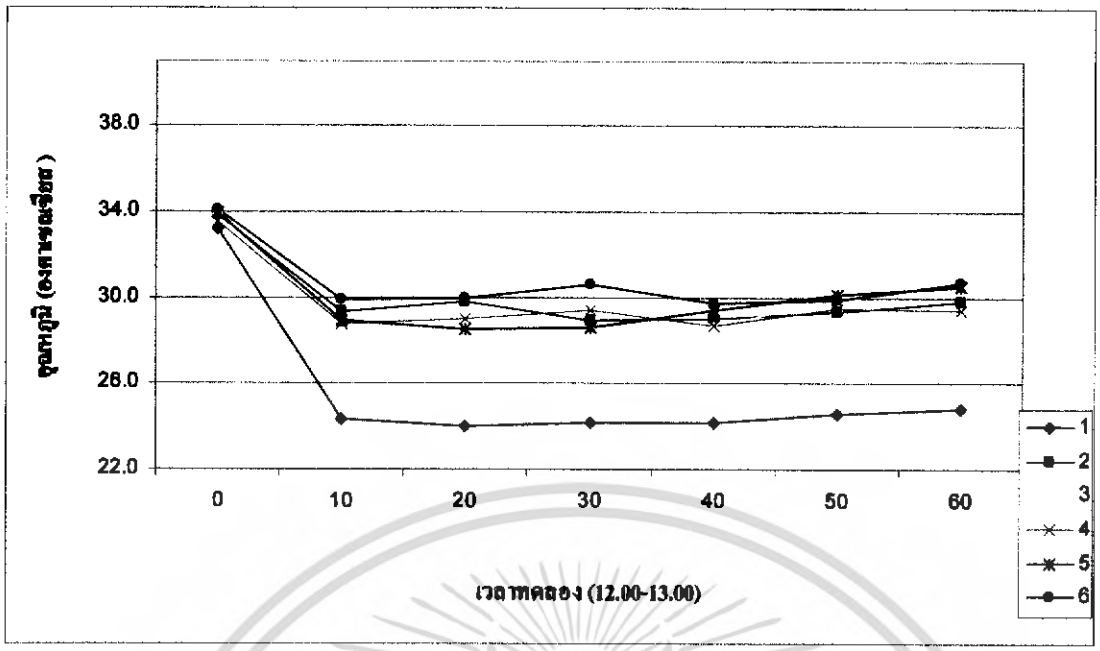


รูปที่ 4.25 กราฟแสดงผลการเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างภายนอกและภายในโรงเรือน โดยใช้หัวพ่นหมอกเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส ที่เวลา 9.30-10.30 น.

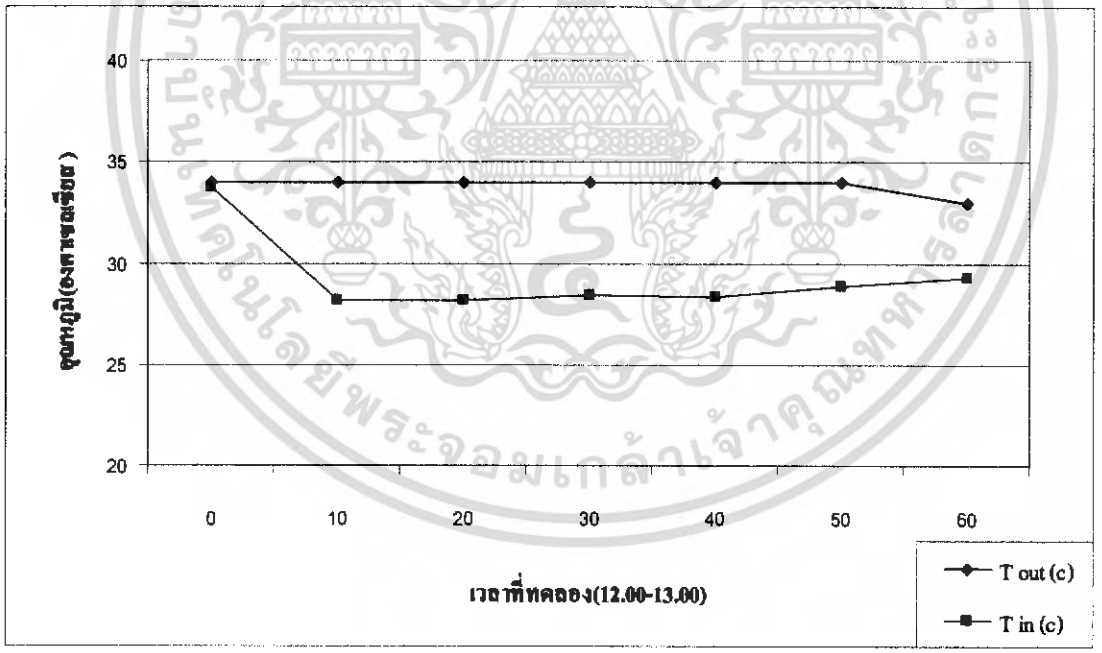
จากกราฟแสดงผลการทดลองในรูปที่ 4.23-4.25 โดยใช้หัวพ่นหมอกเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส ที่เวลา 9.30-10.30 น. พบว่าอุณหภูมิทั้ง 6 จุด ในโรงเรือนมีอุณหภูมิที่ใกล้เคียงกันแต่ในจุดที่ 1 จะมีอุณหภูมิที่ต่ำกว่าจุดอื่นเนื่องจากอยู่จุดนี้อยู่ใกล้กับช่องเปิดและในจุดที่ 6 จะเป็นจุดที่อุณหภูมิสูงกว่าปกติเพราะอยู่บริเวณหน้าโรงเรือน ทำให้ได้รับความร้อนจากแสงแดด ซึ่งเห็นได้ว่าอุณหภูมิภายในโรงเรือนจะเริ่มลดลงและอุณหภูมิจะเริ่มคงที่เมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 10 นาที โดยพบว่าหัวพ่นหมอกนี้สามารถทำให้อุณหภูมิภายในโรงเรือนลดลงได้ประมาณ 6-8 องศาเซลเซียส ส่วนความชื้นสัมพัทธ์จะค่อยๆเพิ่มขึ้นในเวลา 10 นาที แล้วจะเริ่มคงที่ซึ่งความชื้นจะเพิ่มขึ้นจากภายนอกประมาณ 44-53 เปอร์เซ็นต์

จากการทดลองการลดอุณหภูมิจะเกิดขึ้นจากการแลกเปลี่ยนความร้อนของน้ำกับอากาศ เนื่องจากหัวพ่นหมอกสามารถทำให้น้ำเป็นละอองฝอยได้ดีมากจนทำให้เกือบไม่มีน้ำหมุนเวียนในระบบ ซึ่งทำให้ลมนำละอองน้ำ เหล่านี้เข้ามาในโรงเรือน ทำให้มีความชื้นเพิ่มขึ้นและทำให้พื้นเปียก จากละอองน้ำที่หนักตกลงบนพื้นทำให้พื้นเปียก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

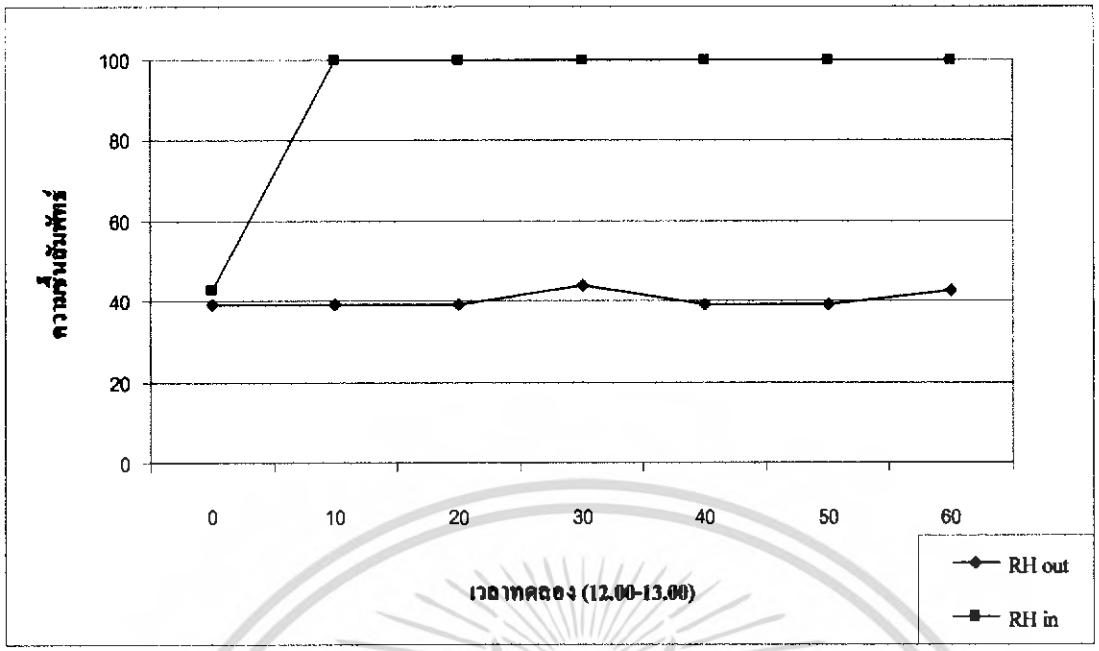


รูปที่ 4.26 กราฟแสดงผลการทดลองการลดอุณหภูมิจาก 6 จุด โดยใช้หัวพ่นหมอกเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส ที่เวลา 12.00-13.00 น.



รูปที่ 4.27 กราฟแสดงผลที่ได้จากการทดลองการลดอุณหภูมิระหว่างภายนอกและภายในโรงเรือน โดยใช้หัวพ่นหมอกเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส ที่เวลา 12.00-13.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

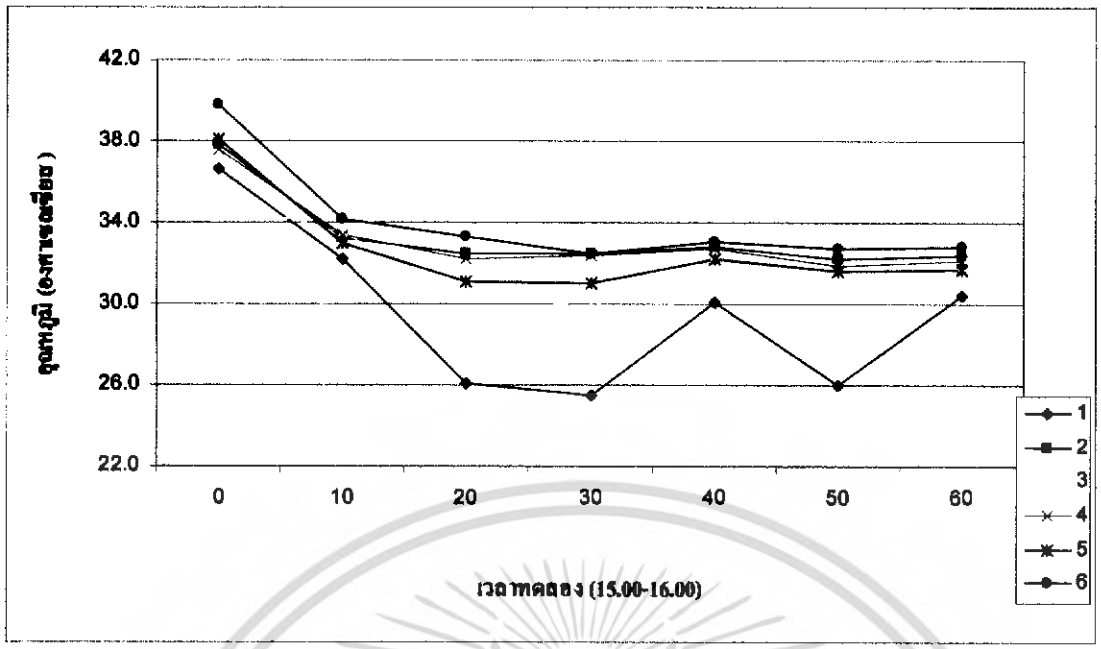


รูปที่ 4.28 กราฟแสดงผลการเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างภายนอกและภายในโรงเรือน โดยใช้หัวพ่นหมอกเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส ที่เวลา 12.00-13.00 น.

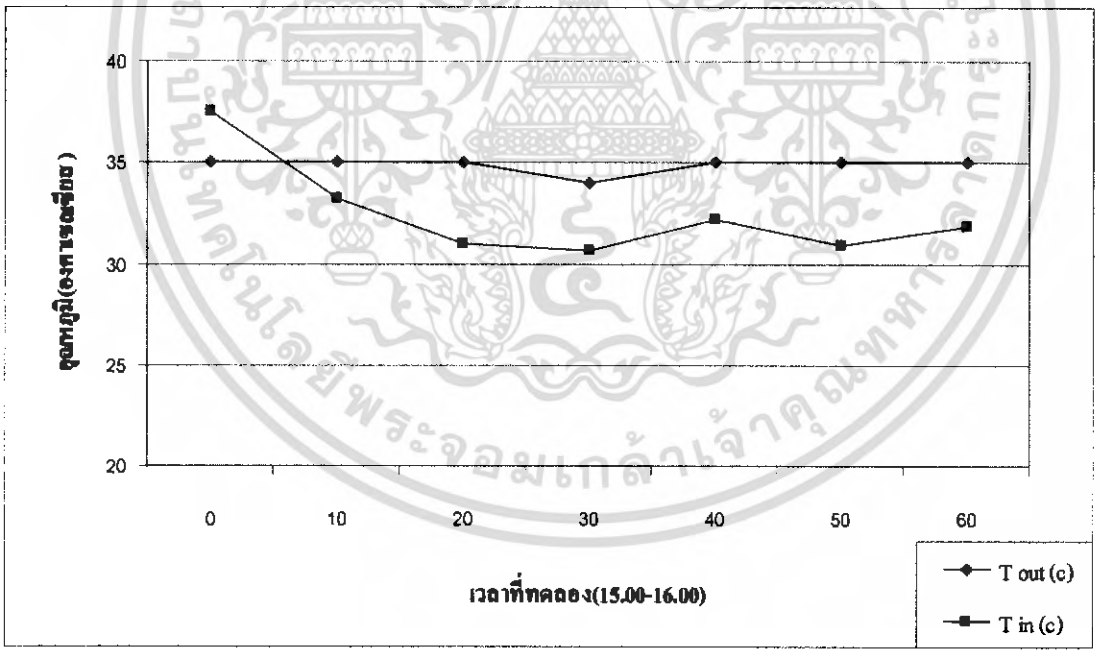
จากกราฟแสดงผลการทดลองในรูปที่ 4.26-4.28 โดยใช้หัวพ่นหมอกเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส ที่เวลา 12.00-13.00 น. พบว่าอุณหภูมิทั้ง 6 จุด ในโรงเรือนมีอุณหภูมิที่ใกล้เคียงกันแต่ในจุดที่ 1 จะมีอุณหภูมิที่ต่ำกว่าจุดอื่นเนื่องจากอยู่จุดนี้อยู่ใกล้กับช่องเปิด เห็นได้ว่าอุณหภูมิภายในโรงเรือนตอนเริ่มต้นสูงกว่าภายนอกเนื่องจากมีความร้อนสะสมเนื่องจากแสงแดด จากนั้นภายในโรงเรือนจะเริ่มลดลงและอุณหภูมิจะเริ่มคงที่เมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 10 นาที โดยพบว่าหัวพ่นหมอกนี้สามารถทำให้อุณหภูมิภายในโรงเรือนลดลงได้ประมาณ 5-6.5 องศาเซลเซียส ส่วนความชื้นสัมพัทธ์จะค่อยๆเพิ่มขึ้นในเวลา 10 นาที แล้วจะเริ่มคงที่ซึ่งความชื้นจะเพิ่มขึ้นจากภายนอกประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์

จากการทดลองการลดอุณหภูมิจะเกิดขึ้นจากการแลกเปลี่ยนความร้อนของน้ำกับอากาศ เนื่องจากหัวพ่นหมอกสามารถทำให้น้ำเป็นละอองฝอยได้ดีมากจนทำให้เกือบไม่มีน้ำหมุนเวียนในระบบ ซึ่งทำให้ลมนำละอองน้ำ เหล่านี้เข้ามาในโรงเรือน ทำให้มีความชื้นเพิ่มขึ้นและทำให้พื้นเปียก จากละอองน้ำที่หนักตกลงบนพื้นทำให้พื้นเปียก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

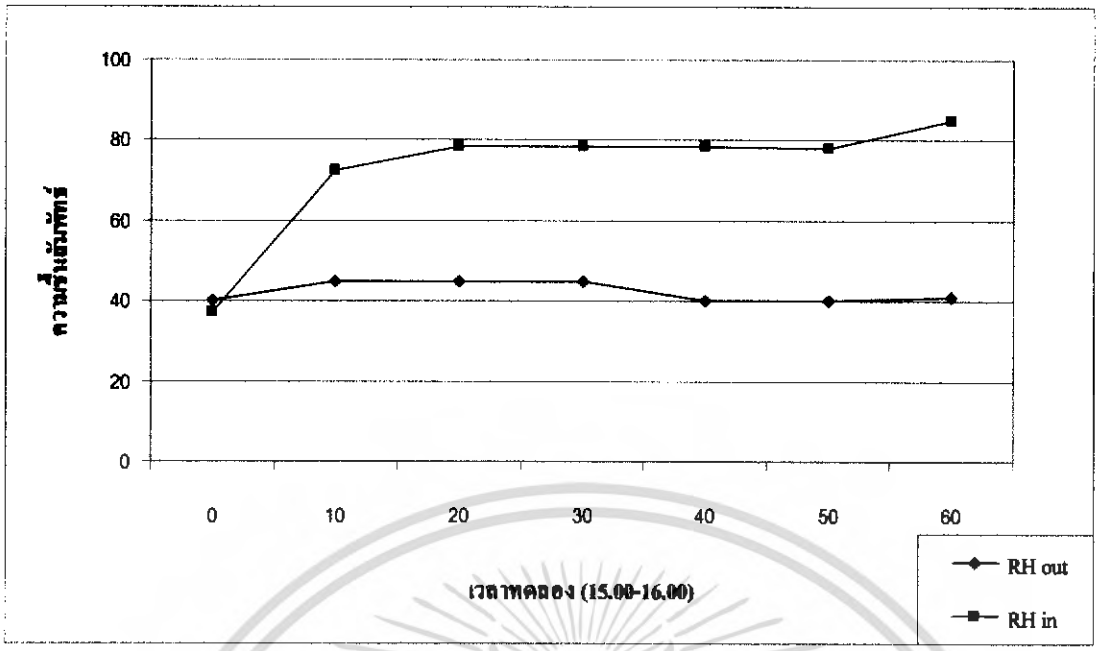


รูปที่ 4.29 กราฟแสดงผลการทดลองการลดอุณหภูมิจาก 6 จุด โดยใช้หัวพ่นหมอกเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 29 องศาเซลเซียส ที่เวลา 15.00-16.00 น.



รูปที่ 4.30 กราฟแสดงผลที่ได้จากการทดลองการลดอุณหภูมิระหว่างภายนอกและภายในโรงเรือน โดยใช้หัวพ่นหมอกเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 29 องศาเซลเซียส ที่เวลา 15.00-16.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



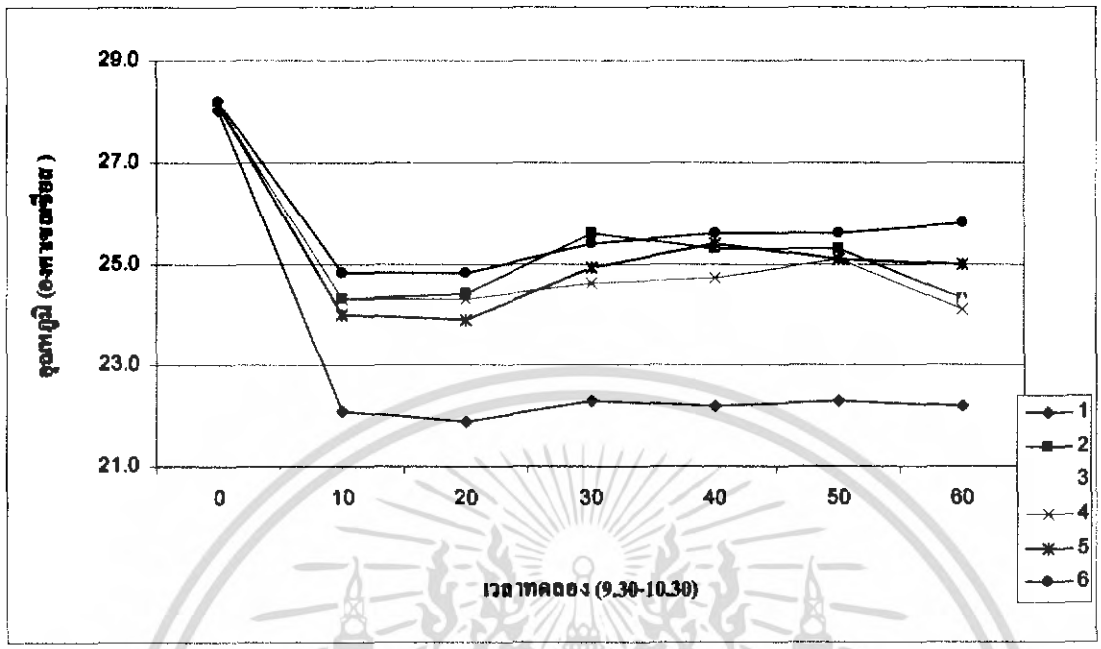
รูปที่ 4.31 กราฟแสดงผลการเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างภายนอกและภายในโรงเรือน โดยใช้หัวพ่นหมอกเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 29 องศาเซลเซียส ที่เวลา 15.00-16.00 น.

จากกราฟแสดงผลการทดลองในรูปที่ 4.29-4.31 โดยใช้หัวพ่นหมอกเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 29 องศาเซลเซียส ที่เวลา 15.00-16.00 น. พบว่าอุณหภูมิทั้ง 6 จุด ในโรงเรือนมีอุณหภูมิที่ใกล้เคียงกันแต่ในจุดที่ 1 จะมีอุณหภูมิที่ต่ำกว่าจุดอื่นเนื่องจากอยู่จุดนี้อยู่ใกล้กับช่องเปิด เห็นได้ว่าอุณหภูมิภายในโรงเรือนตอนเริ่มต้นสูงกว่าภายนอกเนื่องจากมีความร้อนสะสมเนื่องจากแสงแดด จากนั้นภายในโรงเรือนจะเริ่มลดลงและอุณหภูมิจะเริ่มคงที่เมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 10 นาที โดยพบว่าหัวพ่นหมอกนี้สามารถทำให้อุณหภูมิภายในโรงเรือนลดลงได้ประมาณ 1-4 องศาเซลเซียส ส่วนความชื้นสัมพัทธ์จะค่อยๆเพิ่มขึ้นในเวลา 10 นาที แล้วจะเริ่มคงที่ซึ่งความชื้นจะเพิ่มขึ้นจากภายนอกประมาณ 30-40 เปอร์เซ็นต์

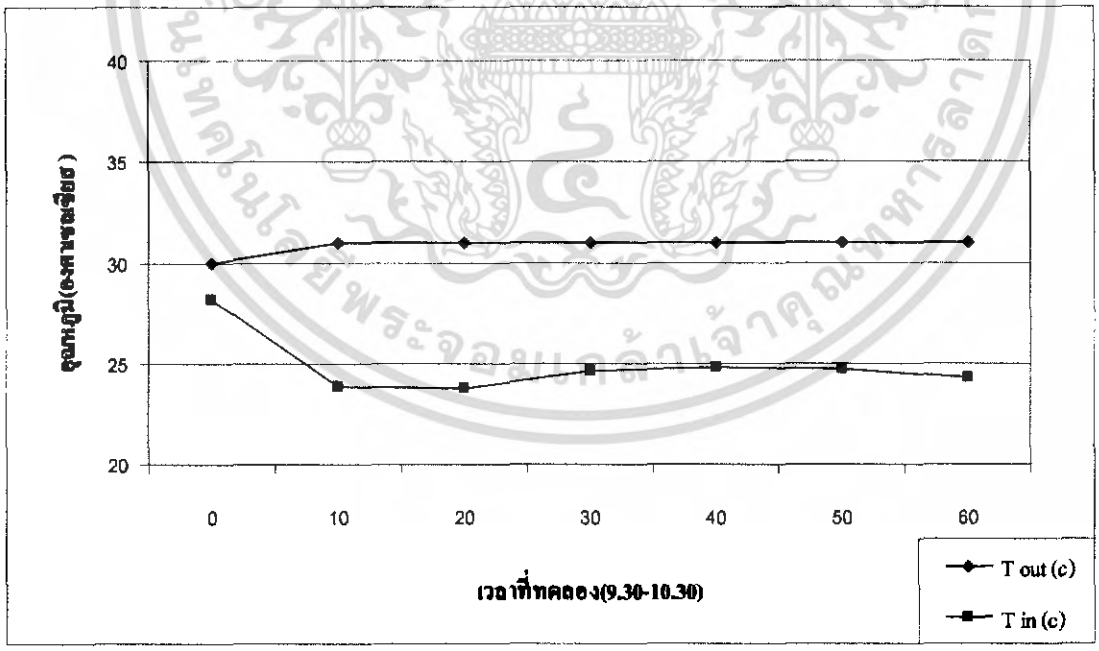
จากการทดลองการลดอุณหภูมิจะเกิดขึ้นจากการแลกเปลี่ยนความร้อนของน้ำกับอากาศเนื่องจากหัวพ่นหมอกสามารถทำให้น้ำเป็นละอองฝอยได้ดีมากจนทำให้เกือบไม่มีน้ำหมุนเวียนในระบบ ซึ่งทำให้ลมนำละอองน้ำ เหล่านี้เข้ามาในโรงเรือน ทำให้มีความชื้นเพิ่มขึ้นและทำให้พื้นเปียก จากละอองน้ำที่หนักตกลงบนพื้นทำให้พื้นเปียก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4 การทดลองโดยใช้หัวพ่นหมอกเป็นตัวปล่อยน้ำ ในสภาวะที่น้ำมีการทำความเย็น

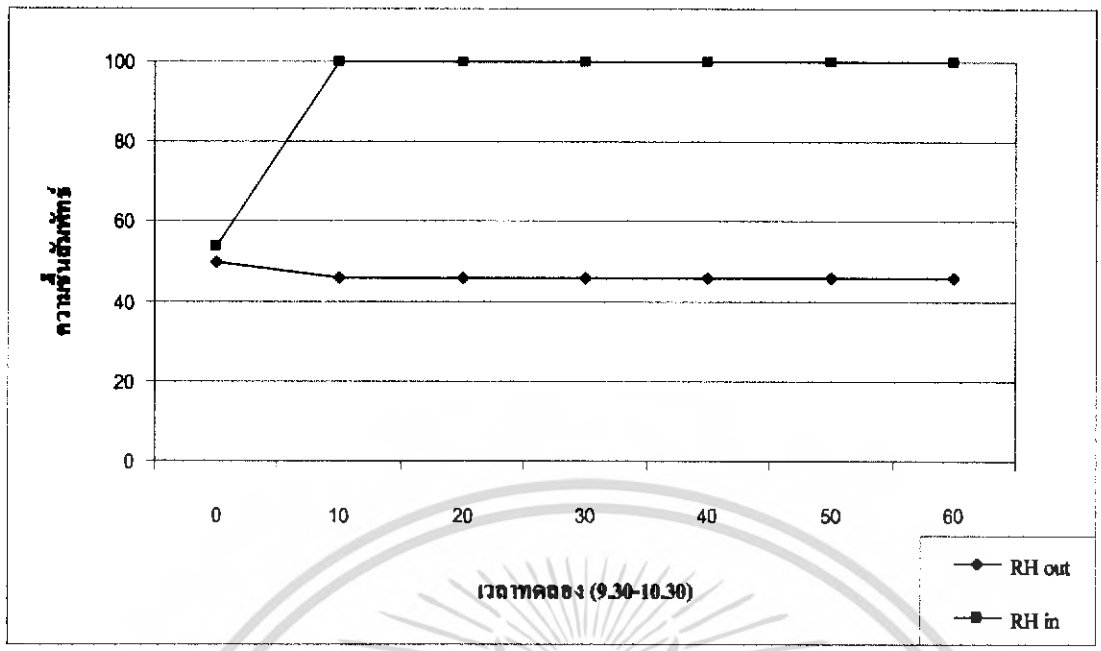


รูปที่ 4.32 กราฟแสดงผลการทดลองการลดอุณหภูมิจาก 6 จุด โดยใช้หัวพ่นหมอกเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ที่เวลา 9.30-10.30 น.



รูปที่ 4.33 กราฟแสดงผลที่ได้จากการทดลองการลดอุณหภูมิระหว่างภายนอกและภายในโรงเรือนโดยใช้หัวพ่นหมอกเป็นตัวปล่อยน้ำที่น้ำอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ที่เวลา 9.30-10.30 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

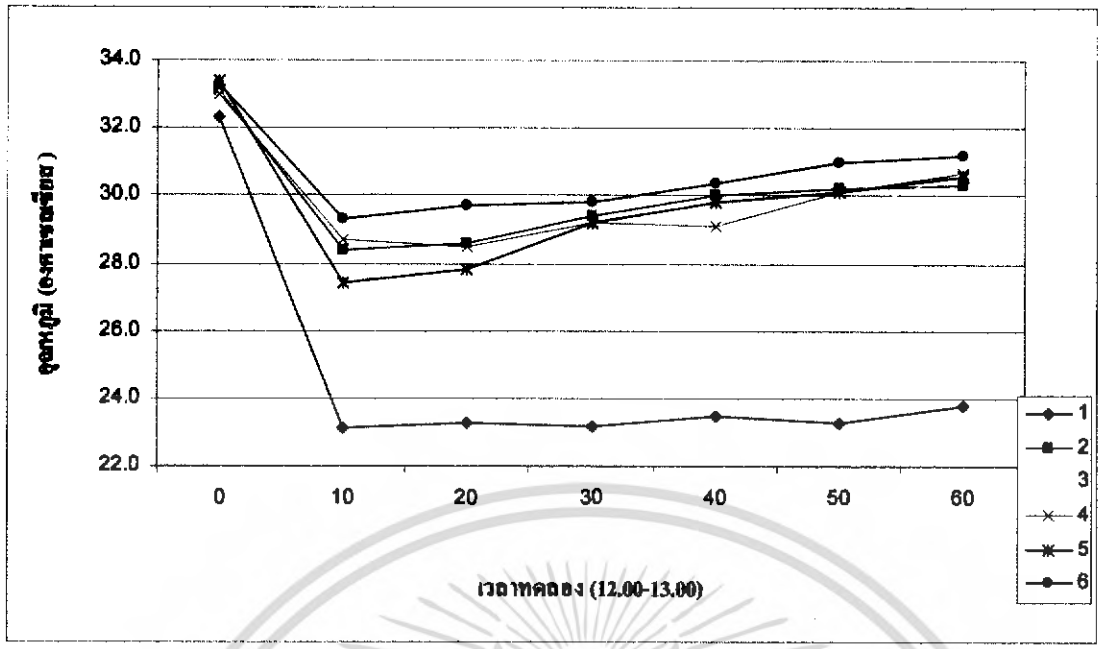


รูปที่ 4.34 กราฟแสดงผลการเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างภายนอกและภายในโรงเรือนโดยใช้หัวพ่นหมอกเป็นตัวปล่อยน้ำที่น้ำอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ที่เวลา 9.30-10.30 น.

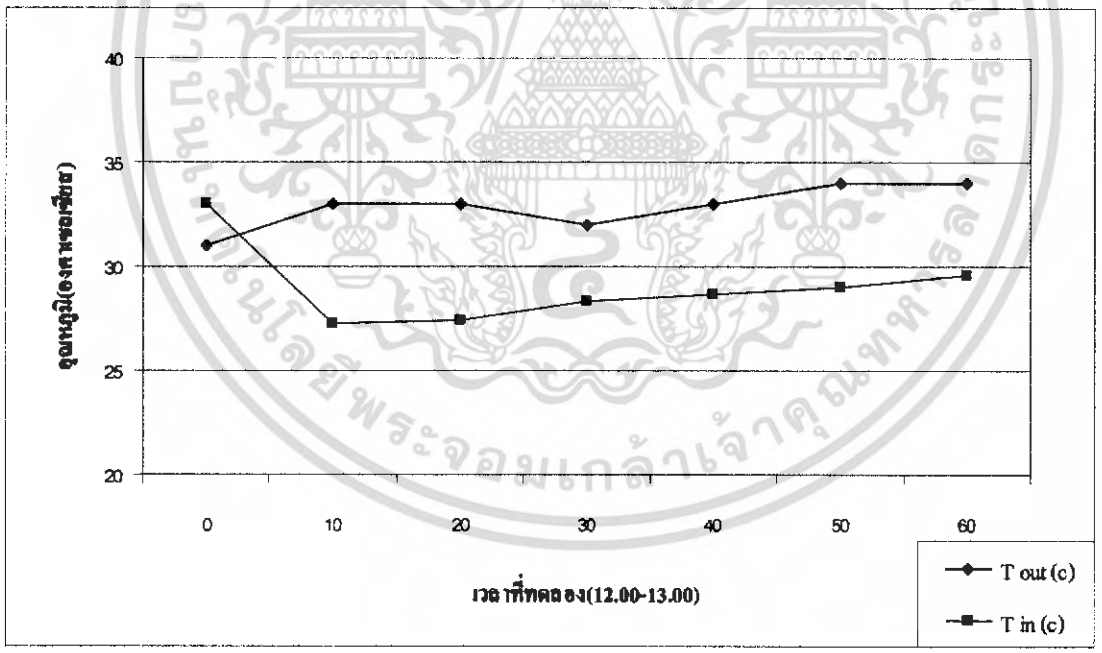
จากกราฟแสดงผลการทดลองในรูปที่ 4.32-4.34 โดยใช้หัวพ่นหมอกเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ที่เวลา 9.30-10.30 น. พบว่าอุณหภูมิทั้ง 6 จุด ในโรงเรือนมีอุณหภูมิที่ใกล้เคียงกันแต่ในจุดที่ 1 จะมีอุณหภูมิที่ต่ำกว่าจุดอื่นเนื่องจากอยู่จุดนี้อยู่ใกล้กับช่องเปิด ซึ่งเห็นได้ว่าอุณหภูมิภายในโรงเรือนจะเริ่มลดลงและอุณหภูมิจะเริ่มคงที่เมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 10 นาที โดยพบว่าหัวพ่นหมอกนี้สามารถทำให้อุณหภูมิภายในโรงเรือนลดลงได้ประมาณ 6-7 องศาเซลเซียส ส่วนความชื้นสัมพัทธ์จะค่อยๆเพิ่มขึ้นในเวลา 10 นาที แล้วจะเริ่มคงที่ซึ่งความชื้นจะเพิ่มขึ้นจากภายนอกประมาณ 54 เปอร์เซ็นต์

จากการทดลองการลดอุณหภูมิจะเกิดขึ้นจากการแลกเปลี่ยนความร้อนของน้ำกับอากาศ เนื่องจากหัวพ่นหมอกสามารถทำให้น้ำเป็นละอองฝอยได้ดีมากจนทำให้เกือบไม่มีน้ำหมุนเวียนในระบบ ซึ่งทำให้ลมนำละอองน้ำ เหล่านี้เข้ามาในโรงเรือน ทำให้มีความชื้นเพิ่มขึ้นและทำให้พื้นเปียก จากละอองน้ำที่หนักตกลงบนพื้นทำให้พื้นเปียก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

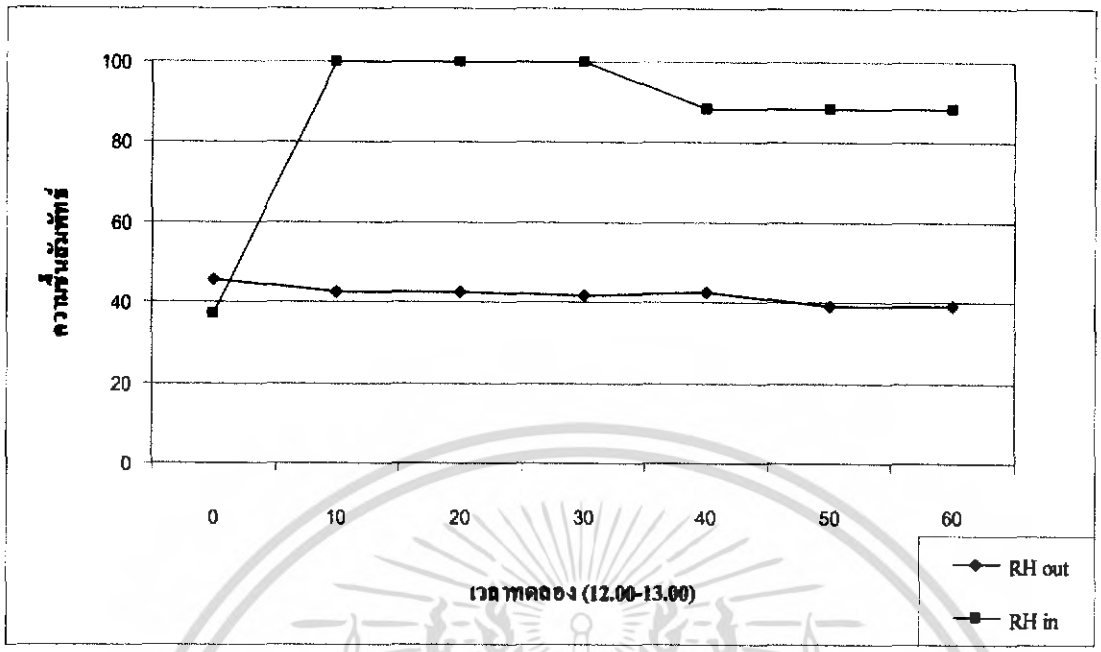


รูปที่ 4.35 กราฟแสดงผลการทดลองการลดอุณหภูมิจาก 6 จุด โดยใช้หัวพ่นหมอกเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ที่เวลา 12.00-13.00 น.



รูปที่ 4.36 กราฟแสดงผลที่ได้จากการทดลองการลดอุณหภูมิระหว่างภายนอกและภายในโรงเรือน โดยใช้หัวพ่นหมอกเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ที่เวลา 12.00-13.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

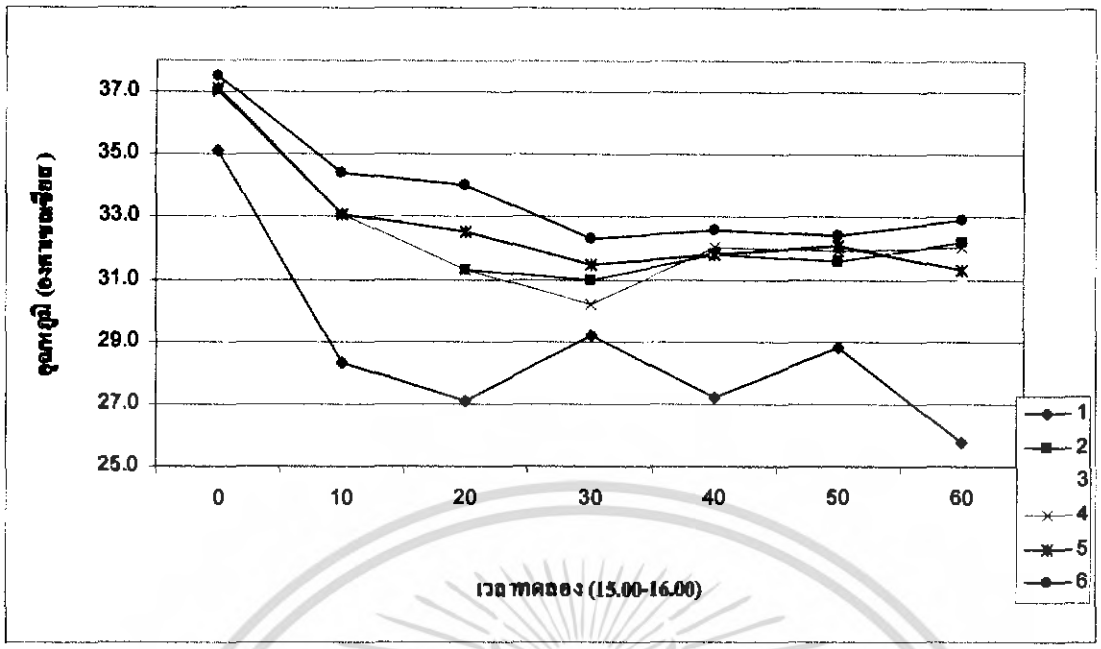


รูปที่ 4.37 กราฟแสดงผลการเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างภายนอกและภายในโรงเรือน โดยใช้หัวพ่นหมอกเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ที่เวลา 12.00-13.00 น.

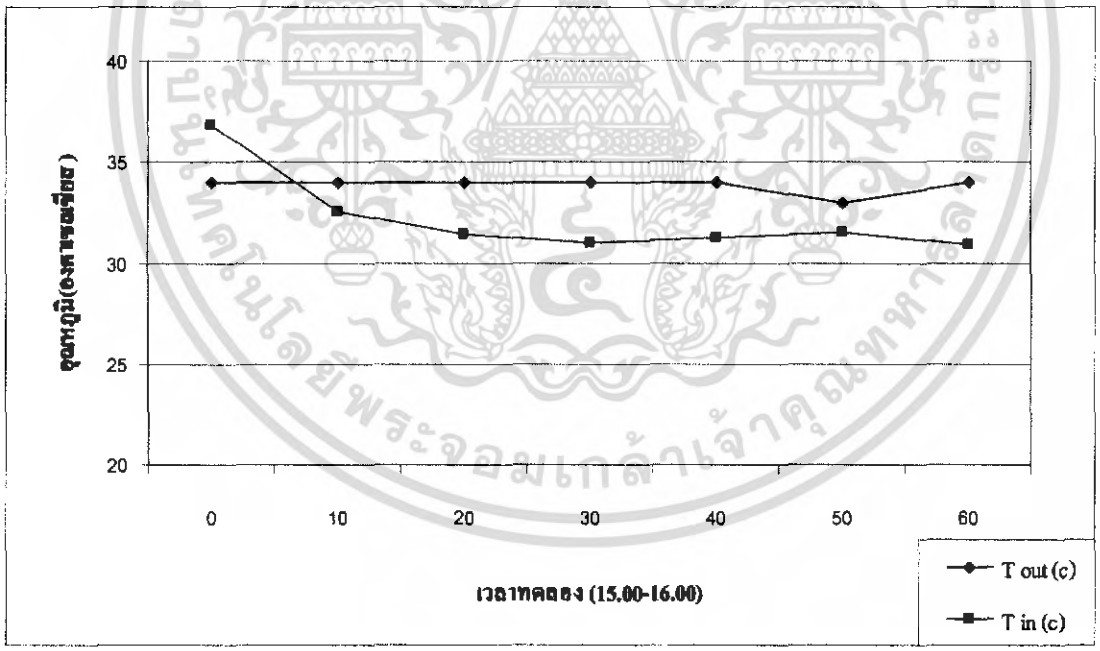
จากกราฟแสดงผลการทดลองในรูปที่ 4.35-4.37 โดยใช้หัวพ่นหมอกเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ที่เวลา 12.00-13.00 น. พบว่าอุณหภูมิทั้ง 6 จุด ในโรงเรือนมีอุณหภูมิที่ใกล้เคียงกันแต่ในจุดที่ 1 จะมีอุณหภูมิที่ต่ำกว่าจุดอื่นเนื่องจากอยู่จุดนี้อยู่ใกล้กับช่องเปิด เห็นได้ว่าอุณหภูมิภายในโรงเรือนตอนเริ่มต้นสูงกว่าภายนอกเนื่องจากมีความร้อนสะสมเนื่องจากแสงแดด จากนั้นภายในโรงเรือนจะเริ่มลดลงและอุณหภูมิจะเริ่มคงที่เมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 10 นาที โดยพบว่าหัวพ่นหมอกนี้สามารถทำให้อุณหภูมิภายในโรงเรือนลดลงได้ประมาณ 3-5.7 องศาเซลเซียส ส่วนความชื้นสัมพัทธ์จะค่อยๆเพิ่มขึ้นในเวลา 10 นาที แล้วจะเริ่มคงที่ซึ่งความชื้นจะเพิ่มขึ้นจากภายนอกประมาณ 48-58 เปอร์เซ็นต์

จากการทดลองการลดอุณหภูมิจะเกิดขึ้นจากการแลกเปลี่ยนความร้อนของน้ำกับอากาศ เนื่องจากหัวพ่นหมอกสามารถทำให้น้ำเป็นละอองฝอยได้ดีมากจนทำให้เกือบไม่มีน้ำหมุนเวียนในระบบ ซึ่งทำให้ลมนำละอองน้ำ เหล่านี้เข้ามาในโรงเรือน ทำให้มีความชื้นเพิ่มขึ้นและทำให้พื้นเปียก จากละอองน้ำที่หนักตกลงบนพื้นทำให้พื้นเปียก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

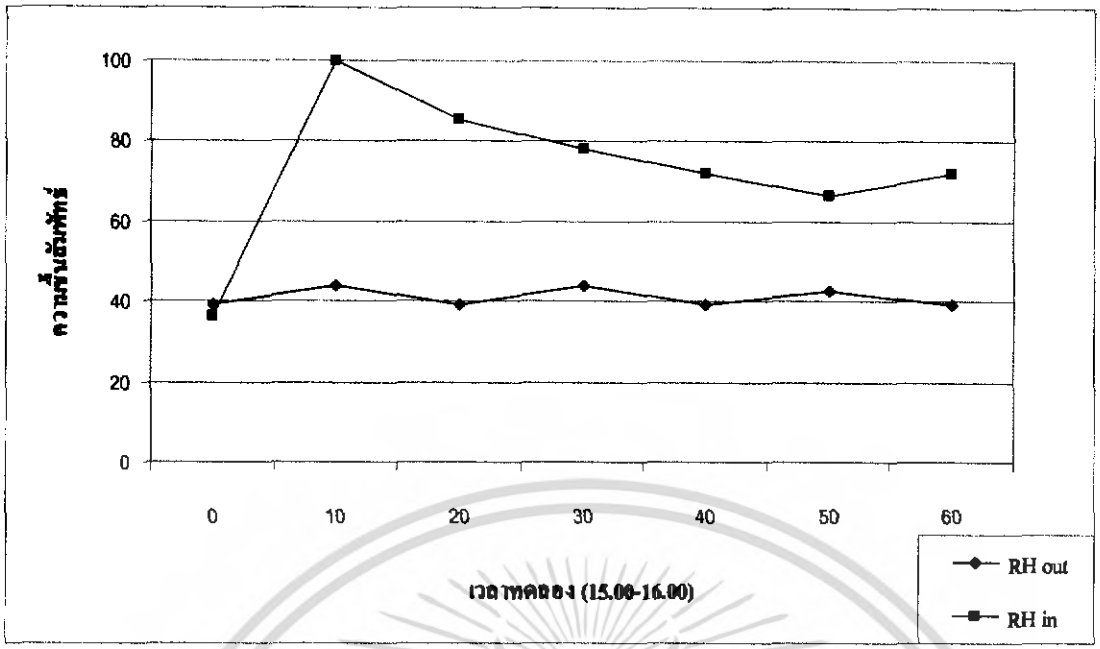


รูปที่ 4.38 กราฟแสดงผลการทดลองการลดอุณหภูมิจาก 6 จุด โดยใช้หัวพ่นหมอกเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ที่เวลา 15.00-16.00 น.



รูปที่ 4.39 กราฟแสดงผลที่ได้จากการทดลองการลดอุณหภูมิระหว่างภายนอกและภายในโรงเรือน โดยใช้หัวพ่นหมอกเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ที่เวลา 15.00-16.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.40 กราฟแสดงผลที่ได้จากการทดลองการลดอุณหภูมิระหว่างภายนอกและภายในโรงเรือน โดยใช้หัวพ่นหมอกเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ที่เวลา 15.00-16.00 น.

จากกราฟแสดงผลการทดลองในรูปที่ 4.38-4.40 โดยใช้หัวพ่นหมอกเป็นตัวปล่อยน้ำ ที่น้ำอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ที่เวลา 15.00-16.00 น. พบว่าอุณหภูมิทั้ง 6 จุด ในโรงเรือนมีอุณหภูมิที่ใกล้เคียงกันแต่ในจุดที่ 1 จะมีอุณหภูมิที่ต่ำกว่าจุดอื่นเนื่องจากอยู่จุดนี้อยู่ใกล้กับช่องเปิด เห็นได้ว่าอุณหภูมิภายในโรงเรือนตอนเริ่มต้นสูงกว่าภายนอกเนื่องจากมีความร้อนสะสมเนื่องจากแสงแดด จากนั้นภายในโรงเรือนจะเริ่มลดลงและอุณหภูมิจะเริ่มคงที่เมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 10 นาที โดยพบว่าหัวพ่นหมอกนี้สามารถทำให้อุณหภูมิภายในโรงเรือนลดลงได้ประมาณ 1-3 องศาเซลเซียส ส่วนความชื้นสัมพัทธ์จะค่อยๆเพิ่มขึ้นในเวลา 10 นาที แล้วจะเริ่มคงที่ซึ่งความชื้นจะเพิ่มขึ้นจากภายนอกประมาณ 23-56 เปอร์เซ็นต์

จากการทดลองการลดอุณหภูมิจะเกิดขึ้นจากการแลกเปลี่ยนความร้อนของน้ำกับอากาศเนื่องจากหัวพ่นหมอกสามารถทำให้น้ำเป็นละอองฝอยได้ดีมากจนทำให้เกือบไม่มีน้ำหมุนเวียนในระบบ ซึ่งทำให้ลมนำละอองน้ำ เหล่านี้เข้ามาในโรงเรือน ทำให้มีความชื้นเพิ่มขึ้นและทำให้พื้นเปียก จากละอองน้ำที่หนักตกลงบนพื้นทำให้พื้นเปียก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากการทดลองโรงเรือนสาธิตระบบทำความเย็นแบบระเหย โดยการทดลองจากอุปกรณ์การปล่อยน้ำ ทั้งหมด 2 ชนิด การทดลองแต่ละอุปกรณ์ที่ใช้ทำการทดลองที่ 3 เวลา ทดลองโดยใช้น้ำอุณหภูมิห้อง และน้ำที่มีการทำความเย็น ซึ่งการทดลองทั้งหมดทดลองที่สภาวะที่มีการคลุมโรงเรือนด้วยผ้าม่านบังแสง พบว่าน้ำสามารถลดอุณหภูมิในโรงเรือนได้ดี เมื่อน้ำมีพื้นที่ผิวสัมผัสกับอากาศได้มาก เนื่องจากละอองน้ำในช่องเปิดสัมผัสกับอากาศร้อนจากภายนอกโรงเรือน จะเกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนและการเปลี่ยนสถานะ ซึ่งสามารถทำให้อุณหภูมิในโรงเรือนลดลง จากผลการทดลองตามตัวแปรที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ดังนี้

5.1.1 อุณหภูมิภายในโรงเรือนจะมีผลเปลี่ยนแปลงไปตามช่วงเวลาที่ใช้ในการทดลอง

จากกราฟจะเห็นได้ว่าอุณหภูมิภายในโรงเรือนจะมีผลเปลี่ยนไปตามช่วงเวลาที่ทำการทดลอง กล่าวคือ เมื่อเวลาผ่านไปในช่วงเวลากลางวันในช่วงเช้าถึงเย็น ภาระความร้อนในโรงเรือนเนื่องจากแพร่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ จะมีการสะสมมากขึ้นเรื่อยๆ ทำให้ความสามารถในการลดอุณหภูมิภายในโรงเรือนในช่วงเวลาต่าง ๆ มีความสามารถต่าง ๆ กันไป

5.1.2 หัวพ่นหมอกมีประสิทธิภาพดีกว่าหัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อ

ในการทดลองพบว่าความสามารถในการลดอุณหภูมิขึ้นอยู่กับพื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างน้ำกับอากาศ ซึ่งขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของตัวปล่อยน้ำ คือ ถ้าอุปกรณ์ปล่อยน้ำสามารถปล่อยน้ำให้มีละอองฝอยได้มากก็ทำให้ประสิทธิภาพของระบบทำความเย็นแบบระเหยมีประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น ในช่วงเวลา 12.00-13.00 หัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อสามารถลดอุณหภูมิภายในโรงเรือนได้ ประมาณ 1-2 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้น ประมาณ 10 % และหัวพ่นหมอกลดลงได้ประมาณ 5-7 องศาเซลเซียส และทำความชื้นสัมพัทธ์ได้ถึง จุดอิ่มตัว

5.1.3 อุณหภูมิน้ำมีผลต่อการลดอุณหภูมิและเพิ่มความชื้นในช่วงเริ่มต้น

จากการทดลองอุณหภูมิอาจเห็นผลไม่ชัดเจนเนื่องจากไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิน้ำให้คงที่ได้ ดังนั้นอาจเห็นผลในช่วงต้นในการทดลอง เช่น เวลา 15.00-16.00 หัวพ่นหมอก จะเห็นว่าความสามารถในการลดอุณหภูมิจะมีค่าใกล้เคียงกัน แต่ความชื้นสัมพัทธ์ จะขึ้นจุดอิ่มตัวในช่วงแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรทำการทดลองติดตั้งหัวพ่นหมอกในตำแหน่งอื่นๆภายในตัวของโรงเรือน เช่น บริเวณต่างๆของหลังคาโรงเรือน ซึ่งถ้าติดตั้งแล้วจะสามารถลดอุณหภูมิและเพิ่มความชื้นให้แก่โรงเรือนได้ดีขึ้นอีก ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งานโรงเรือน เช่น การใช้โรงเรือนเพื่อปลูกกล้วยไม้หรือการใช้โรงเรือนในการเพาะเลี้ยงต้นกล้า

5.2.2 การติดตั้งหัวพ่นหมอกควรมีถังความดันมาติดตั้งในระบบการให้น้ำเพื่อลดภาระในการทำงานของปั๊มเนื่องจากความดันที่เกิดจากหัวพ่นหมอกมีค่ามาก

5.2.3 ควรมีการทดลองติดตั้งตำแหน่งของพัดลมและช่องเปิดในระดับความสูงต่างๆ เนื่องจากผลที่ได้จากการทดลองจะสังเกตเห็นได้ว่าละอองน้ำบางส่วนไม่สามารถต้านแรงโน้มถ่วงของโลกได้ตกลงบนพื้น และนอกจากนี้ถ้าโรงเรือนมีขนาดยาวมากควรติดตั้งพัดลมบริเวณหลังคาโรงเรือนเพื่อช่วยเพิ่มแรงลอยตัวของละอองน้ำในอากาศได้ดีขึ้น

5.2.4 ควรมีการทดลองใช้หัวพ่นหมอกชนิดความดันสูงและปั๊มน้ำแรงดันสูง

5.2.5 เนื่องจากในระบบทำความเย็นของน้ำมีการรับภาระความร้อนจากอากาศมาก จึงควรใช้คอมเพรสเซอร์ที่มีขนาดใหญ่ขึ้น หรือพัฒนาและเปลี่ยนตัว Evaporative เป็นรูปแบบต่างๆ ที่มีประสิทธิภาพในการทำความเย็นดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. อัครเดช สินธุภัต , การปรับอากาศ , พิมพ์ครั้งที่ 1 , ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง , 2535.

2. ทศพร จันทร์โสภา , อัจฉรา ดาวช่วย และอำนาจ ชาทอง , โรงเรือนสาธิตระบบทำความเย็นแบบระเหย , ปริญญานิพนธ์สาขาวิศวกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง , 2547.

3. F.C. McQuiston, J.D. Parker and J.D. Spitler, Heating, Ventilating, and Air Condition Analysis and Design Sixth Edition, Willey, 2005.

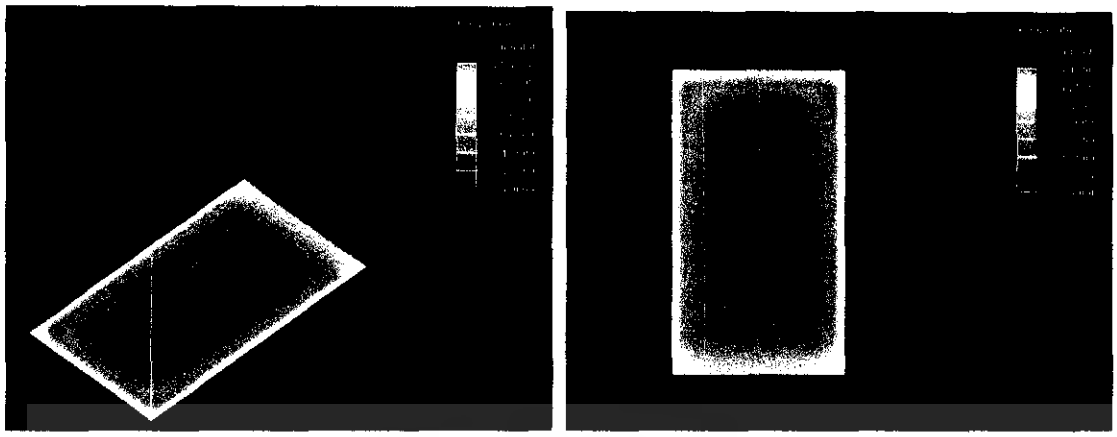
4.บริษัท เอ็มแอนด์อี จำกัด , คู่มือวิศวกรรมเครื่องกล, พิมพ์ครั้งที่ 6, พิมพ์ที่ บริษัท ส.เอเชียเพรส (1989) จำกัด , กรุงเทพ , พ.ศ. 2544.

5. R.E. Sonntag, C. Borgnakke and G.J. Van Wylen, Fundamentals of Thermodynamics, 5th Edition, Wiley, 1997.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



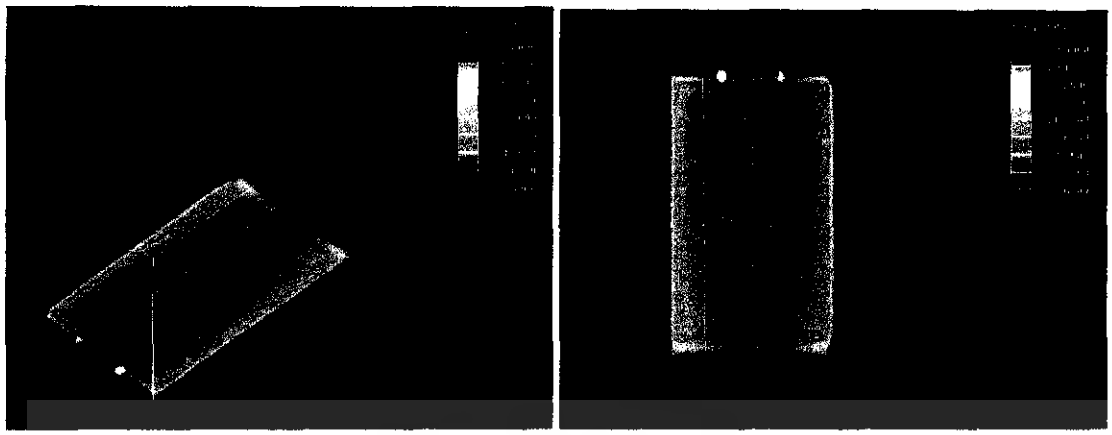
อุณหภูมิ อุณหภูมิ

ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม

รูปที่ ก.1 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 1 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 ที่ อุณหภูมิภายนอก 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50%

จากรูปที่ ก.1 เป็นรูปที่อยู่ในระนาบที่ 1 ซึ่งเป็นระนาบที่อยู่ติดกับพื้นของโรงเรือนอากาศภายนอกมีอุณหภูมิภายนอก 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50% ผ่านช่องเปิดที่กำหนดให้มีความชื้นสัมพัทธ์ 90 % โดยจะเห็นว่าเมืออากาศผ่านช่องเปิดออกมาจะมีอุณหภูมิบริเวณพื้นของโรงเรือนจะลดต่ำลงถึง 24-26 องศาเซลเซียส เนื่องจากอากาศเย็นและละอองน้ำจะตกลงบนพื้นของโรงเรือน ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ที่บริเวณพื้นจะมีค่าประมาณ 76-83 % และสังเกตได้ว่าบริเวณผนังด้านต่างๆของโรงเรือนมีอุณหภูมิสูงจุดอื่นๆทั้งนี้เนื่องจากบริเวณนี้ได้รับความร้อนจากภายนอกโรงเรือนมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



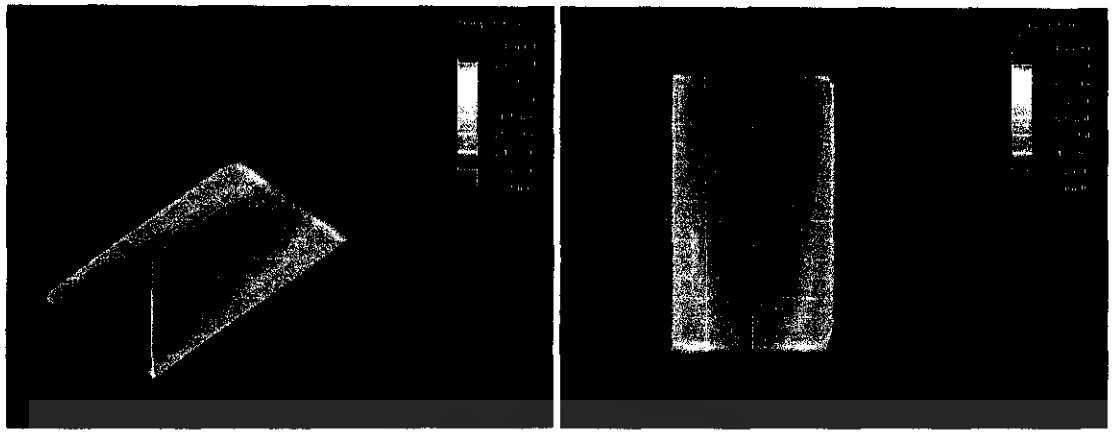
อุณหภูมิ อุณหภูมิ

ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม

รูปที่ ก.2 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 2 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 ที่ อุณหภูมิภายนอก 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50%

จากรูปที่ ก.2 เป็นรูปที่อยู่ในระนาบที่ 2 ซึ่งเป็นระนาบที่อยู่สูงจากพื้นของประมาณ 0.26 เมตร โรงเรือนอากาศภายนอกมีอุณหภูมิภายนอก 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50% ผ่านช่องเปิดที่กำหนดให้มีความชื้นสัมพัทธ์ 90 % โดยจะเห็นว่าเมืออากาศผ่านช่องเปิดออกมาจะมีอุณหภูมิบริเวณพื้นของโรงเรือนจะลดต่ำลงถึง 24 องศาเซลเซียส เนื่องจากอากาศเย็นและละอองน้ำจะตกลงบนพื้นของโรงเรือน ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ที่บริเวณพื้นจะมีค่าประมาณ 83 % และสังเกตได้ว่าบริเวณผนังด้านต่างๆของโรงเรือนมีอุณหภูมิสูงถึง 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 76 % ทั้งนี้เนื่องจากบริเวณนี้ได้รับความร้อนจากภายนอกโรงเรือนมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



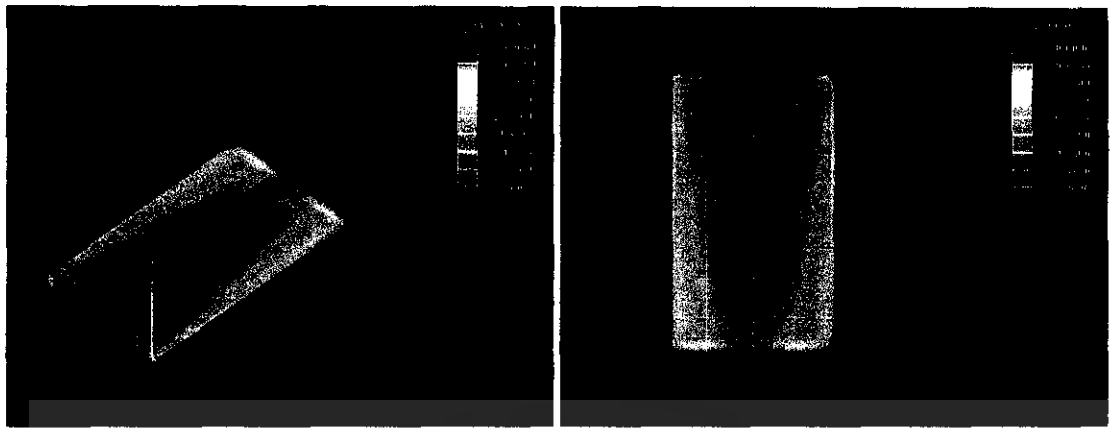
อุณหภูมิ อุณหภูมิ

ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม

รูปที่ ก.3 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 3 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 ที่ อุณหภูมิภายนอก 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50%

จากรูปที่ ก.3 เป็นรูปที่อยู่ในระนาบที่ 3 ซึ่งเป็นระนาบที่อยู่สูงจากพื้นของประมาณ 0.52 เมตร โรงเรือนอากาศภายนอกมีอุณหภูมิภายนอก 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50% ผ่านช่องเปิดที่กำหนดให้มีความชื้นสัมพัทธ์ 90 % โดยจะเห็นว่าเมืออากาศผ่านช่องเปิดออกมาจะมีอุณหภูมิบริเวณพื้นของโรงเรือนจะลดต่ำลงถึง 24 องศาเซลเซียส เนื่องจากอากาศเย็นและละอองน้ำจะตกลงบนพื้นของโรงเรือน ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ที่บริเวณพื้นจะมีค่าประมาณ 83 % และสังเกตได้ว่าบริเวณผนังด้านต่างๆของโรงเรือนมีอุณหภูมิสูงถึง 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 76 % ทั้งนี้เนื่องจากบริเวณนี้ได้รับความร้อนจากภายนอกโรงเรือนมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



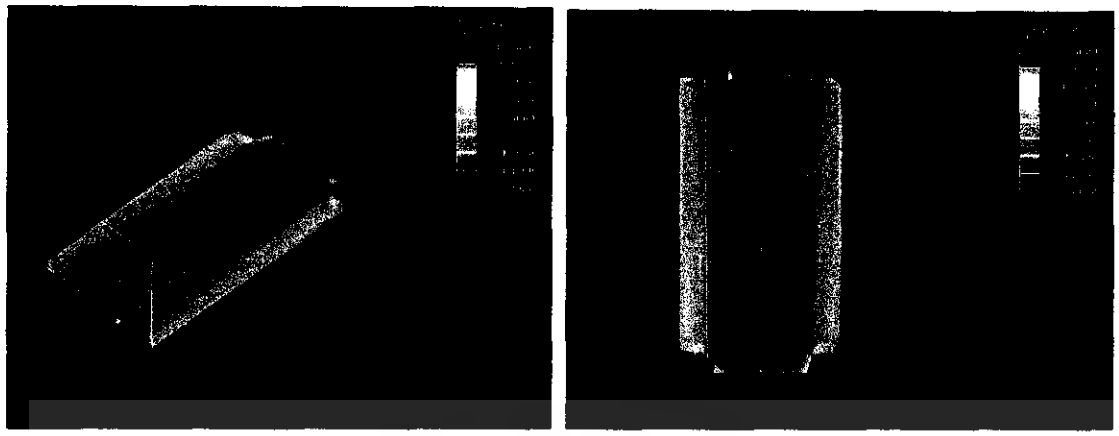
อุณหภูมิ อุณหภูมิ

ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม

รูปที่ ก.4 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 4 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 ที่ อุณหภูมิภายนอก 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50%

จากรูปที่ ก.4 เป็นรูปที่อยู่ในระนาบที่ 4 ซึ่งเป็นระนาบที่อยู่สูงจากพื้นของประมาณ 0.78 เมตร โรงเรือนอากาศภายนอกมีอุณหภูมิภายนอก 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50% ผ่านช่องเปิดที่กำหนดให้มีความชื้นสัมพัทธ์ 90 % โดยจะเห็นว่าเมื่ออากาศผ่านช่องเปิดออกมาจะมีอุณหภูมิบริเวณใกล้ช่องเปิดของโรงเรือนจะลดต่ำลงถึง 24 องศาเซลเซียส เนื่องจากอากาศเย็นและละอองน้ำจะตกลงบนพื้นของโรงเรือน ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ที่บริเวณพื้นจะมีค่าประมาณ 83 % และสังเกตได้ว่าบริเวณผนังด้านต่างๆและมุมอับทั้งสองข้างของช่องเปิดในโรงเรือนมีอุณหภูมิสูงถึง 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 76 %ทั้งนี้เนื่องจากบริเวณนี้ได้รับความร้อนจากภายนอกโรงเรือนมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



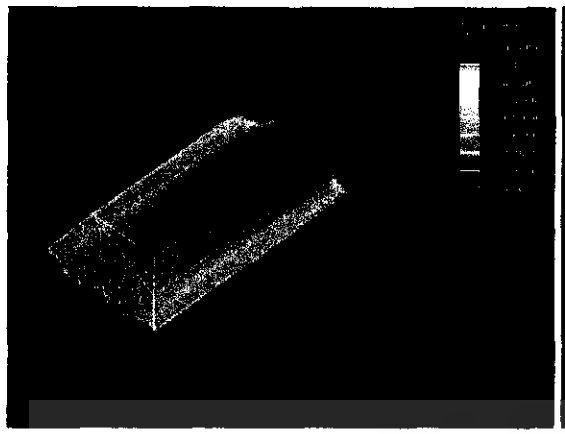
อุณหภูมิ อุณหภูมิ

ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม

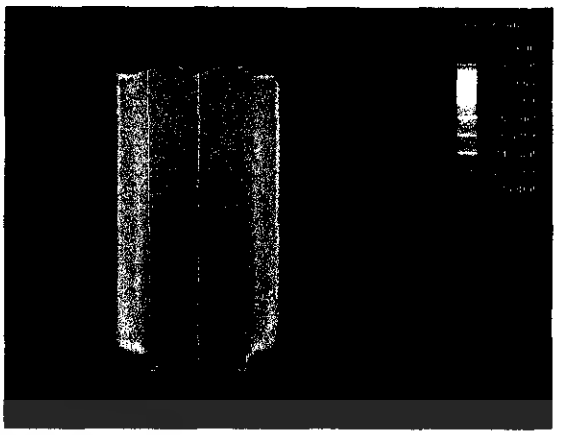
รูปที่ ก.5 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 5 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 ที่ อุณหภูมิภายนอก 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50%

จากรูปที่ ก.5 เป็นรูปที่อยู่ในระนาบที่ 5 ซึ่งเป็นระนาบที่อยู่สูงจากพื้นของประมาณ 1.04 เมตร โรงเรือนอากาศภายนอกมีอุณหภูมิภายนอก 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50% ผ่านช่องเปิดที่กำหนดให้มีความชื้นสัมพัทธ์ 90 % โดยจะเห็นว่าเมื่ออากาศผ่านช่องเปิดออกมาจะมีอุณหภูมิบริเวณใกล้ช่องเปิดของโรงเรือนจะลดต่ำลงถึง 23 องศาเซลเซียส เนื่องจากอากาศเย็นและละอองน้ำจะตกลงบนพื้นของโรงเรือน ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ที่บริเวณพื้นจะมีค่าประมาณ 89 % แล้วค่อยๆลดลงเหมือนกับอุณหภูมิ และสังเกตได้ว่าบริเวณผนังด้านต่างๆของโรงเรือนมีอุณหภูมิสูงเท่ากับอุณหภูมิภายนอกโรงเรือนทั้งนี้เนื่องจากบริเวณนี้ได้รับความร้อนจากภายนอกโรงเรือนมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อุณหภูมิ



อุณหภูมิ

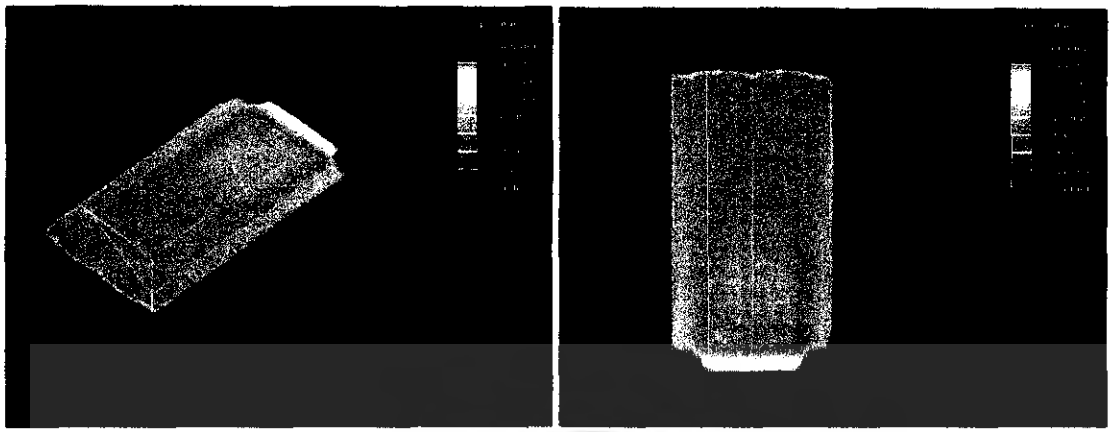
ความชื้นสัมพัทธ์

ความเร็วลม

รูปที่ ก.6 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 6 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 ที่ อุณหภูมิภายนอก 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50%

จากรูปที่ ก.6 เป็นรูปที่อยู่ในระนาบที่ 6 ซึ่งอยู่สูงจากพื้นประมาณ 1.3 เมตร เป็นระนาบที่ตัดกึ่งกลางพัดลมซึ่งอากาศภายนอกมีอุณหภูมิภายนอก 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50% ผ่านช่องเปิดที่กำหนดให้มีความชื้นสัมพัทธ์ 90 % โดยจะเห็นว่าเมื่ออากาศผ่านช่องเปิดออกมาจะมีอุณหภูมิลดต่ำลงถึง 23 องศาเซลเซียส และค่อยๆลดลงไปตามระยะห่างจากช่องเปิดโดยบริเวณกลางโรงเรือนจะมีอุณหภูมิน้อยที่สุด ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ที่ออกมาจะมีค่าประมาณ 89 %แล้วค่อยๆลดลงเหมือนกับอุณหภูมิ และสังเกตได้ว่าบริเวณผนังด้านต่างๆของโรงเรือนมีอุณหภูมิสูงเท่ากับอุณหภูมิภายนอกโรงเรือนทั้งนี้เนื่องจากบริเวณนี้ได้รับความร้อนจากภายนอกโรงเรือนมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อุณหภูมิ

อุณหภูมิ

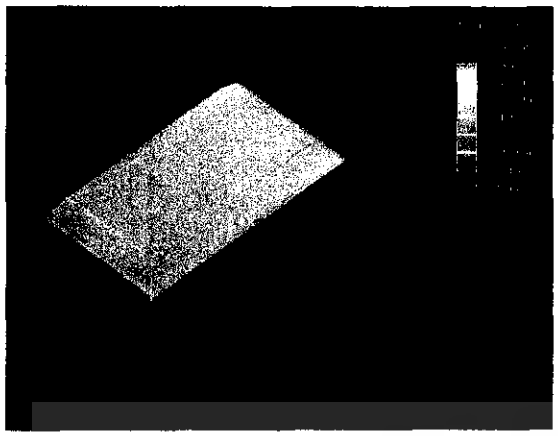
ความชื้นสัมพัทธ์

ความเร็วลม

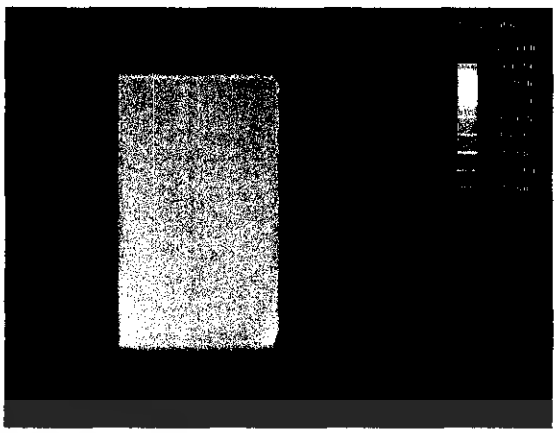
รูปที่ ก.7 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 7 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 ที่ อุณหภูมิภายนอก 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50%

จากรูปที่ ก.7 เป็นรูปที่อยู่ในระนาบที่ 7 ซึ่งอยู่สูงจากพื้นประมาณ 1.56 เมตร เป็นระนาบที่ตัดสูงกว่าพัดลมซึ่งอากาศภายนอกมีอุณหภูมิภายนอก 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50% ผ่านช่องเปิดที่กำหนดให้มีความชื้นสัมพัทธ์ 90 % โดยจะเห็นว่าเมื่ออากาศผ่านช่องเปิดออกมาจะมีอุณหภูมิลดต่ำลงถึง 25-26 องศาเซลเซียส ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ที่ออกมาจะมีค่าประมาณ 77 %แล้วค่อยๆลดลงเหมือนกับอุณหภูมิทั้งนี้เนื่องจากระนาบนี้อยู่สูงจากพื้นซึ่งมีอากาศแห้งและร้อนเริ่มลอยขึ้นมา และสังเกตได้ว่าบริเวณผนังด้านต่างๆของโรงเรือนมีอุณหภูมิสูงเท่ากับอุณหภูมิภายนอกโรงเรือนทั้งนี้เนื่องจากบริเวณนี้ได้รับความร้อนจากภายนอกโรงเรือนมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อุณหภูมิ



อุณหภูมิ

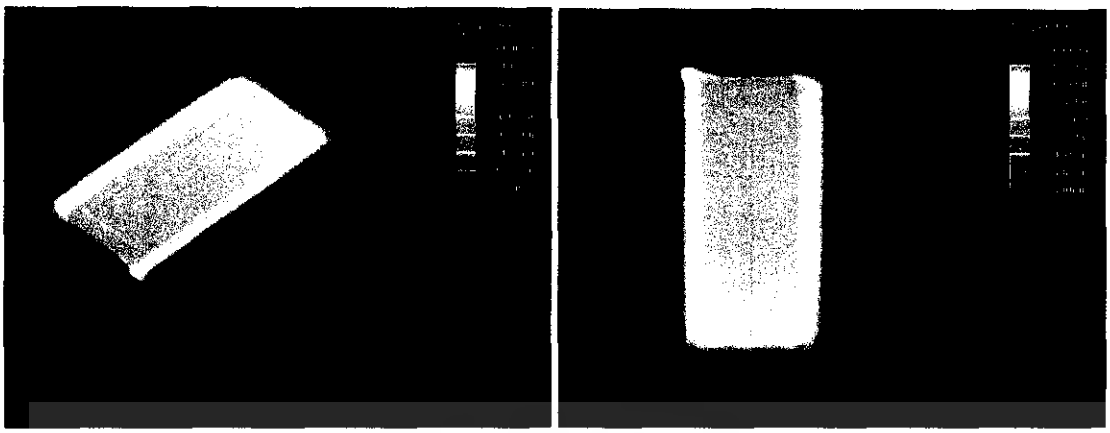
ความชื้นสัมพัทธ์

ความเร็วลม

รูปที่ ก.8 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 8 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 ที่ อุณหภูมิภายนอก 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50%

จากรูปที่ ก.8 เป็นรูปที่อยู่ในระนาบที่ 8 ซึ่งอยู่สูงจากพื้นประมาณ 1.82 เมตร เป็นระนาบที่ตัดสูงกว่าพัดลมซึ่งอากาศภายนอกมีอุณหภูมิภายนอก 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50% ผ่านช่องเปิดที่กำหนดให้มีความชื้นสัมพัทธ์ 90 % โดยจะเห็นว่าเมืออากาศผ่านช่องเปิดออกมาจะมีอุณหภูมิลดต่ำลง 26-27 องศาเซลเซียส ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ที่ออกมาจะมีค่าประมาณ 77 %แล้วค่อยๆลดลงเหมือนกับอุณหภูมิทั้งนี้เนื่องจากระนาบนี้อยู่สูงจากพื้นซึ่งมีอากาศแห้งและร้อนลอยขึ้นมา และสังเกตได้ว่าบริเวณผนังด้านต่างๆของโรงเรือนมีอุณหภูมิสูงเท่ากับอุณหภูมิภายนอกโรงเรือนทั้งนี้เนื่องจากบริเวณนี้ได้รับความร้อนจากภายนอกโรงเรือนมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



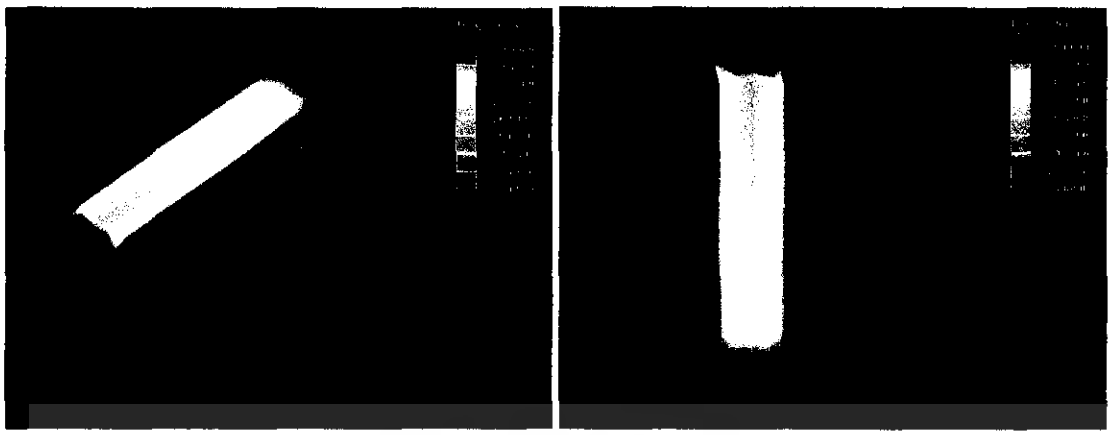
อุณหภูมิ อุณหภูมิ

ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม

รูปที่ ก.9 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 9 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 ที่ อุณหภูมิภายนอก 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50%

จากรูปที่ ก.9 เป็นรูปที่อยู่ในระนาบที่ 9 ซึ่งอยู่สูงจากพื้นประมาณ 2.08 เมตร เป็นระนาบที่ตัดบริเวณหลังคาโรงเรือนซึ่งอากาศภายนอกมีอุณหภูมิภายนอก 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50% ผ่านช่องเปิดที่กำหนดให้มีความชื้นสัมพัทธ์ 90 % โดยจะเห็นว่าเมืออากาศผ่านช่องเปิดออกมาจะมีอุณหภูมิลดต่ำน้อยลงเป็น 27 องศาเซลเซียส ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ที่ออกมาจะมีค่าประมาณ 70-77 %แล้วค่อยๆลดลงเหมือนกับอุณหภูมิทั้งนี้เนื่องจากระนาบนี้อยู่สูงจากพื้นซึ่งมีอากาศแห้งและร้อนลอยขึ้นมา และสังเกตได้ว่าบริเวณหลังคาของโรงเรือนมีอุณหภูมิสูงเท่ากับอุณหภูมิภายนอกโรงเรือนทั้งนี้เนื่องจากบริเวณนี้ได้รับความร้อนจากภายนอกโรงเรือนมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



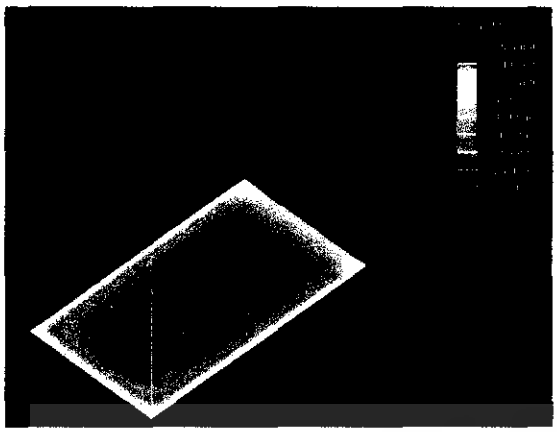
อุณหภูมิ อุณหภูมิ

ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม

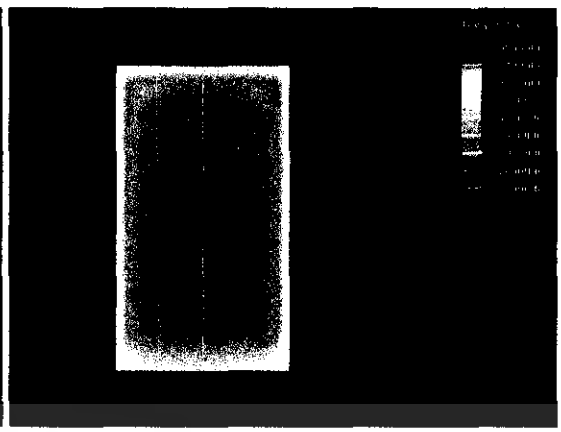
รูปที่ ก.10 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 10 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 ที่ อุณหภูมิภายนอก 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50%

จากรูปที่ ก.10 เป็นรูปที่อยู่ในระนาบที่ 10 ซึ่งอยู่สูงจากพื้นประมาณ 2.34 เมตร เป็นระนาบที่ตัดบริเวณหลังคาโรงเรือนซึ่งอากาศภายนอกมีอุณหภูมิภายนอก 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50% ผ่านช่องเปิดที่กำหนดให้มีความชื้นสัมพัทธ์ 90 % โดยจะเห็นว่าอากาศบริเวณหลังคาของโรงเรือนมีอุณหภูมิค่อนข้างสูงจนเกือบเท่ากับอุณหภูมิภายนอกโรงเรือนและมีความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 67-70 %ทั้งนี้เนื่องจากบริเวณนี้ได้รับความร้อนจากภายนอกโรงเรือนมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อุณหภูมิ



อุณหภูมิ

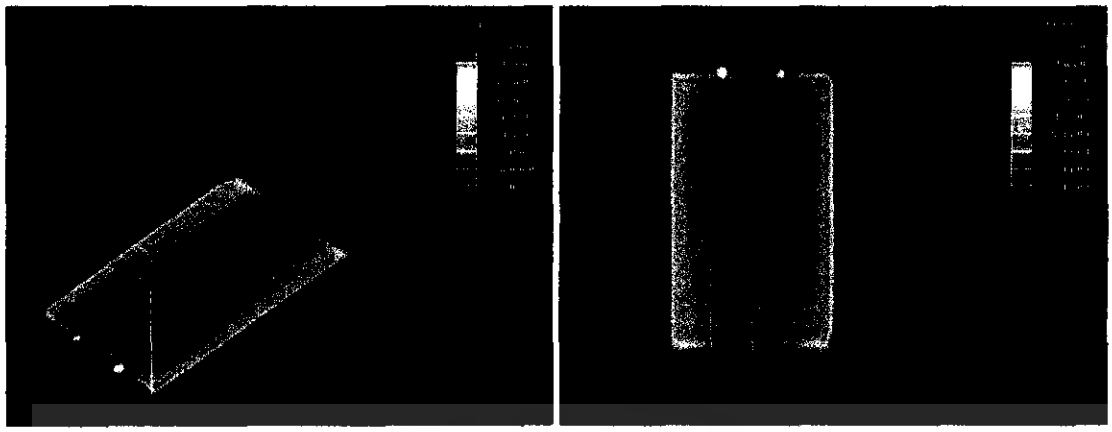
ความชื้นสัมพัทธ์

ความเร็วลม

รูปที่ ก.11 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 1 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 ที่ อุณหภูมิภายนอก 35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50%

จากรูปที่ ก.11 เป็นรูปที่อยู่ในระนาบที่ 1 ซึ่งเป็นระนาบที่อยู่ติดกับพื้นของโรงเรือนอากาศภายนอกมีอุณหภูมิภายนอก 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50% ผ่านช่องเปิดที่กำหนดให้มีความชื้นสัมพัทธ์ 90 % โดยจะเห็นว่าเมืออากาศผ่านช่องเปิดออกมาจะมีอุณหภูมิบริเวณพื้นของโรงเรือนจะลดต่ำลงถึง 29 องศาเซลเซียส เนื่องจากอากาศเย็นและละอองน้ำจะตกลงบนพื้นของโรงเรือน ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ที่บริเวณพื้นจะมีค่าประมาณ 82 % และสังเกตได้ว่าบริเวณผนังด้านต่างๆของโรงเรือนมีอุณหภูมิสูงจุดอื่นๆทั้งนี้เนื่องจากบริเวณนี้ได้รับความร้อนจากภายนอกโรงเรือนมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



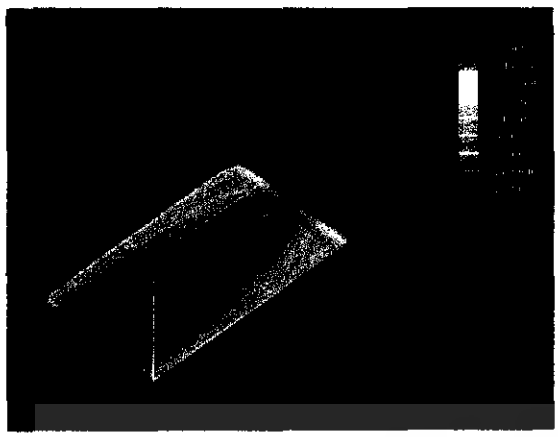
อุณหภูมิ อุณหภูมิ

ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม

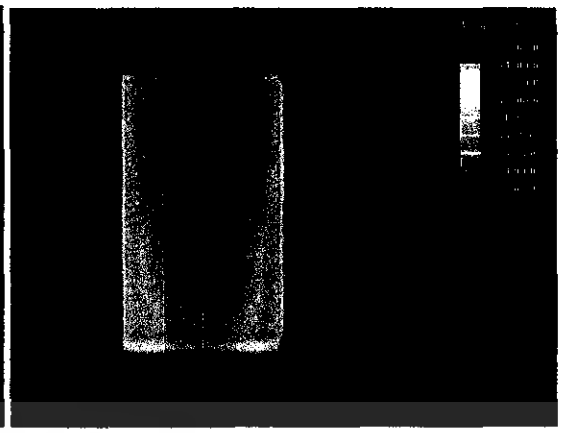
รูปที่ ก.12 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 2 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 ที่ อุณหภูมิภายนอก 35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50%

จากรูปที่ ก.12 เป็นรูปที่อยู่ในระนาบที่ 2 ซึ่งเป็นระนาบที่อยู่สูงจากพื้นของประมาณ 0.26 เมตร โรงเรือนอากาศภายนอกมีอุณหภูมิภายนอก 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50% ผ่านช่องเปิดที่กำหนดให้มีความชื้นสัมพัทธ์ 90 % โดยจะเห็นว่าเมืออากาศผ่านช่องเปิดออกมาจะมีอุณหภูมิบริเวณพื้นของโรงเรือนจะลดต่ำลงถึง 29 องศาเซลเซียส เนื่องจากอากาศเย็นและละอองน้ำจะตกลงบนพื้นของโรงเรือน ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ที่บริเวณพื้นจะมีค่าประมาณ 82 % และสังเกตได้ว่าบริเวณผนังด้านต่างๆของโรงเรือนมีอุณหภูมิสูงถึง 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 76 % ทั้งนี้เนื่องจากบริเวณนี้ได้รับความร้อนจากภายนอกโรงเรือนมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อุณหภูมิ



อุณหภูมิ

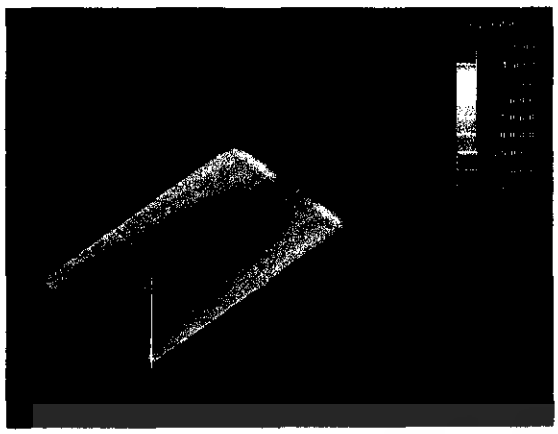
ความชื้นสัมพัทธ์

ความเร็วลม

รูปที่ ก.13 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 3 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 ที่ อุณหภูมิภายนอก 35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50%

จากรูปที่ ก.13 เป็นรูปที่อยู่ในระนาบที่ 3 ซึ่งเป็นระนาบที่อยู่สูงจากพื้นของประมาณ 0.52 เมตร โรงเรือนอากาศภายนอกมีอุณหภูมิภายนอก 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50% ผ่านช่องเปิดที่กำหนดให้มีความชื้นสัมพัทธ์ 90 % โดยจะเห็นว่าเมืออากาศผ่านช่องเปิดออกมาจะมีอุณหภูมิบริเวณพื้นของโรงเรือนจะลดต่ำลงถึง 29 องศาเซลเซียส เนื่องจากอากาศเย็นและละอองน้ำจะตกลงบนพื้นของโรงเรือน ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ที่บริเวณพื้นจะมีค่าประมาณ 79-82 % และสังเกตได้ว่าบริเวณผนังด้านต่างๆของโรงเรือนมีอุณหภูมิสูงถึง 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 76 %ทั้งนี้เนื่องจากบริเวณนี้ได้รับความร้อนจากภายนอกโรงเรือนมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อุณหภูมิ

อุณหภูมิ

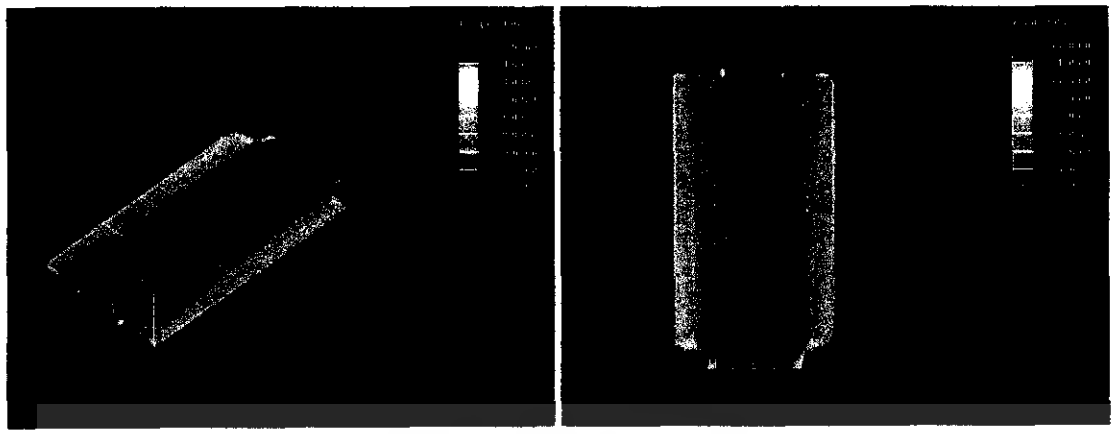
ความชื้นสัมพัทธ์

ความเร็วลม

รูปที่ ก.14 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 4 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 ที่ อุณหภูมิภายนอก 35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50%

จากรูปที่ ก.14 เป็นรูปที่อยู่ในระนาบที่ 4 ซึ่งเป็นระนาบที่อยู่สูงจากพื้นของประมาณ 0.78 เมตร โรงเรือนอากาศภายนอกมีอุณหภูมิภายนอก 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50% ผ่านช่องเปิดที่กำหนดให้มีความชื้นสัมพัทธ์ 90 % โดยจะเห็นว่าเมืออากาศผ่านช่องเปิดออกมาจะมีอุณหภูมิบริเวณใกล้ช่องเปิดของโรงเรือนจะลดต่ำลงถึง 29 องศาเซลเซียส เนื่องจากอากาศเย็นและละอองน้ำจะตกลงบนพื้นของโรงเรือน ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ที่บริเวณพื้นจะมีค่าประมาณ 82 % และสังเกตได้ว่าบริเวณผนังด้านต่างๆและมุมอับทั้งสองข้างของช่องเปิดในโรงเรือนมีอุณหภูมิสูงถึง 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 76 %ทั้งนี้เนื่องจากบริเวณนี้ได้รับความร้อนจากภายนอกโรงเรือนมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



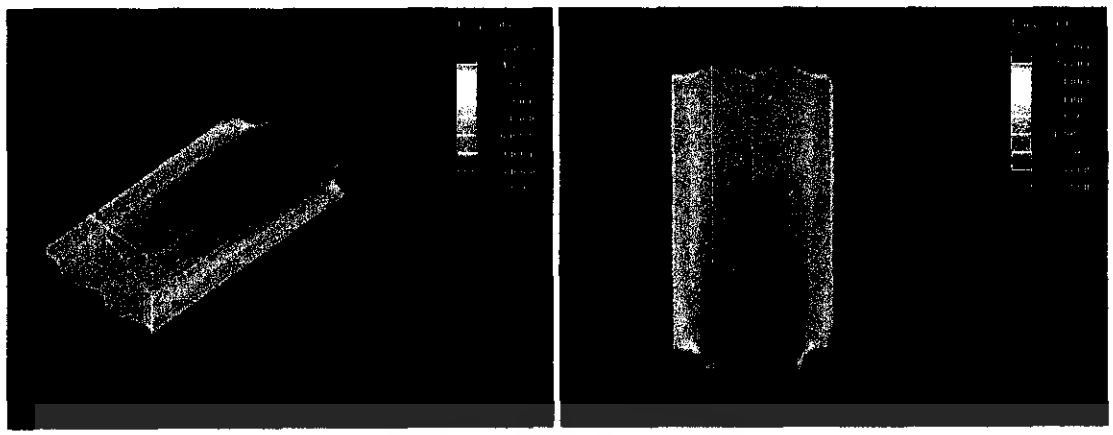
อุณหภูมิ อุณหภูมิ

ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม

รูปที่ ก.15 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 5 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 ที่ อุณหภูมิภายนอก 35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50%

จากรูปที่ ก.15 เป็นรูปที่อยู่ในระนาบที่ 5 ซึ่งเป็นระนาบที่อยู่สูงจากพื้นของประมาณ 1.04 เมตร โรงเรือนอากาศภายนอกมีอุณหภูมิภายนอก 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50% ผ่านช่องเปิดที่กำหนดให้มีความชื้นสัมพัทธ์ 90 % โดยจะเห็นว่าเมืออากาศผ่านช่องเปิดออกมาจะมีอุณหภูมิบริเวณใกล้ช่องเปิดของโรงเรือนจะลดต่ำลงถึง 28-29 องศาเซลเซียส เนื่องจากอากาศเย็นและละอองน้ำจะตกลงบนพื้นของโรงเรือน ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ที่บริเวณพื้นจะมีค่าประมาณ 89 % แล้วค่อยๆลดลงเหมือนกับอุณหภูมิ และสังเกตได้ว่าบริเวณผนังด้านต่างๆของโรงเรือนมีอุณหภูมิสูงเท่ากับอุณหภูมิภายนอกโรงเรือนทั้งนี้เนื่องจากบริเวณนี้ได้รับความร้อนจากภายนอกโรงเรือนมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



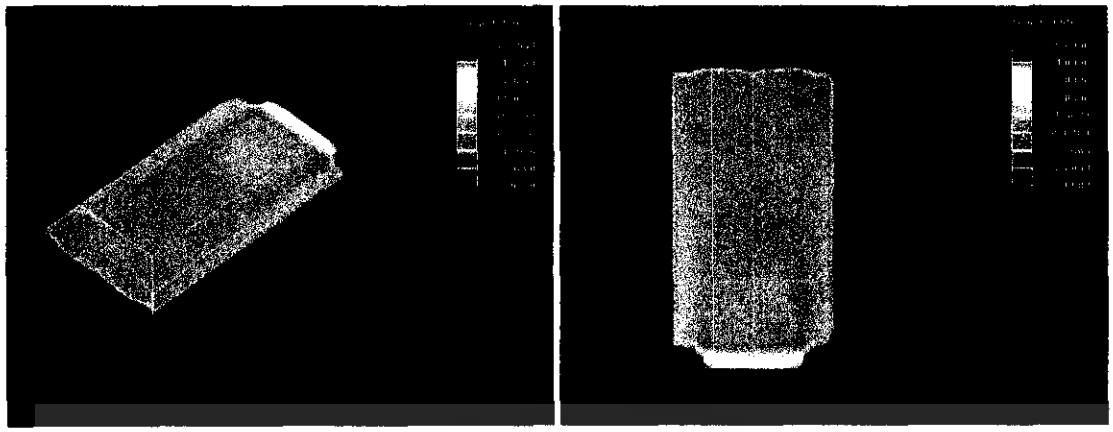
อุณหภูมิ อุณหภูมิ

ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม

รูปที่ ก.16 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 6 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 ที่ อุณหภูมิภายนอก 35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50%

จากรูปที่ ก.16 เป็นรูปที่อยู่ในระนาบที่ 6 ซึ่งอยู่สูงจากพื้นประมาณ 1.3 เมตร เป็นระนาบที่ตัดกึ่งกลางพัดลมซึ่งอากาศภายนอกมีอุณหภูมิภายนอก 35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50% ผ่านช่องเปิดที่กำหนดให้มีความชื้นสัมพัทธ์ 90 % โดยจะเห็นว่าเมืออากาศผ่านช่องเปิดออกมาจะมีอุณหภูมิลดต่ำลงถึง 27-29 องศาเซลเซียส และค่อยๆลดลงไปตามระยะห่างจากช่องเปิดโดยบริเวณกลางโรงเรือนจะมีอุณหภูมิน้อยที่สุด ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ที่ออกมาจะมีค่าประมาณ 89 %แล้วค่อยๆลดลงเหมือนกับอุณหภูมิ และสังเกตได้ว่าบริเวณผนังด้านต่างๆของโรงเรือนมีอุณหภูมิสูงเท่ากับอุณหภูมิภายนอกโรงเรือนทั้งนี้เนื่องจากบริเวณนี้ได้รับความร้อนจากภายนอกโรงเรือนมากที่สุดและการลดอุณหภูมิจะมีประสิทธิภาพลดลงเนื่องจากอุณหภูมิภายนอกเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



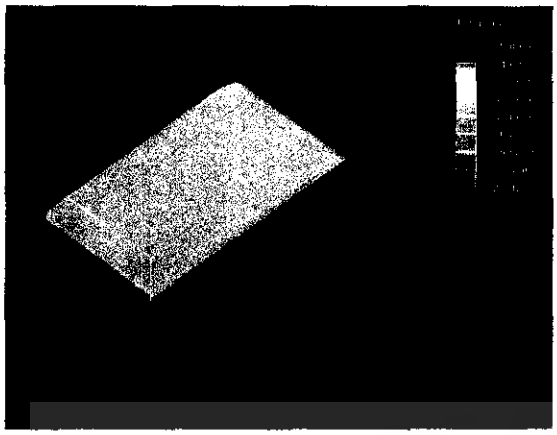
อุณหภูมิ อุณหภูมิ

ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม

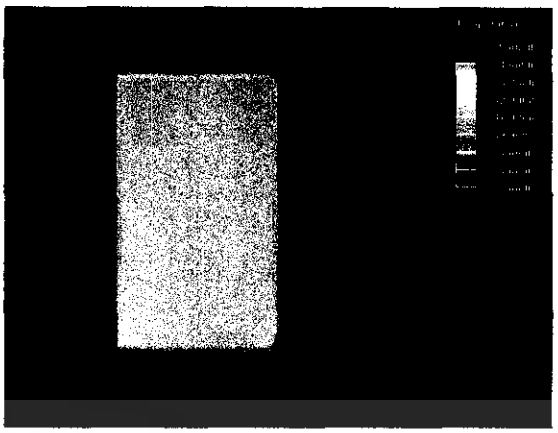
รูปที่ ก.17 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 7 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 ที่ อุณหภูมิภายนอก 35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50%

จากรูปที่ ก.17 เป็นรูปที่อยู่ในระนาบที่ 7 ซึ่งอยู่สูงจากพื้นประมาณ 1.56 เมตร เป็นระนาบที่ดัดสูงกว่าพัดลมซึ่งอากาศภายนอกมีอุณหภูมิภายนอก 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50% ผ่านช่องเปิดที่กำหนดให้มีความชื้นสัมพัทธ์ 90 % โดยจะเห็นว่าเมืออากาศผ่านช่องเปิดออกมาจะมีอุณหภูมิลดต่ำลงถึง 30 องศาเซลเซียส ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ที่ออกมาจะมีค่าประมาณ 75 %แล้วค่อยๆลดลงเหมือนกับอุณหภูมิทั้งนี้เนื่องจากระนาบนี้อยู่สูงจากพื้นซึ่งมีอากาศแห้งและร้อนเริ่มลอยขึ้นมา และสังเกตได้ว่าบริเวณผนังด้านต่างๆของโรงเรือนมีอุณหภูมิสูงเท่ากับอุณหภูมิภายนอกโรงเรือนทั้งนี้เนื่องจากบริเวณนี้ได้รับความร้อนจากภายนอกโรงเรือนมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อุณหภูมิ



อุณหภูมิ

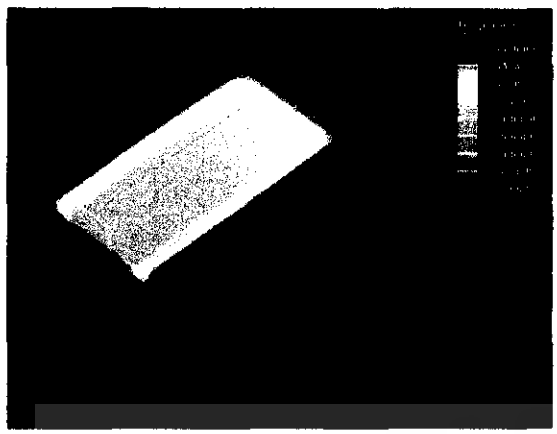
ความชื้นสัมพัทธ์

ความเร็วลม

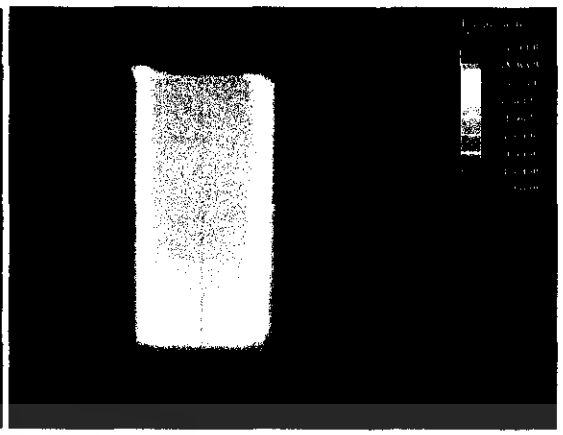
รูปที่ ก.18 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 8 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 ที่ อุณหภูมิภายนอก 35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50%

จากรูปที่ ก.18 เป็นรูปที่อยู่ในระนาบที่ 8 ซึ่งอยู่สูงจากพื้นประมาณ 1.82 เมตร เป็นระนาบที่ตัดสูงกว่าพัดลมซึ่งอากาศภายนอกมีอุณหภูมิภายนอก 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50% ผ่านช่องเปิดที่กำหนดให้มีความชื้นสัมพัทธ์ 90 % โดยจะเห็นว่าเมืออากาศผ่านช่องเปิดออกมาจะมีอุณหภูมิลดต่ำลง 31 องศาเซลเซียส ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ที่ออกมาจะมีค่าประมาณ 75 %แล้วค่อยๆ ลดลงเหมือนกับอุณหภูมิทั้งนี้เนื่องจากระนาบนี้อยู่สูงจากพื้นซึ่งมีอากาศแห้งและร้อนลอยขึ้นมา และสังเกตได้ว่าบริเวณผนังด้านต่างๆของโรงเรือนมีอุณหภูมิสูงเท่ากับอุณหภูมิภายนอกโรงเรือน ทั้งนี้เนื่องจากบริเวณนี้ได้รับความร้อนจากภายนอกโรงเรือนมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อุณหภูมิ



อุณหภูมิ

ความชื้นสัมพัทธ์

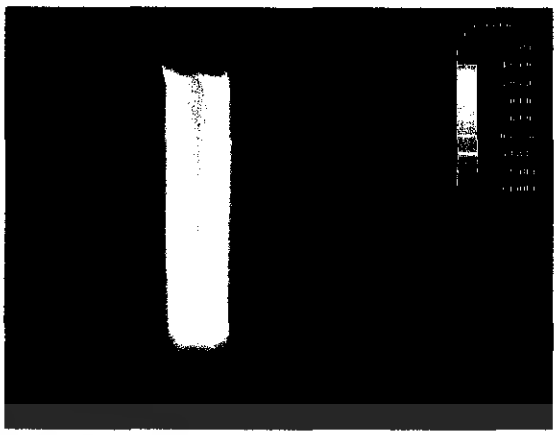
ความเร็วลม

รูปที่ ก.19 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 9 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 ที่ อุณหภูมิภายนอก 35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50%

จากรูปที่ ก.19 เป็นรูปที่อยู่ในระนาบที่ 9 ซึ่งอยู่สูงจากพื้นประมาณ 2.08 เมตร เป็นระนาบที่ตัดบริเวณหลังคาโรงเรือนซึ่งอากาศภายนอกมีอุณหภูมิภายนอก 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50% ผ่านช่องเปิดที่กำหนดให้มีความชื้นสัมพัทธ์ 90 % โดยจะเห็นว่าเมืออากาศผ่านช่องเปิดออกมาจะมีอุณหภูมิลดต่ำน้อยลงเป็น 32 องศาเซลเซียส ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ที่ออกมาจะมีค่าประมาณ 69-75 %แล้วค่อยๆลดลงเหมือนกับอุณหภูมิทั้งนี้เนื่องจากระนาบนี้อยู่สูงจากพื้นซึ่งมีอากาศแห้งและร้อนลอยขึ้นมา และสังเกตได้ว่าบริเวณหลังคาของโรงเรือนมีอุณหภูมิสูงเท่ากับอุณหภูมิภายนอกโรงเรือนทั้งนี้เนื่องจากบริเวณนี้ได้รับความร้อนจากภายนอกโรงเรือนมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิ



อุณหภูมิ

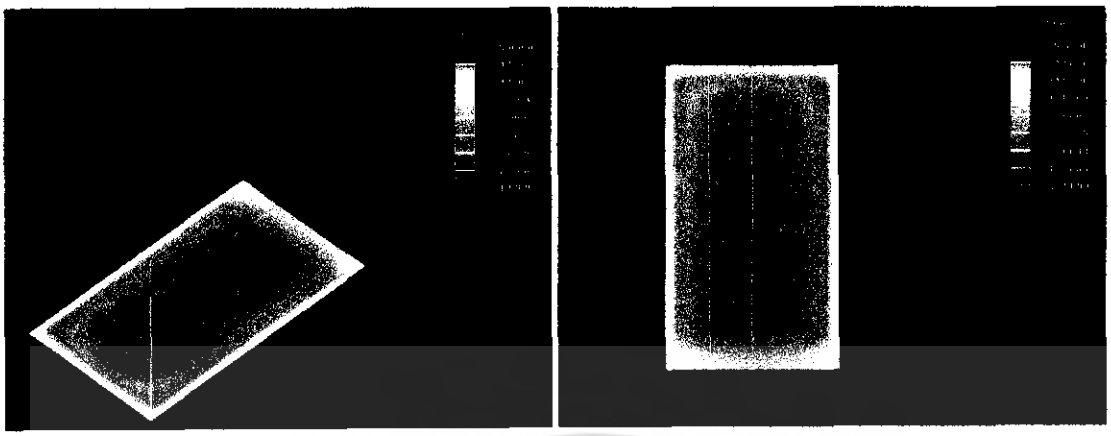
ความชื้นสัมพัทธ์

ความเร็วลม

รูปที่ ก.20 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 10 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 ที่ อุณหภูมิภายนอก 35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50%

จากรูปที่ ก.20 เป็นรูปที่อยู่ในระนาบที่ 10 ซึ่งอยู่สูงจากพื้นประมาณ 2.34 เมตร เป็นระนาบที่ตัดบริเวณหลังคาโรงเรือนซึ่งอากาศภายนอกมีอุณหภูมิภายนอก 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50% ผ่านช่องเปิดที่กำหนดให้มีความชื้นสัมพัทธ์ 90 % โดยจะเห็นว่าอากาศบริเวณหลังคาของโรงเรือนมีอุณหภูมิค่อนข้างสูงจนเกือบเท่ากับอุณหภูมิภายนอกโรงเรือนและมีความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 67-70 %ทั้งนี้เนื่องจากบริเวณนี้ได้รับความร้อนจากภายนอกโรงเรือนมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อุณหภูมิ

อุณหภูมิ

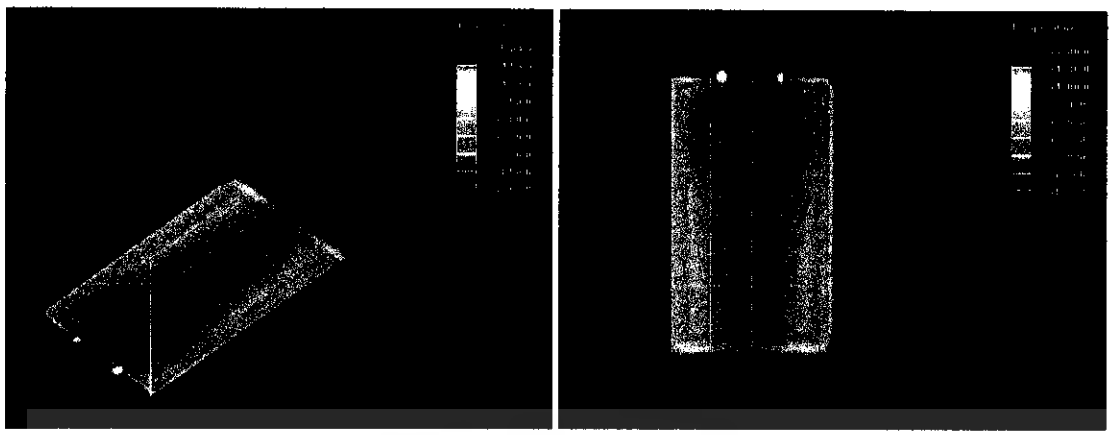
ความชื้นสัมพัทธ์

ความเร็วลม

รูปที่ ก.21 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 1 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 ที่ อุณหภูมิภายนอก 35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70%

จากรูปที่ ก.21 เป็นรูปที่อยู่ในระนาบที่ 1 ซึ่งเป็นระนาบที่อยู่ติดกับพื้นของโรงเรือนอากาศภายนอกมีอุณหภูมิภายนอก 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50% ผ่านช่องเปิดที่กำหนดให้มีความชื้นสัมพัทธ์ 90 % โดยจะเห็นว่าเมืออากาศผ่านช่องเปิดออกมาจะมีอุณหภูมิบริเวณพื้นของโรงเรือนจะลดต่ำลงถึง 32 องศาเซลเซียส เนื่องจากอากาศเย็นและละอองน้ำจะตกลงบนพื้นของโรงเรือน ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ที่บริเวณพื้นจะมีค่าประมาณ 85 % และสังเกตได้ว่าบริเวณผนังด้านต่างๆของโรงเรือนมีอุณหภูมิสูงจุดอื่นๆทั้งนี้เนื่องจากบริเวณนี้ได้รับความร้อนจากภายนอกโรงเรือนมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



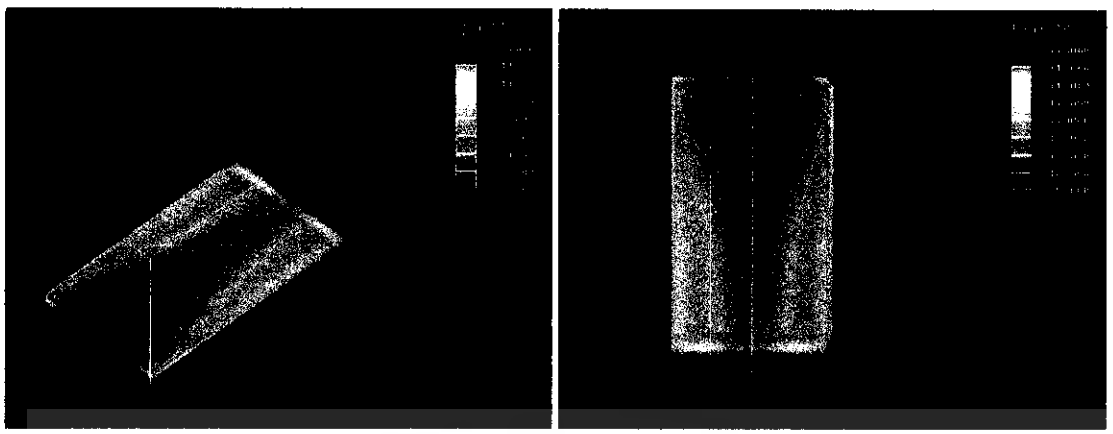
อุณหภูมิ อุณหภูมิ

ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม

รูปที่ ก.22 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 2 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 ที่ อุณหภูมิภายนอก 35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70%

จากรูปที่ ก.22 เป็นรูปที่อยู่ในระนาบที่ 2 ซึ่งเป็นระนาบที่อยู่สูงจากพื้นของประมาณ 0.26 เมตร โรงเรือนอากาศภายนอกมีอุณหภูมิภายนอก 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50% ผ่านช่องเปิดที่กำหนดให้มีความชื้นสัมพัทธ์ 90 % โดยจะเห็นว่าเมืออากาศผ่านช่องเปิดออกมาจะมีอุณหภูมิบริเวณพื้นของโรงเรือนจะลดต่ำลงถึง 32 องศาเซลเซียส เนื่องจากอากาศเย็นและละอองน้ำจะตกลงบนพื้นของโรงเรือน ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ที่บริเวณพื้นจะมีค่าประมาณ 85 % และสังเกตได้ว่าบริเวณผนังด้านต่างๆของโรงเรือนมีอุณหภูมิสูงถึง 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 82 % ทั้งนี้เนื่องจากบริเวณนี้ได้รับความร้อนจากภายนอกโรงเรือนมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



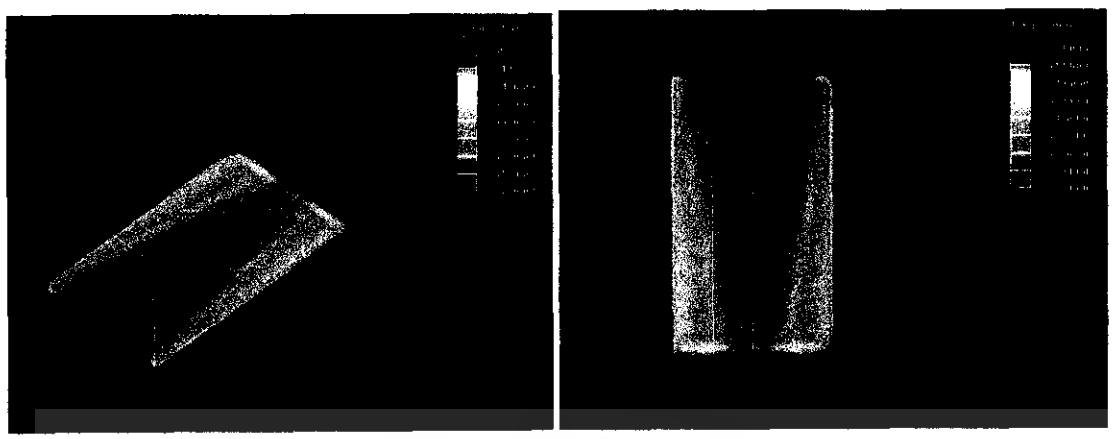
อุณหภูมิ อุณหภูมิ

ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม

รูปที่ ก.23 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 3 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 ที่ อุณหภูมิภายนอก 35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70%

จากรูปที่ ก.23 เป็นรูปที่อยู่ในระนาบที่ 3 ซึ่งเป็นระนาบที่อยู่สูงจากพื้นของประมาณ 0.52 เมตร โรงเรือนอากาศภายนอกมีอุณหภูมิภายนอก 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50% ผ่านช่องเปิดที่กำหนดให้มีความชื้นสัมพัทธ์ 90 % โดยจะเห็นว่าเมืออากาศผ่านช่องเปิดออกมาจะมีอุณหภูมิบริเวณพื้นของโรงเรือนจะลดต่ำลงถึง 32 องศาเซลเซียส เนื่องจากอากาศเย็นและละอองน้ำจะตกลงบนพื้นของโรงเรือน ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ที่บริเวณพื้นจะมีค่าประมาณ 82-85 % และสังเกตได้ว่าบริเวณผนังด้านต่างๆของโรงเรือนมีอุณหภูมิสูงถึง 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80 %ทั้งนี้เนื่องจากบริเวณนี้ได้รับความร้อนจากภายนอกโรงเรือนมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



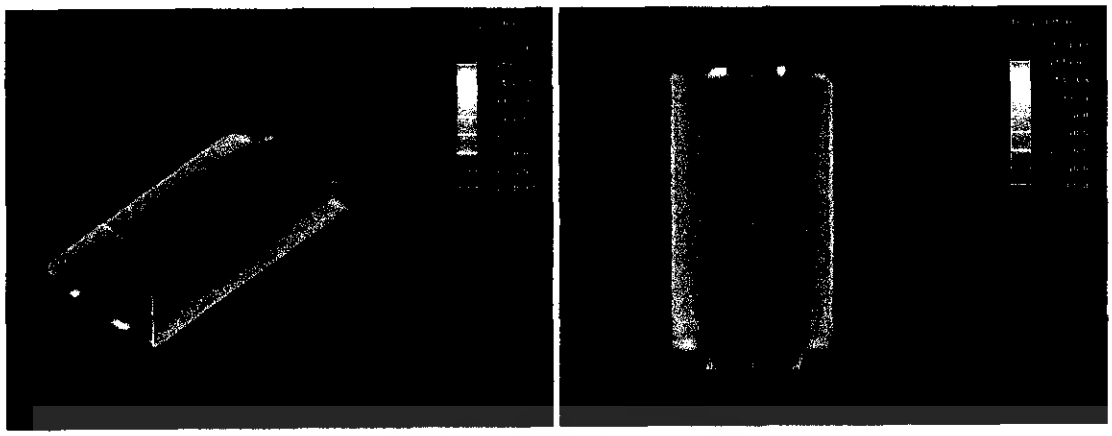
อุณหภูมิ อุณหภูมิ

ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม

รูปที่ ก.24 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 4 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 ที่ อุณหภูมิภายนอก 35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70%

จากรูปที่ ก.24 เป็นรูปที่อยู่ในระนาบที่ 4 ซึ่งเป็นระนาบที่อยู่สูงจากพื้นของประมาณ 0.78 เมตร โรงเรือนอากาศภายนอกมีอุณหภูมิภายนอก 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50% ผ่านช่องเปิดที่กำหนดให้มีความชื้นสัมพัทธ์ 90 % โดยจะเห็นว่าเมืออากาศผ่านช่องเปิดออกมาจะมีอุณหภูมิบริเวณใกล้ช่องเปิดของโรงเรือนจะลดต่ำลงถึง 32 องศาเซลเซียส เนื่องจากอากาศเย็นและละอองน้ำจะตกลงบนพื้นของโรงเรือน ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ที่บริเวณพื้นจะมีค่าประมาณ 82-85 % และสังเกตได้ว่าบริเวณผนังด้านต่างๆและมุมอับทั้งสองข้างของช่องเปิดในโรงเรือนมีอุณหภูมิสูงถึง 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 78 %ทั้งนี้เนื่องจากบริเวณนี้ได้รับความร้อนจากภายนอกโรงเรือนมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อุณหภูมิ

อุณหภูมิ

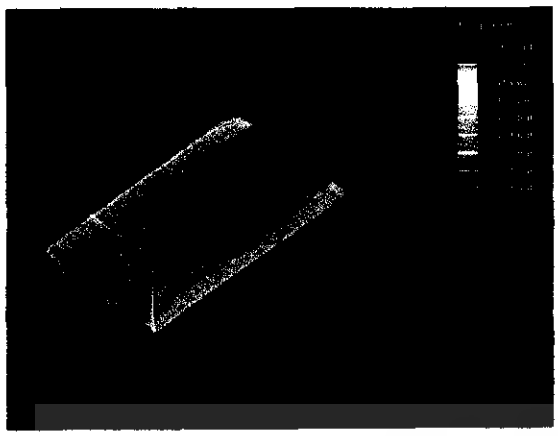
ความชื้นสัมพัทธ์

ความเร็วลม

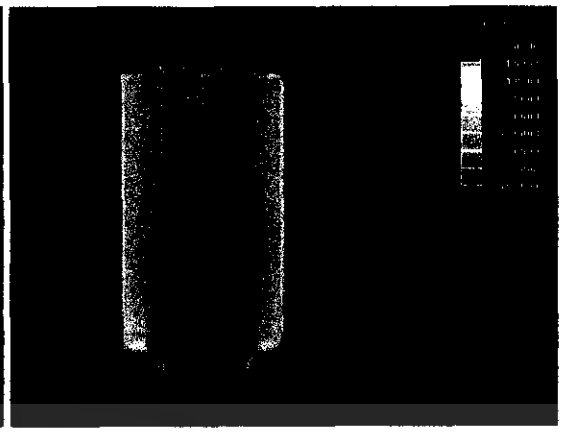
รูปที่ ก.25 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 5 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 ที่ อุณหภูมิภายนอก 35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70%

จากรูปที่ ก.25 เป็นรูปที่อยู่ในระนาบที่ 5 ซึ่งเป็นระนาบที่อยู่สูงจากพื้นของประมาณ 1.04 เมตร โรงเรือนอากาศภายนอกมีอุณหภูมิภายนอก 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50% ผ่านช่องเปิดที่กำหนดให้มีความชื้นสัมพัทธ์ 90 % โดยจะเห็นว่าเมืออากาศผ่านช่องเปิดออกมาจะมีอุณหภูมิบริเวณใกล้ช่องเปิดของโรงเรือนจะลดต่ำลงถึง 31-32 องศาเซลเซียส เนื่องจากอากาศเย็นและละอองน้ำจะตกลงบนพื้นของโรงเรือน ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ที่บริเวณพื้นจะมีค่าประมาณ 89 % แล้วค่อยๆลดลงเหมือนกับอุณหภูมิ และสังเกตได้ว่าบริเวณผนังด้านต่างๆของโรงเรือนมีอุณหภูมิสูงเท่ากับอุณหภูมิภายนอกโรงเรือนทั้งนี้เนื่องจากบริเวณนี้ได้รับความร้อนจากภายนอกโรงเรือนมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อุณหภูมิ



อุณหภูมิ

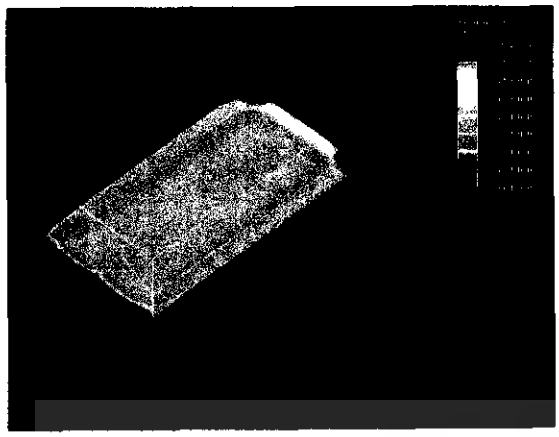
ความชื้นสัมพัทธ์

ความเร็วลม

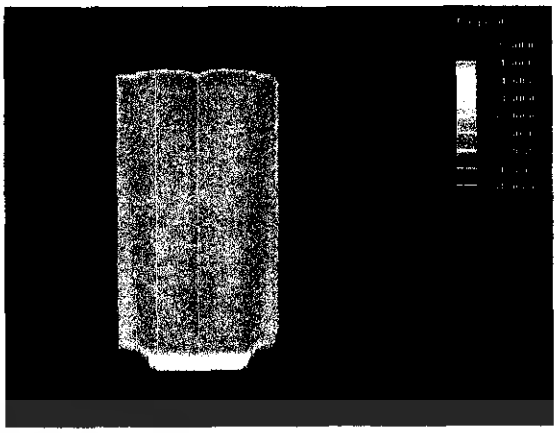
รูปที่ ก.26 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 6 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 ที่ อุณหภูมิภายนอก 35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70%

จากรูปที่ ก.26 เป็นรูปที่อยู่ในระนาบที่ 6 ซึ่งอยู่สูงจากพื้นประมาณ 1.3 เมตร เป็นระนาบที่ตัดกึ่งกลางพัดลมซึ่งอากาศภายนอกมีอุณหภูมิภายนอก 35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70% ผ่านช่องเปิดที่กำหนดให้มีความชื้นสัมพัทธ์ 90 % โดยจะเห็นว่าเมืออากาศผ่านช่องเปิดออกมาจะมีอุณหภูมิลดต่ำลงถึง 31-32 องศาเซลเซียส ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ที่ออกมาจะมีค่าประมาณ 89 %แล้วค่อยๆลดลงเหมือนกับอุณหภูมิ และสังเกตได้ว่าบริเวณผนังด้านต่างๆของโรงเรือนมีอุณหภูมิสูงเท่ากับอุณหภูมิภายนอกโรงเรือนทั้งนี้เนื่องจากบริเวณนี้ได้รับความร้อนจากภายนอกโรงเรือนมากที่สุดและการลดอุณหภูมิจะมีประสิทธิภาพลดลงมากที่สุดเนื่องจากอุณหภูมิภายและความชื้นสัมพัทธ์ภายนอกเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อุณหภูมิ



อุณหภูมิ

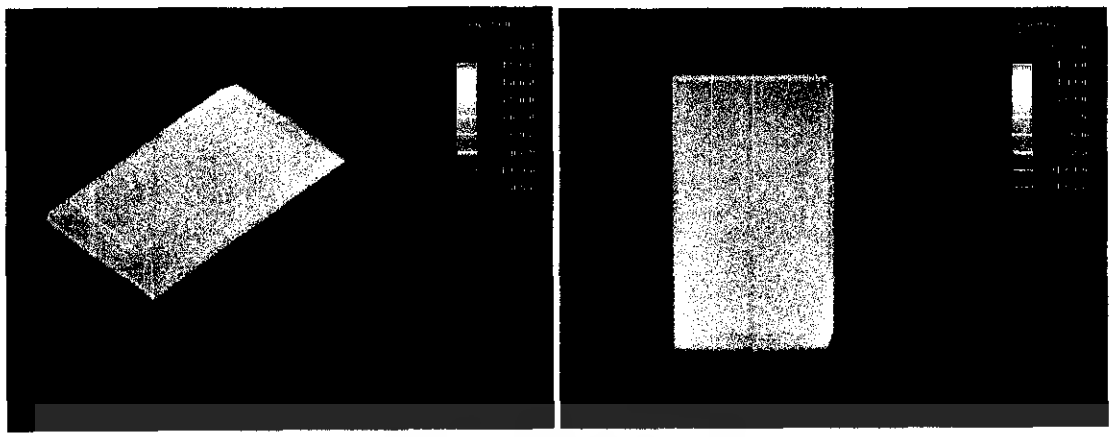
ความชื้นสัมพัทธ์

ความเร็วลม

รูปที่ ก.27 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 7 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 ที่ อุณหภูมิภายนอก 35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70%

จากรูปที่ ก.27 เป็นรูปที่อยู่ในระนาบที่ 7 ซึ่งอยู่สูงจากพื้นประมาณ 1.56 เมตร เป็นระนาบที่ตัดสูงกว่าพัดลมซึ่งอากาศภายนอกมีอุณหภูมิภายนอก 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50% ผ่านช่องเปิดที่กำหนดให้มีความชื้นสัมพัทธ์ 90 % โดยจะเห็นว่าเมืออากาศผ่านช่องเปิดออกมาจะมีอุณหภูมิลดต่ำลงถึง 32 องศาเซลเซียส ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ที่ออกมาจะมีค่าประมาณ 82 %แล้วค่อยๆลดลงเหมือนกับอุณหภูมิทั้งนี้เนื่องจากระนาบนี้อยู่สูงจากพื้นซึ่งมีอากาศแห้งและร้อนเริ่มลอยขึ้นมา และสังเกตได้ว่าบริเวณผนังด้านต่างๆของโรงเรือนมีอุณหภูมิสูงเท่ากับอุณหภูมิภายนอกโรงเรือนทั้งนี้เนื่องจากบริเวณนี้ได้รับความร้อนจากภายนอกโรงเรือนมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อุณหภูมิ

อุณหภูมิ

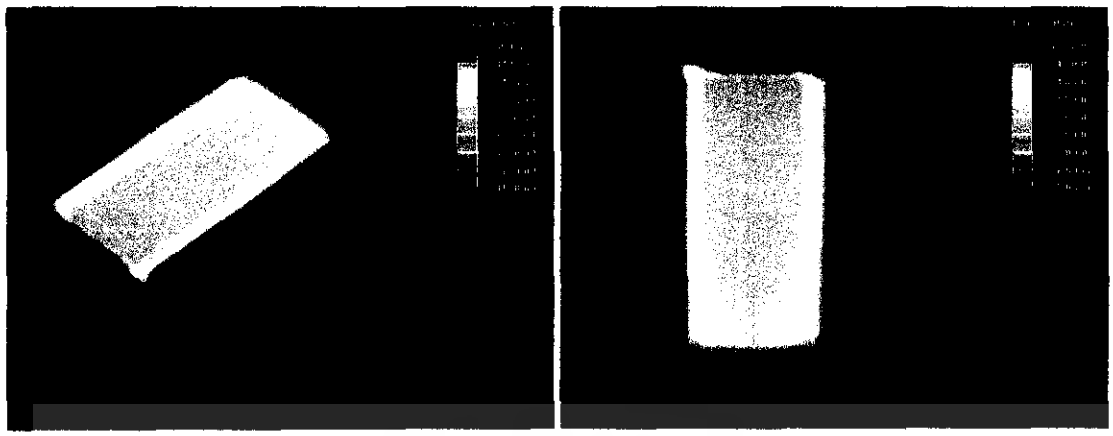
ความชื้นสัมพัทธ์

ความเร็วลม

รูปที่ ก.28 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 8 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 ที่ อุณหภูมิภายนอก 35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70%

จากรูปที่ ก.28 เป็นรูปที่อยู่ในระนาบที่ 8 ซึ่งอยู่สูงจากพื้นประมาณ 1.82 เมตร เป็นระนาบที่ตัดสูงกว่าพัดลมซึ่งอากาศภายนอกมีอุณหภูมิภายนอก 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50% ผ่านช่องเปิดที่กำหนดให้มีความชื้นสัมพัทธ์ 90 % โดยจะเห็นว่าเมืออากาศผ่านช่องเปิดออกมาจะมีอุณหภูมิลดต่ำลง 33 องศาเซลเซียส ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ที่ออกมาจะมีค่าประมาณ 80 %แล้วค่อยๆ ลดลงเหมือนกับอุณหภูมิทั้งนี้เนื่องจากระนาบนี้อยู่สูงจากพื้นซึ่งมีอากาศแห้งและร้อนลอยขึ้นมา และสังเกตได้ว่าบริเวณผนังด้านต่างๆของโรงเรือนมีอุณหภูมิสูงเท่ากับอุณหภูมิภายนอกโรงเรือน ทั้งนี้เนื่องจากบริเวณนี้ได้รับความร้อนจากภายนอกโรงเรือนมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



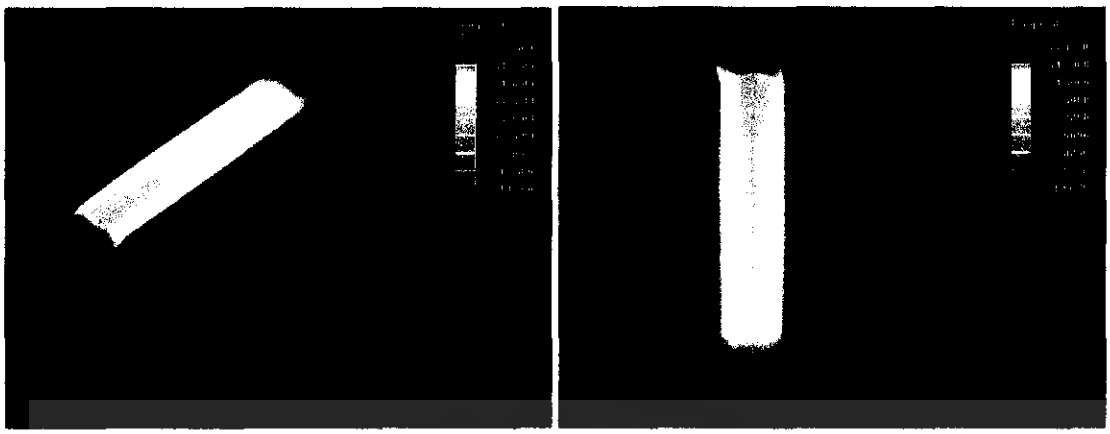
อุณหภูมิ อุณหภูมิ

ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม

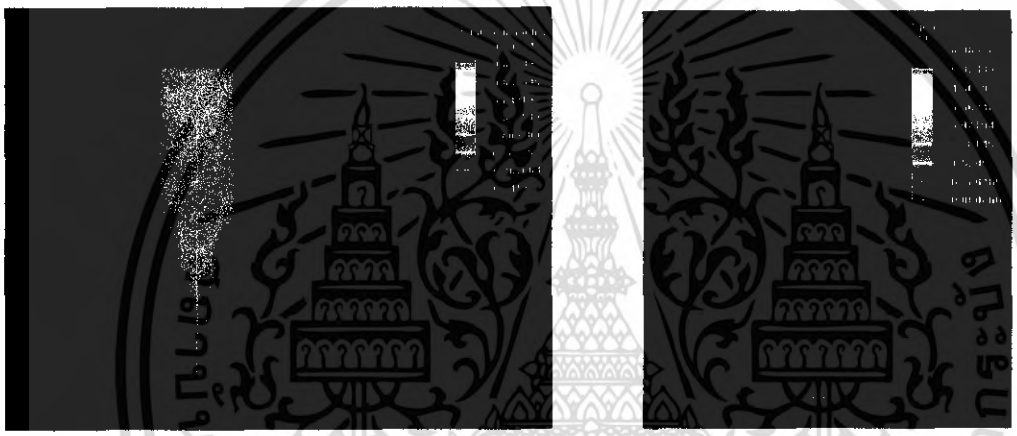
รูปที่ ก.29 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 9 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 ที่ อุณหภูมิภายนอก 35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70%

จากรูปที่ ก.29 เป็นรูปที่อยู่ในระนาบที่ 9 ซึ่งอยู่สูงจากพื้นประมาณ 2.08 เมตร เป็นระนาบที่ตัดบริเวณหลังคาโรงเรือนซึ่งอากาศภายนอกมีอุณหภูมิภายนอก 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50% ผ่านช่องเปิดที่กำหนดให้มีความชื้นสัมพัทธ์ 90 % โดยจะเห็นว่าเมืออากาศผ่านช่องเปิดออกมาจะมีอุณหภูมิลดต่ำน้อยลงเป็น 33 องศาเซลเซียส ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ที่ออกมาจะมีค่าประมาณ 76-80 %แล้วค่อยๆลดลงเหมือนกับอุณหภูมิทั้งนี้เนื่องจากระนาบนี้อยู่สูงจากพื้นซึ่งมีอากาศแห้งและร้อนลอยขึ้นมา และสังเกตได้ว่าบริเวณหลังคาของโรงเรือนมีอุณหภูมิสูงเท่ากับอุณหภูมิภายนอกโรงเรือนทั้งนี้เนื่องจากบริเวณนี้ได้รับความร้อนจากภายนอกโรงเรือนมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อุณหภูมิ อุณหภูมิ



ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม

รูปที่ ก.30 รูปแสดงอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมที่ระนาบที่ 10 จากการคำนวณของโปรแกรม AirPak 2.0 อุณหภูมิภายนอก 35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70%

จากรูปที่ ก.30 เป็นรูปที่อยู่ในระนาบที่ 10 ซึ่งอยู่สูงจากพื้นประมาณ 2.34 เมตร เป็นระนาบที่ตัดบริเวณหลังคาโรงเรือนซึ่งอากาศภายนอกมีอุณหภูมิภายนอก 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 50% ผ่านช่องเปิดที่กำหนดให้มีความชื้นสัมพัทธ์ 90 % โดยจะเห็นว่าอากาศบริเวณหลังคาของโรงเรือนมีอุณหภูมิค่อนข้างสูงจนเกือบเท่ากับอุณหภูมิภายนอกโรงเรือนและมีความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 70-80 %ทั้งนี้เนื่องจากบริเวณนี้ได้รับความร้อนจากภายนอกโรงเรือนมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 ผลการทดลองโดยใช้หัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อเป็นตัวปล่อยน้ำ ในสภาวะน้ำที่อุณหภูมิห้อง ทดลองเวลา 9.30 – 10.30 น.

เวลา	T น้ำ	T out		T in									RH	
		db	wb	1	2	3	4	5	6	เฉลี่ย	db	wb	out	in
0	28	29	22	28.3	28.5	28.6	28.5	28.7	28.7	28.6	28	22	54.58	59.57
10	23	29	23	27.1	27.3	27.4	27.3	27.5	27.5	27.4	26	23	60.35	77.74
20	23	29	23	27.0	27.4	27.5	27.3	27.6	27.5	27.4	26	23	60.35	77.74
30	22	30	23	27.6	27.7	27.9	27.8	27.9	27.9	27.8	26	23	55.43	77.74
40	22	30	22	27.4	27.8	27.8	27.8	27.9	27.6	27.7	26	22	49.99	70.87
50	22	31	22	27.5	27.7	27.9	27.6	27.9	28.0	27.8	26	22	45.76	70.87
60	22	31	22	27.7	28.1	28.1	28.0	28.1	28.1	28.0	27	22	45.76	70.87

ตารางที่ ข.2 ผลการทดลองโดยใช้หัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อเป็นตัวปล่อยน้ำ ในสภาวะน้ำที่อุณหภูมิห้อง ทดลองเวลา 12.00-13.00 น.

เวลา	T น้ำ	T out		T in									RH	
		db	wb	1	2	3	4	5	6	เฉลี่ย	db	wb	out	in
0	29	34	23	33.5	34.0	34.1	33.9	34.0	34.4	34.0	33	23	39.31	42.87
10	23	34	23	31.6	32.7	32.8	32.9	32.9	33.2	32.7	31	23	39.31	50.9
20	23	33	23	31.8	32.8	32.7	32.9	33.1	33.5	32.8	31	23	42.87	50.9
30	23	34	23	31.7	32.9	32.9	32.7	33.0	33.3	32.8	31	23	39.31	50.9
40	23	34	23	32.4	33.7	33.7	33.5	33.9	34.4	33.6	31	24	39.31	56.24
50	23	34	23	32.8	33.7	33.8	34.0	34.1	34.0	33.7	32	24	39.81	56.24
60	23	34	23	32.8	33.8	34.0	33.5	34.4	34.3	33.8	32	24	39.31	56.24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.3 ผลการทดลองโดยใช้หัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อเป็นตัวปล่อยน้ำ ในสภาวะน้ำที่อุณหภูมิห้อง ทดลองเวลา 15.00-16.00 น.

เวลา	T น้ำ	T out		T in									RH	
		db	wb	1	2	3	4	5	6	เฉลี่ย	db	wb	out	in
0	30	34	24	35.1	36.4	36.2	36.3	36.5	36.7	36.2	35	24	43.82	40.3
10	24	35	24	33.0	35.4	35.3	35.1	35.6	35.4	35.0	32	24	40.3	51.77
20	24	36	25	33.5	35.2	35.0	35.0	35.3	35.1	34.9	32	24	41.24	51.77
30	23	35	23	33.2	35.0	35.2	34.6	35.2	35.3	34.8	32	24	36.03	51.77
40	23	34	23	33.1	34.7	34.6	34.3	34.6	34.5	34.3	32	24	39.31	51.77
50	23	34	24	33.2	35.0	35.1	35.0	35.5	35.4	34.9	32	24	43.82	51.77
60	23	34	25	32.7	34.7	34.3	35.0	34.5	35.6	34.5	32	24	48.51	51.77

ตารางที่ ข.4 ผลการทดลองโดยใช้หัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อเป็นตัวปล่อยน้ำ ในสภาวะที่น้ำมีการทำความเย็น ทดลองเวลา 9.30-10.30 น.

เวลา	T น้ำ	T out		T in									RH	
		db	wb	1	2	3	4	5	6	เฉลี่ย	db	wb	out	in
0	5	30	22	27.6	27.8	27.8	27.7	27.7	27.8	27.7	27	21	49.99	58.75
10	20	30	22	25.4	25.9	26.0	26.1	26.1	26.3	26.0	24	21	49.99	76.77
20	21	31	22	26.1	26.5	26.6	26.4	26.6	26.6	26.5	25	21	45.76	70.25
30	21	31	22	26.4	26.5	26.7	26.9	26.8	27.0	26.7	25	21	45.76	70.25
40	21	31	22	26.6	27.0	27.1	27.0	27.2	27.2	27.0	25	22	45.76	77.27
50	21	31	22	26.8	26.9	27.2	27.1	27.4	27.3	27.1	25	22	45.76	77.27
60	21	35	22	27.3	27.6	27.5	27.8	27.8	28.0	27.7	26	22	45.76	70.87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.5 ผลการทดลองโดยใช้หัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อเป็นตัวปล่อยน้ำ ในสภาวะที่น้ำมีการทำความเย็น ทดลองเวลา 12.00-13.00 น.

เวลา	T น้ำ	T out		T in									RH	
		db	wb	1	2	3	4	5	6	เฉลี่ย	db	wb	out	in
0	5	33	23	31.6	33.1	33.7	33.3	33.7	34.1	33.3	32	23	42.87	46.72
10	23	33	23	31.2	32.0	32.0	32.0	32.0	32.4	31.9	30	23	42.87	55.43
20	22	33	23	31.6	32.3	32.3	32.2	32.5	32.6	32.3	30	24	42.87	61.09
30	23	34	23	31.7	32.4	32.5	32.6	32.5	33.0	32.5	30	24	39.31	61.09
40	23	34	23	31.8	32.9	32.6	32.5	32.7	33.1	32.6	30	24	39.31	61.09
50	23	34	23	31.8	32.5	33.0	32.6	32.8	32.9	32.6	31	24	39.31	56.24
60	23	34	23	31.8	32.5	32.8	32.8	32.9	33.0	32.6	31	24	39.31	56.24

ตารางที่ ข.6 ผลการทดลองโดยใช้หัวพ่นน้ำปีกผีเสื้อเป็นตัวปล่อยน้ำ ในสภาวะที่น้ำมีการทำความเย็น ทดลองเวลา 15.00-16.00 น.

เวลา	T น้ำ	T out		T in									RH	
		db	wb	1	2	3	4	5	6	เฉลี่ย	db	wb	out	in
0	5	35	23	35.7	37.0	36.5	36.9	36.8	37.6	36.8	35	24	36.03	40.3
10	22	35	23	33.3	35.0	35.1	35.0	35.1	35.0	34.8	32	24	36.03	51.77
20	23	35	23	33.5	35.3	35.1	35.4	34.9	35.9	35.0	33	24	36.03	47.64
30	23	35	23	33.2	34.8	34.4	34.7	34.4	35.3	34.5	32	24	36.03	51.77
40	23	35	23	32.5	34.4	33.6	34.1	33.8	34.6	33.8	32	25	36.03	57.01
50	23	35	23	32.8	34.0	33.8	34.3	33.9	34.7	33.9	32	25	36.03	57.01
60	23	35	23	33.0	34.3	34.0	34.2	33.8	34.7	34.0	32	25	36.03	57.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.7 ผลการทดลองโดยใช้หัวพ่นหมอกเป็นตัวปล่อยน้ำ ในสภาวะน้ำที่อุณหภูมิห้อง ทดลองเวลา 9.30-10.30 น.

เวลา	T น้ำ	T out		T in									RH	
		db	wb	1	2	3	4	5	6	เฉลี่ย	db	wb	out	in
0	28	30	22	27.9	27.9	27.9	27.9	28.0	28.0	27.9	27	21	49.89	58.75
10	24	30	23	22.3	23.3	23.5	22.9	23.4	24.0	23.2	21	21	55.43	100
20	24	31	23	22.2	23.6	23.8	23.0	23.6	24.4	23.4	21	21	50.9	100
30	24	31	23	22.1	24.4	23.0	23.9	24.0	24.8	23.7	21	21	50.9	100
40	24	31	23	22.2	23.6	23.1	23.6	23.1	24.5	23.4	21	21	50.9	100
50	23	31	23	22.1	24.4	23.3	24.3	23.9	24.9	23.8	22	22	50.9	100
60	23	32	23	22.3	24.5	23.3	24.3	23.6	25.3	23.9	22	22	46.72	100

ตารางที่ ข.8 ผลการทดลองโดยใช้หัวพ่นหมอกเป็นตัวปล่อยน้ำ ในสภาวะน้ำที่อุณหภูมิห้อง ทดลองเวลา 12.00-13.00 น.

เวลา	T น้ำ	T out		T in									RH	
		db	wb	1	2	3	4	5	6	เฉลี่ย	db	wb	out	in
0	28	34	23	33.2	33.8	34.1	33.5	33.9	34.1	33.8	33	23	39.31	42.87
10	27	34	23	24.3	29.3	27.5	28.8	28.9	29.9	28.1	23	23	39.31	100
20	27	34	23	24.0	29.8	27.7	29.0	28.5	30.0	28.2	23	23	39.31	100
30	27	34	24	24.2	28.9	28.7	29.4	28.6	30.6	28.4	24	24	43.82	100
40	27	34	23	24.2	29.0	28.7	28.7	29.4	29.7	28.3	23	23	39.31	100
50	27	34	23	24.6	29.3	29.9	29.5	30.1	29.9	28.9	24	24	39.31	100
60	27	33	23	24.8	29.8	30.5	29.4	30.5	30.7	29.3	24	24	42.87	100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.9 ผลการทดลองโดยใช้หัวพ่นหมอกเป็นตัวปล่อยน้ำ ในสภาวะน้ำที่อุณหภูมิห้อง ทดลองเวลา 15.00-16.00 น.

เวลา	T น้ำ	T out		T in							RH			
		db	wb	1	2	3	4	5	6	เฉลี่ย	db	wb	out	in
0	29	35	24	36.6	37.8	35.1	37.6	38.1	39.8	37.5	36	24	40.3	37.04
10	28	35	25	32.2	33.2	33.5	33.4	33.0	34.2	33.3	29	25	44.74	72.56
20	27	35	25	26.1	32.5	30.5	32.2	31.1	33.3	31.0	28	25	44.74	78.62
30	27	34	25	25.5	32.5	29.8	32.4	31.0	32.5	30.6	28	25	44.74	78.62
40	27	35	24	30.1	32.8	32.3	32.7	32.2	33.1	32.2	28	25	40.3	78.62
50	27	35	24	26.0	32.2	31.0	31.9	31.6	32.7	30.9	27	24	40.3	78.19
60	27	35	25	30.4	32.4	31.8	32.1	31.7	32.8	31.9	26	24	40.74	84.88

ตารางที่ ข.10 ผลการทดลองโดยใช้หัวพ่นหมอกเป็นตัวปล่อยน้ำ ในสภาวะที่น้ำมีการทำความเย็น ทดลองเวลา 9.30-10.30 น.

เวลา	T น้ำ	T out		T in							RH			
		db	wb	1	2	3	4	5	6	เฉลี่ย	db	wb	out	in
0	5	30	22	28.0	28.1	28.2	28.1	28.1	28.2	28.1	28	21	49.99	53.68
10	16	31	22	22.1	24.3	23.9	24.3	24.0	24.8	23.9	21	21	45.76	100
20	18	31	22	21.9	24.4	23.6	24.3	23.9	24.8	23.8	21	21	45.76	100
30	19	31	22	22.3	25.6	25.0	24.6	24.9	25.4	24.6	22	22	45.76	100
40	20	31	22	22.2	25.3	25.4	24.7	25.4	25.6	24.8	22	22	45.76	100
50	21	31	22	22.3	25.3	25.1	25.1	25.1	25.6	24.8	22	22	45.76	100
60	21	31	22	22.2	24.3	24.3	24.1	25.0	25.8	24.3	22	22	45.76	100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.11 ผลการทดลองโดยใช้หัวพ่นหมอกเป็นตัวปล่อยน้ำ ในสภาวะที่น้ำมีการทำความเย็น ทดลองเวลา 12.00-13.00 น.

เวลา	T น้ำ	T out		T in									RH	
		db	wb	1	2	3	4	5	6	เฉลี่ย	db	wb	out	in
0	5	31	22	32.3	33.1	33.0	33.0	33.4	33.3	33.0	32	22	45.76	37.04
10	16	33	23	23.1	28.4	26.8	28.7	27.4	29.3	27.3	23	23	42.87	100
20	19	33	23	23.3	28.6	26.6	28.5	27.8	29.7	27.4	23	23	42.87	100
30	20	32	22	23.2	29.4	29.1	29.2	29.2	29.8	28.3	23	23	41.86	100
40	21	33	23	23.5	30.0	29.3	29.1	29.8	30.4	28.7	25	23	42.87	88.19
50	21	34	23	23.3	30.2	29.4	30.1	30.1	31.0	29.0	26	23	39.31	88.15
60	21	34	23	23.8	30.3	30.8	30.7	30.6	31.2	29.6	25	23	39.31	88.19

ตารางที่ ข.12 ผลการทดลองโดยใช้หัวพ่นหมอกเป็นตัวปล่อยน้ำ ในสภาวะที่น้ำมีการทำความเย็น ทดลองเวลา 15.00-16.00 น.

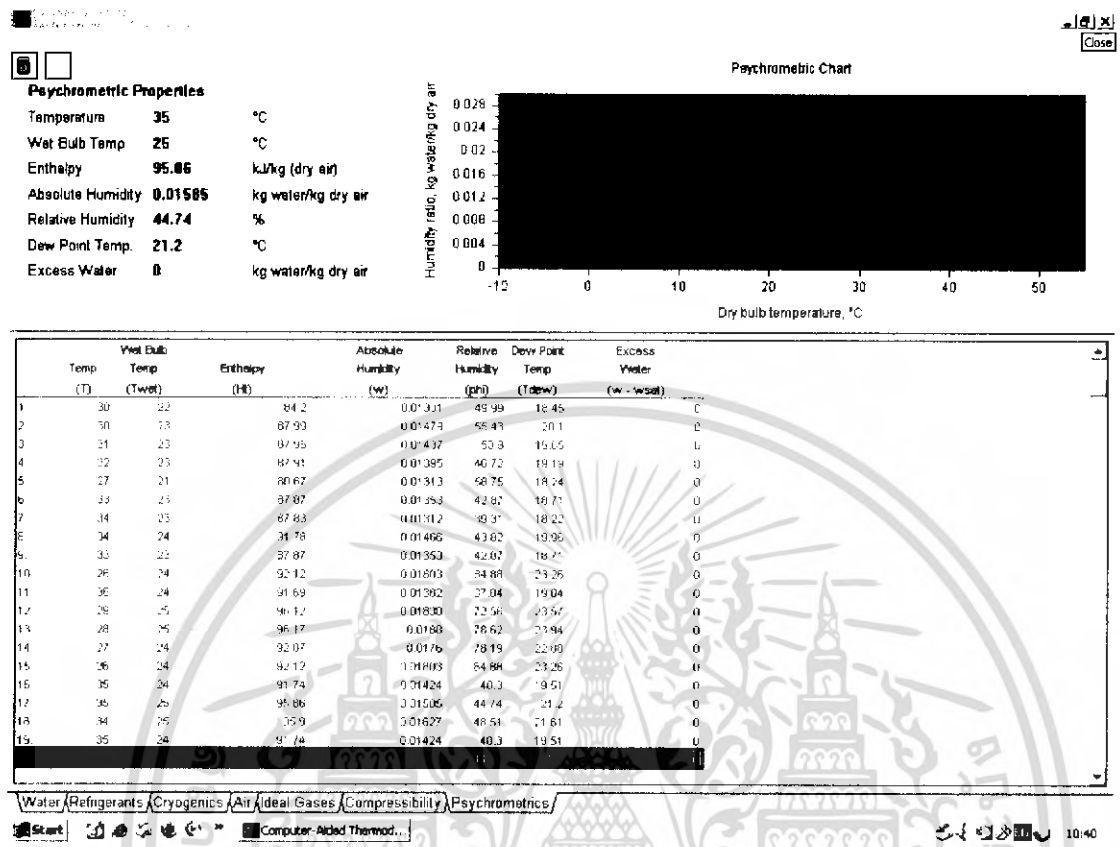
เวลา	T น้ำ	T out		T in									RH	
		db	wb	1	2	3	4	5	6	เฉลี่ย	db	wb	out	in
0	5	34	23	35.1	37.0	37.0	37.0	37.1	37.5	36.8	35	23	39.31	36.03
10	16	34	24	28.3	33.1	33.4	33.1	33.1	34.4	32.6	29	29	43.82	100
20	19	34	23	27.1	31.3	32.5	31.3	32.5	34.0	31.5	27	25	39.31	85.18
30	21	34	24	29.2	31.0	31.9	30.2	31.5	32.3	31.0	27	24	43.82	78.19
40	22	34	23	27.2	31.8	31.9	32.0	31.8	32.6	31.2	28	24	39.31	72.03
50	21	33	23	28.8	31.6	32.4	31.9	32.1	32.4	31.5	29	24	42.87	66.34
60	22	34	23	25.8	32.2	31.1	32.0	31.3	32.9	30.9	28	24	39.31	72.03

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้โปรแกรม Computer Aided Thermodynamic Table 2 เพื่อหาความชื้นสัมพัทธ์ [5]



รูปที่ ค.1 ตัวอย่างการใช้โปรแกรม Computer Aided Thermodynamic Table 2 เพื่อหาความชื้นสัมพัทธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการใช้เครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำ

Micro-computer temperature controller discriptions of STC-8000

Notice:

- Please read through manual of descriptions and re serve it after purchasing STC-8000.
- STC-8000 must be used within the functions listed in this manual.
- Manufacturers and agents hold no liability for dam ages caused by failing to read the manual.
- Supplied votage must be in accordance with the input voltage listed in STC-8000.
  Please distinguish the points of sensor tip, current connection and relay output. Make sure that electric current in the relay not over-loaded.
- Be aware of the stability of the supplied voltage.
- No contact and closeness between sensor wire and power wire are allowed.Moderate distance is required.
- Make sure that wire and connection point are con nected in a stable way.
- To measure the average warehouse tempera ture in accuracy sensor tip and should be firmly attached to the place far away from the blowhole.

Features:

- Italian compact design incorporated SMT&THT. Small and light.
- Adopt USA Microchip-PIC Optimize program ming design. Strong ability to anti-interference. Stable and reliable.
- Applied in a wide range of refrigerant field such as icebox,refrigerator,display-box and refrigera tor car.

Specifications:

- Size:
  - Panel size: 34.5mm(height) X 75mm(length) ± 1mm
  - Recommended installing hole size: 30mm(height) * 71mm(length)
- Operation circumstances:
  - Operating temperature: -5℃ ~ +55℃
  - Stored temperature: -10℃ ~ +65℃
  - Relative humidity: 20% ~ 95% (No Frost)
- Parameters:
  - Power supply: 12VAC ± 10%(or 12VDC)
  - Outputs: <3VA
  - Measuring range: -40℃ ~ 50℃
  - Distinguishing rate: 1℃
  - Compressor output: 5A/240VAC
  - Alarming output: buzz + LED blinking
  - Delayed protect time: adjustable in 0-8minutes
  - Temperature rectifying range: ± 5℃
  - Alarming adjustable range(temperature is above normal value): 0℃ ~ 20℃
  - Sensors: NTC probes

Discriptions to indicator light

Refrigerant indicator light	red light shines	auto-refrigerant
	red light flashes	delayed switch
Set indicator light	red light shines	parameters in the setting state

Switch Functions:

- **check mode of setting parameters (in the state of nonsetting)**
  - press ▲switch to display the maximum value, and current temperature is restored after two seconds.
  - Press ▼switch to display minimum value,and current temperature is restored after two seconds.
  - Press S switch to display delayed time. Excessive tem perature alarming value appears in two seconds. Then current temperature is restored.
  - Press R switch,futile.

- **Parameter setting mode**
  - Press S switch for three seconds to enter the pref erences mode, and indicator light shines. LED displays the parameters adjusted last time.
  - Press ▲ or ▼switch to choose parameters.After the selection of parameters the value of accordant param eters is displayed with the press of S switch.
  - Press S and ▲ or ▼switch at the same time to set the value of parameters. Press ▲or▼continuously the value will increase or decrease automatically.
  - Press ▲ or ▼switch to alter other parameters after the setting of one parameter value. Just repeat the above-mentioned steps.
  - Press R switch to confirm and restore after all param eters are set. Indicator light is extinguished. Cofirmation, storation and restoration of parameters will occur due to the lack of operations in 30 seconds.

Rectification of refrigeration and temperature

- Refrigerant:

When measuring temperature of sensor tip is above the maximum value refrigerant relay will connect and refrig erant compressor will switch. When measuring tempera ture of sensor tip is below the minimum value refrigerant relay will disconnect and refrigerant compressor will disclose.

- **Temperature rectification**

When there is error between actual temperature and the measuring temperature of controller, temperature recti fication function will work. Press S switch for three seconds and press ▲ or ▼switch until LED display F3, press S and ▲ or ▼switch and choose the proper value within the range of ± 5. Displayed value after rectifica tion =displayed value before rectification +rectification value

Delayed protection

- Refrigeration will occur at the set delayed time when switched. Delayed time is adjustable with 0-9minutes.
- If the interval of connections of refrigerant relay is no less than the set delayed time, compressor will refriger ate when switched.

Alarming

- **Sensor tip failure alarming**

when open circuit and short circuit occurs to sensor tip (non-connction with framework included),temperature controller will alarm- buzzer works. LED displays 44 and blinks,press any key will elim nate alarming. alarming will continue until failure disappear if no pressing of keys.

- **excessive temperature alarming and cancellation**

alarming excessive temperature of controller ranges from 0-20. when sensor tip measuring range is no less than maximum value + setting alarming temperature or no more than minimum value - setting alarming temperature, temperature controller alarms, buzzer works and digital tube blinks. press any key will cancel alarming, otherwise, alarming continues if no pressing. when alarming value is set for 20, alarming function will be cancelled. buzzer and digital tube will fail to work.

- **indication of measuring range**

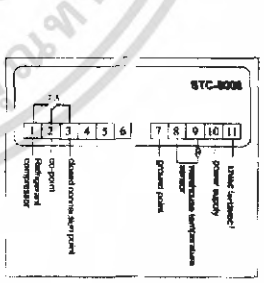
measuring range of temperature controller is -40 ~ +50. temperature>50,LED displays "HH", temperature <-40, LED displays"LL"

warranty

- Please present warranty manual and invoice in case of repair
- Warranty period: valid in one year dated from the day of purchase
- restrictions of warranty
  - improper repairs of customers
  - modification or misuse of customers
  - operating circustances is beyond the stipu lation of the manual.
  - normal wear and tear is excluded.

parameters

code	function	setting range	setpoint	unit	descriptions
F1	maximum temperature	-10~+50	15	℃	maximum temperature controlling
F2	minimum temperature	-40~+99	-20	℃	minimum temperature controlling
F3	temperature rectification	± 5	0	℃	rectify when there is error com pared with actual temperature
F4	delayed adjustment	0-9	1	Minute	compressor delayed switch time
F5	temperature alarming	0-20	15	℃	alarm when temperature is above certain maximum and minimum value



รูปที่ ง.1 รูปแสดงคู่มือการใช้เครื่องควบคุมอุณหภูมิน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้