

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องกลั่นน้ำทะเลจากพลังงานแสงอาทิตย์
(Solar Seawater Distiller)

นางสาวมนมนตร์ ทิมา รหัสนักศึกษา 47040879
นางสาววรรณช บุญกลิ่น รหัสนักศึกษา 47040885

รฟ.
ม157ค
2550

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 85438
วัน,เดือน,ปี... 1 1 พ.ย. 2551

12009866
.b.....
.i.....

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

เครื่องกลั่นน้ำทะเลจากพลังงานแสงอาทิตย์
(Solar Seawater Distiller)

โดย

นางสาวมนมนตร์	ทิมา	รหัสนักศึกษา	47040879
นางสาวรณช	บุญกลิน	รหัสนักศึกษา	47040885

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

.....
(ดร.ประมวล ศรีกาหลง)

.....
๓๑ / ๖ / ๕๑

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มนมนตร์ ทิมา และวรนุช บุญกลิ่น 2550-2551 : เครื่องกลั่นน้ำทะเลจากพลังงานแสงอาทิตย์
(Solar Seawater Distiller) ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.ประมวล ศรีกาหลง

บทคัดย่อ

ปัจจุบันทั่วโลกกำลังพยายามหาพลังงานทดแทน ซึ่งทางเลือกหนึ่งของการใช้พลังงาน
ทดแทนก็คือการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งเป็นพลังงานที่สะอาด และที่สำคัญที่สุดก็คือ พลังงาน
แสงอาทิตย์เป็นพลังงานที่มีอยู่โดยทั่วไป

การกลั่นน้ำด้วยเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์เป็นวิธีหนึ่งที่ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่ง
แวดล้อม และสามารถกลั่นน้ำจากน้ำทะเลให้มีความบริสุทธิ์มากขึ้น

ดังนั้นปัญหาพิเศษนี้จึงได้ประดิษฐ์อุปกรณ์กลั่นน้ำทะเลให้บริสุทธิ์จากการศึกษาพบว่า
ช่วงเวลาที่ให้ปริมาณน้ำกลั่นมากที่สุดในการกลั่นน้ำทะเลที่ทั้งสองสภาพอากาศให้ผลการ
ทดลองในลักษณะเดียวกัน นั่นคือช่วงเวลา 12:00 - 14:00 น.

การทดลองที่สภาพอากาศต่างๆ ได้แก่ วันที่มีแดดจัด อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดวัน 35-40°C และ
วันที่แดดอ่อน อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดวัน 28-35 °C พบว่า ในวันที่มีแดดจัดปริมาณน้ำกลั่นที่ได้จาก
การทดลองจะมีปริมาณที่มากกว่าวันที่มีแดดอ่อน และเมื่อนำไปคำนวณทางสถิติพบว่ามีความ
แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ($P < 0.05$)

ค่าการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นในเครื่องกลั่นน้ำด้วยการพาความร้อนมีค่าสูงสุดใน
ช่วงเวลา 12.00-14.00 น. และเมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติในแต่ละช่วงเวลา พบว่าทั้งสองสภาพ
อากาศโดยรวมแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ($P < 0.05$)

มนมนตร์ ทิมา

วรนุช บุญกลิ่น

วรนุช บุญกลิ่น

วรนุช บุญกลิ่น

ดร.ประมวล

ดร.ประมวล ศรีกาหลง

อาจารย์ที่ปรึกษา

21 / 5.01 / 51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ดร.ประมวล ศรีกาหลง อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษที่ได้สละเวลาให้ความรู้คำปรึกษา และแนะนำวิธีการแก้ปัญหาในทุกขั้นตอน รวมทั้งการตรวจสอบแก้ไขรายงานปัญหาพิเศษเล่มนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ คุณณรงค์ คำนวณวิเศษกาญจน ที่ช่วยออกแบบอุปกรณ์มาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณคุณแม่ทั้งสองครอบครัวที่คอยให้กำลังใจ ให้คำปรึกษา ตลอดจนการแก้ปัญหาจนกระทั่งอุปกรณ์เสร็จสมบูรณ์ รวมทั้งสนับสนุนค่าใช้จ่ายต่างๆในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

ขอขอบคุณ เจ้าของร้านค้คอะคริลิก ร้านขายพลาสติก และร้านอุปกรณ์ท่อน้ำที่คอยเป็นห่วงเป็นใยในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

ขอขอบคุณเพื่อนๆทุกคนที่คอยให้กำลังใจและแนวคิดในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	ง
สารบัญรูปภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการพื้นฐาน	3
2.1 พลังงานแสงอาทิตย์	3
2.2 การนำพลังงานจากดวงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน	4
2.3 ทฤษฎีการกลั่นน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์	6
2.4 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
บทที่ 3 อุปกรณ์การทดลองและวิธีการทดลอง	11
3.1 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	11
3.2 วิธีการดำเนินการทดลอง	12
บทที่ 4 ผลการทดลองและการวิเคราะห์	16
4.1 การศึกษาค่า pH น้ำกลั่นที่ได้จากการทดลอง	16
4.2 การศึกษาช่วงเวลาในการทดลองต่อปริมาณน้ำที่ได้	17
4.3 ศึกษาค่าการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นในอุปกรณ์กลั่นน้ำด้วยการพาความร้อนโดยทางธรรมชาติ	19
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	21
5.1 สรุปผลการทดลอง	21
5.2 ข้อเสนอแนะ	21
เอกสารอ้างอิง	22
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก	24
ภาคผนวก ข	26
ภาคผนวก ค	30

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 4.1 ผลการวัด pH น้ำกลั่นที่ได้จากการทดลอง	16
ตารางที่ 4.2 อุณหภูมิและปริมาณน้ำที่กลั่นได้ในวันที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดวัน 28-35 °C	17
ตารางที่ 4.3 อุณหภูมิและปริมาณน้ำที่กลั่นได้ในวันที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดวัน 28-35 °C	17
ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติเปรียบเทียบปริมาณน้ำที่ได้ในแต่ละช่วงเวลา ที่สภาพอากาศต่างๆ	18
ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติเปรียบเทียบค่าการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้น ในอุปกรณ์กลั่นน้ำด้วยการพาความร้อนแบบธรรมชาติที่ได้ในแต่ละ ช่วงเวลาที่มีสภาพอากาศต่างๆ	19
ภาคผนวกตารางบันทึกอุณหภูมิ	24
ภาคผนวกตารางบันทึกผลการทดลอง	25
ตารางภาคผนวก ข 1 การวิเคราะห์ทางสถิติในแต่ละช่วงเวลาที่มีสภาพอากาศมีแดดจัด	26
ตารางภาคผนวก ข 2 การวิเคราะห์ทางสถิติในแต่ละช่วงเวลาที่มีสภาพอากาศมีแดดอ่อน	26
ตารางภาคผนวก ข 3 การเปรียบเทียบทางสถิติของปริมาณน้ำกลั่นที่ได้ในช่วงเวลา 08.00-10.00น. ระหว่างสภาพอากาศต่างๆ	27
ตารางภาคผนวก ข 4 การเปรียบเทียบทางสถิติของปริมาณน้ำกลั่นที่ได้ในช่วงเวลา 10.00-12.00น. ระหว่างสภาพอากาศต่างๆ	27
ตารางภาคผนวก ข 5 การเปรียบเทียบทางสถิติของปริมาณน้ำกลั่นที่ได้ในช่วงเวลา 12.00-14.00น. ระหว่างสภาพอากาศต่างๆ	28
ตารางภาคผนวก ข 6 การเปรียบเทียบทางสถิติของปริมาณน้ำกลั่นที่ได้ในช่วงเวลา 14.00-16.00น. ระหว่างสภาพอากาศต่างๆ	28
ตารางภาคผนวก ข 7 การเปรียบเทียบทางสถิติของค่าการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้น ในอุปกรณ์กลั่นน้ำด้วยการพาความร้อนแบบธรรมชาติในช่วงเวลา 08.00-10.00 น. ที่สภาพอากาศต่างๆ	28
ตารางภาคผนวก ข 8 การเปรียบเทียบทางสถิติของค่าการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นใน อุปกรณ์กลั่นน้ำด้วยการพาความร้อนแบบธรรมชาติในช่วงเวลา 10.00-12.00 น. ที่สภาพอากาศต่างๆ	29

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางภาคผนวก ข 9 การเปรียบเทียบทางสถิติของค่าการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นใน อุปกรณ์กลั่นน้ำด้วยการพาความร้อนแบบธรรมชาติในช่วงเวลา 12.00-14.00 น. ที่สภาพอากาศต่างๆ	29
ตารางภาคผนวก ข 10 การเปรียบเทียบทางสถิติของค่าการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นใน อุปกรณ์กลั่นน้ำด้วยการพาความร้อนแบบธรรมชาติในช่วงเวลา 14.00-16.00 น. ที่สภาพอากาศต่างๆ	29



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
ภาพที่ 3.1 ส่วนพื้นภาชนะ	12
ภาพที่ 3.2 ส่วนตัวภาชนะ	13
ภาพที่ 3.3 การเขียนส่วนตัวภาชนะ	13
ภาพที่ 3.4 ส่วนฝาครอบ	14
ภาพที่ 3.5 ส่วนรางรับน้ำ	14
ภาพที่ 3.6 ส่วนโครง	15
ภาพที่ 3.7 ชุดอุปกรณ์กลั่นน้ำ	15
ภาพที่ 4.1 แนวโน้มของปริมาณน้ำที่ได้ในสภาพอากาศต่างๆ	18
ภาพที่ 4.2 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้น ในอุปกรณ์กลั่นน้ำด้วยการพาความร้อนแบบธรรมชาติในแต่ละ ช่วงเวลาที่มีสภาพอากาศต่างๆ	20

บทที่ 1

บทนำ

พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานที่สะอาดไม่มีอันตรายในตัวมัน ไม่เป็นอันตรายต่อสภาวะแวดล้อม ไม่ทำให้สภาวะแวดล้อมเป็นพิษ และที่สำคัญที่สุดก็คือ พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานที่มีอยู่โดยทั่วๆ ไปที่เราไม่ต้องไปซื้อไปหาดังเช่นพลังงานชนิดอื่นๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศที่อยู่ในเขตร้อนดังเช่น ประเทศไทยที่อยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตร ก็เสมือนกับมีแหล่งพลังงานมหาศาลที่ได้มาเปล่าๆ โดยไม่ต้องซื้อ โดยทั่วไปการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นประโยชน์อาจแบ่งเป็น 2 ลักษณะสำคัญคือ (1) การใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในรูปของความร้อน (2) การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์พลังงานแสงอาทิตย์มีเป็นปริมาณมหาศาลไม่รู้จักหมดสิ้น ครอบคลุมทั่วทั้งดวงอาทิตย์ยังฉายแสงอยู่ซึ่งคาดกันว่า ก็อย่างน้อยอีกประมาณหนึ่งพันล้านปีทีเดียว

โลกเราถึงแม้จะอยู่ห่างจากดวงอาทิตย์เป็นระยะทางถึงประมาณ 93 ล้านไมล์ และดูเหมือนกับจะได้รับพลังงานแสงอาทิตย์เป็นปริมาณเพียงเล็กน้อยเท่านั้น โดยความเป็นจริงในแง่ของความต้องการใช้พลังงานของมนุษย์โลกแล้ว โลกเราก็ได้รับพลังงานแสงอาทิตย์เป็นปริมาณมหาศาลอยู่ทุกขณะ แต่ในขณะนี้เป็นที่น่าเสียดายว่า โลกเราใช้พลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นประโยชน์ได้จริงๆ เพียงน้อยนิด คือประมาณ 1% เท่านั้น อีกประมาณ 99% นั้นสูญหายไปเปล่าอย่างน่าเสียดาย

นอกจากนี้การท่องเที่ยวทางทะเลไปยังเกาะต่างๆ ที่ระบบสาธารณูปโภคยังไม่ดีพอ การหาน้ำจืดเพื่อใช้ประโยชน์จึงเป็นเรื่องยาก หากมีการขนส่งน้ำจืดจากฝั่งไปใช้ก็จะเกิดการสูญเสียค่าใช้จ่ายในด้านต่างๆ อย่างมาก

การกลั่นน้ำด้วยเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์เป็นวิธีหนึ่งที่ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม และสามารถกลั่นน้ำจากน้ำทะเลให้มีความบริสุทธิ์มากขึ้น โดยเสียค่าใช้จ่ายไม่มากนัก อีกทั้งยังลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเมื่อเปรียบเทียบกับการกลั่นน้ำด้วยการใช้พลังงานในรูปแบบอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นปัญหาพิเศษนี้จึงสนใจที่จะประดิษฐ์อุปกรณ์กั้นน้ำทะเลให้บริสุทธิ์โดยจัดทำเป็นขนาดพกพาสำหรับนักเดินทางเพื่อความสะดวกและยังเป็นการนำพลังงานธรรมชาติมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

วัตถุประสงค์

1. เพื่อใช้เป็นอุปกรณ์สำหรับกั้นน้ำให้บริสุทธิ์
2. เพื่อเป็นอุปกรณ์สำหรับพกพาในการเดินทางได้
3. เป็นการนำพลังงานแสงอาทิตย์ให้เกิดประโยชน์

ขอบเขตของปัญหาพิเศษ

1. เพื่อประดิษฐ์อุปกรณ์กั้นน้ำทะเลจากพลังงานแสงอาทิตย์
2. ศึกษาช่วงเวลาในการทดลองต่อปริมาณน้ำที่ได้
3. ศึกษาปริมาณน้ำที่ได้เทียบกับการคำนวณทางทฤษฎี
4. ศึกษาผลของสภาพอากาศต่อปริมาณน้ำที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการพื้นฐาน

2.1 พลังงานแสงอาทิตย์

ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดพลังงานทั้งทางตรงและทางอ้อม พลังงานที่ดวงอาทิตย์ให้กับโลกทางตรงคือ แสงสว่างซึ่งมีผลทำให้เกิดความร้อน สร้างความอบอุ่นให้กับโลก พลังงานทางอ้อมคือดวงอาทิตย์ทำให้สิ่งมีชีวิตดำรงชีพอยู่ได้โดยเฉพาะอย่างยิ่งพืชเจริญเติบโตโดยอาศัยการสังเคราะห์แสงจากแสงอาทิตย์ และมนุษย์ได้อาศัยพลังงานจากต้นไม้ที่สำคัญ ๆ คือ ฟืน ถ่าน และเมื่อพืชและสัตว์ตายทับถมกันเป็นเวลานาน ๆ จะกลายเป็นถ่านหิน น้ำมันปิโตรเลียม รวมทั้งการนำหลักการย่อยสลายของพืชมาทำเป็นก๊าซชีวภาพ

2.1.1 ดวงอาทิตย์ให้พลังงานแสงสว่างแก่โลกโดยการแผ่รังสี

เมื่อวัตถุต่าง ๆ บนผิวโลกได้รับแสงจากดวงอาทิตย์ จะมีอุณหภูมิสูงขึ้นและกระจายความร้อนออกมา ซึ่งอยู่ในรูปของรังสีอินฟราเรด เราจึงรู้สึกร้อน ขณะที่แสงอาทิตย์เดินทางมาถึงเรา ส่วนหนึ่งของแสงอาทิตย์จะเดินทางผ่านบรรยากาศที่หุ้มห่อโลกและมาสู่ดิน ทั้งอากาศและน้ำ จะเป็นกับดักพลังงานความร้อน ต่อมา ดินและน้ำจะคายความร้อนให้อากาศ เราจึงรู้สึกร้อน อากาศจึงเป็นที่ดักความร้อนครั้งสุดท้ายของโลก

2.1.2 วัตถุต่าง ๆ บนผิวโลกจะมีคุณสมบัติในการรับความร้อนและคายความร้อนไม่เท่ากัน

ขึ้นอยู่กับระยะใกล้ ไกลจากดวงอาทิตย์ คือที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ ได้แก่เขตหนาว เขตร้อน เขตอบอุ่นระยะเวลา คือ เวลากลางวัน กลางคืน เนื้อของวัตถุ เช่น ดิน หิน น้ำ ฯลฯ จะรับความร้อนและคายความร้อน ไม่เท่ากันทำให้เกิดลมบก ลมทะเล เป็นต้น นอกจากนั้น สีของวัตถุจะมีคุณสมบัติในการรับและคายความร้อนต่างกันอีกด้วย

2.1.3 มนุษย์สามารถประดิษฐ์อุปกรณ์ที่สามารถรวมพลังงานและให้มีความร้อน

แสงจากดวงอาทิตย์จะเดินทางเป็นเส้นตรง เมื่อเดินทางผ่านตัวกลางบางชนิดจะรวมมากขึ้น และเรายังสามารถนำพลังงานไปใช้ประโยชน์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar cell) หรือเซลล์สุริยะ

เซลล์แสงอาทิตย์หรือเซลล์สุริยะ ทำด้วยสารประเภทกึ่งตัวนำพวกซิลิคอน เยอรมันเนียม หรือสารอื่น เมื่อแสงอาทิตย์กระทบสารกึ่งตัวนำเหล่านี้ อิเล็กตรอนในแผ่นซิลิคอนมีพลังงานเพิ่มขึ้น จนสามารถหลุดเป็นอิเล็กตรอนอิสระได้และเมื่ออิเล็กตรอนอิสระเคลื่อนไป ตามวงจรไฟฟ้าเกิดกระแสไฟฟ้านำไปใช้งานได้

2.2 การนำพลังงานจากดวงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

มนุษย์รู้จักนำพลังงานจากดวงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์โดยตรงมาตั้งแต่สมัยโบราณคือใช้ในการตากผ้า ตากผลผลิตทางการเกษตรและอุตสาหกรรมทำนาเกลือ เป็นต้น

ในสมัยปัจจุบันได้นำความรู้เกี่ยวกับพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์โดยใช้เทคโนโลยีและออกแบบเครื่องมือในการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์ให้ได้มากที่สุด สำหรับประเทศไทยมีพื้นที่ประมาณ 500,000 ตารางกิโลเมตร ตั้งอยู่ในเขตใกล้เส้นศูนย์สูตร หรืออยู่ในแถบร้อนมีค่าพลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ยค่อนข้างสูงประมาณวันละ 4.7 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อตารางเมตร หากสามารถใช้พลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกลงบนประเทศไทยเพียงร้อยละ 1 ของพื้นที่ทั้งหมดต่อปีจะได้พลังงานเทียบเท่าน้ำมันดิบประมาณ 700 ล้านตัน การค้นคว้าเพื่อนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้แทนพลังงานเชื้อเพลิงอื่นซึ่งเป็นพลังงานที่หมดไปจากโลกได้จึงมีความจำเป็นต้องวิจัยและพัฒนาเพื่อให้สามารถนำมาใช้งานได้ต่อไป การนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ โดยการประดิษฐ์เครื่องมือต่าง ๆ เช่น การกลั่นน้ำด้วยแสงอาทิตย์ การอบแห้งด้วยแสงอาทิตย์ และการแปรรูปพลังงานแสงอาทิตย์มาเป็นพลังงานไฟฟ้าโดยตรงหรือที่เรียกว่า โซลาร์เซลล์

2.2.1 การกลั่นน้ำด้วยแสงอาทิตย์

ทำงานโดยให้น้ำรับความร้อนจากแสงอาทิตย์ในภาคน้ำ จะใช้วัสดุสีดำ เช่น ขี้เถ้า แกลบ หรือทาสีดำ เพื่อเพิ่มการดูดกลืนพลังงานความร้อน จะทำให้ การระเหยน้ำในภาคน้ำจะระเหยได้เร็วมากเมื่อน้ำกลายเป็นไอระเหยเกาะแผ่นกระจกใสแล้วเกาะเป็นหยดน้ำ เมื่อปริมาณมากเข้า จะไหลลงไปในที่รองรับปกติระบบกลั่นน้ำนี้จะผลิตน้ำร้อนได้ประมาณ 2-3 ลิตร ต่อตารางเมตรต่อวัน ความเข้มแสงอาทิตย์โดยเฉลี่ยปกติ

ประโยชน์

น้ำกลั่นนี้ใช้นำไปใส่แบตเตอรี่รถยนต์ รถมอเตอร์ไซด์ หรืออื่นๆ ที่ใช้น้ำกลั่นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 การอบแห้งด้วยแสงอาทิตย์

ใช้ระบบเดียวกับการกลั่นน้ำด้วยแสงอาทิตย์ คือมีพื้นทาสีดำ อากาศที่ไหลเข้ามาจะร้อนและลอยตัวผ่านผลิตภัณฑ์ที่นำมาอบให้แห้ง อากาศที่ร้อนจะพาความชื้นจากพืชผลออกไปที่ปล่องด้านบน เมื่ออากาศร้อนไหลออกไปจะเกิดช่องว่าง อากาศภายนอกจะไหลเข้ามาแทนที่วนเวียนเช่นนี้

ประโยชน์

ใช้อบผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร เช่น กล้วยตาก พริก ถั่ว ข้าวโพด และอบไม้ เป็นต้น

2.2.3 เตาแสงอาทิตย์

ใช้หลักการรวมแสงอาทิตย์ด้วยกระจกโค้งรับแสงอาทิตย์จากนั้นจึงปรุงอาหารบนกระจกโค้ง ตรงจุดรวมแสงอาทิตย์

ประโยชน์

ใช้แทนเตาหุงต้ม โซลาร์เซลล์กระแสไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์แต่ละเซลล์มีค่าไม่มากนัก จึงนิยมนำมาใช้กับอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้า ไม่มากนัก เช่น เครื่องคิดเลข นาฬิกาข้อมือ เป็นต้น หากต้องการพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์จำนวนมากต้องนำเซลล์แสงอาทิตย์มาต่อกันเป็นจำนวนมากทีเดียว จึงสามารถนำมาใช้ได้ไฟฟ้านครวเรือน ไฟฟ้าสื่อสาร ใช้สูบน้ำ ฯลฯ เป็นต้น การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ได้นำเซลล์แสงอาทิตย์มาใช้งานหลายแห่งคือ ที่คลองช่องกล้า อำเภอวัฒนานคร จังหวัดปราจีนบุรี นำมาใช้ผลิต กระแสไฟฟ้าในครัวเรือน โดยใช้ร่วมกับ โรงไฟฟ้าพลังงานน้ำ ที่ควนพรหมเทพ จังหวัดภูเก็ต นำมาใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าร่วมกับกังหันลม ที่หมู่บ้านสหกรณ์อำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ ได้นำมาใช้ผลิตกระแส ไฟฟ้าร่วมกับเครื่องยนต์ดีเซลที่สถานีทวนสัญญาณของคร่อง อำเภอศรีสวัสดิ์ จังหวัดกาญจนบุรี ที่สถานีทวนสัญญาณ เขาฟ้าผ่า อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ที่อ่างเก็บน้ำ โรงไฟฟ้า จังหวัดกระบี่ ที่สถานีทวนสัญญาณ บ้านนาแก้ว จังหวัดกระบี่ ได้นำเซลล์ไฟฟ้ามาใช้ในไฟฟ้าสื่อสาร ที่หน้าพระตำหนักเขื่อนภูมิพล จังหวัดตากได้นำมาใช้ใน โคมไฟฟ้า 5 คัน และที่ เขื่อนอุบลรัตน์ จังหวัดขอนแก่น ได้นำมาใช้สาริตการผลิต ไฟฟ้าสำหรับแสงสว่างและปั้มน้ำ

2.3 ทฤษฎีการกลั่นน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

2.3.1 หลักการทำงานของเครื่องกลั่นน้ำโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์

เริ่มจากการแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ที่ส่งผ่านไปยังแผ่นปิดโปร่งแสงที่ทำจากกระจกหรือพลาสติก รังสีดังกล่าวจะถูกดูดด้วยน้ำโดยมีผิวกระจกที่มีสีดำซึ่งมีความสามารถในการดูดความร้อนสูง เมื่อน้ำถูกทำให้ร้อนขึ้น น้ำก็จะระเหยตัวเนื่องจากความดันไอที่เพิ่มขึ้น และไอน้ำก็จะระเหยตัวขึ้นไปยังแผ่นปิดด้านบนโดยการพาความร้อน ซึ่งไอน้ำจะถูกกลั่นตัวบริเวณด้านล่างของแผ่นปิด ดังนั้นแผ่นปิดจึงต้องมีความลาดเอียงอย่างเหมาะสมที่จะทำให้น้ำกลั่นไหลไปยังรางน้ำ โดยปราศจากการหยดของน้ำกลับลงไปยังแหล่งน้ำ และสามารถช่วยลดความต้านทานการนำความร้อน รางน้ำจะต้องมีความลาดเอียงอย่างเหมาะสมไปตามความยาวของเครื่องกลั่น เพื่อที่จะให้น้ำที่กลั่นได้ไหลไปยังภาชนะรองรับที่อยู่ส่วนล่างของเครื่องกลั่น

การถ่ายเทความร้อนภายในเครื่องกลั่นน้ำจากน้ำไปสู่ผิวฝาครอบ ซึ่งทำมาจากกระจกหรือพลาสติก รูปแบบของการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นบริเวณนี้จะประกอบด้วย การแผ่รังสีความร้อน (Q_R) การพาความร้อน (Q_{CI}) และการระเหยน้ำ (Q_E) ซึ่งเราสามารถคำนวณหาปริมาณความร้อนที่ถูกถ่ายเทด้วยวิธีการต่างๆ ดังแสดงในสมการ (1) (3) และ (5)

$$Q_{R1} = S_b \cdot F_s \cdot A_w \cdot (T_s^4 - T_c^4) \quad (1)$$

โดย F_s คือค่า Shape Factor สำหรับเครื่องกลั่นน้ำ ถ้าที่ผิวกระจกมีฟิล์มของสารที่ควบแน่นปกคลุมอยู่ซึ่งสามารถคำนวณได้จาก

$$\frac{1}{F_s} = \frac{1}{\epsilon_s} + \frac{A_w}{A_g} \left[\frac{1}{\epsilon_s} - 1 \right] \quad (2)$$

ในกรณี ที่เครื่องกลั่นน้ำมี กระจกเอียงมุมไม่มากนักและค่า ϵ_s เข้าใกล้ 1 อาจกำหนดให้ค่า F_s มีค่าประมาณเท่ากับ ϵ_s โดยทั่วไปแล้วมักจะใช้ค่า F_s เท่ากับ 0.9

การพาความร้อนที่เกิดขึ้นภายในเครื่องกลั่นน้ำเป็นแบบธรรมชาติสามารถคำนวณได้จาก Newton's Law of Cooling ดังแสดงในสมการที่ (3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$Q_{ct} = h \cdot A_w \cdot (T_s - T_g) \quad (3)$$

เนื่องจากรูปแบบของการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นในเครื่องกลั่นไอน้ำ เป็นการพาความร้อนแบบธรรมชาติจึงสามารถคำนวณค่า h ได้จาก Nusselt Number (Nu) ตามสมการที่ (4)

$$Nu = C \cdot (Gr \cdot Pr)^n \quad (4)$$

โดยที่ Gr คือ Grashof Number ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 3×10^5 ถึง 10^7 เมื่อแทนค่า h ได้จาก Nusselt Number (Nu) ลงไปในสมการที่ (3) จะได้สมการสำหรับการคำนวณหาการพาความร้อน

$$Q_{ct} = 0.075 k \cdot A_w \cdot (T_s - T_g) \cdot (Gr^n \cdot Pr/x^3)^{1/3} \quad (5)$$

การระเหยของน้ำจะทำให้เกิดการการถ่ายเทความร้อนในรูปของความร้อนแฝงซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (6)

$$Q_R = 0.075(H_{fg} \cdot \rho \cdot \psi) \cdot A_w \cdot (M_g - M_g^s)(Gr \cdot So)^{1/3} / x \quad (6)$$

พลังงานความร้อนมีการสูญเสียความร้อนจากเครื่องกลั่นน้ำในรูปแบบต่างๆ ได้แก่ การนำความร้อนผ่านฉนวนหุ้มที่ผิวด้านข้างและด้านล่าง (Q_L) การพาความร้อนที่ผิวระจกสู่บรรยากาศ (Q_{co}) และการแผ่รังสีความร้อนที่ผิวระจกสู่บรรยากาศ (Q_{ro}) ซึ่งหาได้จากสมการ (7) (8) และ (10) ตามลำดับ

$$Q_L = K \cdot A \cdot (T_s - T_g) / x_i \quad (7)$$

$$Q_{co} = h_{co} \cdot A_p \cdot (T_g - T_a) \quad (8)$$

โดยที่ h_{co} คือค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนที่ผิวของฝาครอบบริเวณด้านนอก, $kW/m^2/K$ ซึ่งสามารถคำนวณค่า h_{co} ได้จากสมการความสัมพันธ์ที่ (9)

$$h_{co} = (8 + 2.8V) \times 10^{-3} \quad (9)$$

โดยที่ความเร็วลมที่พัดผ่านบริเวณเครื่องกลั่นน้ำ (V) มีค่าน้อยกว่า 5.0 m/s

$$Q_{RO} = S_b \cdot \epsilon_g \cdot A_g \cdot (T_g^4 - T_{sky}^4) \quad (10)$$

เมื่อค่าการปล่อยรังสีของผิวผาครอบไปสู่บรรยากาศ (ϵ_g) มีค่าประมาณ 0.94 และอุณหภูมิของท้องฟ้า (T_{sky}) มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิของอากาศรอบข้างเครื่องกลั่นน้ำกับความชื้นสัมพัทธ์ ซึ่งคำนวณได้จากสมการที่ (11)

$$T_{sky} = T_s \cdot [0.55 + 5.67 \times 10^{-3} (P_s \cdot \phi / 100)^{0.5, 0.25}] \quad (11)$$

อัตราการกลั่นและประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่องกลั่นน้ำ สามารถประเมินได้จากอัตราการกลั่นและประสิทธิภาพเชิงความร้อนดังสมการที่ (12) และ (13) ตามลำดับ

$$E_{VAP} = \frac{Q_E}{H_{lg}} \quad (12)$$

$$Eff_Q = \frac{Q_E}{Q_T} \quad (13)$$

การสมดุลพลังงานในเครื่องกลั่นน้ำ พลังงานแสงอาทิตย์ จะทำได้ในปริมาณควบคุมต่างๆ เพื่อหาพลังงานความร้อนจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ซึ่งถูกดูดกลืนเข้าไปในผาครอบ ($Q_{s,AG}$) และหาพลังงานความร้อนจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ที่ทะลุผ่านผาครอบและถูกดูดกลืนโดยน้ำ ($Q_{s,AW}$) โดยตั้งอยู่บนสมมติฐานที่ว่าอุณหภูมิที่พื้นผิวผาครอบจะเท่ากันตลอดทั้งผิว และไม่มีการรั่วของไอน้ำในเครื่องกลั่นสมดุลพลังงานที่ผาครอบและที่น้ำในเครื่องกลั่น แสดงได้ดังสมการที่ (14) และ (15) ตามลำดับ

$$(Q_{RO} + Q_{CO}) + C_v \frac{dT_v}{dt} = (Q_{RI} + Q_{CI} + Q_E) + Q_{s,AG} \quad (14)$$

$$(Q_{RO} + Q_{CI} + Q_E) + Q_L + C_s \frac{dT_s}{dt} = Q_{s,AW} \quad (15)$$

2.4 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.4.1 เตาพลังงานแสงอาทิตย์รังสี-2

พรเทพ และ ธนศ (2545) ได้ทำการสร้างเตาพลังงานแสงอาทิตย์รังสี-2 ที่สามารถโดยมีคุณสมบัติด้านต่างๆดังต่อไปนี้คือ ให้สามารถถอดประกอบได้โดยใช้เวลาไม่นานและไม่ยุ่งยาก สะดวกต่อการขนย้าย น้ำหนักเบา สามารถสร้างได้ง่าย โดยโครงสร้างของเตาพลังงานแสงอาทิตย์ประกอบด้วยอะลูมิเนียม สเตนเลส แผ่นสะท้อนรังสีอาทิตย์ทำด้วยอะลูมิเนียมเคลือบเงาและมีเหล็กในส่วนของฐานเตา โดยเส้นผ่าศูนย์กลางของเตาพลังงานแสงอาทิตย์มีขนาด 100 เซนติเมตร น้ำหนักของเตาพลังงานแสงอาทิตย์ไม่รวมฐาน 5 กิโลกรัม

ในการทดลองหาอุณหภูมิ พบว่าอุณหภูมิที่จุดไฟกักอยู่ในช่วง 303 องศาเซลเซียส ในเวลาประมาณ 13.00 นาฬิกา ส่วนการทดลองประกอบอาหาร พบว่าเตาพลังงานแสงอาทิตย์สามารถหุงข้าว 0.5 กิโลกรัมสุกในเวลาไม่เกิน 45 นาที ด้านการประกอบอาหารอื่นๆ ก็สามารถทำได้เช่นการต้มซุปล การตุ๋น

2.4.2 การสร้างมิวสะท้อนแสงสำหรับเตาสุริยะอุณหภูมิสูง

ศักดิ์รินทร์ (2544) ได้สร้างเตาสุริยะอุณหภูมิสูงที่มีระบบรวมแสงเป็นผิวโค้งพาราโบลาแบบนอกแกน ความยาวโฟกัส 280 เซนติเมตร โดยใช้กระจกเงาราบทรงหกเหลี่ยมด้านเท่า ยาวด้านละ 13.8 เซนติเมตรเป็นตัวสะท้อนแสง ในการติดกระจกบนผิวโค้งเพื่อสะท้อนแสงไปยังจุดโฟกัส จะใช้แสงจากฮีเลียมนีออนเลเซอร์ เป็นคั่นกำเนิด กระจกแต่ละแผ่นสามารถเคลื่อนที่ได้รอบทิศทาง โดยใช้ลูกปืนติดไว้ที่ด้านหลัง และวางบนแหวนโลหะทำให้ปรับมุมสะท้อนได้ การยึดติดวัสดุต่างๆ กับผิวโค้งได้ใช้กาวเฉพาะ ที่สามารถทนต่อแสงแดด, ความร้อน และความชื้น อุณหภูมิทำงานของเตาที่คาดหวังอยู่ในช่วง 600-650 °C

2.4.3 เตาหุงต้มพลังงานแสงอาทิตย์

จงจิตร (2548) ได้ประดิษฐ์เตาหุงต้มพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งเป็นเตาหุงต้มที่ติดตั้งกับห้องครัว โดยหันไปในแนวเหนือใต้ เพื่อรับแสงอาทิตย์ ได้ตลอดทั้งวัน มีลักษณะโครงสร้างเป็นเตาหุงต้มที่มีการหุ้ม ฉนวนป้องกันความร้อน สามารถหุงต้มอาหาร ผัด ทอด และอุ่นอาหารได้ โดยการใช้ความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ ในการให้ความร้อนกับภาชนะหุงต้ม สามารถควบคุมอุณหภูมิ และอัตราการไหลของสารทำงานเพื่อลดอุณหภูมิในการหุงต้มอาหารได้

โดยการลดและเพิ่มพื้นที่ ท่อของสารทำงานด้วย การปรับวาล์วควบคุม โดยโครงสร้างของเตานี้ ประกอบไปด้วย 1. แผงรับรังสี แบบแผ่นเรียบ (Solar flat plat collector) 2. แผงสะท้อนรังสี อาทิกย์ (Reflector) 3. ภาชนะหุงต้มอาหาร 4. ถังสะสมความร้อน

2.4.4 การออกแบบและทดสอบการใช้งานเครื่องกลั่นน้ำโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์

โชคพินิจ และคณะ (2548) ได้นำเอาพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในกระบวนการกลั่นน้ำที่มีขนาด 5 ลูกบาศก์เมตรต่อตารางเมตรต่อวัน โดยที่พลังงานแสงอาทิตย์จะเป็นตัวให้ความร้อนแก่ระบบบนพื้นฐานหลักการของปรากฏการณ์เรือนกระจก ตัวแปรที่ทำการศึกษาในขั้นแรกนี้คือ ชนิดของตัวดูดความร้อนที่แตกต่างกันที่จะนำมาใช้ในเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งจะเป็นพวหาได้ง่ายภายในท้องถิ่น ได้แก่ ผงถ่านคาร์บอน จีไฉ้แกลบ แผ่นสังกะสีทาสีดำด้าน และแผ่นอะคริลิกทาสีดำด้าน โดยมีการทำสมดุลการถ่ายเทความร้อนมาคำนวณเทียบกับผลการทดลอง ผลการทดสอบพบว่า ในแง่ของอัตราการกลั่นน้ำและความบริสุทธิ์ของน้ำกลั่นที่ได้ ชนิดของตัวดูดความร้อนที่ดีที่สุดคือ ผงถ่านคาร์บอน โดยจะมีประสิทธิภาพเชิงความร้อนมากที่สุด รองลงมาก็คือ แผ่นสังกะสีทาสีดำด้าน แผ่นอะคริลิกทาสีดำด้าน และจีไฉ้แกลบ ตามลำดับ

2.4.5 Desalination of brackish water by means of a parabolic solar concentrator

Adel Zrelli et. al. (2005) ได้ทำการประดิษฐ์เครื่องกลั่นน้ำจากพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อใช้ในการกลั่นน้ำกร่อย โดยทำการศึกษ้อัตราการระเหยต่อความเข้มแสง ซึ่งนำผลการทดลองที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่าที่ได้ตามทฤษฎี แต่พบว่ามีความผิดพลาดถึง 42% จึงต้องมีการปรับปรุง

บทที่ 3

อุปกรณ์การทดลองและวิธีการทดลอง

ปัญหาพิเศษนี้แบ่งการดำเนินการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนแรกเป็นการสร้างอุปกรณ์ในการกลั่นน้ำทะเล ซึ่งอุปกรณ์ดังกล่าวนี้นำไปใช้ในส่วนของที่ 2 คือ การทดลองการกลั่นน้ำทะเลในช่วงเวลาต่างๆ ตลอดจนสภาพแวดล้อมในการทดลอง

3.1 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.1.1 อุปกรณ์สำหรับประกอบเป็นอุปกรณ์กลั่นน้ำทะเลจากพลังงานแสงอาทิตย์

- พลาสติกใส
- พลาสติกสีดำ
- ท่อ PVC ขนาด 4 นิ้ว
- ข้อต่อ 3 ทาง
- ข้อต่อ 3 ทางฉาก
- ข้อต่อ 2 ทาง

3.1.2 สารเคมี

- สารละลาย NaCl เข้มข้น 5%

3.3.3 อุปกรณ์ในการทดลอง

- Thermometer 100 °C
- Salometer
- beaker 500 ml
- pH meter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 วิธีการดำเนินการทดลอง

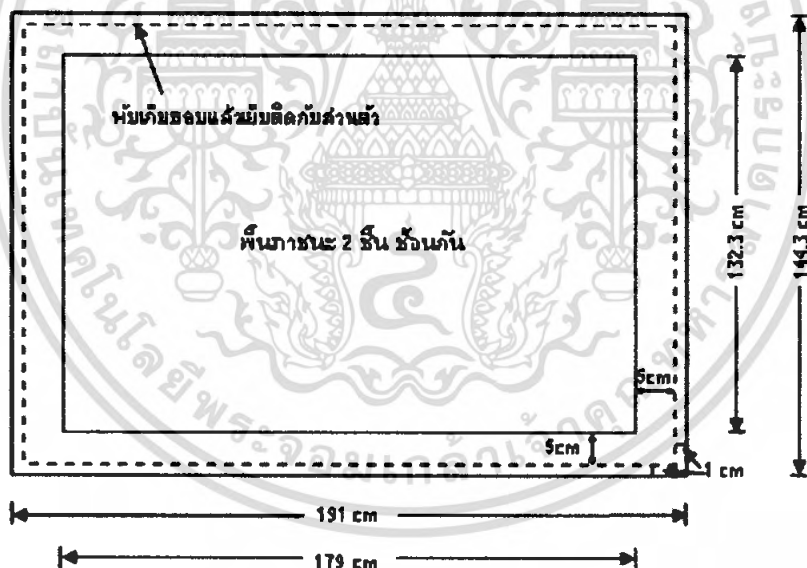
3.2.1 การทดลองขั้นต้น

3.2.1.1 การออกแบบอุปกรณ์

- อุปกรณ์กักน้ำเป็นลักษณะทรงสี่เหลี่ยม ขนาด 132.3x179x48 cm
- พื้นที่รับแสง 2.37m²
- มุมฝาครอบเอียง 14 องศา

3.2.1.2 การเตรียมส่วนประกอบ

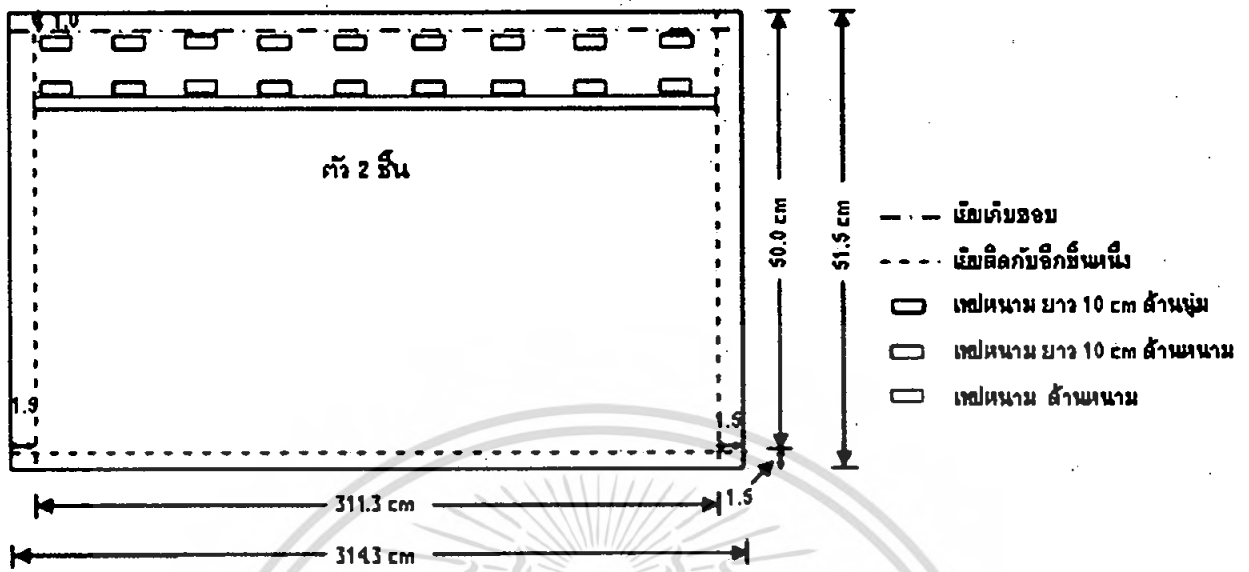
- ส่วนตัวภาชนะ
 1. ตัดพลาสติกสีดำให้มีขนาด 144.3x191 เซนติเมตร ใช้สำหรับเป็นพื้นล่าง



ภาพที่ 3.1 ส่วนพื้นภาชนะ

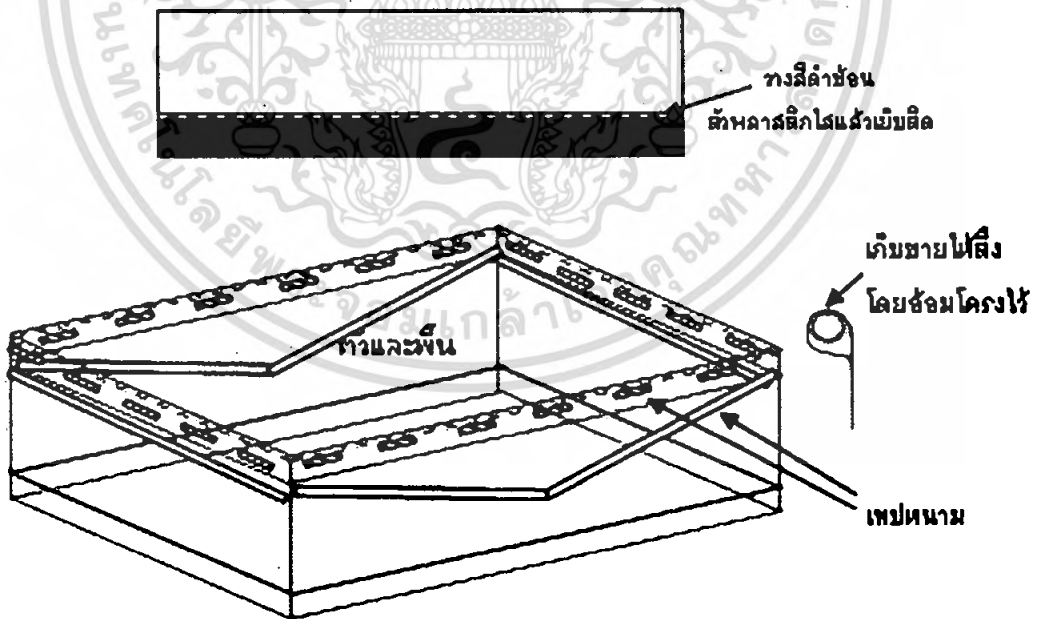
2. ตัดพลาสติกใสให้มีขนาด 51.5 x 314.3 เซนติเมตร สำหรับเป็นด้านข้าง 2 ชั้น เย็บเทปหนามที่ปลายด้านบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.2 ส่วนตัวภาชนะ

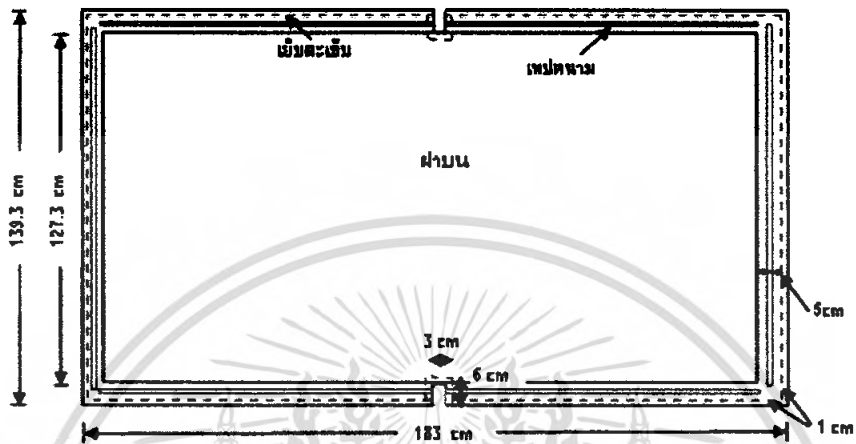
3. เย็บทั้งสองส่วนให้ติดกัน



ภาพที่ 3.3 การเย็บส่วนตัวภาชนะ

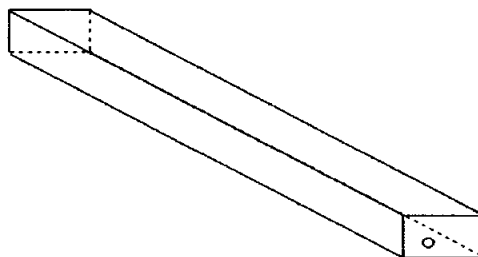
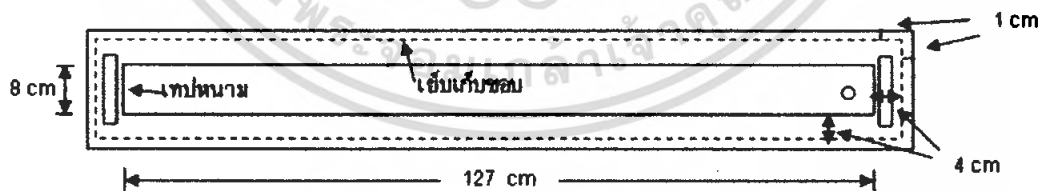
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ส่วนฝาครอบ
 1. ตัดพลาสติกใสขนาด 139.3x183 เซนติเมตร
 2. เชื่อมเทปหนามที่ปลายด้านทั้งสี่



ภาพที่ 3.4 ส่วนฝาครอบ

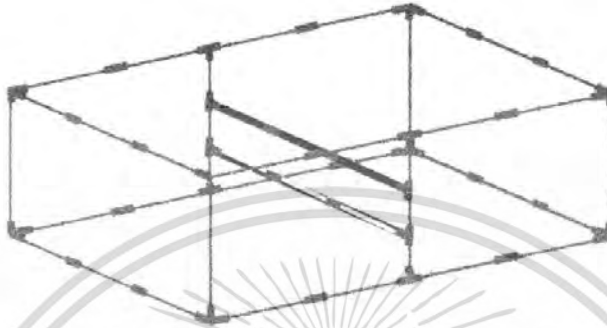
- ส่วนรางรับน้ำ
 1. ตัดพลาสติกใส ขนาด 18x137 เซนติเมตร
 2. เชื่อมมุมทั้งสี่ให้รางมีลักษณะเป็นทรงสี่เหลี่ยม และเชื่อมเทปหนามที่ปลายด้านกว้างสองด้าน
 3. เจาะรูที่พื้นรางด้านหนึ่งให้มีขนาด 0.6 เซนติเมตร



ภาพที่ 3.5 ส่วนรางรับน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ส่วนโครง
 1. นำท่อ PVC ขนาด 0.40 เมตร ต่อให้มีลักษณะ



ภาพที่ 3.6 ส่วนโครง

3.2.1.3 นำส่วนประกอบทั้งหมดมาประกอบขึ้นเป็นอุปกรณ์



ภาพที่ 3.7 ชุดอุปกรณ์กั้นน้ำ

3.2.2 การทดลองขั้นที่ 2

3.2.2.1 ทำการทดลอง โดยใช้น้ำเกลือ ความเข้มข้น 5 % ปริมาตร 20 ลิตร

3.2.2.2 วัดค่าต่างๆ ดังนี้

- อุณหภูมิบรรยากาศ
- อุณหภูมิผิวน้ำ
- อุณหภูมิผิวฝาครอบ
- ปริมาตรน้ำที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารตัวอย่าง โดยค่าต่างๆ วัดทุกๆ 2 ชั่วโมง ตั้งแต่ 8.00-16.00 น. ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลองและการวิเคราะห์

4.1 การศึกษาค่า pH น้ำกลั่นที่ได้จากการทดลอง

จากการทดลองนำน้ำที่กลั่นได้จากอุปกรณ์กลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์มาวัดค่า pH ด้วย pH meter

ตารางที่ 4.1 ผลการวัด pH น้ำกลั่นที่ได้จากการทดลอง

ชนิดของน้ำ	pH
น้ำกลั่นที่ได้จากการทดลอง	6.2
น้ำประปา	7.1
น้ำดื่ม ตรา แคนแสด	6.9
น้ำกลั่นที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ	5.9

จากตารางที่ 4.1 จะพบว่า pH ของน้ำกลั่นที่ได้จากการทดลองมีค่าเท่ากับ 6.2 เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับน้ำประปา น้ำดื่ม และน้ำกลั่นที่ใช้ในการทดลอง มีค่าใกล้เคียงกัน และเมื่อเปรียบเทียบผลการศึกษาคุณภาพทางเคมีเกี่ยวกับความเป็นกรด-เบส (pH) ของน้ำดื่มมีค่าอยู่ในช่วง 5.0-8.5 (โรงเรียนถลาง,2550) ดังนั้นน้ำกลั่นที่ได้จากการทดลองจึงสามารถนำไปบริโภคได้

4.2 การศึกษาช่วงเวลาในการทดลองต่อปริมาณน้ำที่ได้

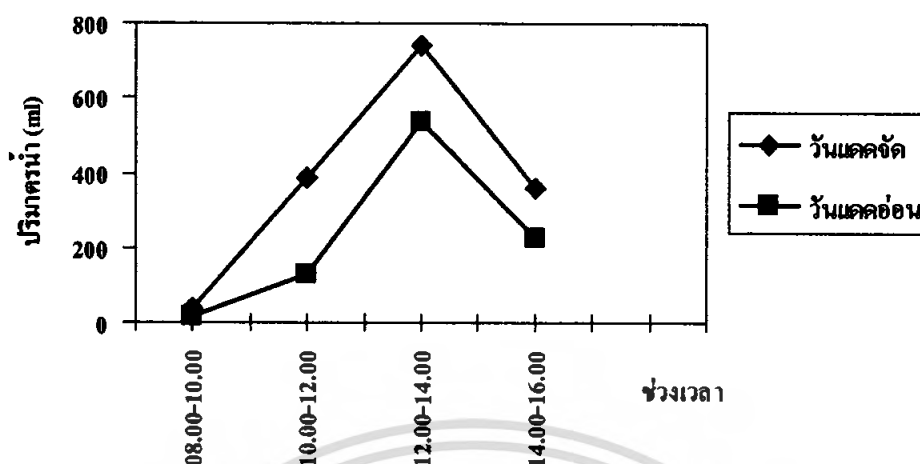
จากการทดลองศึกษาช่วงเวลาในการทดลองต่อปริมาณน้ำที่ได้ ได้ผลแสดงดังตาราง ตารางที่ 4.2 อุณหภูมิและปริมาณน้ำที่กลั่นได้ในวันที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดวัน 28-35 °C

ช่วงเวลา	อุณหภูมิอากาศ T_a (°C)	อุณหภูมิจิวน้ำ T_s (°C)	อุณหภูมิจิวน้ำครีบ T_p (°C)	น้ำที่กลั่นได้ (ml)
8.00-10.00	33	33.3	35.7	37 ^a
10.00-12.00	37.9	39	44.8	388.8 ^b
12.00-14.00	42.5	44	53	738.8 ^c
14.00-16.00	41.4	43.6	52.1	361.3 ^b

ตารางที่ 4.3 อุณหภูมิและปริมาณน้ำที่กลั่นได้ในวันที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดวัน 28-35 °C

ช่วงเวลา	อุณหภูมิอากาศ T_a (°C)	อุณหภูมิจิวน้ำ T_s (°C)	อุณหภูมิจิวน้ำครีบ T_p (°C)	น้ำที่กลั่นได้ (ml)
8.00-10.00	24.8	25	26	16.2 ^a
10.00-12.00	28.7	29.3	33.4	130 ^b
12.00-14.00	31.8	32.4	41	538 ^c
14.00-16.00	30.9	31.4	40.6	223 ^d

จากตารางที่ 4.2 และ 4.3 จะพบว่าอุณหภูมิและปริมาณน้ำกลั่นที่ได้จากการทดลองการกลั่นน้ำโดยใช้อุปกรณ์กลั่นน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ที่สภาพอากาศ วันที่มีแดดจัด อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดวัน 35-40 °C และวันที่แดดอ่อน อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดวัน 28-35 °C ได้แสดงในตารางที่ 4.2 และ 4.3 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า ในวันที่มีแดดจัดปริมาณน้ำกลั่นที่ได้จากการทดลองจะมีปริมาณที่มากกว่าวันที่มีแดดอ่อน และเมื่อนำไปคำนวณทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P < 0.05$) เนื่องจากในวันที่มีแดดจัดจะสามารถทำให้อุณหภูมิของจิวน้ำ มีอุณหภูมิที่สูงมากกว่า ทำให้การระเหยของน้ำเกิดขึ้นได้มากกว่าในวันที่มีแดดอ่อน



ภาพที่ 4.1 แนวโน้มของปริมาณน้ำที่ได้ในสภาพอากาศต่างๆ

จากภาพที่ 4.1 เป็นการแสดงแนวโน้มของปริมาณน้ำที่ได้ในสภาพอากาศต่างๆ พบว่าทั้งสองสภาพอากาศ คือวันที่มีแดดจัด และวันที่มีแดดอ่อน จะมีแนวโน้มของกราฟไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือปริมาณน้ำกลั่นที่ได้จะมีค่าสูงสุดในช่วงเวลา 12.00-14.00 น. และน้อยที่สุดในช่วง 08.00-10.00 น.

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติเปรียบเทียบปริมาณน้ำที่ได้ในแต่ละช่วงเวลาในสภาพอากาศต่างๆ

ช่วงเวลา	สภาพอากาศ	
	แดดจัด (ml)	แดดอ่อน (ml)
8.00-10.00	37 ^a	17.8 ^b
10.00-12.00	288.8 ^a	141.3 ^b
12.00-14.00	738.8 ^a	565 ^b
14.00-16.00	361.3 ^a	226.3 ^a

จากตารางที่ 4.4 จะพบว่าที่สภาพอากาศ วันที่มีแดดจัด อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดวัน 35-40 °C และวันที่มีแดดอ่อน อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดวัน 28-35 °C ในแต่ละช่วงเวลา เมื่อนำมาเปรียบเทียบทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (P<0.05) แสดงให้เห็นว่าเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สภาพอากาศมีผลต่อปริมาณน้ำที่ได้ แต่ในช่วงเวลา 14.00-16.00 น. พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน เนื่องจากอุณหภูมิผิวน้ำภายในอุปกรณ์กลั่นน้ำยังคงอุณหภูมิไว้ ทำให้ปริมาณน้ำที่กลั่นได้ในช่วงนี้ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

4.3 ศึกษาค่าการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นในอุปกรณ์กลั่นน้ำด้วยการพาความร้อนโดยทางธรรมชาติ

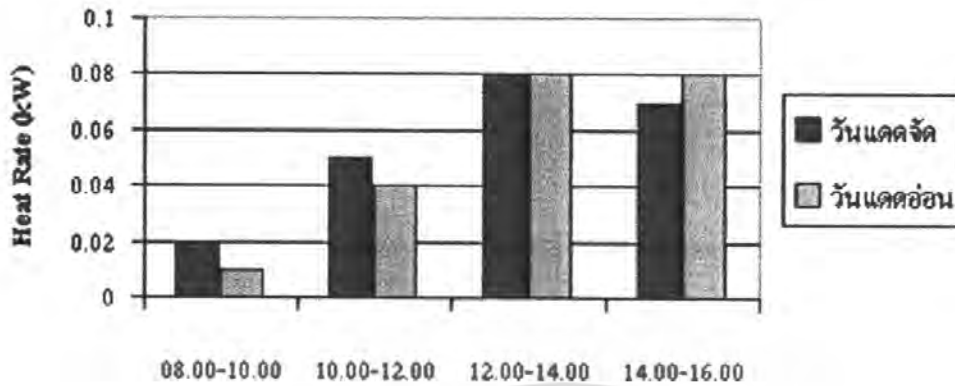
จากการทดลองศึกษาค่าการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นในอุปกรณ์กลั่นน้ำด้วยการพาความร้อนโดยทางธรรมชาติได้ผลการทดลองแสดงดังตารางซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$Q_c = 0.075 k \cdot A_w \cdot (T_s - T_a) \cdot (Gr^i \cdot Pr^x)^{1/3}$$

ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติเปรียบเทียบค่าการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นในอุปกรณ์กลั่นน้ำด้วยการพาความร้อนแบบธรรมชาติที่ได้ในแต่ละช่วงเวลาที่สภาพอากาศต่างๆ

ช่วงเวลา	สภาพอากาศ	
	แดดจัด (kW)	แดดอ่อน (kW)
8.00-10.00	0.02 ^a	0.01 ^b
10.00-12.00	0.05 ^a	0.04 ^b
12.00-14.00	0.08 ^a	0.08 ^a
14.00-16.00	0.07 ^a	0.08 ^b

จากตารางที่ 4.5 จะพบว่าค่าการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นในอุปกรณ์กลั่นน้ำด้วยการพาความร้อนแบบธรรมชาติที่ได้ในแต่ละช่วงเวลาที่สภาพอากาศต่างๆ เมื่อนำมาเปรียบเทียบทางสถิติ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P < 0.05$) แต่ในช่วงเวลา 12.00-14.00 น. พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เนื่องจากตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณการถ่ายเทความร้อน คือผลต่างระหว่างอุณหภูมิผิวน้ำกับอุณหภูมิผิวฝากรอบ มีค่าเท่ากัน ทำให้เมื่อคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นในอุปกรณ์กลั่นน้ำจึงมีค่าเท่ากันด้วย



ช่วงเวลา

ภาพที่ 4.2 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นในอุปกรณ์กลั่นน้ำด้วยการพาความร้อนแบบธรรมชาติในแต่ละช่วงเวลาที่มีสภาพอากาศต่างๆ

จากภาพที่ 4.2 เป็นกราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นในอุปกรณ์กลั่นน้ำด้วยการพาความร้อนแบบธรรมชาติในแต่ละช่วงเวลาที่มีสภาพอากาศต่างๆ พบว่าที่ทั้งสองสภาพอากาศจะมีค่าการถ่ายเทความร้อนสูงสุด โดยมีค่าอยู่ที่ 0.08 kW

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองสามารถสรุปผลได้ดังนี้

- จากการประดิษฐ์อุปกรณ์กักน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ ทำให้ได้อุปกรณ์ที่มีขนาด 132.3x179x48 เซนติเมตร ฝาครอบมีมุมเอียง 14 องศา พื้นที่รับแสง 2.37 ตารางเมตร
- จากการทดลองการกักน้ำ โดยใช้อุปกรณ์กักน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ที่สภาพอากาศต่างๆ ได้แก่ วันที่มีแดดจัด อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดวัน 35-40°C และวันที่แดดอ่อน อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดวัน 28-35 °C พบว่า ในวันที่มีแดดจัดปริมาณน้ำกลั่นที่ได้จากการทดลองจะมีปริมาณที่มากกว่าวันที่มีแดดอ่อน และเมื่อนำไปคำนวณทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ($P<0.05$)
- ช่วงเวลาที่ให้ปริมาณน้ำการกักน้ำทะเลพบว่าที่ทั้งสองสภาพอากาศให้ผลการทดลองในลักษณะเดียวกัน นั่นคือช่วงเวลา 12:00 - 14:00 น. และเมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติในแต่ละช่วงเวลา พบว่าทั้งสองสภาพอากาศโดยรวมแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ($P<0.05$)
- ค่าการถ่ายเทความร้อนมากที่สุดในร้อนที่เกิดขึ้นในเครื่องกักน้ำด้วยการพาความร้อนมีค่าสูงสุดในช่วงเวลา 12.00-14.00 น. และเมื่อนำไปเปรียบเทียบทางสถิติในแต่ละช่วงเวลา พบว่าทั้งสองสภาพอากาศโดยรวมแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ($P<0.05$)

5.2 ข้อเสนอแนะ

- น้ำหนักของอุปกรณ์มากเกินไปเนื่องจากข้อจำกัดในการหาวัสดุที่ใช้ในการทำโครงซึ่งท่อ PVC มีขนาดและน้ำหนักมากเกินไป หากมีการพัฒนาในเชิงอุตสาหกรรมอาจมีการขึ้นรูปตัวโครงให้มีน้ำหนักเบาและสะดวกในการประกอบแทนการใช้ข้อต่อได้
- อุปกรณ์กักน้ำพลังงานแสงอาทิตย์มีข้อจำกัดในการใช้งาน โดยในวันที่มีเมฆมาก ลมแรง หรือฝนตกจะไม่สามารถใช้อุปกรณ์ดังกล่าวได้
- ปริมาณน้ำที่ได้น้อยกว่าการสูญเสียพลังงานความร้อนในบริเวณพื้นที่ดำที่ไม่มีฉนวนป้องกันการสูญเสียความร้อนเนื่องจากข้อจำกัดในการพกพา

เอกสารอ้างอิง

- กรมอุตุนิยมวิทยา. 2551. สภาพอากาศปัจจุบัน. [online] Available : <http://www.tmd.go.th/province.php?id=37>. [กุมภาพันธ์ 2551].
- เครือข่ายสารสนเทศด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2551. หลักการ พื้นฐานของระบบปรับอากาศ. [online] Available : <http://www.teenet.chula.ac.th/technologies/detail4.asp?ID=466>. [16 มีนาคม 2551].
- จิตรยุทธ จุณภาต. 2551. ความชื้นสัมบูรณ์และความชื้นสัมพัทธ์. [online] Available : <http://www.geocities.com/jitrayut/rhumidity.html>. [16 มีนาคม 2551].
- จงจิตร หิรัญตาก . 2548. คณะพลังงานและวัสดุ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- โชคพินิจ ล้อมคำดี ไกรพัฒน์ จินจจรสุเชน ทองศิริ และมณฑิไล แห่งทรัพย์เจริญ นรสิงห์. 2548. การออกแบบและทดสอบการใช้งานเครื่องกลั่นน้ำโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์. ปรินญา นิพนธ์. ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ชเนศ มานะรังสรรค์ และพรเทพ ทองขวาง . 2547. เตาพลังงานแสงอาทิตย์รังสี-2. ปรินญา นิพนธ์. สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยรังสิต.
- ปตท. 2551. ความหมายของ Gross CV และ Net CV. [online] Available : https://hq-webs19.pttplc.com/cscind_internet/Information/Gas_Combustion.aspx?gc=5. [14 มีนาคม 2551].
- พลังงานแสงอาทิตย์. 2550. [online] Available : <http://www1.mod.go.th/opsd/dedweb/energy/about/meaning%20and%20type/solar.htm>. 26 พฤศจิกายน 2550.
- มารีนา มะหนิ และจอมภพ แววศักดิ์. 2548. การหาค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนของแกน สับประคแห่อ้อม
อบแห้งภายใต้การตากแห้งโดยแสงอาทิตย์. ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยทักษิณ. สงขลา.
- ศักรินทร์ วีรชนศิลป์. 2544. การสร้างผิวสะท้อนแสงสำหรับเตาสุริยะอุณหภูมิสูง. ปรินญา นิพนธ์. ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- Adel Zrelli , Béchir Chaouchi, Slimane Gabsi. 2005. Desalination of brackish water by means of a parabolic solar concentrator. Desalination. 118-126.
- A Simple Solar Water Pasteurizer. 2007. [online] Available : <http://www.solarcooking.org/plans/spasteur.htm>. [21 November 2007].
- ClearDome Solar Thermal. 2007. [online] Available : <http://www.cleardomesolar.com/>. [21 November 2007].
- Food engineering for education site. 2551. หลักการถ่ายเทมวลสารเบื้องต้น. [online] Available : http://www.geocities.com/oowen10/mass_transfer/intro2mass_transfer.htm. [16 มีนาคม 2551].
- Mark Aalfs. 2007. Principles of Solar Box Cooker Design. [online] Available : <http://solarcooking.org/sbcdes.htm> . [21 November 2007].
- Solar Water Distiller . 2007. [online] Available : <http://www.thefarm.org/charities/i4at/surv/sstill.htm>. [21 November 2007].
- Solar Water Heater & Pasteurizer Made From Everyday Recyclables. 2007. [online] Available : <http://www.solarcooking.org/soda-bottle-pasteurizer.htm>. [21 November 2007].
- Wikipedia the free encyclopedia. 2551. Schmidt number. [online] Available : http://en.wikipedia.org/wiki/Schmidt_number. [16 มีนาคม 2551].

ภาคผนวก ก
ตารางบันทึกอุณหภูมิ

ครั้งที่ วันที่

เวลา	อุณหภูมิ อากาศ T_a (°C)	อุณหภูมิผิว น้ำ T_s (°C)	อุณหภูมิผิว ฝักรอบ T_p (°C)	เวลา	อุณหภูมิ อากาศ T_a (°C)	อุณหภูมิผิว น้ำ T_s (°C)	อุณหภูมิผิว ฝักรอบ T_p (°C)
8.00				12.00			
8.15				12.15			
8.30				12.30			
8.45				12.45			
9.00				13.00			
9.15				13.15			
9.30				13.30			
9.45				13.45			
10.00				14.00			
เจดีย์				เจดีย์			
10.00				14.00			
10.15				14.15			
10.30				14.30			
10.45				14.45			
11.00				15.00			
11.15				15.15			
11.30				15.30			
11.45				15.45			
12.00				16.00			
เจดีย์				เจดีย์			

ปริมาณน้ำที่ได้

08.00-10.00.....ml 12.00-14.00.....ml

10.00-12.00.....ml 14.00-16.00.....ml

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ครั้งที่..... วันที่.....

ช่วงเวลา	อุณหภูมิอากาศ T_a (°C)	อุณหภูมิผิวน้ำ T_s (°C)	อุณหภูมิผิวฝากรอบ T_p (°C)	น้ำที่กลั่นได้ (ml)
8.00-10.00				
10.00-12.00				
12.00-14.00				
14.00-16.00				

ครั้งที่..... วันที่.....

ช่วงเวลา	อุณหภูมิอากาศ T_a (°C)	อุณหภูมิผิวน้ำ T_s (°C)	อุณหภูมิผิวฝากรอบ T_p (°C)	น้ำที่กลั่นได้ (ml)
8.00-10.00				
10.00-12.00				
12.00-14.00				
14.00-16.00				

ครั้งที่..... วันที่.....

ช่วงเวลา	อุณหภูมิอากาศ T_a (°C)	อุณหภูมิผิวน้ำ T_s (°C)	อุณหภูมิผิวฝากรอบ T_p (°C)	น้ำที่กลั่นได้ (ml)
8.00-10.00				
10.00-12.00				
12.00-14.00				
14.00-16.00				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางภาคผนวก ข 1 การวิเคราะห์ทางสถิติในแต่ละช่วงเวลาที่สภาพอากาศมีแดดจัด

Descriptives

VOL

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1	4	37.000	13.6382	6.8191	15.299	58.701	20.0	53.0
2	4	288.750	100.6955	50.3477	128.521	448.979	185.0	380.0
3	4	738.750	90.1272	45.0636	595.337	882.163	625.0	845.0
4	4	361.250	77.5000	38.7500	237.930	484.570	280.0	460.0
Total	16	356.438	268.8985	67.2246	213.152	499.723	20.0	845.0

VOL

Duncan^{a,b}

DT	N	Subset		
		1	2	3
1	4	37.000		
2	4		288.750	
4	4		361.250	
3	4			738.750
Sig.		1.000	.214	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 6113.688.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

b. Alpha = .05.

ตารางภาคผนวก ข 2 การวิเคราะห์ทางสถิติในแต่ละช่วงเวลาที่สภาพอากาศมีแดดอ่อน

Descriptives

VOL

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1	4	17.750	3.8622	1.9311	11.604	23.896	14.0	22.0
2	4	116.500	28.7344	14.3672	70.777	162.223	80.0	150.0
3	4	565.000	47.4342	23.7171	489.522	640.478	530.0	635.0
4	4	226.250	24.9583	12.4791	186.536	265.964	200.0	260.0
Total	16	231.375	214.7550	53.6888	116.940	345.810	14.0	635.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

VOL

Duncan^{a,b}

DT	N	Subset			
		1	2	3	4
1	4	17.750			
2	4		116.500		
4	4			226.250	
3	4				565.000
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 928.375.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

b. Alpha = .05.

ตารางภาคผนวก ข 3 การเปรียบเทียบทางสถิติของปริมาณน้ำกลั่นที่ได้ในช่วงเวลา 08.00-10.00น.
ระหว่างสภาพอากาศต่างๆ

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 HI - LOW	19.25	11.057	5.528	1.66	36.84	3.482	3	.040

ตารางภาคผนวก ข 4 การเปรียบเทียบทางสถิติของปริมาณน้ำกลั่นที่ได้ในช่วงเวลา 10.00-12.00น.
ระหว่างสภาพอากาศต่างๆ

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 HI - LOW	172.25	107.115	53.557	1.81	342.69	3.216	3	.049

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ข 5 การเปรียบเทียบทางสถิติของปริมาณน้ำกลั่นที่ได้ในช่วงเวลา 12.00-14.00น. ระหว่างสภาพอากาศต่างๆ

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 HI - LOV	173.75	100.198	50.099	14.31	333.19	3.468	3	.040

ตารางภาคผนวก ข 6 การเปรียบเทียบทางสถิติของปริมาณน้ำกลั่นที่ได้ในช่วงเวลา 14.00-16.00น. ระหว่างสภาพอากาศต่างๆ

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 HI - LOV	135.00	87.845	43.922	-4.78	274.78	3.074	3	.054

ตารางภาคผนวก ข 7 การเปรียบเทียบทางสถิติของค่าการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นในอุปกรณ์กลั่นน้ำด้วยการพาความร้อนแบบธรรมชาติในช่วงเวลา 08.00-10.00 น. ที่สภาพอากาศต่างๆ

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 HI - LOV	.0100	.01414	.00707	-.0125	.0325	1.414	3	.252

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก ข 8 การเปรียบเทียบทางสถิติของค่าการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นในอุปกรณ์กลั่น
น้ำด้วยการพาความร้อนแบบธรรมชาติในช่วงเวลา 10.00-12.00 น. ที่สภาพอากาศต่างๆ

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 HI - LOW	.0100	.01414	.00707	-.0125	.0325	1.414	3	.252

ตารางภาคผนวก ข 9 การเปรียบเทียบทางสถิติของค่าการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นในอุปกรณ์กลั่น
น้ำด้วยการพาความร้อนแบบธรรมชาติในช่วงเวลา 12.00-14.00 น. ที่สภาพอากาศต่างๆ

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 HI - LOW	-.0025	.01258	.00629	-.0225	.0175	-.397	3	.718

ตารางภาคผนวก ข 10 การเปรียบเทียบทางสถิติของค่าการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นในอุปกรณ์
กลั่นน้ำด้วยการพาความร้อนแบบธรรมชาติในช่วงเวลา 14.00-16.00 น. ที่สภาพอากาศต่างๆ

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 HI - LOW	-.0125	.03202	.01601	-.0634	.0384	-.781	3	.492

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

รายการสัญลักษณ์

A_f	พื้นที่ผิวของฉนวนหุ้มเครื่องกลั่นน้ำ, m ²	$h_{fg,2}$	ความร้อนแฝงของไอน้ำที่อุณหภูมิ กระเปาะเดือด, kJ/kg
A_g	พื้นที่ผิวฝาครอบ, m ²	$h_{fg,1}$	ความร้อนแฝงของไอน้ำที่อุณหภูมิ กระเปาะแห้ง, kJ/kg
A_w	พื้นที่ผิวของน้ำ, m ²	H_{fg}	ค่าความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอน้ำ, kJ/kg
C	ค่าคงที่สำหรับเครื่องกลั่นน้ำที่ผิวฝา ครอบกับผิวของน้ำ	k	ค่าการนำความร้อนเฉลี่ยของไอน้ำและ อากาศในเครื่องกลั่นน้ำ, kW/m/K
C_g	ความจุความร้อนของฝาครอบ, kJ/K	K_1	ค่าการนำความร้อนของฉนวนหุ้ม เครื่องกลั่นน้ำ, kW/m/K
C_p	ค่าความจุความร้อนเฉลี่ยของไอน้ำและ อากาศในเครื่องกลั่นน้ำ, kJ/kg/K	M_g	ค่าสัดส่วนมวลของไอน้ำที่อุณหภูมิ กระเปาะเดือด
C_{pa}	ความร้อนจำเพาะของอากาศที่อุณหภูมิ กระเปาะแห้ง (T ₁), kJ/kg/K	M_s	ค่าสัดส่วนมวลของไอน้ำที่อุณหภูมิผิว น้ำ
C_s	ความจุความร้อนทั้งหมดของน้ำและ ตัวเครื่องกลั่น, kJ/K	n	ค่าคงที่สำหรับเครื่องกลั่นน้ำที่ผิวฝา ครอบกับผิวของน้ำ
Eff_Q	ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของเครื่อง กลั่นน้ำ	Nu	Nusselt Number
E_{VAP}	อัตราการระเหยของน้ำ, kg/s	Pa	ความดันบรรยากาศปกติ, Pa
F_s	ค่า Shape Factor สำหรับเครื่องกลั่นน้ำ	Pa	ความดันของไอน้ำในบรรยากาศ โดยรอบเครื่องกลั่นน้ำที่อุณหภูมิ อากาศ, N/m ²
g	อัตราเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก, m/s ²	Pr	Prandtl Number
Gr	Grashof Number	$P_{s,2}$	ความดันไออิ่มตัวที่อุณหภูมิกระเปาะ เดือด, Pa
h	สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนโดยการ พาความร้อน, kW/m ² /K	$P_{s,s}$	ความดันไออิ่มตัวที่อุณหภูมิผิวน้ำ, Pa
h_{CO}	ค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนที่ผิว ของฝาครอบบริเวณด้านนอก, kW/m ² /K		
$h_{f,2}$	เอนทาลปีของน้ำที่อุณหภูมิกระเปาะ เดือด, kJ/kg		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Q_{ct}	พลังงานความร้อนที่ถ่ายเทจากพื้นผิวน้ำไปสู่ฝากรอบเครื่องกลั่นน้ำด้วยการพาความร้อน, kW	ΔT	ผลต่างของอุณหภูมิกระเปาะแห้งกับอุณหภูมิกระเปาะเปียก, K
Q_{co}	พลังงานความร้อนที่ถ่ายเทจากผิวฝากรอบออกไปสู่บรรยากาศด้วยการพาความร้อน, kW	T_a	อุณหภูมิของอากาศ, K
Q_E	พลังงานความร้อนที่ถ่ายเทโดยการแผ่รังสีตัวไปกับไอซึ่งระเหยจากผิวของน้ำไปสู่ฝากรอบ, kW	T_i	อุณหภูมิของผิวฉนวนด้านนอกของเครื่องกลั่นน้ำ, K
Q_L	พลังงานความร้อนที่สูญเสียไปตามด้านข้างและด้านล่างของเครื่องกลั่นน้ำ, kW	T_g	อุณหภูมิของผิวฝากรอบ, K
Q_{RI}	พลังงานความร้อนที่ถ่ายเทจากพื้นผิวน้ำไปสู่ฝากรอบด้วยการแผ่รังสีความร้อน, kW	T_s	อุณหภูมิของผิวน้ำในอ่าง, K
Q_{RO}	พลังงานความร้อนที่ถ่ายเทจากผิวฝากรอบออกไปสู่บรรยากาศด้วยการแผ่รังสีความร้อน, kW	T_{sky}	อุณหภูมิของท้องฟ้า, K
$Q_{S,AG}$	พลังงานจากรังสีดวงอาทิตย์ที่ถูกดูดซึมเข้าไปในฝากรอบ, kW	V	ความเร็วลมที่พัดผ่านบริเวณเครื่องกลั่นน้ำ, m/s
$Q_{S,AW}$	พลังงานจากรังสีดวงอาทิตย์ที่ทะลุผ่านฝากรอบและถูกดูดกลืนโดยน้ำ, kW	W_g	ค่าสัดส่วนของความดันไออิ่มตัวที่อุณหภูมิกระเปาะเปียก
Q_T	พลังงานความร้อนทั้งหมดของรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบลงบนเครื่องกลั่นน้ำ, kW	W_s	ค่าสัดส่วนของความดันไออิ่มตัวที่อุณหภูมิผิวน้ำ
Sc	Schmidt Number		
Sci	Schmidt Number ของไอน้ำในอากาศ		
Sb	ค่าคงที่ของ Stefan-Boltzman		
t	เวลา, s		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นางสาวมนมนตร์ ทิมา เกิดวันที่ 14 เมษายน พ.ศ.2529 ที่จังหวัดอุบลราชธานี สำเร็จ การศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนคัคครุณี จังหวัดฉะเชิงเทรา ในปี พ.ศ.2546 สำเร็จการศึกษาหลักสูตรปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง(สจล.) ในปีพ.ศ.2550

นางสาววรรณช บุญกลิ่น เกิดวันที่ 10 ตุลาคม พ.ศ.2528 ที่จังหวัดฉะเชิงเทรา สำเร็จ การศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนคัคครุณี จังหวัดฉะเชิงเทรา ในปี พ.ศ.2546 สำเร็จการศึกษาหลักสูตรปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง(สจล.) ในปีพ.ศ.2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้