# การปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องกลั่นน้ำด้วยการใช้กระจกสูญญากาศ
# ADAPTIVE EFFCIENCY OF THE DISTILLER WATER MACHINE BY USING THE VACUUM GLASS

**สุธี ขำเมือง[1], สุรเชษฐ เดชฟุ้ง[2], สหรัตน์ วงษ์ศรีษะ[2]**
[1] แผนกช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรปราการ
336 ถนนสุขุมวิท ตำบลบางปูใหม่ อำเภอเมือง
จังหวัดสมุทรปราการ โทร 02-3239009, 02-3231020
Suthee05@gmail.com
[2]สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
1381 ถนนพิบูลย์สงคราม เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800

**บทคัดย่อ**
งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องกลั่นน้ำ แบบอาศัยความร้อนจากดวงอาทิตย์ ทำการเปลี่ยนชนิดกระจกให้มีประสิทธิภาพต่อการกลั่นน้ำให้ดีขึ้น ซึ่งภายในตัวเครื่องจะมีแกลบเผาเป็นตัวเก็บความร้อน จากการออกแบบเครื่องกลั่นน้ำชนิดอาศัยความร้อนจากอดีตจนถึงปัจจุบันได้มีการปรับปรุงในเรื่องประสิทธิภาพของการกลั่น งานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาทดลอง ออกแบบเครื่องกลั่นน้ำแบบใช้กระจกสูญญากาศมาทำการทดลอง ซึ่งทำให้เครื่องกลั่นมีประสิทธิภาพในการกลั่นเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 8.95% จากผลการทดลองนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้จริงตามกระบวนการโดยจะต้องมีการศึกษาแนวทางของการจัดทำธุรกิจเพื่อหาจุดคุ้มทุนต่อไป

**คำสำคัญ** น้ำกลั่น, พลังงานจากแสงอาทิตย์, ประหยัดพลังงาน, Sustainable

**Abstract**
This research aims to improve the performance of Water. The heat from the sun. By the type of glass to be effective against distilled water, the better. The inside of the machine will be burned as fuel to heat. Water from the design of the heat from the past to the present, there has been improvement in the performance of this work is the distillation was studied experimentally. Design distilled water using a glass vacuum experiments. The refinery, which is effective in refining increased 8.95% from the experimental results can be applied to the actual process will be the preparation of a study to determine the break-even point.

**Keywords:** water, solar-energy, energy, Sustainable

## 1. บทนำ
การกลั่นน้ำด้วยเครื่องกลั่นน้ำพลังงานจากแสงอาทิตย์ เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะในสิ่งแวดล้อมโดยสามารถกลั่นน้ำที่มีความสกปรกได้ และเสียค่าใช้จ่ายน้อย อีกทั้งยังลดต้นทุนค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเมื่อเปรียบเทียบกับการกลั่นด้วยการใช้พลังงานในรูปแบบอื่นๆ โดยมีการวิเคราะห์ถึงคุณภาพของน้ำกลั่น ที่ได้การกลั่นน้ำจากแหล่งต่างๆ อาทิ น้ำจากท่อระบายจากน้ำประปา และจากน้ำในคลองต่างๆ พบว่าน้ำกลั่นที่ได้จากเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ต้องการได้มาตรฐานน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลก

ประเทศไทยนั้นจะพบการสร้างเครื่องกลั่นเป็นแบบขนาดเล็ก โดยมีการศึกษาวิจัยและสร้างเครื่องกลั่นพลังงานแสงแดดเกิดขึ้นในปีพ.ศ.2519 และประสบความสำเร็จในปีพ.ศ.2523 โดยกองฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์และบริการ [1] เรียกว่าเครื่องกลั่นน้ำด้วยแสงแดดแบบกรมวิทยาศาสตร์แบบ 1 สามารถกลั่นน้ำได้ 2.8 ลิตรต่อตารางเมตรต่อวัน ต่อมาในปีพ.ศ.2530 กองฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์และบริการ ได้พัฒนาเครื่องกลั่นน้ำด้วยพลังงานแสงแดดแบบที่ 2 ขึ้นสามารถกลั่นน้ำได้ 3.6 ลิตรต่อตารางเมตรต่อวัน ปริมาณน้ำดิบ (ระดับน้ำ) ในเครื่องกลั่นน้ำมีผลต่อประสิทธิภาพในการกลั่นน้ำมากกว่าตัวแปรอื่น ๆ พูนศักดิ์ อินทวี และคณะ [2] ได้สร้างเครื่องกลั่น น้ำโดยใช้กระจกทึบแสงเป็นตัวดูดซับพลังงานแสงแดดสามารถกลั่นน้ำได้ เฉลี่ย 4.3 ลิตรต่อตารางเมตรต่อวัน ประสิทธิภาพเฉลี่ยรายวันเท่ากับ 37 % ปี พ.ศ. 2548 อภิชาติ บุญล้อม และซังเซ็งเลียงจินดาถาวร [3] ได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ของระดับความสูงของน้ำในอ่างกับประสิทธิภาพของเครื่องกลั่น น้ำแบบอ่าง พบว่าที่ระดับความสูงของน้ำที่ 2.5 เซนติเมตร เครื่องกลั่นจะมีประสิทธิภาพสูงสุดเท่ากับ 28.9% และกลั่นน้ำได้สูงสุดประมาณ 2.6 ลิตรต่อวัน จากการวิจัยที่ผ่านมามีการศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อประสิทธิภาพและอัตราการกลั่นน้ำหลายตัวแปร ระดับน้ำในอ่างเป็นตัวแปรที่สำคัญมากตัวหนึ่งพบว่าที่ระดับน้ำยิ่งต่ำมากอัตราการกลั่นก็มีมากขึ้น น้ำที่ได้ก็จะยิ่งมากตามไปด้วยจึงได้เกิดแนวคิดว่าถ้าสามารถทำให้แผ่นกระจกด้านบนมีอุณหภูมิที่แตกต่างกว่าด้านล่าง น้ำในตัวเครื่องกลั่นจะกลั่นตัวได้ดีขึ้น โดยผ่านแผ่นกระจกชนิดพิเศษ ที่สร้างความแตกต่างของอุณหภูมิทั้งภายในและภายนอก ให้มีประสิทธิภาพการดูดซับพลังงานได้มาก ในการทดลองนี้จะทำการศึกษาเครื่องกลั่น น้ำพลังแสงแดดแบบใช้กระจกชนิดพิเศษ 1 ชั้นที่มีมุมเอียงของกระจก 20-45 องศาเพื่อหาค่าประสิทธิภาพของกระจกที่มีผลต่อการไหลของน้ำในตัวเครื่องกลั่น จากผลกระทบที่มีต่อประสิทธิภาพ ของเครื่องกลั่นน้ำได้นำเอาแนวความคิดการเพิ่มปริมาณไอน้ำที่มีอยู่ในเครื่องมาทำการศึกษาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ นอกจากนี้จะทำการเพิ่มตัวดูดซับความร้อนตามแนวคิดของ A.S. Nafay et.al [4] ซึ่งจะให้ประสิทธิภาพมากกว่ากรณีที่ไม่มีการใช้ตัวดูดซับความร้อนโดยจะทำการปรับปรุงเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ของ M.A. Hamdan et.al [5] ซึ่งมีประสิทธิภาพ 42%

**หลักการของเครื่องกลั่นน้ำด้วยพลังแสงแดดอย่างง่าย**

โดยทั่วไปเครื่องกลั่นน้ำด้วยพลังแสงอาทิตย์อย่างง่ายจะประกอบด้วยถาดใส่น้ำดิบอยู่ข้างล่างซึ่งทำด้วยแผ่นโลหะบางพับขึ้นรูปเป็นถาดโดยส่วนใหญ่จะใช้อลูมิเนียมเพราะไม่เป็นสนิม ตรงบริเวณพื้นล่างจะมีวัสดุสีดำอาจจะเป็นแกลบเผาหรือผงถ่านกัมมันต์ (Activated charcoal) หรือทาสีดำด้าน เพื่อทำหน้าที่ดูดซับพลังงานความร้อนซึ่งจะทำให้น้ำในถาดมีอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นและระเหยตัวได้เร็วขึ้น ในชั้นล่างสุดจะเป็นฉนวนกันความร้อนเพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อนจากวัสดุสีดำที่เก็บ สะสมความร้อนไว้ไม่ให้สูญเสียไปด้านนอกของเครื่องกลั่น ผนังด้านข้างทั้ง 4 จะทำด้วยกระจกใสยึดกันด้วยซิลิโคนหรือทำด้วยฉนวนความร้อนเพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อนภายในห้องกลั่น จะเป็นแบบกระจกใสทั้งสี่ด้านซึ่งแสงแดดสามารถส่องผ่านไปยังน้ำในอ่างได้ทั้งสี่ด้าน ส่วนด้านบนเป็นกระจกทำด้วยวัสดุที่โปร่งแสง เช่น กระจก แผ่นพลาสติกอะคลิลิค เพื่อให้แสงแดดส่องผ่านไปยังวัสดุสีดำ และน้ำที่อ่างด้านล่างได้ โดยทำมุมเอียงกับแนวระดับประมาณ 10-20 องศา ขึ้นอยู่กับลักษณะภูมิประเทศ และตำแหน่งที่ตั้งของประเทศนั้นๆด้วย ที่ขอบด้านล่างของกระจกจะมีรางรับน้ำที่กลั่นตัวจากผนังด้านล่างของกระจกเพื่อส่งออกไปเก็บในถังพักต่อไป

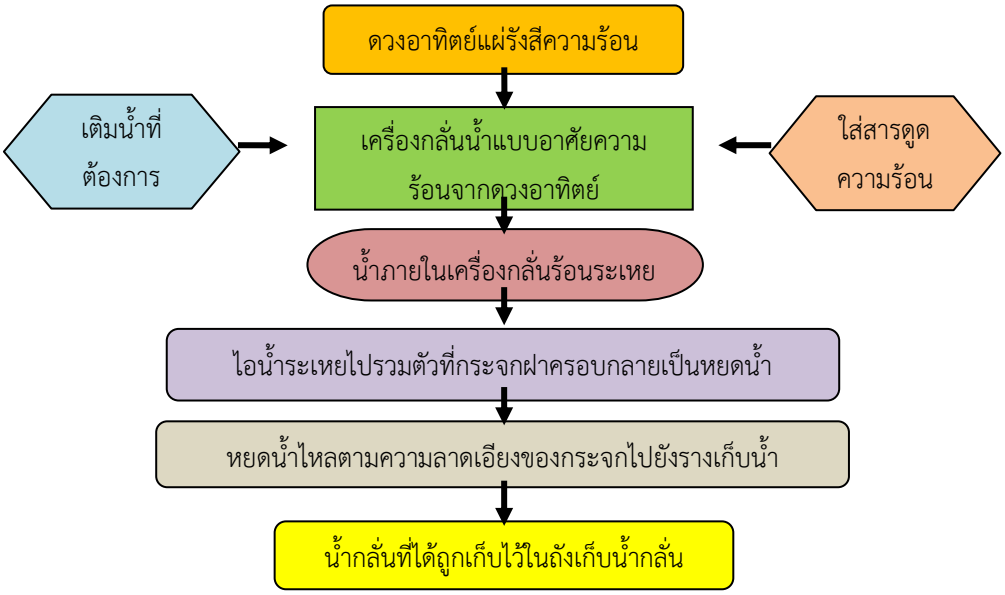
## 2. วิธีวิจัย

ในการทดลองนี้จะใช้เครื่องกลั่นน้ำแบบอาศัยความร้อนจากดวงอาทิตย์โดยใช้กระจกแบบสูญญากาศ 1 ชั้น รายละเอียดดังแสดงในภาพที่ 1 ประกอบด้วยชิ้นส่วนหลักดังนี้ ด้านบนสุดเป็นกระจกแบบสูญญากาศ 1 ชั้น ทำมุมเอียงกับแนวระนาบ 20-35องศา ผนังทั้ง 5 ด้านเป็นฉนวนป้องกันความร้อนออกซึ่งทำมาจากโฟมมีความหนา 20 มิลลิเมตร ตัวเครื่องทำจากแผ่นเหล็กมีความหนา 2 มิลลิเมตร พับขึ้นให้ได้รูปทรง ด้านล่างเป็นอ่างน้ำ ขนาด 30x30x10 เซนติเมตร ใช้แกลบเผาเป็นตัวเก็บสะสมความร้อนอยู่ภายในอ่าง เจาะรูน้ำกลั่นที่ได้ไปเก็บไว้ในถังเก็บ

ภาพที่ 1 ต้นแบบเครื่องกลั่นน้ำที่ใช้กระจกสูญญากาศและแบบใช้กระจกใส

2.1 ขั้นตอนการทดลอง

ในการวิจัยได้ทำการออกแบบขั้นตอนการทำการทดลองตามภาพที่ 2



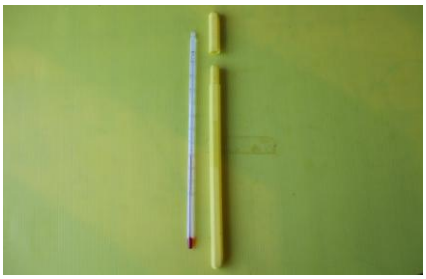

ภาพที่ 2 แผนผังการทำงานของเครื่องกลั่นน้ำโดยใช้ความร้อนจากดวงอาทิตย์

2.2 วิธีการทดลอง

ภาพที่ 1 Solar Power Meter รุ่น DT-1307

ภาพที่ 2 เครื่องชั่งปริมาณน้ำที่กลั่นได้ต่อชั่วโมง รุ่น SF- 400A

ภาพที่ 3 บิ๊กเกอร์สำหรับตวงปริมาณน้ำที่กลั่นได้ต่อชั่วโมงขนาด 20-250 มิลลิลิตร



ภาพที่ 4 Thermometer รุ่น SK 0-100 $^{\circ}$C

2.3 กระบวนการทดลอง

ทำการติดตั้งอุปกรณ์ ที่ทดสอบเครื่องกลั่นน้ำแบบอาศัยความร้อนจากดวงอาทิตย์ที่มีการเปลี่ยนกระจกให้เป็นแบบสูญญากาศ ซึ่งจะเทียบกับเครื่องกลั่นน้ำที่ใช้กระจกใส ซึ่งมีรายละเอียดของโครงสร้างที่เหมือนกันเกือบทุกจุดจะต่างกันตรงที่กระจกโดยจะทำความสะอาดทั้ง ภายนอกและภายในของตัวเครื่องกลั่น ทั้งสองเครื่อง เพื่อให้แสงผ่านกระจกได้อย่างมีประสิทธิภาพและเป็นการทดสอบการรั่ว ซึมของอ่างน้ำด้วยหลังจากทำความสะอาดเสร็จแล้ว ทำการติดตั้งเครื่องกลั่นน้ำให้อยู่ในบริเวณและหันหน้าไปในทิศตะวันออกเหมือนกันเนื่องจากเส้นทางเดินของดวงอาทิตย์จะโคจรจากทิศตะวันออกไปยังทิศตะวันตกโดยอ้อมทางทิศใต้ ทำให้เครื่องกลั่นน้ำรับแสงแดดอย่างเต็มที่ ปรับระดับน้ำให้ระดับน้ำเข้าไปในอ่างน้ำให้ได้ระดับ 200 มิลลิลิตร หลังจากติดตั้งเสร็จแล้วทำการทดสอบเครื่องกลั่นน้ำในวันที่ 19 สิงหาคม 2555 ถึงวันที่ 24 สิงหาคม 2555 ตั้งแต่เวลา08.00 น. ไปจนถึงเวลา 15.00 น. โดยทำการทดลองอัตราการไหล แล้วนำค่ามาเฉลี่ยกันทำการวัดค่าอุณหภูมิของเครื่องกลั่นและความเข้มแสงแดด ใช้เครื่องมือวัดความเข้มแสงแดด Solar Power Meter DT-1307 วัดค่าความเข้มแสงแดดในแต่ละช่วงเวลา และใช้ Thermometer Type SK 0-100 องศาเซลเซียสใช้วัดอุณหภูมิบรรยากาศและอุณหภูมิน้ำในอ่าง นำน้ำกลั่นที่ได้ต่อชั่วโมงมาหาค่าโดยใช้บิ๊กเกอร์เป็นตัวหาปริมาณน้ำที่กลั่นได้และใช้เครื่องชั่ง SF-400A เป็นตัวหาน้ำหนักของน้ำซึ่งมีหน่วยเป็นกรัมและนำมาเทียบปริมาณที่กลั่นได้เป็นลิตรต่อชั่งโมง โดยจะเริ่มวัดค่าต่าง ๆ เมื่อเวลา 08.00 น. ถึง 15.00 น.และบันทึกค่าตามภาพที่ 1 - 2

จากการวัดค่าตัวแปรต่าง ๆ และผลทดสอบเครื่องกลั่นน้ำ นำผลที่ได้มามาคำนวณหาประสิทธิภาพของเครื่องกลั่น โดยจะพิจารณาในสภาวะคงตัว (Steady State) ในแต่ละอัตราการไหลได้ดังนี้ [6]

$$\eta = \frac{M \times L \times 100}{qo \times A} \quad (1)$$

เมื่อ $\eta$ คือ ประสิทธิภาพของเครื่องกลั่น (ร้อยละ)
M คือ ปริมาณน้ำกลั่นที่ได้ต่อหน่วยเวลา (kg/hr)
L คือ ความร้อนแฝงของการระเหยของน้ำ (564.275kJ/kg)
qo คือ ความเข้มของแสงแดดต่อหน่วยเวลา ($W/m^2/hr$)
A คือ พื้นที่รับแสงของตัวกักเก็บความร้อน ($0.09\ m^2$)

### 3. ผลการทดลอง

นำค่าที่ได้มาเขียนในตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับอัตราการกลั่น และประสิทธิภาพ ที่อัตราต่าง ๆทั้ง 7ค่า มาแทนค่าในสมการที่ (1) ซึ่งค่าที่ได้เป็นปริมาณน้ำกลั่นเฉลี่ยต่อชั่วโมงในแต่ละชั่วโมงแล้วนำค่าที่ได้มาสร้างตารางดังแสดงในภาพที่ 1-2 จากภาพที่ 2 ตารางแสดงค่าความเข้มของแสง ณ เวลา 12.00-13.00 จะเห็นได้ว่าอัตราการกลั่นน้ำของทุกวันที่เวลา12.00-13.00 จะมีความเข้มของแสงมีค่าสูงสุดเฉลียอยู่ที่ 826 $W/m^2$

ภาพที่ 1 เป็นตารางแสดงผลการเปรียบเทียบอัตราการกลั่นเฉลี่ย ml / ชั่วโมง

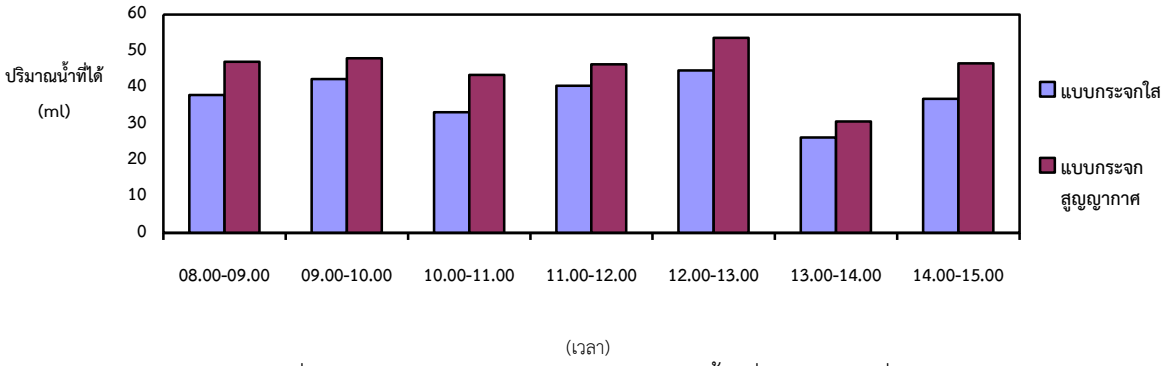
| เวลาทำการทดลอง | แบบกระจกใส | แบบกระจกสูญญากาศ |
|---|---|---|
| 08.00-09.00 | 40.8 | 50.6 |
| 09.00-10.00 | 42.8 | 48.5 |
| 10.00-11.00 | 30.4 | 39.8 |
| 11.00-12.00 | 50.6 | 58.0 |
| 12.00-13.00 | 58.8 | 70.6 |
| 13.00-14.00 | 24.9 | 29.1 |
| 14.00-15.00 | 40.2 | 50.8 |

ช่วงเวลา 08.00-09.00น., 09.00-10.00น., 10.00-11.00น., 11.00-12.00น., 12.00-13.00น., 13.00-14.00น.ได้ปริมาณน้ำจากเครื่องกลั่นน้ำที่ใช้กระจกใสได้ปริมาณ 40.8, 42.8, 30.4, 50.6, 58.8, 24.9, 40.2 มิลลิลิตรตามลำดับ ส่วนเครื่องกลั่นน้ำที่ใช้กระจกแบบสูญญากาศได้ปริมาณ 50.6, 48.5, 39.8, 58.0, 70.6, 29.1, 50.8 มิลลิลิตรตามลำดับ

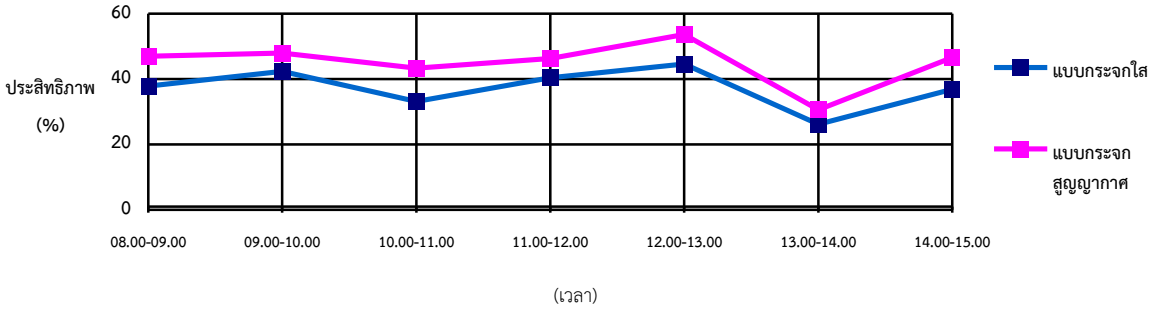
ภาพที่ 2 ตารางแสดงผลเปรียบเทียบประสิทธิภาพและค่าความร้อนในแสงแดดของเครื่องกลั่นทั้งสองเฉลี่ย ($W/m^2$)

| เวลาทำการทดลอง | ความเข้มของแสง ($W/m^2$) | แบบกระจกสูญญากาศ (ร้อยละ) | แบบกระจกใส (ร้อยละ) |
|---|---|---|---|
| 08.00-09.00 | 675 | 46.99% | 37.89% |
| 09.00-10.00 | 634 | 47.94% | 42.32% |
| 10.00-11.00 | 575 | 43.38% | 33.14% |
| 11.00-12.00 | 785 | 46.31% | 40.41% |
| 12.00-13.00 | 826 | 53.58% | 44.63% |
| 13.00-14.00 | 596 | 30.61% | 26.19% |
| 14.00-15.00 | 684 | 46.55% | 36.84% |

ช่วงเวลา 08.00-09.00น., 09.00-10.00น., 10.00-11.00น., 11.00-12.00น., 12.00-13.00น., 13.00-14.00น.มีค่าความเข้มของแสงแดด 675, 634, 575, 785, 826, 596, 684 W/m$^2$ ตามลำดับ




ภาพที่ 3 เป็นกราฟแท่งเปรียบเทียบปริมาณของน้ำกลั่นในแต่ละเครื่อง




ภาพที่ 4 เป็นกราฟเส้นเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องกลั่นน้ำ

## 4. อภิปรายผล

จากตารางที่ 1 เปรียบเทียบผลการทดลองอัตราการกลั่นต่อวันที่เวลา 12.00-13.00 น. จะมีการกลั่นน้ำที่ได้ปริมาณมากที่สุด โดยมีค่าความเข้มของแสงแดดที่ 826 W/m$^2$ และค่าปรอทวัดความร้อนภายในตัวเครื่องมีค่าความร้อนอยู่ที่ 84 องศาเซลเซียส เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องกลั่นน้ำที่ใช้กระจกใส ปรอทที่ใช้วัดความร้อนภายในตัวเครื่องมีค่าความร้อนที่ 68 องศาเซลเซียสเท่านั้น ซึ่งจะส่งผลต่อประสิทธิภาพในการทำงานของตัวเครื่องกลั่น งานวิจัยในครั้งนี้มีปริมาณการกลั่นที่เหมือนกับ A.S. Nafay et.al [4] จากผลวิจัยนี้กระจกแบบสูญญากาศจะให้ค่าความร้อนมากกว่ากระจกใสเราสามารถทำให้เครื่องกลั่นน้ำมีปริมาณน้ำเพิ่มมากขึ้น นั่นคือ อุณหภูมิภายในตัวเครื่องกลั่นจะส่งผลทำให้มีปริมาณน้ำจากการกลั่นเฉลี่ยเพิ่มขึ้นด้วย

## 5. สรุปผล

จากการทดลองจะเห็นว่าค่าความร้อนของเครื่องกลั่นน้ำที่ใช้กระจกแบบสูญญากาศเป็นตัวเพิ่มประสิทธิภาพจะให้ค่าความร้อนเพิ่มขึ้นและเก็บสะสมค่าความร้อนได้มากกว่ากระจกใส จึงเป็นตัวแปรหนึ่งที่ทำให้ประสิทธิภาพการกลั่นสูงขึ้นเฉลี่ย8.95% ที่ค่าความเข้มของแสง 826 W/m$^2$ ในงานวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์และพัฒนาเพื่อเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่จะนำแนวทางการวิจัยไปพัฒนาต่อยอดในการปรับปรุงรูปแบบของการวิจัยและจัดทำเชิงธุรกิจในอนาคตต่อไป

## 6. กิตติกรรมประกาศ

บทความวิจัยนี้สำเร็จลงได้ผู้วิจัยต้องขอขอบคุณ ผศ. สหรัตน์ วงษ์ศรีษะ ดร.สุรเชษฐ เดชฟุ้ง ดร.ณัฐวรพล รัชสิริวัชรบุล ดร.ปริญญ์ บุญกนิษฐ์ ผู้วิจัยจึงขอขอบคุณคณะอาจารย์ที่สละเวลาในการให้คำแนะนำเพื่อให้ผลงานสำเร็จลุล่วงด้วยดีและขอขอบคุณแผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรปราการ

## 7. เอกสารอ้างอิง

[1] กรมวิทยาศาสตร์บริการ, “เครื่องกลั่นน้ำด้วยพลังงานแสงแดดแบบ กรมวิทยาศาสตร์บริการ,” วารสารประสิทธิภาพพลังงาน ฉบับที่ 58, กรุงเทพมหานคร, 2545.

[2] พูนศักดิ์ อินทวี จำนง ฉายเชิด จินดา แก้วเขียว เสริม จันทร์จีระศักดิ์ สุรวัฒนาวงศ์, “การศึกษาสมรรถนะของเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งใช้กระจกทึบแสงเป็นตัวดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์,” การประชุมเชิงวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทยครั้งที่ 1, 11-13 พฤษภาคม 2548 โรงแรมแอมบาสซาเดอร์ ซิตี้จอมเทียน จังหวัดชลบุรี, หน้า AE14-1-4.

[3] อภิชาติ บุญล้อม และ ซังเซ็ง เลียงจินดาถาวร, “ความสัมพันธ์ของระดับความสูงของน้ำในเครื่องกลั่น กับประสิทธิภาพของเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบอ่าง,” การประชุมเชิงวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทยครั้ง ที่ 1, 11-13 พฤษภาคม 2548 โรงแรมแอมบาสซาเดอร์ ซิตี้ จอมเทียน จังหวัดชลบุรี, หน้า AE15-1-5.

[4] A.S., Nafey, M., Abdelkader, A., Abdelmotalip, and A.A.,Mabrouk, 2002. Solar still productivity enhancement. Energy Conversion and Management, May 937-946.

[5] Hikmet Ş.Aybar, Fuat Egelioğlu, U. Atikol., “An experimentalstudy on an inclined solar water distillation system,”Desalination, Volume 180, pp.285-289, 2005.

[6] M.A., Hamdan, A.M., Musa, and B.A., Jubran, 1999. Performance of solar still under Jordanian climate. Energy Conversion & Managent, May 495-503.