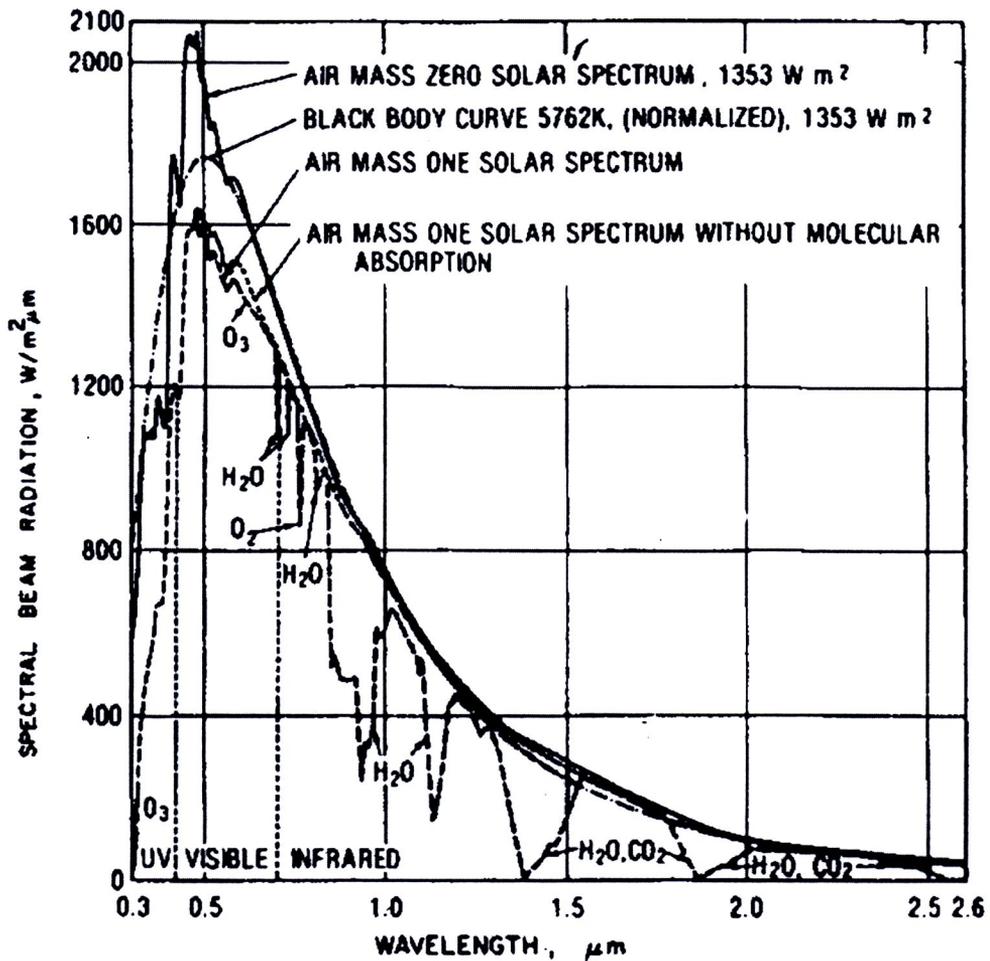


บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

แสงอาทิตย์และชั้นบรรยากาศของโลก

ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดพลังงานที่สำคัญของโลก ความเข้มของแสงอาทิตย์นั้นมีค่ามากถึง 1,300 วัตต์ต่อตารางเมตร ก่อนที่แสงจะผ่านชั้นบรรยากาศของโลก และในแสงนั้นยังมีรังสีชนิดต่างๆ มากมาย ซึ่งแสงเหล่านั้นมีช่วงความยาวคลื่นอยู่ระหว่าง 0.1 ถึง 50 ไมโครเมตร แบ่งเป็นประเภทใหญ่ๆ เป็น 3 ชนิด ดังแสดงในภาพที่ 2-1 ได้แก่



ภาพที่ 2-1 ความเข้มแสงที่ความยาวคลื่นต่างๆ เมื่อผ่านชั้นบรรยากาศ (สุพัฒน์, 2543)

ก) รังสีอุลตราไวโอเล็ต มีความยาวคลื่นน้อยกว่า 0.38 ไมโครเมตร

ข) รังสีแสงสว่างที่มนุษย์สามารถมองเห็นได้ มีช่วงความยาวคลื่นอยู่ระหว่าง 0.38 ถึง 0.78 ไมโครเมตร

ค) รังสีอินฟราเรด มีความยาวมากกว่า 0.78 ไมโครเมตร

เมื่อแสงอาทิตย์ผ่านชั้นบรรยากาศของโลก โอโซนจะดูดกลืนรังสีอุลตราไวโอเล็ตในส่วนที่มีความยาวคลื่นน้อยกว่า 0.29 ไมโครเมตร ไปหมด ไออน้ำและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จะดูดกลืนรังสีอินฟราเรดไปบางส่วน ทำให้รังสีจากแสงอาทิตย์ที่ปรากฏที่ผิวโลก มีความยาวคลื่นเหลืออยู่ระหว่าง 0.3 ถึง 3 ไมโครเมตรเท่านั้น ซึ่งส่งผลให้ความเข้มของแสงลดลงเหลือน้อยกว่า 1,300 วัตต์ต่อตารางเมตร

นอกจากนี้ รังสีบางส่วนที่ไม่ถูกดูดกลืน ก็อาจกระทบกับ ก๊าซและฝุ่นละอองภายในชั้นบรรยากาศ ทำให้เกิดการกระจายไปทุกทิศทาง และบางส่วนก็กระจายกลับออกไปในชั้นบรรยากาศด้วย ละอองน้ำในอากาศโดยเฉพาะในก้อนเมฆก็สามารถกระจายรังสีได้ดี ดังนั้นเมื่อมีเมฆมาก รังสีจากดวงอาทิตย์ก็จะยิ่งกระจายไปในอวกาศได้มาก ทำให้ความเข้มของแสงที่ผิวโลกลดน้อยลงไปอีก

การแผ่รังสีของดวงอาทิตย์พิจารณาที่ผิวโลก (สุพัฒน์, 2543)

จะกล่าวถึงผลของบรรยากาศที่มีต่อการแผ่รังสี ทำให้ปริมาณรังสีเหลือมาถึงผิวโลกมีค่ามากน้อยอย่างไร เนื่องจากบรรยากาศโลกพอแบ่งได้ดังนี้

การแผ่รังสีแบบเป็นลำแสง คือ เป็นรังสีที่โลกได้รับโดยตรง รังสีไม่มีการเปลี่ยนทิศทาง

การแผ่รังสีแบบแพร่กระจาย คือ ผิวโลกได้รับรังสีนี้หลังจากที่รังสีมันเปลี่ยนทิศทางไปจากเดิมแล้วอันเกิดเนื่องจากการสะท้อนและการกระจัดกระจายเมื่อรังสีจากดวงอาทิตย์กระทบกับบรรยากาศของโลก

การแผ่รังสีทั้งหมด คือ ผลรวมของการแผ่รังสีแบบลำแสงกับการแผ่รังสีแบบแพร่กระจาย บางครั้งเรียกกันว่า รังสีโอบอล (Global Radiation)

ลักษณะการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์

การแผ่รังสี หมายถึง พลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าที่เดินทางผ่านอวกาศ และอากาศด้วยความเร็วแสง การแผ่รังสีความร้อนเท่านั้นที่สำคัญสำหรับการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติของการแผ่รังสีของวัตถุที่มีอุณหภูมิเหนือ ศูนย์องศาสัมบูรณ์

พลังงานแสงอาทิตย์ที่นำมาใช้ประโยชน์ได้จะอยู่ระหว่าง รังสีอุลตราไวโอเล็ต และ อินฟราเรด (ความยาวคลื่น 0.2 - 25.0 ไมโครเมตร) ส่วนใหญ่พลังงานที่กล่าวถึงจะอยู่ในช่วง

0.2 – 0.4 ไมโครเมตร แต่เนื่องจากพลังงานแสงอาทิตย์ถูกดูดไว้บางส่วนโดยบรรยากาศจึงทำให้พลังงานที่เหลือถึงระดับพื้นดินมีค่าลดลงเหลือเพียงช่วง 0.29 – 3.0 ไมโครเมตร

รังสีดวงอาทิตย์บนพื้นราบ

ปริมาณพลังงานดวงอาทิตย์ที่แผ่รังสีตกกระทบผิวโลกประกอบด้วย

ก) รังสีตรง คือ รังสีที่มาจากดวงอาทิตย์โดยตรงและตกกระทบบนพื้นโลกในทิศทางที่แน่นอน

ข) รังสีกระจายหรือรังสีสะท้อน คือ รังสีที่ตกกระทบบนผิวโลกโดยการกระจายหรือการสะท้อนเมื่อผ่านชั้นบรรยากาศทำให้ทิศทางการตกกระทบบนผิวโลกไม่แน่นอน

รังสีดวงอาทิตย์บนพื้นเอียง

ค่ารังสีดวงอาทิตย์มักวัดเป็นอัตราความเข้มต่อชั่วโมงของรังสีที่กระทบบนแนวราบ โดยทั่วไปอุปกรณ์รับรังสีแบบแผ่นราบ จะต้องวางในแนวที่สามารถรับรังสีดวงอาทิตย์ได้ตลอดทั้งวัน โดยวางในแนวเหนือ – ใต้ สำหรับประเทศไทยมุมที่สามารถรับรังสีดวงอาทิตย์ได้ดีตลอดทั้งปีคือมุม 15 องศาเหนือ

การรับรังสีของแผ่นวัสดุ

อุณหภูมิที่พื้นผิวดวงอาทิตย์มีค่าประมาณ 6,000 องศาเซลเซียส ความยาวคลื่นที่แผ่รังสีมาจากดวงอาทิตย์จะมีช่วงของความยาวคลื่นของแสงเป็นคลื่นสั้น

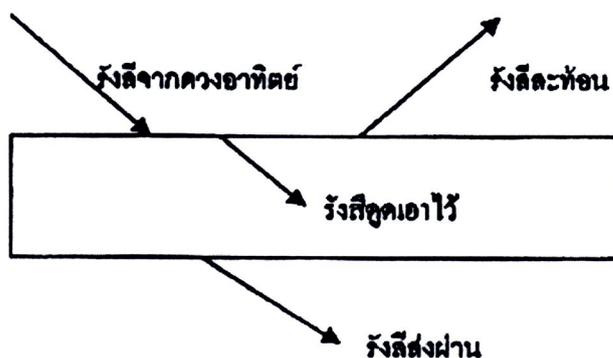
การแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์ สามารถส่งผ่านไปยังวัสดุต่าง ๆ ที่แสงสามารถส่งไปถึงบางชนิดของวัสดุ เช่น พลาสติกใส รังสีดวงอาทิตย์ไม่สามารถส่งผ่านไปได้ 100 % เนื่องจากที่รังสีส่งผ่านวัสดุบางส่วนของรังสีจะถูกดูดกลืนไว้ในวัสดุและเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน ในช่วงของรังสีอินฟราเรด เช่น กระจกใสที่มีส่วนผสมของเหล็ก (Iron) อยู่ภายในจะดูดซับรังสีจากดวงอาทิตย์และเปลี่ยนรังสีจากดวงอาทิตย์ซึ่งเป็นคลื่นสั้นเปลี่ยนเป็นคลื่นยาว (อินฟราเรด) คลื่นนี้จะสั่นสะเทือนโมเลกุลของแผ่นแก้วทำให้แผ่นแก้วมีอุณหภูมิสูงขึ้น ซึ่งพลังงานที่สั่นสะเทือนโมเลกุลนี้เรียกว่า “ความร้อน” และความร้อนนี้จะถูกส่งผ่านไปรอบ ๆ วัสดุบางส่วนจะเป็นพลังงานบางส่วนจะสูญหายไป

อีกลักษณะหนึ่งของรังสีดวงอาทิตย์ คือมีการสะท้อนกลับสูงเมื่อวัสดุเป็นมันวาวพอสรุปได้ว่า การแผ่รังสีดวงอาทิตย์มีดังนี้

- 1) การส่งผ่าน (Transmission)
- 2) การดูดซับ (Absorption)
- 3) การสะท้อนกลับ (Reflection)

4) การแผ่รังสี (Radiation)

บางส่วนหรือทั้งหมดของปรากฏการณ์ทั้ง 4 ชนิดที่อุณหภูมิต่ำ ๆ สามารถเกิดขึ้นได้พร้อมกันเป็นความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน และเป็นคุณสมบัติของรังสีดวงอาทิตย์



ภาพที่ 2-2 รังสีจากดวงอาทิตย์เมื่อตกกระทบวัสดุ (สุทธิษา และคณะ, 2545)

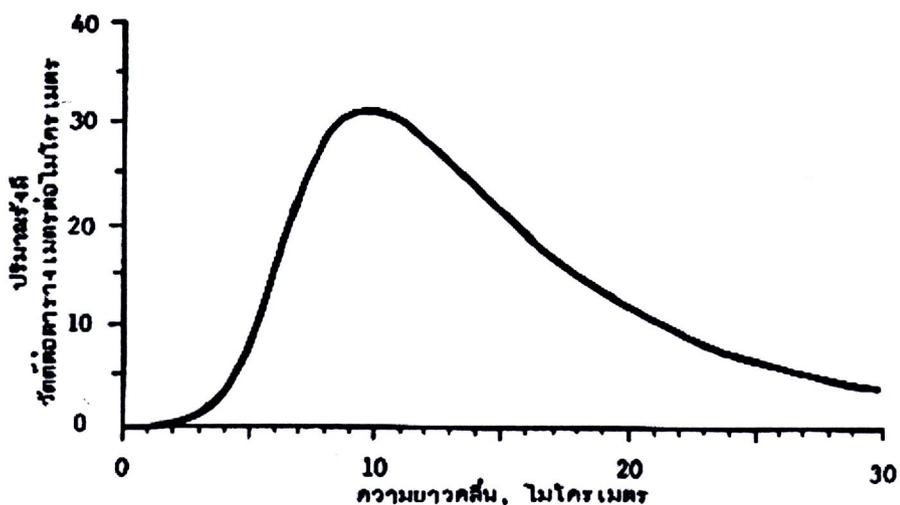
การตอบสนองของวัสดุต่อแสงอาทิตย์

เมื่อแสงอาทิตย์ส่องถูกวัสดุ วัสดุจะเกิดการตอบสนองต่อแสง สามารถแบ่งปรากฏการณ์การตอบสนองนี้ได้เป็น 4 ประการ แสดงในภาพที่ 2-2 ได้แก่

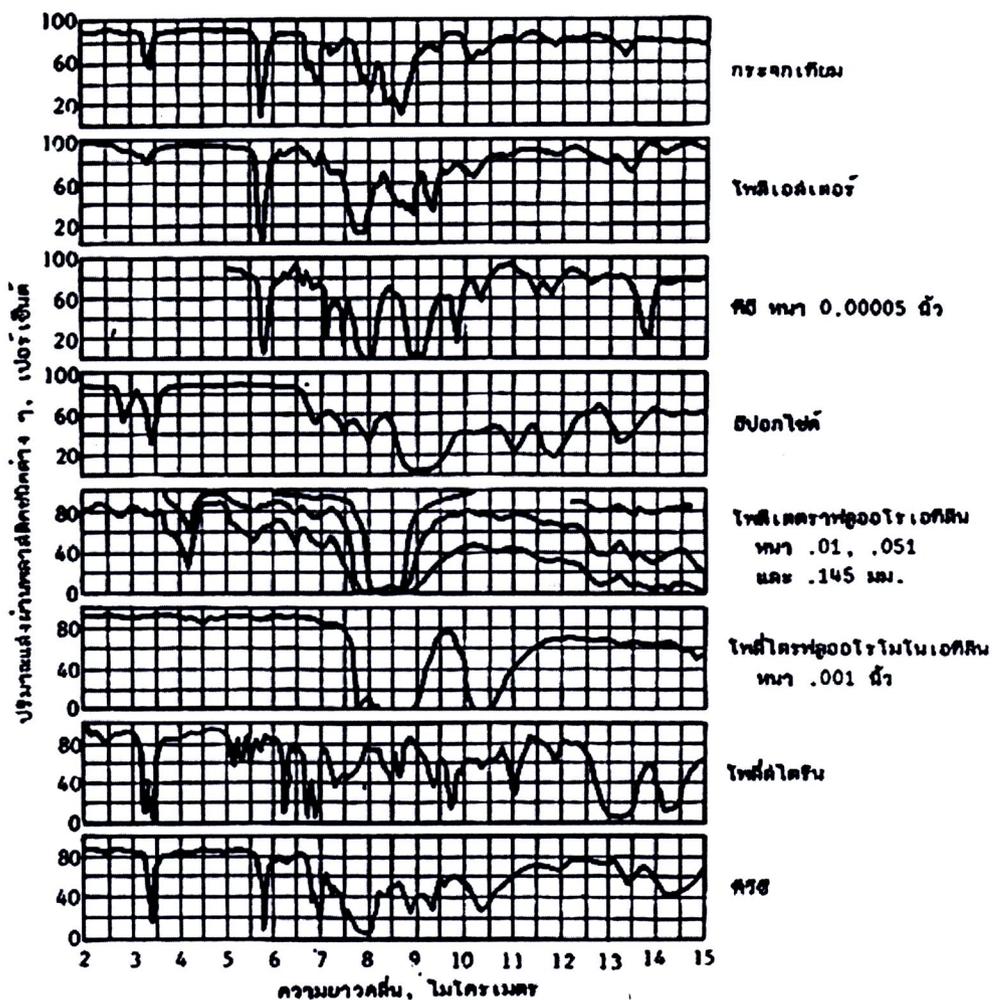
- ก) การดูดกลืนรังสี
- ข) การคายรังสี
- ค) การสะท้อนรังสี
- ง) การยอมให้รังสีผ่านไป

สำหรับวัสดุที่จะนำมาใช้ในเครื่องระเหยสารเคมีโดยการใช้พลังงานแสงอาทิตย์นั้น มี 2 ชนิดคือ วัสดุสีดำ และวัสดุใส

การดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของผิววัสดุนั้น ๆ เช่น วัสดุที่มีผิวสีดำจะดูดกลืนแสงอาทิตย์ได้ดีกว่าวัสดุที่มีผิวสีขาว และวัสดุผิวขรุขระจะดูดกลืนแสงอาทิตย์ได้ดีกว่าวัสดุที่มีผิวเรียบเป็นต้น ในส่วนของวัสดุสีดำด้านนั้นจะดูดกลืนแสงได้ประมาณ 95% อีก 5 % ที่เหลือก็จะถูกสะท้อนออกไป เมื่อวัสดุสีดำดูดกลืนรังสีดวงอาทิตย์ที่เป็นคลื่นสั้น (อยู่ระหว่าง 0.3 ถึง 3 ไมโครเมตร) เข้าไป (ภาพที่ 2-3) วัสดุสีดำนั้นจะร้อนขึ้น และคายความร้อนออกเป็นรังสีคลื่นยาว (ยาวกว่า 3 ไมโครเมตร) ออกมา หลักการนี้ก็คือการเปลี่ยนรังสีจากแสงอาทิตย์ให้เป็นรังสีความร้อนนั่นเอง



ภาพที่ 2-3 องค์ประกอบและปริมาณของรังสีจากวัสดุสีดำที่อุณหภูมิ 27 °C (สุทธิชา และคณะ, 2545)



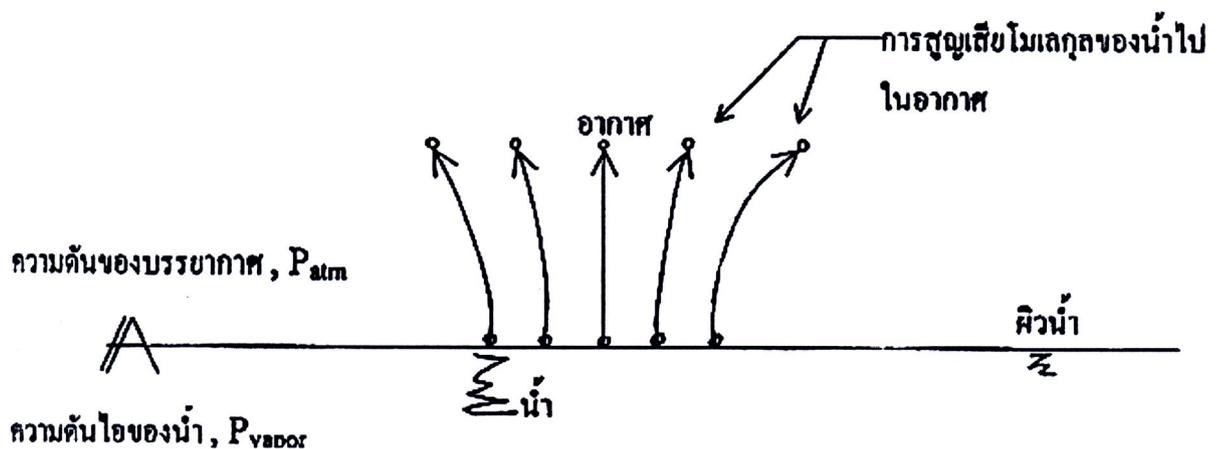
ภาพที่ 2-4 ปริมาณรังสีอินฟราเรดช่วง 2- 15 μm ผ่านพลาสติกชนิดต่าง ๆ (สุทธิชา และคณะ, 2545)

วัสดุใส คือ วัสดุที่ยอมให้แสงผ่านตัวมันได้ เช่น กระจก วัสดุที่ควรนำมาใช้ในการทดลองควรมีคุณสมบัติในการให้แสงอาทิตย์ (ช่วงคลื่นสั้น) ผ่านไปได้มากที่สุด เพื่อให้วัสดุสีดำทำหน้าที่เปลี่ยนรังสีมาเป็นความร้อน (คลื่นยาว) ให้มากที่สุด และขณะเดียวกัน วัสดุใสก็ควรมีคุณสมบัติในการเก็บกักความร้อนที่ได้จากวัสดุสีดำไว้ได้มากที่สุด นั่นก็คือ วัสดุใสที่นำมาใช้กับการทดลองควรที่จะให้รังสีคลื่นสั้นผ่านไปได้ แต่ไม่ยอมให้รังสีคลื่นยาวผ่านไปได้ดังแสดงในภาพที่ 2-4 ซึ่งวัสดุใสที่มีคุณสมบัติดังกล่าว ได้แก่ กระจก และ พลาสติกบางชนิด สำหรับพลาสติกส่วนใหญ่ นั้น เมื่อถูกรังสีอุลตราไวโอเลตนานเข้า จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภายในโมเลกุล ทำให้กรอบ หักง่าย หรือเปลี่ยนสีเป็นสีน้ำตาล หรือม่วงได้ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้จะไม่เกิดขึ้นในกระจก ดังนั้นถ้าเป็นไปได้ควรใช้กระจกเป็นวัสดุใสในการทดลอง

การระเหย (Evaporation)

การเปลี่ยนสภาพของน้ำจากของเหลวให้กลายเป็น ไอ เรียกว่า การระเหย หลักการขั้นพื้นฐานสำหรับขบวนการนี้ดังภาพที่ 2-5

น้ำประกอบด้วยโมเลกุล ซึ่งแต่ละโมเลกุลมีความดันไอของน้ำ (P_{vapor}) ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นความดันไอจะสูงขึ้นตามไปด้วย ที่ผิวน้ำซึ่งสัมผัสกับอากาศมีความดันบรรยากาศ (P_{atm}) ขึ้นอยู่กับระดับความสูง คือเมื่อระดับความสูงเพิ่มขึ้นความดันบรรยากาศจะลดลง ดังนั้นถ้าความดันไอ (P_{vapor}) ของน้ำมากกว่าความดันของบรรยากาศ (P_{atm}) เหนือผิวน้ำนั้น โมเลกุลของน้ำจะค่อย ๆ กระโดดออกมาจากผิวน้ำ กลายเป็นไอลอยสูงขึ้นไปในบรรยากาศ



ภาพที่ 2-5 กระบวนการในการเกิดการระเหยของน้ำ (สุทธิชา และคณะ, 2545)

ปัจจัยที่มีผลต่อการระเหย

กระบวนการระเหยดังกล่าวจะดำเนินต่อไปด้วยปัจจัยหลายประการดังต่อไปนี้คือ

1) ผลต่างของความดันไอ (Vapor- pressure difference): อัตราการระเหยเป็นปฏิภาคโดยตรงกับผลต่างของความดันไอ $P_{\text{vapour}} - P_{\text{atm}}$ จะสิ้นสุดลงเมื่อ $V_{\text{apour}} = P_{\text{atm}}$

2) อุณหภูมิ(Temperature):อัตราของการที่โมเลกุลพุ่งออกจากผิวน้ำสู่บรรยากาศเป็น ปฏิภาคโดยตรงกับอุณหภูมิของน้ำ กล่าวคือ เมื่อน้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้นจะทำให้โมเลกุลมีพลังงานสูงขึ้นไปพร้อม ๆ กันด้วย

3) ลม (Wind): ความเร็วลมที่พัดผ่านผิวน้ำ ทำให้การเคลื่อนที่ของโมเลกุลของน้ำจากผิวน้ำ และการกระจายไปในอากาศเป็นไปโดยสะดวก และมีส่วนในการเพิ่มอัตราการระเหย

4) ความดันบรรยากาศ (Atmospheric Pressure): อัตราการระเหยจะลดลงเมื่อความดันบรรยากาศเพิ่มขึ้น

5) ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative humidity) : มีผลทำให้อัตราการระเหยลดลงเมื่อความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเพิ่มขึ้น

6) คุณภาพของน้ำ (Quality of water) : อัตราการระเหยของน้ำทะเล (มีสารละลายเจือปนอยู่มาก) จะต่ำกว่าของน้ำจืด (มีความบริสุทธิ์มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำทะเล)

7) ธรรมชาติของผิวยระเหย (Nature of surface evaporating) : แบ่งเป็นผิวน้ำและผิวดิน

8) ผิวน้ำ (Water surface) : ผิวน้ำที่กว้างและเปิด จะได้รับการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์และลมพัดผ่าน ได้ดีกว่าผิวกิ่งแคบและมีอะไรมาปิดบังไว้จึงมีอัตราการระเหยสูงกว่า

9) ผิวดิน (Soil surface) : ถ้าผิวดินอึดตัวไปด้วยน้ำอัตราการระเหยจะไม่แตกต่างจากผิวน้ำมากนักแต่ถ้าผิวดินมีความชื้นน้อยลงอัตราการระเหยจะถูกจำกัดไว้ด้วยอัตราการควบแน่นจากส่วนที่ลึกลงไปขึ้นมาสู่ผิวดิน

การคำนวณหาค่าการระเหย

$$\text{ค่าการระเหยของน้ำ} = \text{ระดับน้ำที่เปลี่ยนไป} * \text{พื้นที่ผิวยระเหย}$$

การหาอัตราการระเหย (Determination of Evaporation)

การหาค่าการระเหยโดยตรง สามารถทำได้โดยการวิเคราะห์สมดุลของน้ำ โดยอาศัยข้อมูล การไหลเข้า (Inflow) การไหลออก (Outflow) และการเปลี่ยนแปลงปริมาตรเก็บกัก (Storage) ซึ่งจะมีความถูกต้องมากน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับความรู้และความถูกต้องของข้อมูลที่มีอยู่

โดยพื้นฐานของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการระเหยซึ่งขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของอากาศ อุณหภูมิ

ของน้ำ ความดันไอ (Vapor Pressure) ความเร็วลม และความชื้นของการปั่นป่วนในอากาศซึ่งมีตัวอย่างสมการ ดังนี้

สูตรของ Dalton

$$E = C (e_w - e_a)$$

โดยที่

E คือ อัตราการระเหย (Rate of Evaporation)

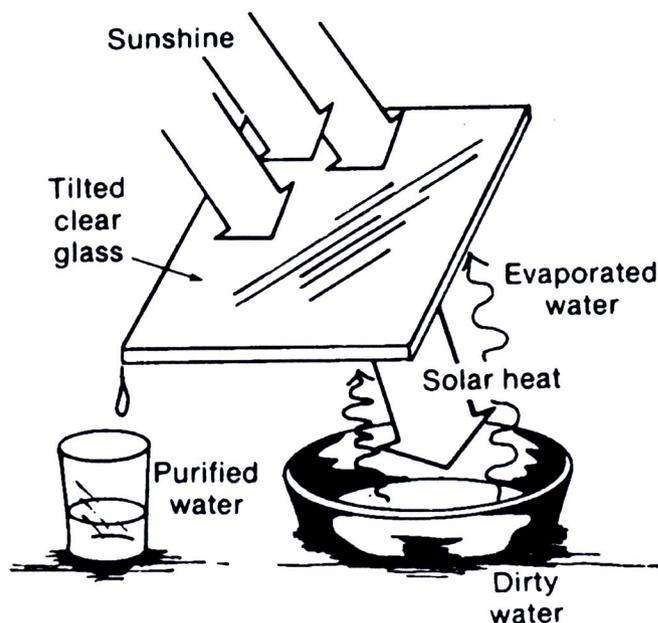
C คือ สัมประสิทธิ์การผสม (Mixing Coefficient)

e_w คือ ความดันไอน้ำอิ่มตัว (Saturation Vapor Pressure)

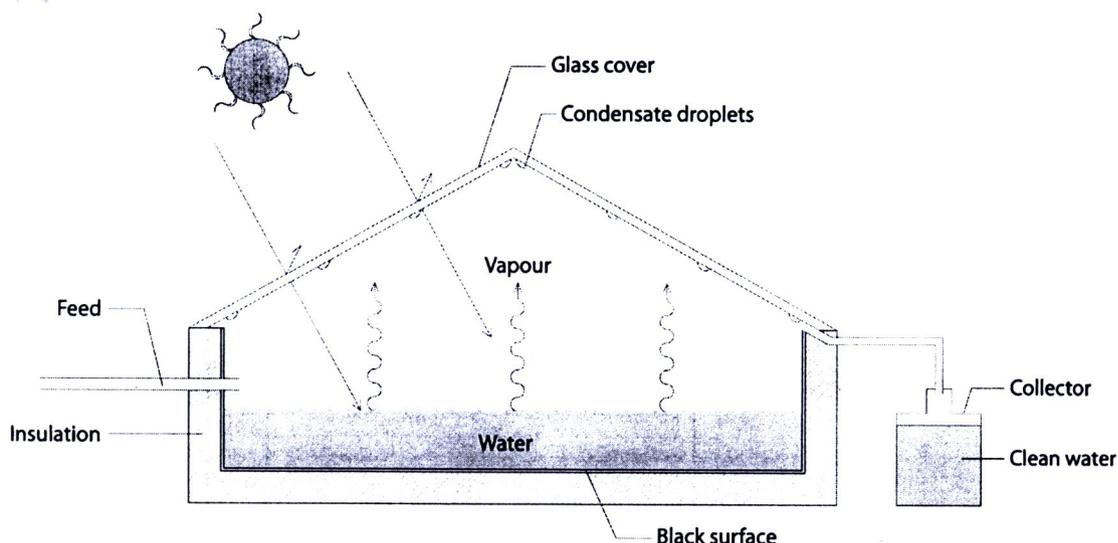
e_a คือ ความดันไอของอากาศเหนือผิวน้ำ

เครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

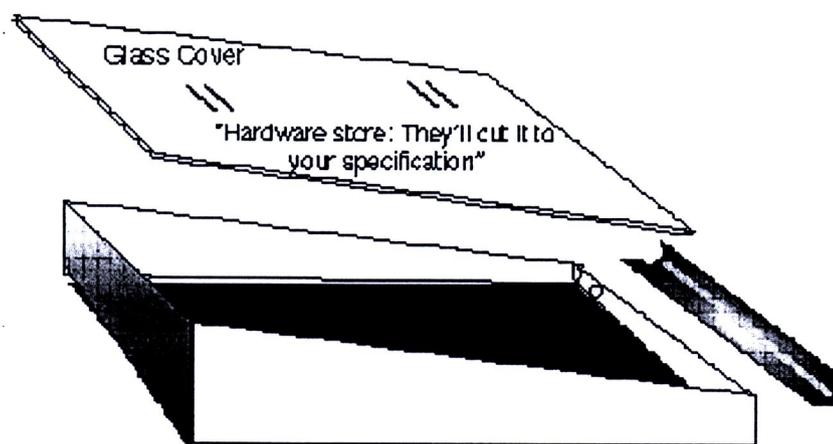
การกลั่นน้ำเป็นหนึ่งในหลายกระบวนการที่ใช้ในการทำให้น้ำบริสุทธิ์ ซึ่งต้องใช้พลังงานนำเข้าไปในการผลิต เช่น ความร้อน การแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์สามารถใช้เป็นแหล่งของพลังงานในกระบวนการนี้ น้ำจะระเหย และแยกไอน้ำออกจากสารที่ละลายอยู่ในน้ำ ซึ่งจะควบแน่นเป็นน้ำที่บริสุทธิ์ ดังแสดงในภาพที่ 2-6



ภาพที่ 2-6 หลักการพื้นฐานของการกลั่นน้ำด้วยแสงอาทิตย์ (McCluney, 1984)



ภาพที่ 2-7 องค์ประกอบเครื่องกลั่นพลังงานแสงอาทิตย์ (Asif, 2007)



ภาพที่ 2-8 เครื่องกลั่นพลังงานแสงอาทิตย์ (สำรวยและคณะ, 2008)

เครื่องกลั่นน้ำ ที่ประกอบด้วยอุปกรณ์กักเก็บน้ำแล้วปิดด้วยกระจกเอียง ดังภาพที่ 2-7 และ 2-8 จะมีหลักการทำงานคือ การแผ่รังสีของแสงอาทิตย์ที่มาตกกระทบกระจกที่ปิดกั้น แสงถูกดูดกลืน โดยพื้นผิวสีดำที่สัมผัสกับน้ำที่จะกลั่น น้ำก็จะได้รับความร้อน และทำให้น้ำกลายเป็นไอให้ไอน้ำออกมา ไอน้ำจะไปกระทบกระจกด้านใน ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่า เพราะกระจกสัมผัสกับอากาศที่เคลื่อนไหวห้อมล้อมอยู่ด้านนอก น้ำที่ควบแน่นจะไหลลงตามแนวเอียงกระจกสู่รางที่จะไหลลงสู่ถังน้ำ

พลังงานที่จำเป็นต้องใช้ในการกลั่นน้ำ พลังงานที่ต้องการในการระเหยของน้ำ คือ ความร้อนแฝง (Latent) ของการกลายเป็นไอของน้ำมีค่า 2,260 กิโลจูลต่อกิโลกรัม หมายความว่า ถ้าต้องการน้ำบริสุทธิ์ 1 ลิตร โดยการกลั่นน้ำที่ปนเปื้อนต้องใช้พลังงานนำเข้าไป 2,260 กิโลจูล ในทางปฏิบัติจริง ๆ ไม่เป็นไปตามนี้ เนื่องจากประสิทธิภาพของการให้ความร้อนจะน้อยกว่า 100

เปอร์เซ็นต์ หรือเพื่อชดเชยกับความร้อนแฝงที่จะถูกปลดปล่อยออกมาจากไอน้ำที่ควบแน่นเป็นหยดน้ำ

หลักการการทำงานของเครื่องกลั่นน้ำพลังแสงอาทิตย์

เครื่องกลั่นน้ำพลังแสงอาทิตย์ทำงานโดยอาศัยพลังงานจากรังสีดวงอาทิตย์เท่านั้นเป็นแหล่งพลังงาน ลักษณะของเครื่องกลั่นน้ำพลังแสงอาทิตย์แบบถาดราบหลังคาเดี่ยวประกอบด้วยชิ้นส่วนสำคัญ ๆ ดังแสดงในภาพที่ 2-9 ดังนี้

ก) โครงเครื่องกลั่น สำหรับรองรับฝาปิดและรางรับน้ำกลั่น วัสดุที่ใช้ทำโครงอาจเป็นคอนกรีต อลูมิเนียม เหล็ก ไร้สนิม หรือไฟเบอร์กลาส แล้วแต่ความต้องการ ตัวโครงมีลักษณะเป็นกล่องสี่เหลี่ยมผืนผ้า ด้านหน้าต่ำ ด้านหลังสูง

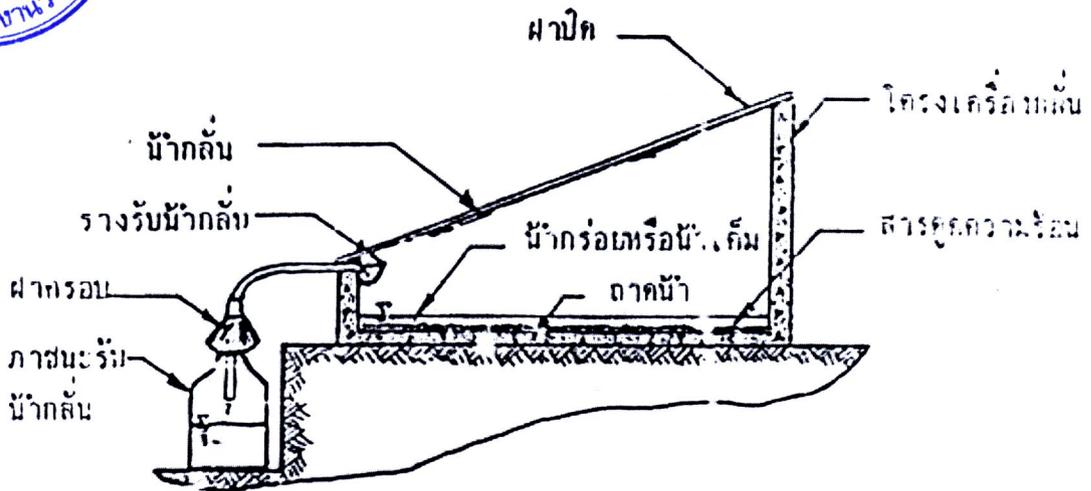
ข) ถาดน้ำดิบ เป็นที่สำหรับใส่น้ำดิบซึ่งต้องการกลั่น เช่น น้ำเสีย น้ำกร่อย หรือน้ำเค็ม เป็นต้น ถาดน้ำดิบอาจสร้างให้เป็นส่วนเดียวกับโครงเครื่องกลั่น เช่น ดังในภาพที่ 2-7 หรือ แยกต่างหากก็ได้ ระดับน้ำที่ใส่อัตราสูงประมาณ 2 ถึง 4 เซนติเมตร

ค) สารดูดรังสีความร้อน เป็นสารที่ทำหน้าที่ดูดรังสีความร้อน ทำให้น้ำในถาดมีอุณหภูมิสูงขึ้น ลักษณะที่สำคัญของสารนี้ ก็คือมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดรังสีความร้อนสูงและไม่ทำให้เกิดสารพิษ ที่นิยมใช้กัน ได้แก่ ยาง Butyl สีดำ แกลบเผาสีดำ และถ่านบดละเอียด เป็นต้น

ง) ฝาปิดเครื่องกลั่น ฝาปิดเครื่องกลั่นมีลักษณะโปร่งใสแสงอาทิตย์สามารถทะลุผ่านได้ ทำด้วยกระจกหรือแผ่นพลาสติก วางอยู่บนตัวโครงเครื่องกลั่นโดยมีกาวยาง เช่น กาวซิลิโคนเป็นวัสดุเชื่อมประสานเพื่อกันไม่ให้ไอน้ำจากภายในเครื่องกลั่นรั่วออกสู่ภายนอกได้ ไอน้ำจะกลั่นตัวบนฝาปิดนี้

จ) รางรับน้ำกลั่น เป็นรางที่ใช้สำหรับรองรับน้ำกลั่นจากฝาปิดเครื่องกลั่นติดตั้งอยู่กับผนังด้านหน้าของตัวโครงเครื่องกลั่นดังในภาพที่ 2-3 วัสดุที่ใช้ทำรางรับน้ำกลั่นอาจเป็นคอนกรีต ห่อพลาสติก กระจกหรือรางอลูมิเนียมแล้วแต่ความต้องการ

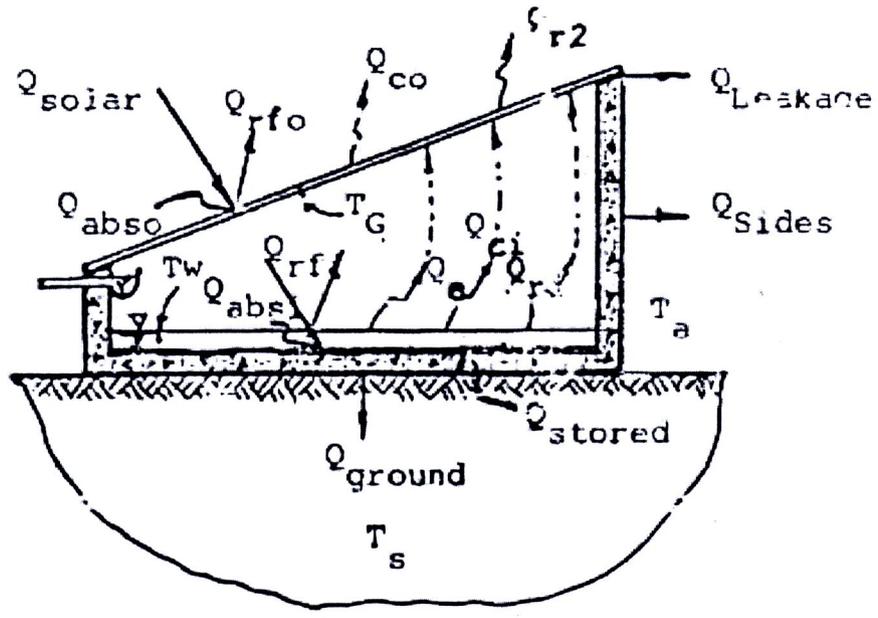
เครื่องกลั่นน้ำพลังแสงอาทิตย์ทำงานด้วยตัวเองโดยอัตโนมัติทั้งกลางวัน และกลางคืน รังสีดวงอาทิตย์ทั้งรังสีตรงและรังสีกระจายที่ตกกระทบฝาปิดเครื่องกลั่นจะสะท้อนกลับประมาณ 10% ฝาปิดเครื่องกลั่นที่เป็นกระจกชั้นเดียวจะดูดรังสีเอาไว้ประมาณ 5% รังสีที่เหลือประมาณ 85% จะส่องผ่านกระจกใสที่เป็นฝาปิดตกกระทบน้ำดิบและสารดูดรังสีความร้อนในถาดน้ำ พลังรังสีส่วนใหญ่จะทำให้น้ำในถาดมีอุณหภูมิสูงขึ้น ที่เหลือส่วนน้อยสูญเสียไปทางด้านล่างของถาดน้ำสู่พื้นดินและทางผนังด้านข้างของโครงเครื่องกลั่นสู่บรรยากาศภายนอก



ภาพที่ 2-9 ส่วนประกอบเครื่องกลั่นพลังงานแสงอาทิตย์ (สุทธิชา และคณะ, 2545)

น้ำร้อนในถาดจะสูญเสียความร้อนได้หลายวิธี เช่น โดยการแผ่รังสี โดยการพาความร้อนตามธรรมชาติ โดยการระเหยตัวและกลั่นตัวของไอน้ำที่ผนังด้านในของกระจกที่เป็นฝาปิด การแผ่รังสีความร้อนของน้ำร้อน ซึ่งมีอุณหภูมิใกล้เคียงบรรยากาศ จะเกิดขึ้นในช่วงความยาวคลื่น $\lambda > 2$ ถึง 20 ไมครอน แต่กระจกจะเป็นเหมือนวัสดุทึบแสงสำหรับรังสีที่มีความยาวคลื่น $\lambda > 3$ ไมครอน ดังนั้นพลังงานรังสีส่วนใหญ่ซึ่งส่องผ่านฝาปิดที่เป็นกระจกออกไปไม่ได้จะทำให้อุณหภูมิภายในเครื่องกลั่นน้ำสูงขึ้น ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า "Greenhouse effect" การกลั่นตัวของไอน้ำที่ผนังด้านในกระจกเกิดขึ้น เพราะเกิดการถ่ายเทความร้อนผ่านกระจกไปสู่สิ่งแวดล้อมโดยการนำความร้อนและในขณะที่เดียวกันกระจกก็ถ่ายเทความร้อนให้แก่บรรยากาศโดยการแผ่รังสีและการพาความร้อนตามธรรมชาติ น้ำกลั่นจะไหลตามผนังกระจกไปรวมกันในรางรับน้ำกลั่น และลงสู่ภาชนะรองรับดังในภาพที่ 2-9 ถ้ามีรอยร้าวระหว่างแผ่นกระจกฝาปิดและ โครงสร้างเครื่องกลั่น ปริมาณความร้อนส่วนหนึ่งจะสูญเสียไป ทำให้ปริมาณน้ำกลั่นที่ได้ต่อวันลดน้อยลงไป อัตราการกลั่นในหน่วยลิตรต่อตารางเมตรต่อวัน จะขึ้นอยู่กับปริมาณรังสีดวงอาทิตย์เป็นหลัก ลมจะมีส่วนช่วยเพิ่มอัตราการกลั่นบ้างเล็กน้อย ถ้าอุณหภูมิของบรรยากาศสูงขึ้นอัตราการกลั่นก็จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ความสูงของระดับน้ำดิบในถาดน้ำและมุมเอียงของฝาปิดก็มีอิทธิพลต่ออัตราการกลั่นน้ำด้วยเหมือนกัน

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย
วันที่..... 17 พ.ย. 2555
เลขทะเบียน..... 248673
เลขเรียกหนังสือ.....



ภาพที่ 2-10 การกระจายของพลังงาน (สุทธิชา และคณะ, 2545)

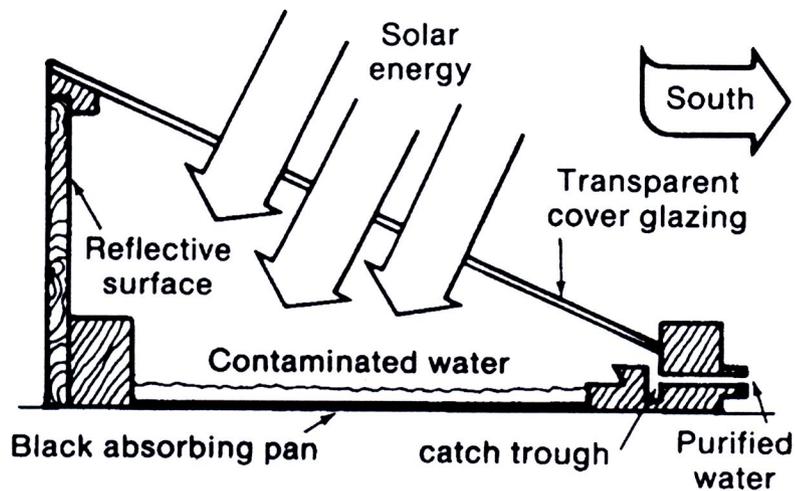
แบบจำลองการสมดุลของพลังงานในเครื่องกลั่นน้ำพลังแสงอาทิตย์

โดยทั่วไปจะสมมติว่าอุณหภูมิที่ระดับต่าง ๆ ในถาดน้ำและที่ความหนาต่าง ๆ ของฝาปิด มีค่าคงที่ ค่าเฉลี่ยของการกระจายของพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบเครื่องกลั่นน้ำจะเป็นดังนี้ (ดูภาพที่ 2-10) ตารางที่ 2-1 (สุทธิชา และคณะ, 2545)

พลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบเครื่องกลั่น	$Q_{\text{solar}} = 100\%$
พลังงานที่ สะท้อนกลับครั้งแรกบนฝาปิด	$Q_{\text{rf1}} = 10\%$
พลังงานที่ฝาปิดดูดเอาไว้ครั้งแรก	$Q_{\text{ab1}} = 5\%$
พลังงานที่สะท้อนกลับครั้งที่สองในถาดน้ำ	$Q_{\text{rf2}} = 5\%$
พลังงานเนื่องจากการแผ่รังสีของน้ำร้อนในถาดน้ำ	$Q_{\text{r1}} = 15\%$
พลังงานที่ใช้ในการระเหยตัวของน้ำในถาด	$Q_{\text{c}} = 40\%$
พลังงานที่ใช้ในการพาความร้อนภายในเครื่องกลั่น	$Q_{\text{c1}} = 5\%$
พลังงานที่สูญเสียทางด้านล่างของถาดน้ำ	$Q_{\text{ground}} = 5\%$
พลังงานที่สูญเสียทางผนังของเครื่องกลั่น	$Q_{\text{sides}} = 5\%$
พลังงานที่สูญเสียเนื่องจากรั่วไหลของไอน้ำ	$Q_{\text{leakage}} = 5\%$
พลังงานที่สูญเสียทางอื่น ๆ	$Q_{\text{unaccounted}} = 5\%$

ตารางที่ 2-1 อิทธิพลของมุมตกกระทบรังสีดวงอาทิตย์ที่มีผลต่อค่าเฉลี่ยของการกระจายของพลังงานต่าง ๆ ในเครื่องกลั่นน้ำ (สุทธิชา และคณะ, 2545)

มุมตกกระทบ (องศา)	0	30	45	60
ที่ฝาปิดเครื่องกลั่น				
% การสะท้อนกลับ	5	5	5	10
%การดูดกลืนพลังงาน	5	5	5	5
%การส่งผ่านของพลังงาน	90	90	89	85
ที่ถาดน้ำดิบ				
%การสะท้อนกลับ	5	5	5	5
%การดูดกลืนพลังงาน	95	95	95	95
%การส่งผ่านของพลังงาน	0	0	0	0
ที่น้ำดิบในถาด				
%การสะท้อนกลับ	2	2	3	6
%การดูดกลืนพลังงาน	30	30	30	30
%การส่งผ่านของพลังงาน	68	68	67	4

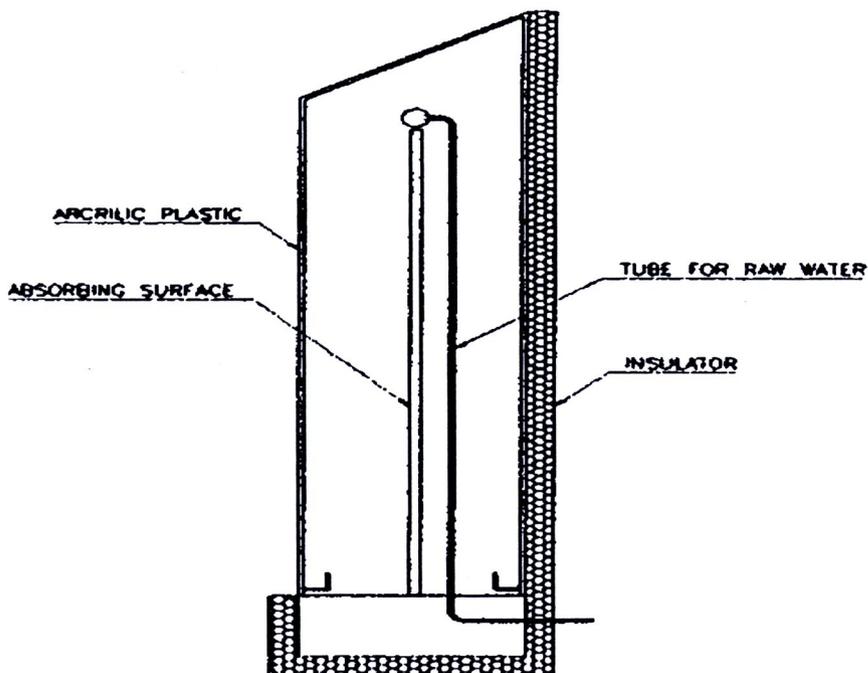


ภาพที่ 2-11 การออกแบบเครื่องกลั่นอย่างง่าย (McCluney, 1984)

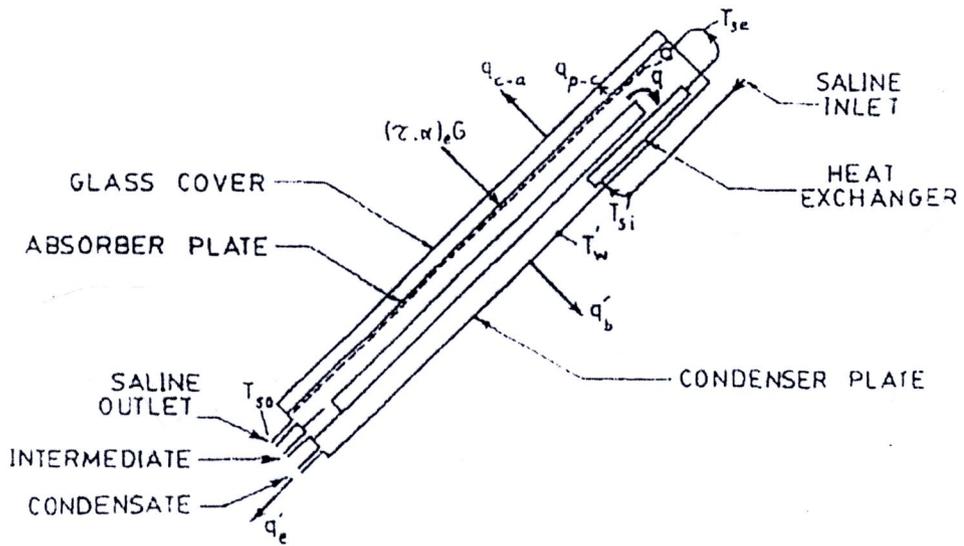
ลักษณะของเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ในแบบต่าง ๆ

เครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ได้มีการสร้างมานานแล้ว เครื่องแรกได้ถูกออกแบบและสร้างโดย Carlos Wilson ในปี ค.ศ. 1872 ที่ประเทศชิลี สำหรับในประเทศไทยนั้นได้มีการศึกษาครั้งแรกที่สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย โดย Maung Nay Htun and M.P. Aftab ในปี ค.ศ. 1975 เครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ได้มีการออกแบบและสร้างกันในหลาย ๆ ลักษณะดังต่อไปนี้

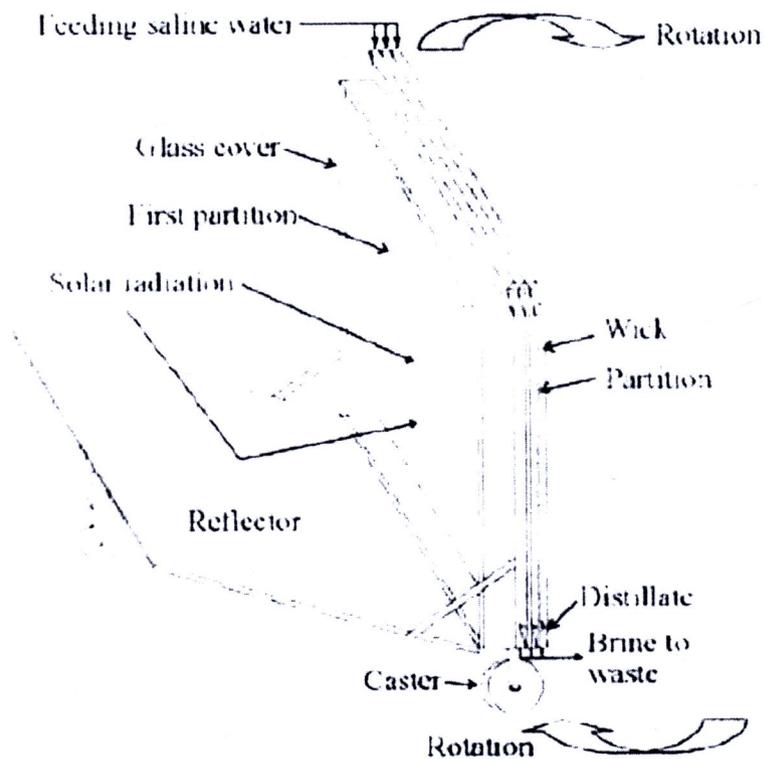
- แบบกระจกเอียงด้านเดียว (ภาพที่ 2-11)
- แบบกระจกเอียงสองด้าน (ภาพที่ 2-7)
- แบบผิวดิ่ง (ภาพที่ 2-12)
- แบบ Portable Tilt Solar Still (ภาพที่ 2-13)
- แบบ Simple Multiple Wick (ภาพที่ 2-14)



ภาพที่ 2-12 เครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบผิวดิ่ง (นิรมิต, 2548)



ภาพที่ 2-13 เครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบ Portable Tilt Solar Still (เกรียงไกร, 2550)



ภาพที่ 2-14 เครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบ Simple Multiple Wick (เกรียงไกร, 2550)

จากการศึกษาบทความที่ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์พบว่าในต่างประเทศได้ทำการศึกษาเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ในแบบที่เป็นกระบอกเอียงด้านเดียว

มากที่สุดเนื่องจากให้ประสิทธิภาพมากกว่าในรูปแบบอื่น ๆ โดยกระจกทำมุมลาดเอียงระหว่าง 10-20 องศา อีกทั้งยังสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพเพิ่มได้อีก โดยเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบที่เป็นกระจกเอียงด้านเดียวให้ประสิทธิภาพโดยเฉลี่ยประมาณ 30-45 % ในขณะที่เครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบอื่นให้ประสิทธิภาพโดยเฉลี่ยประมาณ 20-35 % ในอดีตประเทศไทยได้ทำ การศึกษาเครื่องกลั่นน้ำ พลังงานแสงอาทิตย์ที่เป็นแบบผิวดิ่งเป็นส่วนใหญ่ซึ่งให้ประสิทธิภาพเฉลี่ย 25-35 % โดยสามารถทำการปรับปรุงได้ทั้งในส่วนที่เป็นตัวดูดรังสีและการทำเป็นชั้นบันได ส่วนในต่างประเทศจะเป็นการพัฒนาเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ในแบบที่เป็นกระจกเอียงด้านเดียว โดยการปรับปรุงตัวดูดความร้อน เปลี่ยนความสูงของน้ำ เพิ่มจำนวนชั้น และจากผลการปรับปรุงเครื่องกลั่นน้ำ พลังงานแสงอาทิตย์พบว่าประสิทธิภาพเฉลี่ยสูงสุดที่ทำได้คือ 44% สำหรับเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบกระจกเอียงด้านเดียวสามชั้น (เกรียงไกร, 2549)

การพัฒนาเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ในประเทศไทย

ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนซึ่งได้รับพลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ยทั้งปีค่อนข้างสูง ตารางที่ 2-2 ได้แสดงค่าเฉลี่ยของพลังงานแสงอาทิตย์ทั้งปีที่กรุงเทพฯ ขอนแก่น เชียงใหม่ และสงขลา ซึ่งจากตารางจะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยของพลังงานอาทิตย์ในประเทศไทยนั้นอยู่ในช่วงระหว่าง 16.75-17.50 เมกกะจูลต่อตารางเมตรต่อวัน

ตารางที่ 2-2 ค่าเฉลี่ยของพลังงานแสงอาทิตย์ที่จังหวัดต่าง ๆ ในประเทศไทย (มานะ และทิวา, 2547)

จังหวัด	ค่าเฉลี่ยทั้งปี		ตำแหน่ง	
	$k\text{-Wh.m}^{-2}.\text{day}^{-1}$	$MJ.m^{-2}.\text{day}^{-1}$	เส้นรุ้ง (Latitude, N)	เส้นแวง (Longitude, E)
สงขลา	4.65	16.75	7° 12'	100° 36'
กรุงเทพฯ	4.69	16.90	13° 14'	100° 34'
ขอนแก่น	4.85	17.48	16° 26'	102° 50'
เชียงใหม่	4.86	17.50	18° 47'	98° 59'

หน่วยงานหลายแห่งที่สนใจ ศึกษาวิจัยด้านการประยุกต์ใช้พลังงานแสงอาทิตย์มีอาทิ เช่น สำนักงานพลังงานแห่งชาติ กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงานและมหาวิทยาลัยต่าง ๆ ตัวอย่างการใช้งานที่น่าสนใจมี การทำน้ำร้อนโดยใช้พลังงาน

แสงอาทิตย์ การผลิตกระแสไฟฟ้าใช้ในท้องถิ่นห่างไกลโดยใช้เซลล์แสงอาทิตย์ และการผลิตน้ำกลั่นใช้ในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ โดยเครื่องนำพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นต้น

ประเภทของการบำบัดน้ำเสียด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

การบำบัดน้ำเสียด้วยพลังงานแสงอาทิตย์สามารถแบ่งได้ใหญ่ ๆ คือ ทางกายภาพและ ทางเคมี ทางกายภาพ คือ การทำให้น้ำเสียได้รับพลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ จนทำให้น้ำเสียเกิดการระเหยกลายเป็นไอน้ำแล้วทำให้ไอน้ำกลั่นตัวเป็นหยดน้ำที่ได้ก็คือน้ำที่บำบัดได้ ส่วนการบำบัดน้ำทางเคมี คือการเติมสารไวแสงลงไป เมื่อได้รับแสงและพลังงานจากดวงอาทิตย์จะทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้น ซึ่งปฏิกิริยาดังกล่าวทั้งหมดเกี่ยวข้องกับ “การเคลื่อนที่ของแสง” (Gollrick, 1968; To Kearns, 1971; Foot, 1968) ซึ่งตอบสนองต่อกระบวนการทำปฏิกิริยาของออกซิเดชันผิวน้ำที่ได้รับการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์ ซึ่งเป็นการทำปฏิกิริยากันระหว่างแสงกับ โมเลกุลของออกซิเจน (O_2) ที่ละลายในน้ำหรือสารอินทรีย์ไปยังตัวกลางที่เหมาะสมของน้ำไวแสง ได้แก่ เมทิลีนบลู (Methylene Blue) Rose Bengal และ คลอโรฟิลล์ เป็นต้น

ประเภทของเสียจากห้องปฏิบัติการ

ของเสียจากห้องปฏิบัติการแบ่งเป็นประเภทใหญ่ ๆ 2 ประเภท ได้แก่ ของเสียเสี่ยงอันตราย (Hazardous Waste) และของเสียไม่เสี่ยงอันตราย (Non-Hazardous Waste)

ก) ของเสียเสี่ยงอันตราย (Hazardous Waste): ของเสียจากห้องปฏิบัติการหลายอย่างที่ถูกต้องอยู่จำพวกสารเคมีอันตราย (Chemical Hazardous) ซึ่งของเสียเหล่านี้เป็นของเสียที่เกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ ภายในห้องปฏิบัติการด้านการวิเคราะห์ ซึ่งพบว่าจำนวนของเสียอันตรายเหล่านี้มีปริมาณสูงเช่นกัน การจัดการของเสียเสี่ยงอันตรายในปัจจุบันเป็นไปในขั้นตอนของ การลดปริมาณของเสีย (Waste minimization) โดยลดที่แหล่งกำเนิดที่ทำให้เกิดของเสีย (Source reduction) โดยการนำสารที่ไม่เป็นอันตรายเข้าทดแทนที่สารอันตรายที่ใช้ในกระบวนการ หรือลดปริมาณสารที่ใช้ลงโดยวิธีการไมโคร (Micro method) หรือปรับปรุงกระบวนการเพื่อลด หรือไม่ใช้สารเสี่ยงอันตรายเหล่านี้ เช่น หลีกเลี่ยงไม่ใช้ปรอทในกระบวนการวิเคราะห์เหล่านี้ เป็นต้น ซึ่งการลดปริมาณของเสียเสี่ยงอันตรายจากต้นกำเนิดเหล่านี้จะทำให้เกิดประโยชน์ในแง่ของ การลดค่าใช้จ่ายด้านสารเคมีในการกำจัดของเสีย ต้นทุนในการดำเนินงานค่าใช้จ่ายด้านสุขภาพ และความปลอดภัยของบุคลากร รวมถึงส่งผลดีต่อสิ่งแวดล้อม และชุมชน

อย่างไรก็ตามยังมีของเสียเสี่ยงอันตรายอยู่หลายชนิดที่ไม่สามารถลดปริมาณจาก

แหล่งกำเนิดได้ ของเสียเสี่ยงอันตรายเหล่านั้นก็มีการจัดการชนิดอื่น ตามประเภทที่ระบุไว้ตามคู่มือ การกำจัดของเสีย ทั้งนี้การแยกของเสียก็เพื่อที่จะสามารถนำของเสียเหล่านั้นไปบำบัด หรือ กำจัด ต่อไปโดยทำการรวบรวมของเสีย ซึ่งทำการติดฉลากไว้อย่างดี ขนส่งไปยังหน่วยงานที่ทำการบำบัด หรือกำจัดของเสียอันตรายเหล่านั้นต่อไป

ข) ของเสียไม่เสี่ยงอันตราย (Non-Hazardous Waste): ในกิจกรรมต่าง ๆ ของการ ปฏิบัติการในห้องปฏิบัติการที่ก่อให้เกิดของเสีย ที่เป็นของเสียที่ไม่เสี่ยงอันตรายได้เช่นกัน แต่ก็ยัง ต้องการจัดการของเสียอย่างถูกวิธี และเหมาะสม ซึ่งของเสียเหล่านี้ได้แก่ เศษอาหาร เครื่องดื่ม และ ของเสียจากสำนักงาน ให้จัดการ โดยการแยกประเภทเพื่อนำไปกำจัดอย่างเหมาะสมต่อไป

คุณสมบัติของเสียเสี่ยงอันตราย (Hazardous Waste Characteristic)

ของเสียเสี่ยงอันตราย หมายถึง ของเสียหรือสารเคมีที่มีคุณสมบัติบอถึงความเป็นอันตราย หรือถูกระบุไว้อย่างจำเพาะเจาะจงว่าเป็นสารอันตรายได้ข้อบังคับ หรือ พระราชบัญญัติตาม กฎหมายภายในประเทศหรือตามมาตรฐานสากล ซึ่งคุณสมบัติที่บ่งบอกถึงความเป็นของเสียเสี่ยง อันตรายนั้น ได้ยึดถือตามข้อกำหนดของหน่วยงานการป้องกันสิ่งแวดล้อม (Environment Protection Agency) ของสหรัฐอเมริกา (U.S. EPA) และหน่วยควบคุมมลพิษ (Pollution Control Agency, PCA) ของมลรัฐต่าง ๆ ในสหรัฐอเมริกา ซึ่งกำหนดไว้ว่าของเสียหรือสารเคมีที่เป็นของเสียเสี่ยง อันตรายจะต้องมีคุณสมบัติข้อใดข้อหนึ่งต่อไปนี้

1) มีคุณสมบัติเป็นสารติดไฟ (Ignitability): สารเหล่านี้ได้แก่ ของเหลวหรือสารละลายที่มี แอลกอฮอล์เป็นส่วนผสมอย่างน้อยกว่า 24% โดยปริมาตรแต่มีจุดวาบไฟ (flash point) ต่ำกว่า 60° C หรือ 140°F สารที่ไม่ใช่ของเหลวแต่สามารถที่จะทำให้เกิดไฟลุกโดยการสันตะเทียนหรือการ เสียคดี หรือจากการดูดความชื้นหรือเกิดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีขึ้นได้เองตามธรรมชาติ สารพวกออกซิไดซ์เซอร์ (oxidizer) เช่น คลอเรท (chlorates) เปอร์แมงกานेट (permanganates) เปอร์ออกไซด์ชนิดอินทรีย์ (organic peroxides) เปอร์ออกไซด์ชนิดอนินทรีย์ (inorganic peroxides) หรือไนเตรท อยู่ในบริเวณที่มีปริมาณออกซิเจนมากเพียงพอที่จะเกิดการกระตุ้นการเผาไหม้พวก สารอินทรีย์ได้

2) มีคุณสมบัติเป็นสารกัดกร่อน (Corrosively): สารเหล่านี้ได้แก่ สารละลายน้ำที่มี pH เท่ากับหรือน้อยกว่า 2 หรือเท่ากับหรือมากกว่า 12.5 ตามปกติของเสียที่มี pH ในช่วง 2 – 6 และ 11 – 12.5 จะถูกจัดให้เป็นของเสียเสี่ยงอันตราย ตามมาตรฐานน้ำทิ้งตามบ้านเรือน กำหนดไว้ให้ค่า pH ของน้ำทิ้งจากอาคารต้องมี pH อยู่ในช่วง 6 – 8 และเป็นของเหลวซึ่งสามารถสกัดเหล็กชนิด SAE 1020 ให้กร่อนได้มากกว่า 6.35 มิลลิเมตรต่อปีที่อุณหภูมิ 55°C

3) มีคุณสมบัติเป็นสารไวต่อปฏิกิริยา (Reactivity): สารเหล่านี้สามารถเกิดปฏิกิริยาอย่าง

รุนแรงกับน้ำ หรือทำให้เกิดแก๊สที่มีความเป็นพิษสูง หรือทำให้เกิดสารผสมที่เกิดการระเบิดอย่างรุนแรงเป็นสารที่ไม่คงตัว (unstable) เป็นสารที่ก่อให้เกิดการระเบิดอย่างรุนแรงหรือเป็นสารที่ประกอบด้วยไซยาไนด์ (cyanide) หรือซัลไฟด์ (sulfide) ซึ่งอาจก่อให้เกิดแก๊สพิษเมื่อถูกทำให้มี pH ที่เป็นกรด

4) มีคุณสมบัติที่เป็นอันตรายถึงชีวิต (Lethality): สารเหล่านี้ได้แก่สารที่มีค่าของ LD₅₀ เมื่อกินเข้าไปขนาด 500 มก. / กิโลกรัมหรือน้อยกว่าในหนูทดลอง สารที่มีค่าของ LD₅₀ ของการดูดซึมผ่านทางผิวหนังได้ขนาด 2,000 มก. / กิโลกรัมหรือน้อยกว่าในหนูทดลอง และแก๊สหรือควันหรือไอระเหยที่มีค่าของ LD₅₀ เมื่อหายใจหรือสูดดมเข้าไปในขนาด 1,000 ส่วนในล้าน หรือน้อยกว่าหนูทดลอง

5) มีคุณสมบัติที่มีความเป็นพิษ (Toxicity): สารที่จำแนกว่ามีความเป็นพิษจะถูกนำมาทดสอบหาคุณสมบัติของความเป็นพิษโดย Toxicity Characteristic Procedure (TCLP) ซึ่งเป็นวิธีการทดสอบมาตรฐาน โดยการนำของเสียทิ้งของแข็ง และของเหลวมาทำการทดสอบตามวิธีการที่กำหนดไว้ โดยเทียบกับค่ามาตรฐาน ซึ่งจากวิธีการ TCLP นี้สามารถระบุได้ว่าของเสียนั้นมีคุณสมบัติที่มีพิษหรือไม่ ซึ่งหากผลทดสอบพบว่ามีความเป็นพิษแล้วของเสียนั้นจะถูกจัดว่าเป็นของเสียเสี่ยงอันตราย

6) ถูกจัดระบบไว้อย่างจำเพาะเจาะจงว่าเป็นของเสียเสี่ยงอันตราย : สารที่ระบุไว้ภายใต้ข้อกำหนด U.S.EPA และ PCA ซึ่งประกอบด้วยสารเคมีประมาณ 450 ชนิด ของเสียและสิ่งที่ย่อยเหลืออยู่เนื่องจากการตก หกหล่นของสารเหล่านั้น ซึ่งจำเป็นต้องใช้วิธีการพิเศษในการจัดการ เช่นเดียวกับสารอันตรายต่อร่างกายและชีวิตของมนุษย์โดยเฉียบพลัน (Acute) หรือเป็นชนิดเรื้อรัง (Chronic) ได้

7) ถูกระบุตามข้อกำหนดอื่น : สารที่กำหนดไว้ว่าเป็นของเสียเสี่ยงอันตรายประเภทอื่นที่นอกจากข้อกำหนดที่กล่าวมาแล้วข้างต้นนั้น จะถูกจัดไว้เป็นของเสียเสี่ยงอันตรายด้วยเช่นกัน ในกรณีที่สารเหล่านั้นถูกบ่งบอกถึงความเป็นอันตรายต่อสุขภาพ ร่างกายและชีวิตของมนุษย์ เช่น สารที่ระบุไว้ว่าก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ (Mutagenic hazard) ก่อให้เกิดความผิดปกติของตัวอ่อน (Teratogenic hazard) ก่อให้เกิดระบบความผิดปกติของระบบสืบพันธุ์ (Reproductive hazard) ซึ่งการทำงานโดยใช้สารเหล่านี้ต้องใช้วิธีการพิเศษ เช่น การใช้ Ethidium bromide ในการย้อมเพื่อดูแถบสีของ DNA ในงานด้านพันธุวิศวกรรม เป็นต้น หากมีสารที่จัดอยู่ในกลุ่มนี้ในของเสียที่จะต้องทิ้งเกินกว่าหนึ่งในล้าน จะต้องทำการขจัดฤทธิ์ของสารเหล่านี้ในห้องปฏิบัติการตามวิธีที่ถูกต้องก่อน หรือจะรวบรวมส่งไปในหน่วยงานกลางที่ทำหน้าที่ในการกำจัดหรือขจัดฤทธิ์ของสารเหล่านี้ ห้ามเททิ้งลงในอ่าง (ซิงค์) หรือท่อน้ำทิ้งในห้องปฏิบัติการ โดยเด็ดขาด

การทิ้งสารเคมีจากห้องปฏิบัติการ

- 1) ห้ามเทตัวทำละลาย (solvent) ที่ไม่ละลายน้ำหรือไวไฟ ลงในอ่างน้ำ ต้องใส่ภาชนะไว้แยกทิ้งต่างหาก เช่น ขวดแก้ว ถ้าปริมาณมากใช้ภาชนะเฉพาะพิเศษ (Safety can)
- 2) สารเคมีที่เป็นกรด ต่าง ต้องเจือจางให้ต่ำกว่า 1 M จึงเททิ้ง พร้อมเปิดน้ำล้างตามมาก ๆ
- 3) ต้องแน่ใจว่า น้ำยาที่ทิ้งลงในภาชนะเดียวกันนั้นรวมกันได้ (ไม่เกิดปฏิกิริยารุนแรงต่อกัน)
- 4) สารที่เป็นผงละเอียด ถ้าแขวนลอยอยู่ในตัวทำละลาย ให้ตั้งทิ้งไว้จนระเหยหมด และใส่ถุงพลาสติกก่อนทิ้งเพื่อป้องกันการฟุ้งกระจาย
- 5) ขวดใส่สารเคมีที่จะทิ้ง ต้องล้างสารเคมีให้หมดก่อน ขวดใส่ตัวทำละลาย ให้เปิดใส่น้ำยาระเหยในตู้ดูดไอเคมีจนหมดก่อนทิ้ง
- 6) ภาชนะในห้องปฏิบัติการที่ใช้แล้ว และเปื้อนสารเคมี ให้ผู้ใช้ภาชนะล้างสารเคมีจนเจือจางก่อนที่จะให้คนงานนำไปล้างต่อ
- 7) สารที่มีปริมาณไม่มากอาจเทลงท่อน้ำทิ้งได้ แล้วเปิดน้ำล้างตามลงไปมาก ๆ โดยทั่วไปไม่ควรทิ้งกรดหรือด่างเกิน 500 มล. ลงท่อ
- 8) สารที่ไม่ผสมเป็นเนื้อเดียวกับน้ำ สารไวไฟ สารที่ให้ควันหรือก๊าซพิษไม่ควรเทลงท่อ ควรเก็บใส่ขวดแยกไว้ต่างหาก
- 9) สารที่เป็นพิษควรได้รับการเปลี่ยนแปลงทางเคมีให้เป็นสารที่ไม่เป็นอันตรายก่อนทิ้ง
- 10) สารที่ทำปฏิกิริยากับน้ำห้ามทิ้งลงอ่างน้ำเป็นอันขาด

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ระบบกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อลดปริมาณน้ำเสียที่ปนเปื้อนของเสียอันตรายนั้นมีการวิจัย และพัฒนาอย่างแพร่หลายทั้งในประเทศไทย และในต่างประเทศดังนี้

ในต่างประเทศที่มีการใช้ระบบกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อลดปริมาณน้ำเสียอยู่ในหลายประเทศ เช่น ในประเทศสวิตเซอร์แลนด์ (Switzerland) ได้มีการประยุกต์ใช้ในการระเหยน้ำเสียในกระบวนการอุตสาหกรรมกัลวาโนพลาสติก (Galvanoplasty) โดยทีมงานวิจัยในโรงงานได้ออกแบบระบบระเหยเพื่อระเหยน้ำเสียให้ได้น้ำกลั่นนำกลับไปใช้ในกระบวนการอีกครั้ง โดยทีมงานได้ประเมินค่าใช้จ่ายแล้วประหยัดกว่าการใช้ระบบออสโมซิส (Osmosis) โดยมีค่าใช้จ่ายในการสร้างระบบกลั่นน้ำเสียด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ประมาณ 50,000 ฟรังก์สวิส (FS) ระบบระเหยน้ำเสียนี้ให้น้ำกลั่นประมาณ 100-1,000 ลิตรต่อเดือน เป็นผลให้สามารถลดค่าใช้จ่ายของค่าน้ำได้ 50-100 เปอร์เซ็นต์ (Dind, 1978)

ในประเทศสหรัฐอเมริกามีการใช้ระบบระเหยน้ำเสียที่ปนเปื้อนของเสียอันตรายเช่นกัน โดยทีมงานผู้วิจัยได้ทำการศึกษาวิเคราะห์เกี่ยวกับสมการทางคณิตศาสตร์ ในการเจือจางไอระเหยของของเสียอันตรายจากระบบกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ (Thomas, 1990)

ในประเทศกรีซมีการลดปริมาณน้ำเสียจากโรงงานผลิตน้ำมันมะกอก (Olive mill wastewater) ด้วยเครื่องกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ ในการลดปริมาณน้ำเสียด้วยเครื่องกลั่นน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar still) นั้น ยังมีการนำมาใช้ในกระบวนการอุตสาหกรรมอาหารอีกด้วย โดยระบบนี้สามารถแยกของแข็ง และน้ำออกจากกันด้วยพลังงานที่ต่ำ โดยงานวิจัยทำการศึกษาหาค่าความเป็นกรดต่าง ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมด ค่าซีโอดี ค่าปริมาณไนโตรเจน ในการศึกษาพบว่าสามารถลดค่าซีโอดีได้มากกว่า 80% ไม่พบของแข็งในน้ำที่กลั่นได้ (Potoglou, 2003) และยังนำวิธีการนี้มาใช้ในการลดปริมาณน้ำในกากตะกอนที่ได้จากระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่ง (Activated sludge process) ด้วย โดยทำการทดลอง 5 วัน ลดปริมาณน้ำได้สูงสุด 877 มิลลิลิตรต่อตารางเมตรต่อวัน และทำการวิเคราะห์ซีโอดี MLVSS และ MLSS พบว่ากากตะกอนสูญเสียน้ำทั้งหมด (Haralambopoulos, 2002)

สำหรับในประเทศไทยนั้น มีการวิจัยด้านนี้เหมือนกับหลายประเทศที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ดังนี้

เกรียงศักดิ์ อุดมสิน โรจน์ (2546) ได้สร้างเครื่องมาใช้ในการทดสอบอัตราการระเหย และใช้ทดสอบน้ำเสียสังเคราะห์ตัวอย่าง 4 ชนิด คือ น้ำที่ผสมนมผง น้ำผสมสีข้อมผ้า น้ำที่ผสมโครเมียม น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมจริง และได้แบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ตัวอย่างคือ ตัวอย่างที่ 1 ใส่สารไวแสงประเภทเมทิลบูล ตัวอย่างที่ 2 ไม่ใส่สารไวแสง และสรุปได้ว่าตัวอย่างที่ใส่สารไวแสงจะมีการระเหยได้ดีกว่าตัวอย่างที่ไม่ใส่สารไวแสง และจากการทดสอบค่าพารามิเตอร์ก่อนและหลังการระเหยสรุปได้ว่าพารามิเตอร์ที่ได้ตรวจวัดมีค่าลดลงเมื่อเข้าเครื่องบำบัดน้ำเสียโดยพลังงานแสงอาทิตย์

วรพงศ์ บิลลี (2542) ได้ทำการวิจัยวัดระดับน้ำระเหยของน้ำชะมูลฝอยในถาดระเหยกลมขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.22 เมตร ลึก 0.30 เมตร โดยแบ่งการทดลองเป็น 3 ชุด คือระบบระเหยน้ำชะมูลฝอยโดยระเหยตามปกติ โดยเร่งการระเหยด้วยเครื่องพ่นน้ำเป็นฝอย และโดยเร่งการระเหยด้วยการใช้แผงดักแสงอาทิตย์ นอกจากนี้ได้ทำการวัดระดับน้ำระเหยของน้ำประปาเพื่อเป็นชุด

เปรียบเทียบ พร้อมทั้งวัดสภาพอากาศตลอดปีเพื่อเปรียบเทียบหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าระดับน้ำระเหยที่วัดได้กับสภาพอากาศในช่วงที่ทำการทดลองทำให้สามารถหาสมการการระเหยในแต่ละชุดทดลองเพื่อใช้ในการประมาณค่าน้ำระเหยของแต่ละเดือนตลอดทั้งปี การทดลองเบื้องต้นในงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าพลังงานความร้อนแฝงในการระเหยน้ำกลั่นและน้ำชะมูลฝอยมีค่าประมาณเท่ากันคือ 540 กิโลแคลอรีต่อลิตร ผลจากการคำนวณอัตราการเกิดน้ำชะมูลฝอยประมาณ 1,132 ลูกบาศก์เมตรต่อขยะที่เก็บขนในหนึ่งวัน ผลการทดลองและการคำนวณที่ได้พบว่ามีค่าน้ำระเหยในกรุงเทพมหานครมีค่าเฉลี่ยทั้งปี ประมาณ 6.61 มิลลิเมตรต่อวัน การระเหยน้ำชะมูลฝอยสามารถระเหยได้ในอัตราที่สูงกว่าน้ำประปา โดยมีค่าประมาณ 6.98 มิลลิเมตรต่อวัน ในการเร่งการระเหยโดยใช้เครื่องพ่นน้ำเป็นฝอย สามารถระเหยได้ในอัตราที่สูงขึ้นเป็น 7.58 มิลลิเมตรต่อวัน และการใช้แผงดักแสงอาทิตย์ระเหยได้ 7.18 มิลลิเมตรต่อวัน การบำบัดน้ำชะมูลฝอยโดยใช้บ่อระเหยที่มีการระเหยตามปกติ ที่มีการพ่นน้ำเป็นฝอย และที่ใช้แผงดักแสงอาทิตย์ จะต้องใช้บ่อระเหยซึ่งมีพื้นที่ประมาณ 143, 132 และ 139 ตารางเมตร ต่อปริมาณน้ำชะมูลฝอยที่ต้องการบำบัด 1 ลูกบาศก์เมตรใน 1 วัน ตามลำดับ

เสรี และคณะ (2547) ได้ศึกษาระบบกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ในการลดปริมาตร ด้วยเครื่องกลั่นที่สร้างขึ้น สามารถกลั่นน้ำได้อยู่ในช่วง 44-210 mL/ m²-day น้ำกลั่นที่กลั่นได้พบของแข็งทั้งหมดน้อยมาก และพบโลหะหนักอยู่ในระดับ ส่วนในร้อยล้านส่วน (ppb) ระบบกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ที่สร้างขึ้นเพื่อลดปริมาตรน้ำเสียที่ปนเปื้อนของเสียอันตรายสามารถนำมาใช้ในการลดปริมาตรน้ำเสียจากห้องปฏิบัติการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากการทบทวนเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องแล้วเห็นได้ว่าระบบกลั่นน้ำพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อลดปริมาตรน้ำเสียที่ปนเปื้อนของเสียอันตรายสามารถนำมาใช้ในการลดปริมาตรน้ำเสียจากห้องปฏิบัติการได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งยังมีแนวทางศึกษาวิจัยด้านอื่น ๆ อีกมาก เพื่อพัฒนาให้เป็นระบบที่ใช้ได้ในอุตสาหกรรมที่เป็นแหล่งผลิตน้ำเสียอันตราย ทั้งนี้ยังเป็นระบบที่ประหยัดค่าบำรุงรักษาและค่าดำเนินการเมื่อเทียบวิธีการบำบัดน้ำเสียทางเคมี และทางชีวภาพ