

# ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกใช้งาน สารทดแทนสารเฮลอน 1301 สำหรับระบบดับเพลิงแบบยัดติดกับที่

สุภัทร พัฒน์วิชัยโชติ<sup>1</sup> และ สกล สกุลนคร<sup>2</sup>

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ศรีราชา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์<sup>1</sup>

บริษัท เอ็นพีซี เซฟตี้ แอนด์ เอ็นไวรอนเมนทอล เซอร์วิส จำกัด<sup>2</sup>

Email: srcspp@ku.ac.th<sup>1</sup>, sakon.s@npc-se.co.th<sup>2</sup>

## บทคัดย่อ

สารเฮลอนได้รับความนิยมใช้ในการดับเพลิงที่เกิดในพื้นที่ที่ติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า และห้องเก็บทรัพย์สินที่มีมูลค่าสูง เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการดับเพลิงสูง แต่เนื่องจากสารเฮลอนทำลายโอโซนในชั้นบรรยากาศ พิธีสารมอนทรีออลว่าด้วยสารที่ทำลายชั้นบรรยากาศโอโซน จึงกำหนดให้ประเทศภาคีสมาชิกลดและเลิกการใช้สารเฮลอน จากนั้นได้มีการคิดค้นสารทดแทนคือ สารสะอาดดับเพลิง และยังมีสารอื่นที่ใช้แทนกันได้คือ ระบบหมอกน้ำดับเพลิง เทคโนโลยีอนุภาคของแข็งขนาดเล็ก และระบบคาร์บอนไดออกไซด์ดับเพลิง ซึ่งสารแต่ละชนิดมีข้อดีข้อเสียที่แตกต่างกัน ดังนั้นการเลือกใช้สารทดแทนให้เหมาะสมจึงต้องพิจารณาถึงความสามารถในการดับเพลิง ผลกระทบต่ออุปกรณ์ ผลกระทบต่อคน ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และปัจจัยด้านการติดตั้ง

## คำสำคัญ

สารเฮลอน ระบบสารสะอาดดับเพลิง ระบบหมอกน้ำดับเพลิง เทคโนโลยีอนุภาคของแข็งขนาดเล็ก ระบบคาร์บอนไดออกไซด์ดับเพลิง พิธีสารมอนทรีออล

## Abstract

Halon agents has been used for fires in electrical rooms and storage of high value assets, due to the high efficiency of the fire extinguishing. But halons destroy ozone in atmosphere. Montreal Protocol on substances that destroy the ozone layer requires member countries are set to reducing and eliminating the use of halons. Substances were found to replace halons is clean agent. There are also other substances used interchangeably, that is water mist fire suppression systems, fine solid particulate technology and carbon dioxide fire extinguishing

systems, each substance have different pros and cons. The selection of appropriate substances must consider the capability of extinguishing, effect on equipment, hazards for occupants, effect on environmental and installation issues.

## Keywords

halon, clean agent fire suppression systems, water mist fire suppression systems, fine solid particulate technology, carbon dioxide fire extinguishing systems, Montreal Protocol

## 1. บทนำ

เฮลอน (Halon) เป็นสารดับเพลิงที่มีมนุษย์สังเคราะห์ขึ้น มีคุณสมบัติในการดับเพลิงที่ดีมาก มีอันตรายต่อสุขภาพเพียงเล็กน้อย โดยสารเฮลอนที่ได้รับความนิยม ได้แก่ สารเฮลอน 1211 ที่บรรจุในเครื่องดับเพลิงแบบมือถือ (Portable Fire Extinguisher) และสารเฮลอน 1301 ที่บรรจุในระบบดับเพลิงแบบยัดติดกับที่ (Fixed System) แต่เนื่องจากสารเฮลอนเป็นสารที่มีศักยภาพในการทำลายโอโซนในชั้นบรรยากาศรุนแรงที่สุด [1,2] ดังนั้นพิธีสารมอนทรีออล (Montreal Protocol) ว่าด้วยสารที่ทำลายชั้นบรรยากาศโอโซน จึงกำหนดให้ประเทศภาคีสมาชิกลดและเลิกการใช้สารเฮลอนภายในปี พ.ศ. 2552 สำหรับประเทศไทย ซึ่งอยู่ในกลุ่มประเทศกำลังพัฒนา ถูกกำหนดให้ต้องมีปริมาณการนำเข้าสารเฮลอน ในปี พ.ศ. 2553 เป็นศูนย์ ยกเว้นเฉพาะการนำเข้าเพื่อนำมาใช้ในกรณีการใช้ที่จำเป็น (Essential Use) เท่านั้น เช่น การใช้เพื่อความมั่นคงของประเทศ และใช้ในกิจการการบิน เป็นต้น [2]

## 2. สารดับเพลิงที่ทดแทนสารเฮลอน 1301

เมื่อสารเฮลอนถูกจำกัดการใช้งาน จึงได้มีการคิดค้นสารสะอาดดับเพลิง (Clean agent) ขึ้น ซึ่งเป็นสารที่มีคุณสมบัติหลายประการเหมือนสารเฮลอน เช่น ฉีดยออกมาแล้วจะเป็นก๊าซ และจะไม่เหลือ

สิ่งตกค้างหลังการใช้งาน มีพิษต่อคนน้อย เหมาะกับพื้นที่ที่มีคนใช้งาน และไม่ทำอันตรายต่อทรัพย์สิน เป็นต้น [1, 3, 4] ส่วนสารทดแทนชนิดอื่นที่สามารถใช้งานแทนสาร เฮลอน 1301 ได้เช่นกัน คือ ระบบหมอกน้ำดับเพลิง (Watermist system) เทคโนโลยีอนุภาคของแข็งขนาดเล็ก (Fine solid particulate) และระบบคาร์บอนไดออกไซด์ดับเพลิง (Carbon dioxide fire extinguishing system) [1]

### 2.1 สารสะอาดดับเพลิง

ระบบสารสะอาดดับเพลิงเหมาะสมที่จะใช้สำหรับดับเพลิงที่เกิดขึ้นภายในพื้นที่ติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งมีมูลค่าสูง และเป็นส่วนสำคัญในการดำเนินการทางธุรกิจ เช่น ห้องคอมพิวเตอร์ ห้องควบคุมระบบโทรคมนาคม ห้องเก็บสินค้าหรือทรัพย์สินที่มีมูลค่าสูง เช่น พิพิธภัณฑ์ ฯลฯ โดยสารสะอาดดับเพลิงที่ใช้จะไม่ทำให้อุปกรณ์และทรัพย์สินได้รับความเสียหาย สารสะอาดดับเพลิงมีทั้งหมด 2 ประเภท คือ สารฮาโลคาร์บอน (Halocarbon Agent) เป็นสารสะอาดดับเพลิงที่มีสารฟลูออรีน คลอรีน โบรมีน หรือไอโอดีนเป็นองค์ประกอบ สำหรับก๊าซเฉื่อย (Inert Gas Agent) เป็นสารสะอาดดับเพลิง ก๊าซฮีเลียม นีออน อาร์กอน ไนโตรเจน เป็นองค์ประกอบ โดยสามารถใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นก๊าซผสม เพื่อเป็นสารองค์ประกอบรองได้ [3, 4] ตารางที่ 1 แสดงถึงสารฮาโลคาร์บอนชนิดต่างๆ และชื่อทางการค้า ตารางที่ 2 แสดงถึงก๊าซเฉื่อยชนิดต่างๆ และชื่อทางการค้า [3 - 5]

ตารางที่ 1 สารสะอาดดับเพลิงประเภทฮาโลคาร์บอน

| สารฮาโลคาร์บอน | ชื่อทางการค้า  |
|----------------|----------------|
| FK-5-1-12*     | NOVEC 1230     |
| HCFC Blend A*  | NAF S-III      |
| HCFC-124*      | FE-24          |
| HFC Blend B*   | Halotron II    |
| HFC-125*       | FE-25          |
| HFC-227ea*     | FM-200, FE-227 |
| HFC-23         | FE-13          |
| HFC-236fa      | FE-36          |
| FIC-13I1       | Triodide       |

หมายเหตุ \* หมายถึงสารดับเพลิงที่มีจำหน่ายในประเทศไทย

ตารางที่ 2 สารสะอาดดับเพลิงประเภทก๊าซเฉื่อย

| ก๊าซเฉื่อย | ชื่อทางการค้า |
|------------|---------------|
| IG-01      | Argotec       |
| IG-100*    | NN 100        |
| IG-541*    | Inergen       |
| IG-55*     | Argonite      |

หมายเหตุ \* หมายถึงสารดับเพลิงที่มีจำหน่ายในประเทศไทย

### 2.1.1 ผลกระทบต่อคน

สารสะอาดดับเพลิงประเภทฮาโลคาร์บอน เมื่อมีความเข้มข้นระดับหนึ่งจะเริ่มส่งผลกระทบต่อคน ดังข้อมูลที่แสดงในตารางที่ 3 ระบุถึงค่าความเข้มข้นที่ยังไม่สังเกตเห็นผลของความเป็นพิษต่อคน (No Observed Adverse Effect Level, NOAEL) และ

ค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สังเกตเห็นผลของความเป็นพิษต่อคน (Lowest Observable Adverse Effect Level, LOAEL) โดยค่า NOAEL และ LOAEL มีค่า ยิ่งมากหมายความว่าสารฮาโลคาร์บอนนั้นมีโอกาส เป็นพิษต่อคนน้อย [1]

ตารางที่ 3 ค่า NOAEL และ LOAEL ของสารฮาโลคาร์บอน

| สารฮาโลคาร์บอน | NOAEL (%) | LOAEL (%) |
|----------------|-----------|-----------|
| FK-5-1-12      | 10.0      | >10.0     |
| HCFC Blend A   | 10.0      | >10.0     |
| HCFC-124       | 1.0       | 2.5       |
| HFC Blend B    | 5.0       | 7.5       |
| HFC-125        | 7.5       | 10.0      |
| HFC-227ea      | 9.0       | 10.5      |
| HFC-23         | 30.0      | >30.0     |
| HFC-236fa      | 10.0      | 15.0      |
| FIC-13I1       | 0.2       | 0.4       |

### 2.1.2 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

สารฮาโลคาร์บอน มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ตามดัชนีที่ใช้วัดค่าต่างๆ ได้แก่ [1, 5]

1. ODP ย่อมาจาก Ozone depletion potential หรือศักยภาพในการทำลายโอโซน เป็นค่าที่วัดเทียบกับสาร CFC-11 โดยกำหนดให้สาร CFC-11 มีค่า ODP เท่ากับ 1 สารเฮลลอน 1301 ที่มีค่า ODP สูงถึง 13 หมายความว่า ทำลายโอโซนมากกว่าสาร CFC-11 ถึง 13 เท่า ดังนั้นค่า ODP ยิ่งสูง ยิ่งทำลายโอโซนมาก

2. GWP ย่อมาจาก Global warming potential หรือศักยภาพในการทำให้อากาศร้อน โอโซน เป็นค่าที่วัดเทียบกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยกำหนดให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีค่า GWP เท่ากับ 1 สารฮาโลคาร์บอน HFC-227ea ที่มีค่า ODP สูงถึง 3,800 หมายความว่า ทำให้อากาศร้อนมากกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ถึง 3,800 เท่า ในที่นี้เป็นข้อมูล GWP ของช่วงเวลา 100 ปี ค่า GWP ยิ่งสูง ยิ่งทำให้อากาศร้อนมาก

3. Atmospheric Lifetime หรือช่วงเวลาที่ยาวนานในบรรยากาศ ค่ายิ่งสูง ยิ่งตกค้างในบรรยากาศนาน ในบางประเทศ โดยเฉพาะประเทศในทวีปยุโรป ไม่ยินยอมให้ใช้สารสาดดับเพลิงที่มีค่า ODP มากกว่า 0.000 หรือมีค่า GWP สูง

ตารางที่ 4 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของสารฮาโลคาร์บอน

| สารฮาโลคาร์บอน | ODP    | GWP (100 ปี) | Atmospheric Lifetime |
|----------------|--------|--------------|----------------------|
| FK-5-1-12      | 0.000  | 1.0          | 5 วัน                |
| HCFC Blend A   | 0.050  | 1,900        | 11.8 ปี              |
| HCFC-124       | 0.020  | 620          | 6.1 ปี               |
| HFC Blend B    | 0.000  | 1,598        | 32.6 ปี              |
| HFC-125        | 0.000  | 3,800        | 32.6 ปี              |
| HFC-227ea      | 0.000  | 3,800        | 36.5 ปี              |
| HFC-23         | 0.000  | 14,800       | 243 ปี               |
| HFC-236fa      | 0.000  | 9,400        | 226 ปี               |
| FIC-131l       | 0.0001 | <1.0         | 2 วัน                |

### 2.1.3 การเปรียบเทียบข้อดีข้อเสีย

ระหว่างสารฮาโลคาร์บอนและก๊าซเฉื่อย

ตารางที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบถึงข้อดีและข้อเสียของสารสาดดับเพลิงประเภทฮาโลคาร์บอน และก๊าซเฉื่อย

### 2.2 ระบบหมอกน้ำดับเพลิง

ระบบหมอกน้ำดับเพลิงใช้สารดับเพลิงเป็นน้ำกลั่น ฉีดออกมาเป็นหมอกน้ำขนาด 10-100 ไมครอนมีกลไกการดับเพลิงด้วยการลดอุณหภูมิของเปลวไฟ และการระเหยกลายเป็นไอปกคลุมโดยรอบเปลวไฟ ใช้น้ำน้อยกว่าระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง (sprinkler System) ประมาณ 100 เท่า ใช้น้ำไฟฟ้า จึงสามารถใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ และสามารถฉีดดับไฟที่เกิดจากเชื้อเพลิงของเหลวได้ จุดด้อย คือ การออกแบบทำได้ยาก และเป็นการออกแบบโดยเฉพาะงานพื้นที่ติดตั้งระบบหมอกน้ำดับเพลิง เช่น ห้องหม้อแปลงไฟฟ้า ห้องเก็บข้อมูลอาคารเก่าแก่ และพิพิธภัณฑ์ พื้นที่จัดเก็บของเหลวติดไฟ เครื่องบินพาณิชย์ ห้องเครื่องยนต์ เครื่องยนต์เทอร์โบ และห้องคอมพิวเตอร์ เป็นต้น [1, 4, 6]

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของสารฮาโลคาร์บอน และก๊าซเฉื่อย

| ข้อ | สารฮาโลคาร์บอน                                                                                                                          | ก๊าซเฉื่อย                                                                                                                                                        |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | มีโอกาสแตกตัวเป็นก๊าซพิษ HF ซึ่งมีผลต่อคนและอุปกรณ์ไฟฟ้า                                                                                | ไม่แตกตัวเป็นก๊าซพิษ                                                                                                                                              |
| 2   | มีผลทำให้โลกร้อน                                                                                                                        | ไม่ทำให้โลกร้อน                                                                                                                                                   |
| 3   | จัดเก็บในสถานะของเหลว ทำให้ใช้จำนวนถังน้อย แรงดันต่ำกว่า และถึงไม่ต้องหนามาก ไม่เปลืองเนื้อที่ในการติดตั้งและอาคารรับน้ำหนักเพิ่มไม่มาก | จัดเก็บในสถานะก๊าซทำให้ใช้จำนวนถังมาก แรงดันสูงกว่ามาก และถึงต้องหนามาก สิ้นเปลืองเนื้อที่ในการติดตั้ง และทำให้อาคารรับน้ำหนักมาก                                 |
| 4   | บำรุงรักษาง่ายกว่า เนื่องจากมีจำนวนถังน้อยกว่า                                                                                          | บำรุงรักษายากกว่า เนื่องจากมีจำนวนถังมากกว่า                                                                                                                      |
| 6   | ใช้ความเข้มข้นในการออกแบบประมาณ 10% ของปริมาตรห้อง แรงดันในห้องเพิ่มขึ้นน้อย ไม่มีผลต่อโครงสร้างของห้อง                                 | ใช้ความเข้มข้นในการออกแบบประมาณ 43% ของปริมาตรห้อง แรงดันในห้องเพิ่มขึ้นมาก มีผลต่อโครงสร้างของห้อง โดยเฉพาะห้องที่มีกระจกมาก แต่แก้ไขโดยการออกแบบลิ้นระบายแรงดัน |
| 7   | เดินท่อได้ไม่ไกล ส่วนมากจึงนิยมติดตั้ง 1 ระบบต่อ 1 ห้อง                                                                                 | เดินท่อได้ไกล จึงสามารถติดตั้งให้ 1 ระบบป้องกันได้หลายห้อง                                                                                                        |
| 8   | ต้นทุนในการติดตั้งถูกกว่า                                                                                                               | ต้นทุนในการติดตั้งสูงกว่า                                                                                                                                         |
| 9   | ต้นทุนในการเติมสารแพงกว่า                                                                                                               | ต้นทุนในการเติมสารถูกกว่า                                                                                                                                         |

#### 2.2.1 ผลกระทบต่อคน

ระบบหมอกน้ำดับเพลิงที่ใช้น้ำบริสุทธิ์เป็นสารดับเพลิง ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อคน และสามารถใช้ในห้องที่มีคนอาศัยอยู่ได้

#### 2.2.2 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยค่า ODP = 0 และค่า GWP = 0

### 2.3 เทคโนโลยีอนุภาคของแข็งขนาดเล็ก

เทคโนโลยีอนุภาคของแข็งขนาดเล็ก จะปลดปล่อยละอองผงขนาดเล็กออกมา (fine aerosol-powder) โดยใช้ก๊าซดับเพลิงประเภทอื่น เช่น ก๊าซเฉื่อยหรือสารฮาโลคาร์บอนในการขับเคลื่อน ระบบมีขนาดเล็กและน้ำหนักเบา ไม่ใช้สารสะอาด ดังนั้น จึงเหลือคราบตกค้างหลังใช้งาน ใช้ในเครื่องยนต์ของรถยนต์ เรือ เครื่องบิน และห้องอุปกรณ์สื่อสาร

#### 2.3.1 ผลกระทบต่อคน

ไม่เหมาะสมกับพื้นที่ที่มีคนอาศัย เนื่องจากสารดับเพลิงมีลักษณะเป็นละอองผงขนาดเล็ก

#### 2.3.2 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

อนุภาคของแข็งไม่ทำลายโอโซน และไม่ทำให้โลกร้อน แต่ต้องพิจารณาก๊าซที่ใช้ในการปล่อยอนุภาคออกมาว่ามีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมหรือไม่

### 2.4 ระบบคาร์บอนไดออกไซด์ดับเพลิง

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ถูกจัดเก็บในสถานะของเหลว เวลาฉีดออกมาจะเป็นก๊าซผสมกับของแข็ง ไม่เหลือคราบตกค้างหลังใช้งาน มีคุณสมบัติคล้ายกับสารสะอาดดับเพลิงประเภทก๊าซเฉื่อย แต่ต้องอพยพคนออกจากพื้นที่ป้องกัน ก่อนที่จะฉีดสาร เนื่องจากมีผลต่อคนเป็นอย่างมาก [1, 4, 7]

#### 2.4.1 ผลกระทบต่อคน

ในพื้นที่ที่ปกติมีคนอาศัยอยู่ ไม่ควรติดตั้งระบบคาร์บอนไดออกไซด์ดับเพลิงแบบฉีดท่วมห้อง ยกเว้นแต่ที่ไม่มีสารดับเพลิงตัวใดที่เหมาะสมกว่า

### 2.4.2 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ไม่ทำลายโอโซน ค่า ODP = 0 มีค่า GWP = 1 เป็นก๊าซในธรรมชาติ จึงไม่ตกค้างในบรรยากาศ

### 2.5 การใช้งานเทคโนโลยีสารทดแทนในพื้นที่ต่างๆ

ตารางที่ 6 เป็นตารางที่สรุปถึงเทคโนโลยีสารทดแทนสารเฮลอนที่เหมาะสมกับพื้นที่แบบต่างๆ ที่มีอันตรายที่แตกต่างกัน [8] ซึ่งไม่มีเทคโนโลยีสารทดแทนประเภทใดเหมาะสมกับทุกพื้นที่ ในตารางที่ 6 ได้แบ่งพื้นที่ออกเป็น 4 กลุ่มตามข้อมูลที่มีการติดตั้งใช้งานสารเฮลอน ได้แก่

กลุ่มที่ 1 ห้องคอมพิวเตอร์ (Computer room) ห้องควบคุม (Control room) ห้องไฟฟ้า (Electrical room) และพื้นที่ที่ติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer switchgear room)

กลุ่มที่ 2 ห้องจัดเก็บเอกสาร (Record storage) อาคารเก่าแก่/พิพิธภัณฑ์ (Cultural heritage)

กลุ่มที่ 3 พื้นที่ที่มีเชื้อเพลิงของเหลว (Flammable liquids) และพื้นที่ติดตั้งเครื่องจักรต่างๆ (Machinery spaces)

กลุ่มที่ 4 ห้องเครื่องของเครื่องบิน (Aero engine compartment)

ตารางที่ 6 สารทดแทนที่เหมาะสมในพื้นที่ต่างๆ

| เทคโนโลยีสารทดแทน              | กลุ่ม |   |   |   |
|--------------------------------|-------|---|---|---|
|                                | 1     | 2 | 3 | 4 |
| สารฮาโลคาร์บอน                 | ✓     | ✓ | ✓ | ✓ |
| ก๊าซเฉื่อย                     | ✓     | ✓ | ✓ | x |
| ระบบหมอน้ำดับเพลิง             | ✓     | ✓ | ✓ | x |
| เทคโนโลยีอนุภาคของแข็งขนาดเล็ก | x     | x | ✓ | ✓ |
| ระบบคาร์บอนไดออกไซด์ดับเพลิง   | ✓     | ✓ | ✓ | x |

## 3. ปัจจัยในการเลือกสารทดแทนสารเฮลอนให้เหมาะสม

ในการเลือกสารทดแทนให้เหมาะสมกับพื้นที่การใช้งานต่างๆ ควรจะคำนึงถึงปัจจัยต่อไปนี้ [8]

3.1 ความสามารถในการดับเพลิง (Capability of extinguishing) ประกอบด้วยปัจจัยย่อยต่อไปนี้

1. ประสิทธิภาพของสารดับเพลิง (Fire-fighting effectiveness) หมายความว่า ปริมาณของสารดับเพลิงที่น้อยที่สุดที่ต้องใช้ในการดับเพลิงเทียบกับหนึ่งหน่วยของปริมาณอากาศ เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ดับเพลิงมีประสิทธิภาพในการดับเพลิงจากไฟที่เกิดจากก๊าซมีเทน (Methane) เท่ากับ 0.33 ซึ่งมีความหมายว่า ถ้าพื้นที่ที่ต้องการป้องกันมีปริมาตร 100 ลูกบาศก์เมตร และมีสารมีเทนลุกติดไฟอยู่ จะต้องฉีดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เข้าไป 33 ลูกบาศก์เมตรเพื่อบีบเพลิง ส่วนก๊าซไนโตรเจนมีประสิทธิภาพในการดับเพลิงจากไฟที่เกิดจากก๊าซมีเทน เท่ากับ 0.63 แสดงว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีประสิทธิภาพในการดับเพลิงที่เกิดจากก๊าซมีเทนสูงกว่าก๊าซไนโตรเจน

2. ระยะเวลาที่สารคงอยู่ในห้อง (Post-fire hold time) หมายความว่า ระยะเวลาที่สารดับเพลิงจะคงอยู่ในห้อง โดยที่ไม่พิจารณาถึงสภาพรูปร่างของห้อง แต่พิจารณาเฉพาะคุณสมบัติของสารดับเพลิงเองนั่นคือ สารดับเพลิงที่มีค่าความหนาแน่นใกล้เคียงกับอากาศ มีแนวโน้มที่จะคงอยู่ในห้องภายหลังการฉีดสารมากกว่าสารดับเพลิงที่มีค่าความหนาแน่นมากกว่าอากาศ เหตุผลที่ต้องการให้สารดับเพลิงคงอยู่ในห้องหลังการฉีด เนื่องจากภายในพื้นที่อาจจะมีเชื้อเพลิงที่ยังไม่ดับอย่างสมบูรณ์ และพร้อมจะลุกติดไฟขึ้นมาใหม่ ถ้าความเข้มข้นของสารดับเพลิงเจือจางลง

3. ความสามารถในการทะลุทะลวง (Ability to permeate) หมายความว่า สารดับเพลิงที่มีสถานะเป็นก๊าซ และมีสถานะเป็นอนุภาคของแข็งขนาดเล็ก

## เอกสาร

ร่วมกับพื้นที่  
[8]

(Capa-  
city) ย่อยต่อ

เพลิง (Fire-  
ปริมาณ  
ดับเพลิง  
เช่น ก๊าซ  
ในการ  
ethane)  
ที่ต้องการ  
และมีสาร  
ไดออกไซด์  
ส่วนก๊าซ  
จากไฟ  
งว่าก๊าซ  
ดับเพลิงที่

Post-fire  
ดับเพลิง  
พริ้วของ  
ดับเพลิง  
แน่นใกล้  
ห้องภายใน  
ค่าความ  
ให้สาร  
ภายใน  
กรณ์ และ  
ของสาร

(Ability  
มีสถานะ  
ขนาดเล็ก

จะสามารถแทรกเข้าไปพื้นที่ต่างๆ ได้ เช่น ตู้ควบคุม  
ทางไฟฟ้า รวมทั้งสามารถที่จะฟุ้งกระจายไปตาม  
ซอกมุมต่างๆ ของห้อง เพื่อดับเพลิงในห้องที่มี  
สิ่งกีดขวางมากได้

3.2 ผลกระทบต่ออุปกรณ์ (Effect on equip-  
ment) ประกอบด้วยปัจจัยย่อยต่อไปนี้

1. การทำความสะอาด (Clean up) หมายถึง  
ความถึง สารดับเพลิงประเภทก๊าซ เช่น ก๊าซ  
คาร์บอนไดออกไซด์ เมื่อฉีดไปแล้วจะระเหยไม่เหลือ  
สารตกค้าง แต่สารดับเพลิงประเภทผง เช่น อนุภาค  
ของแข็งขนาดเล็ก จะเหลือคราบตกค้างภายหลัง  
การฉีด จึงต้องทำความสะอาด

2. การกัดกร่อนอุปกรณ์ (Corrosion) หมายถึง  
ความถึง สารดับเพลิงบางประเภท เช่น สารสะอาด  
ดับเพลิงในกลุ่มฮาโลคาร์บอน เมื่อสัมผัสกับเปลวไฟ  
อุณหภูมิสูง จะเกิดการแตกตัว (decomposition) ได้  
ก๊าซที่มีผลต่อคนและกัดกร่อนอุปกรณ์ แต่สารดับเพลิง  
ในกลุ่มก๊าซเฉื่อยซึ่งเป็นสารตามธรรมชาติจะไม่มีผล  
ในการกัดกร่อนอุปกรณ์

3.3 ผลกระทบต่อคน (Hazards for occup-  
ants) ประกอบด้วยปัจจัยย่อยต่อไปนี้

1. ความเป็นพิษ (Toxicity) หมายถึง  
สารดับเพลิงตัวใดมีเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นที่เริ่มมี  
ผลต่อคนต่ำ แสดงว่าจะเป็นพิษต่อคนสูง ส่วนสาร  
ดับเพลิงที่มีเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นที่เริ่มมีผลต่อคน  
สูง แสดงว่าจะเป็นพิษต่อคนต่ำ

2. การแตกตัวได้ก๊าซพิษ (Thermal decom-  
position product) หมายถึง ก๊าซที่เกิด  
จากสารดับเพลิงในกลุ่มฮาโลคาร์บอนที่สัมผัสกับ  
เปลวไฟอุณหภูมิสูง เช่น ก๊าซ HF จะเป็นพิษต่อคน

3.4 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Effect on  
environmental) ประกอบด้วยปัจจัยดังนี้ ศักยภาพ  
ในการทำลายโอโซน ศักยภาพในการทำให้โลกร้อน  
และการตกค้างในบรรยากาศ รายละเอียดดังแสดง  
ใน ส่วนที่ 2.2.2

3.5 ปัจจัยด้านการติดตั้ง (Installation issues)  
ประกอบด้วยปัจจัยย่อยต่อไปนี้

1. พื้นที่ในการติดตั้ง และการรับน้ำหนัก  
(Floor space/weight) หมายความว่าถึง สารดับเพลิง  
บางประเภท เช่น สารดับเพลิงในกลุ่มก๊าซเฉื่อย และ  
ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จะมีถังเก็บสารดับเพลิง  
จำนวนหลายถัง ซึ่งต้องใช้พื้นที่ในการติดตั้งถึงมาก  
และพื้นที่ต้องรับน้ำหนักเป็นปริมาณมาก ถ้าติดตั้งบน  
ตัวอาคารต้องพิจารณาเรื่องการรับน้ำหนักของ  
โครงสร้างด้วย

2. ความยาวท่อ (Pipework) หมายความว่าถึง  
สารดับเพลิงบางประเภทที่ระบบสามารถเดินท่อส่ง  
สารดับเพลิงได้ไกล เช่น สารดับเพลิงบางประเภท  
เช่น สารดับเพลิงในกลุ่มก๊าซเฉื่อย และก๊าซคาร์บอน-  
ไดออกไซด์ ผลดีที่ตามมาคือ สามารถติดตั้งให้ระบบ  
เดียวป้องกันได้หลายพื้นที่ แต่สารดับเพลิงในกลุ่ม  
ฮาโลคาร์บอน ไม่สามารถเดินท่อได้ไกล ทำให้อาจ  
จะมีปัญหาถ้าต้องการให้ระบบเดียวป้องกันหลาย  
ห้อง

3. การบำรุงรักษาง่าย (Ease of mainten-  
ance) หมายความว่าถึง สารดับเพลิงบางประเภท เช่น  
เทคโนโลยีอนุภาคของแข็งขนาดเล็กที่ประกอบด้วย  
อุปกรณ์ไม่มากและขนาดเล็ก ทำให้บำรุงรักษาง่าย  
ส่วนสารดับเพลิงในกลุ่มก๊าซเฉื่อย และก๊าซคาร์บอน-  
ไดออกไซด์ ประกอบด้วยถังเก็บสารดับเพลิงเป็น  
จำนวนมาก และถังมีน้ำหนักมาก ทำให้บำรุงรักษา  
ยาก

4. การติดตั้งแทนระบบเดิมง่าย (Ease of  
installation) หมายความว่าถึง สารดับเพลิงบางชนิด  
สามารถใช้ระบบท่อเดิม และตู้ควบคุมเดิมของสาร  
เฮลอนได้ เปลี่ยนแต่หัวฉีดและถังเก็บสาร ทำให้  
สะดวกและรวดเร็ว

5. ต้นทุนในการติดตั้ง (Installation cost)  
หมายความว่าถึง ต้นทุนเริ่มต้นในการติดตั้งระบบสาร  
ทดแทน เช่น สารดับเพลิงในกลุ่มก๊าซเฉื่อย อาจจะมี  
ต้นทุนในการติดตั้งที่สูงกว่าสารดับเพลิงในกลุ่ม  
สารฮาโลคาร์บอน

6. ต้นทุนในการเติมสาร (Refill cost) หมายความว่า ต้นทุนในการเติมสาร เมื่อเกิดการรั่วไหล หรือเมื่อเกิดเพลิงไหม้แล้ว ฉีดสาร เช่น สารดับเพลิง ในกลุ่มก๊าซเฉื่อย จะมีต้นทุนในการเติมสารที่น้อยกว่าสารดับเพลิงในกลุ่มสารฮาโลคาร์บอน

จากปัจจัยต่างๆ ที่กล่าวมาข้างต้น ในบทความนี้ได้เปรียบเทียบปัจจัยต่างๆ ในการเลือกใช้งานทดแทนแล้วแปลงออกมาในรูปแบบของคะแนนโดยกำหนดให้คะแนนสูงสุดคือ 10 ดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แสดงการเปรียบเทียบปัจจัยต่างๆ ในรูปแบบของคะแนนเต็ม 10

| เทคโนโลยีสารทดแทน              | ประสิทธิภาพในการดับเพลิง |    |    | ผลกระทบต่ออุปกรณ์ |    | ผลกระทบต่อคน |    | ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม |    |    | การติดตั้ง |    |    |   |    |    |  |
|--------------------------------|--------------------------|----|----|-------------------|----|--------------|----|-----------------------|----|----|------------|----|----|---|----|----|--|
|                                | 1                        | 2  | 3  | 1                 | 2  | 1            | 2  | 1                     | 2  | 3  | 4          | 5  | 6  | 7 | 8  | 9  |  |
| FK-5-1-12                      | 9                        | 5  | 10 | 10                | 7  | 9            | 7  | 10                    | 9  | 9  | 7          | 7  | 8  | 8 | 7  | 5  |  |
| HCFC Blend A                   | 6                        | 6  | 10 | 10                | 6  | 7            | 6  | 5                     | 7  | 7  | 8          | 7  | 8  | 8 | 10 | 6  |  |
| HCFC-124                       | 8                        | 5  | 10 | 10                | 9  | 4            | 9  | 6                     | 8  | 8  | 8          | 7  | 8  | 8 | 10 | 6  |  |
| HFC Blend B                    | 6                        | 6  | 10 | 10                | 6  | 6            | 6  | 10                    | 7  | 6  | 8          | 7  | 8  | 8 | 9  | 6  |  |
| HFC-125                        | 7                        | 6  | 10 | 10                | 9  | 6            | 9  | 10                    | 6  | 6  | 8          | 7  | 8  | 8 | 10 | 6  |  |
| HFC-227ea                      | 8                        | 5  | 10 | 10                | 7  | 8            | 7  | 10                    | 6  | 6  | 7          | 7  | 8  | 8 | 9  | 6  |  |
| HFC-23                         | 6                        | 7  | 10 | 10                | 8  | 10           | 8  | 10                    | 4  | 4  | 7          | 7  | 8  | 8 | 8  | 6  |  |
| HFC-236fa                      | 8                        | 5  | 10 | 10                | 8  | 8            | 8  | 10                    | 5  | 4  | 8          | 7  | 8  | 8 | 8  | 6  |  |
| FIC-1311                       | 10                       | 5  | 10 | 10                | 9  | 3            | 9  | 7                     | 9  | 9  | 9          | 7  | 8  | 8 | 8  | 6  |  |
| IG-01                          | 6                        | 8  | 10 | 10                | 10 | 7            | 10 | 10                    | 10 | 10 | 3          | 10 | 5  | 5 | 7  | 6  |  |
| IG-100                         | 7                        | 10 | 10 | 10                | 10 | 8            | 10 | 10                    | 10 | 10 | 3          | 10 | 5  | 5 | 8  | 8  |  |
| IG-541                         | 8                        | 9  | 10 | 10                | 10 | 9            | 10 | 10                    | 10 | 10 | 3          | 10 | 5  | 5 | 6  | 7  |  |
| IG-55                          | 7                        | 9  | 10 | 10                | 10 | 8            | 10 | 10                    | 10 | 10 | 3          | 10 | 5  | 5 | 7  | 7  |  |
| ระบบหมอกน้ำดับเพลิง            | 7                        | 4  | 5  | 7                 | 10 | 10           | 10 | 10                    | 10 | 10 | 10         | 4  | 9  | 5 | 8  | 10 |  |
| เทคโนโลยีอนุภาคของแข็งขนาดเล็ก | 9                        | 4  | 9  | 4                 | 6  | 4            | 10 | 10                    | 10 | 10 | 10         | 4  | 10 | 7 | 10 | 9  |  |
| ระบบคาร์บอนไดออกไซด์ดับเพลิง   | 8                        | 3  | 10 | 10                | 10 | 2            | 10 | 10                    | 9  | 10 | 4          | 10 | 5  | 5 | 10 | 8  |  |

#### 4. สรุป

บทความวิชาการนี้ได้นำเสนอถึงข้อมูลของสารทดแทนสารเฮลอน โดยมุ่งเน้นไปที่สารทดแทนสารเฮลอน 1301 ที่เป็นสารดับเพลิงที่ใช้ในระบบดับเพลิงแบบยัดติดกับที่ ซึ่งติดตั้งใช้งานในประเทศไทยเป็นจำนวนมาก โดยเนื้อหาในส่วนแรกชี้ให้เห็นถึงผลกระทบของสารทดแทนที่มีต่อสิ่งแวดล้อมและชีวิตคน เนื้อหาส่วนที่สองได้สรุปถึงความเหมาะสมของสารทดแทนในการใช้งานในพื้นที่ต่างๆ และเนื้อหาส่วนสุดท้ายได้แสดงถึงปัจจัยต่างๆ ที่ต้อง

คำนึงถึงในการเลือกสารทดแทนได้อย่างเหมาะสม โดยสรุปออกมาในรูปแบบของการให้คะแนนเปรียบเทียบ

#### 5. กิตติกรรมประกาศ

บทความวิชาการนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการจัดการสารเฮลอนในประเทศไทย ระยะที่ 2 ที่อยู่ในความดูแลของกรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม โดยได้รับเงินช่วยเหลือจากกองทุนพหุภาคีภายใต้พิธีสารมอนทรีออล

## 6. เอกสารอ้างอิง

- [1] National Fire Protection Association (1997). Fire Protection Handbook 18<sup>th</sup> Edition. Quincy, MA : National Fire Protection Association.
- [2] Halon Technical Options Committee (2007). Technical Note #1-Revision 3. United Nation Environment Programme (UNEP). Available via DIALOG. <http://ozone.unep.org/teap/Reports/HTOC/Technical%20Note%201%20%20New%20Technology%20Halon%20Alternatives%20-%20Revision%203.pdf> Accessed 15 July. 2013.
- [3] National Fire Protection Association (2008). NFPA 2001, Standard on Clean Agent Fire Extinguishing Systems, 2008 Edition. Quincy, MA : National Fire Protection Association.
- [4] วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (2551). มาตรฐานการป้องกันอัคคีภัย ปี 2551. กรุงเทพฯ : วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย
- [5] U.S. Environmental Protection Agency (2013). Substitutes for Halon 1301 as a Total Flooding Agent. Available via DIALOG. <http://www.epa.gov/ozone/snap/fire/lists/flood.html>. Accessed 18 July. 2013.
- [6] National Fire Protection Association (2006). NFPA 750: Standard on Water Mist Fire Protection Systems, 2008 Edition. Quincy, MA : National Fire Protection Association.
- [7] National Fire Protection Association (2008). NFPA 12: Standard on Carbon Dioxide Extinguishing Systems, 2008 Edition. Quincy, MA : National Fire Protection Association.
- [8] Environment Transport Regions (DETR) and Department of Trade and Industry (DTI) (2001). Phase out of Halons: Advice on Alternatives and Guidelines for Users of Fire Fighting and Explosion Protection Systems. Available via DIALOG. <http://www.berr.gov.uk/files/file29105.pdf>. Accessed 18 July. 2013.