

การประเมินความเสี่ยงของการรั่วไหลของก๊าซแอมโมเนีย จากถังกักเก็บในโรงงานอาหารทะเลแช่แข็ง

Risk Assessment of The Ammonia Leakage from The Storage Tank in a Frozen Seafood Factory

ธนวัฒน์ รักกมล สิริพร ทองใหญ่ ธิติมา ณ สงขลา สุปานดี มณีโลกย์
สาขาวิชาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและสุขภาพสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาการสุขภาพและการกีฬา มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความเสี่ยงของการรั่วไหลของก๊าซแอมโมเนียจากถังกักเก็บ โดยใช้การวิเคราะห์แผนภูมิต้นไม้ ทำให้ทราบค่าโอกาสในการเกิดอุบัติเหตุและความน่าเชื่อถือที่ปลอดภัย พร้อมทั้งประยุกต์ใช้โปรแกรม Area Location of Hazardous Atmospheres (ALOHA) เพื่อประเมินระดับความรุนแรงและบริเวณพื้นที่ได้รับผลกระทบหากเกิดการรั่วไหลของก๊าซแอมโมเนียจากถังกักเก็บของโรงงานอาหารทะเลแช่แข็งแห่งหนึ่งในจังหวัดสมุทรสาคร

ผลการศึกษา พบว่าความเสี่ยงของการรั่วไหลของก๊าซแอมโมเนียจากถังกักเก็บเกิดจาก 2 เหตุการณ์ คือ อุณหภูมิและความดันเพิ่มขึ้น หรือ วัสดุและอุปกรณ์ในการบรรจุชำรุด ซึ่งเกิดได้จากสาเหตุใดสาเหตุหนึ่งเท่านั้น และเมื่อคำนวณโอกาสของการรั่วไหลของก๊าซแอมโมเนียจากถังกักเก็บ พบว่ามีโอกาสเกิดถึง 28.04 % (ค่าความน่าเชื่อถือที่ปลอดภัยเท่ากับ 71.96 %) และจากการประเมินความรุนแรงของการรั่วไหลของก๊าซแอมโมเนีย พบว่า ทำให้เกิดความรุนแรงแบ่งเป็น 3 โซน คือ โซนการแผ่รังสีความร้อนในรัศมี 10, 12 และ 18 กิโลเมตร ซึ่งในแต่ละโซนทำให้เกิดอันตรายที่แตกต่างกัน และเมื่อทำนายพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการรั่วไหลของก๊าซแอมโมเนียกับที่ตั้งของโรงงานอาหารทะเลแช่แข็งที่ศึกษา พบว่าทำให้เกิดผลกระทบกับพื้นที่หลายแห่งภายในโรงงาน ได้แก่ แผนกห้องเครื่องทำความเย็น แผนกช่างไฟฟ้า แผนกความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม โรงอาหาร แผนกซ่อมบำรุง คลังสินค้า และเส้นทางอพยพอุบัติเหตุที่ใช้อยู่ ณ ปัจจุบัน ดังนั้น โรงงานควรให้ความสำคัญในการดำเนินการตรวจสอบความปลอดภัยและการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ทั้งระบบและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับแอมโมเนีย

คำสำคัญ : การประเมินความเสี่ยง, ความรุนแรง, การรั่วไหลของก๊าซแอมโมเนีย, โรงงานอาหารทะเลแช่แข็ง

Abstract

The objective of this study aimed to assess the risk of ammonia gas leakage from the storage tank by Fault Tree Analysis (FTA) to determine the probability of accident and safety reliability. The area location of hazardous atmospheres (ALOHA) was applied in order to evaluate the level of consequence and the affected areas in the case of ammonia gas leakage from a frozen seafood factory in Samutsakorn province.

The results show that the risk of ammonia gas leakage from the storage tank was occurred from one of the 2 case; increase in temperature, increase pressure or equipment damage. The probability of ammonia gas leakage from storage tank was 28.04% (the safety reliability was 71.96%). Thermal radiation at the radius of 10, 12 and 18 kilometers was assessed for the severity of the leakage of ammonia which occurred at the different level of danger. Many areas of the factory, i.e. engine cooling division, department of electrical engineering,

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

department of health and environmental safety, cafeteria, maintenance department, storehouse and the evacuation way, could be affected by ammonia gas leakage. This study suggested that the factory should give priority on safety inspection and preventive maintenance of systems and equipment associated with the ammonia.

Keywords : Risk Assessment, consequence, leakage of ammonia gas, frozen seafood industry

1. บทนำ

ก๊าซแอมโมเนีย (Ammonia; NH_3) จัดเป็นวัตถุอันตรายตามพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 และเป็นสารที่มีอยู่ทั้งสภาวะที่เป็นของเหลวและก๊าซ ไม่มีสี เป็นก๊าซพิษมีกลิ่นอย่างรุนแรง [1] โดยอุบัติภัยจากก๊าซแอมโมเนียส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นจากการรั่วไหล โดยระหว่างปี พ.ศ. 2530-2552 เกิดเหตุการณ์ก๊าซแอมโมเนียรั่วของโรงงานอุตสาหกรรมในประเทศไทยรวม 36 เหตุการณ์ มีผู้สัมผัสก๊าซแอมโมเนียกว่า 2,300 ราย [2] ดังกรณีตัวอย่าง ในปี พ.ศ. 2549 บริษัทเอสแอนด์ ดี มารีนโปรดักส์จำกัด จ.ชุมพร ก๊าซแอมโมเนียรั่วสาเหตุเกิดจากท่อระบบทำความเย็นมีอายุการใช้งานนานและไม่ได้รับการบำรุงรักษา [3] ในปี พ.ศ. 2552 บริษัทเกมเปียนฟู๊ดส์สยามจำกัด จ. ปทุมธานี ก๊าซแอมโมเนียรั่วสาเหตุเกิดจากท่อลำเลียงแก๊ส ที่เดินชิดกับฝาผนังชำรุด [4] และ ในปี พ.ศ. 2555 โรงผลิตน้ำแข็งเวียงพิงค์ ก๊าซแอมโมเนียรั่วสาเหตุเกิดจาก ท่อสแตนเลสที่บรรจุก๊าซแอมโมเนียชำรุด [5] จากปัญหา ดังกล่าวข้างต้นส่งผลกระทบต่อและสร้างความเสียหายให้แก่มนุษย์ ทรัพย์สิน และสิ่งแวดล้อมมากมาย

อุตสาหกรรมที่มักจะเกิดปัญหาการรั่วไหลของก๊าซแอมโมเนีย ได้แก่ อุตสาหกรรมห้องเย็น โรงน้ำแข็ง อุตสาหกรรมแปรรูปอาหาร โรงแก๊ส เป็นต้น โดยเฉพาะอุตสาหกรรมการผลิตอาหารทะเลแช่แข็ง มีการเกิดการรั่วไหลสูงสุดร้อยละ 25 [2] ทั้งนี้เพราะมีการใช้ก๊าซแอมโมเนียปริมาณมากและระบบการใช้งานก๊าซแอมโมเนียเป็นระบบปิด (Close System) เช่น ระบบท่อ ระบบทำความเย็น จึงทำให้เกิดโอกาสรั่วตามข้อต่อ รอยต่อ เส้นท่อ ก้านลื่น เป็นต้น โดยสาเหตุการรั่วไหลของก๊าซแอมโมเนียมีโอกาสเกิดจากหลายๆ สาเหตุ เช่น การรั่วบริเวณท่อจากการกัดกร่อน

การชำรุดเสียหายของอุปกรณ์ระหว่างซ่อมบำรุง การเติมก๊าซแอมโมเนียและการขนส่ง ซึ่งการรั่วไหลที่เกิดขึ้นที่ผ่านมาพบว่าส่วนใหญ่เกิดจากการชำรุดเสียหายของอุปกรณ์ [2,6]

ดังนั้นการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความเสี่ยงของการรั่วไหลของก๊าซแอมโมเนียจากถังกักเก็บในโรงงานอาหารทะเลแช่แข็งแห่งหนึ่ง โดยวิธีแผนภูมิต้นไม้ (Fault Tree Analysis: FTA) เพื่อแสดงผลออกมาเป็นตัวเลขซึ่งสามารถเข้าใจได้อย่างง่าย พร้อมทั้งทราบสาเหตุพื้นฐานที่สำคัญอันเป็นต้นเหตุให้เกิดก๊าซแอมโมเนียรั่วไหล นอกจากนี้ยังประยุกต์ใช้โปรแกรม Area Location of Hazardous Atmospheres (ALOHA) เพื่อประเมินระดับผลกระทบ ให้ทราบรูปแบบระดับความรุนแรง พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ รวมทั้งสามารถนำผลการศึกษามาจัดทำแผนงานเพื่อป้องกันการเกิดอุบัติเหตุและลดผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นได้ ซึ่งทำให้ลดอันตราย ความสูญเสียทั้งต่อชีวิต ทรัพย์สิน และการเสียขวัญกำลังใจของพนักงาน ตลอดจนการเสียชื่อเสียงของสถานประกอบการ

2. วิธีการศึกษา

2.1 ข้อมูลทั่วไปของถังเก็บกักก๊าซแอมโมเนียที่ศึกษา

โรงงานอาหารทะเลแช่แข็งที่ศึกษาตั้งอยู่ในจังหวัดสมุทรสาคร มีปริมาณการใช้ก๊าซแอมโมเนียในปี พ.ศ.2553 ทั้งหมด 18,000 ลิตร มีการกักเก็บไว้ภายในถัง H.P.Receiver บริเวณห้องเครื่องทำความเย็น ที่มีการจัดวางถังแนวนอนจำนวน 2 ถัง พื้นที่กว้าง 20 เมตร ยาว 30 เมตร ตัวถังมีความยาว 6.4 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.52 เมตร ปริมาตรถังรวม 11.7 ลูกบาศก์เมตร แต่ปริมาตรกักเก็บจริงประมาณ 30 % ของถังรวม (ความจุก๊าซ 3.51 ลูกบาศก์เมตร) ดังภาพที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1 ลักษณะของถังกักเก็บก๊าซแอมโมเนีย

2.2 การประเมินความเสี่ยงของการรั่วไหลของก๊าซแอมโมเนียจากถังกักเก็บ

งานวิจัยนี้ใช้การประเมินความเสี่ยงโดยเทคนิค FTA เนื่องจากเป็นเทคนิคการซึ่งบ่งอันตรายที่เน้นถึงอุบัติเหตุหรืออุบัติเหตุร้ายแรงที่เกิดขึ้นหรือคาดว่าจะเกิดขึ้นกับความสัมพันธ์ของเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องเพื่อหาเหตุการณ์พื้นฐานที่สำคัญที่เป็นต้นเหตุแท้จริง [7] ของการทำให้ก๊าซแอมโมเนียรั่วไหลจากถังกักเก็บ โดยวิธีการประเมินอิงตามกรมโรงงานอุตสาหกรรมว่าด้วยหลักเกณฑ์การซึ่งบ่งอันตราย การประเมินความเสี่ยง และการจัดทำแผนบริหารจัดการความเสี่ยง [8] โดยการประเมินเหตุการณ์แรก (Top Event) คือ ก๊าซแอมโมเนียรั่วไหลจากถังกักเก็บ และพิจารณาว่าเหตุการณ์ที่ทำให้แอมโมเนียรั่วไหลมาจากสาเหตุหรือเหตุการณ์ใดบ้าง มีลักษณะเป็น AND-gate หรือ OR-gate โดยแสดงเป็นแผนภูมิต้นไม้ ระบุถึงสาเหตุและขั้นตอนที่นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงหรือความเกี่ยวข้องภายในระบบ (Intermediate Event) ซึ่งอาจเกิดจากสาเหตุย่อยหลาย ๆ สาเหตุ (Fault Tree Event) และสาเหตุพื้นฐาน (Basic Event) ที่สนับสนุนให้เกิดสาเหตุย่อย โดยอาศัยหลักพีชคณิตบูลีน (Boolean Algebra) และข้อมูลเกี่ยวกับอันตรายของการล้มเหลวจากการทำงาน (Failure Rate) มาเป็นพื้นฐานในการคำนวณ [9]

สำหรับการประเมินความเสี่ยง เพื่อคำนวณค่าสมการทางคณิตศาสตร์ หาได้จากโอกาส (Probability) หรือ ความล้มเหลว (Failure) ของการรั่วไหล และความน่าเชื่อถือ (Reliability) ของก๊าซแอมโมเนียในถังกักเก็บ และค่าความสัมพันธ์ของเหตุการณ์ Logic Gate (AND-gate และ OR-gate) ใช้วิธีการตาม Louvar and Louvar [10] ส่วนค่าที่

ใช้ในการคำนวณเหตุการณ์พื้นฐานปกติ (เหตุการณ์ A, B, C, E, F, G, H, I และ J) ที่เกิดขึ้นทั้งโดยตรงและโดยอ้อมต่อการรั่วไหลก๊าซแอมโมเนียจากถังกักเก็บ ใช้ข้อมูลพื้นฐานของอุปกรณ์ควบคุมการผลิตสากล (International Base Frequency) และข้อมูลเกี่ยวกับอัตราความล้มเหลว (Failure Rate) ของเครื่องมือบางชนิด อิงตามค่าการศึกษาของ Louvar and Louvar [10], Smith and Warwick [11] และ Jao and King [12] รายละเอียดดังตารางที่ 1

2.3 การประเมินความรุนแรงของการระเบิดของก๊าซแอมโมเนียจากถังกักเก็บ

กรณีศึกษานี้ได้จำลองสถานการณ์ เพื่อตรวจสอบความรุนแรงจากการรั่วไหลของก๊าซแอมโมเนียโดยใช้โปรแกรม ALOHA Version 5.4 ซึ่งเป็นโปรแกรมคำนวณการแพร่กระจายของสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs) โดยใช้สมการการคิดแบบ Gaussian Dispersion Model ดังสมการที่ 1 [13] โดยค่า σ_z คือความสูงตามแนวแกนตั้งฉากจากจุดที่ปลดปล่อยสาร σ_y คือค่าความสัมพันธ์ (Primary Function) ตามแนวแกนระนาบ y จากจุดที่ปลดปล่อยสาร σ_x คือค่าความสัมพันธ์ (Primary Function) ตามแนวแกนระนาบ x จากจุดที่ปลดปล่อยสาร และค่า $P(z)$ คือค่าความสัมพันธ์การกระจายตัวตามแนวแกน z

$$P(z) = \frac{1}{(2\pi)^{1/2} \sigma_z} \exp\left(-\frac{1}{2} \left(\frac{z-z}{\sigma_z}\right)^2\right) \quad (1)$$



การศึกษานี้สร้างสถานการณ์จำลองให้ภาวะหรืออุปกรณ์ชำรุด (เหตุการณ์ M) ทั้งนี้เนื่องจากในอดีตที่ผ่านมาส่วนใหญ่การรั่วไหลของก๊าซแอมโมเนียเกิดจากการชำรุดเสียหายของอุปกรณ์ [2,6] สำหรับเงื่อนไขในการจำลองความรุนแรงจากการรั่วไหลด้วยโปรแกรม ALOHA ของงานวิจัยนี้ กำหนดคุณสมบัติของก๊าซแอมโมเนียที่อยู่ในฐานข้อมูลของโปรแกรม ALOHA กำหนดขนาดรอยรั่วกว้าง 1.5 นิ้ว ยาว 1.0 นิ้ว มีปริมาตรกักเก็บ 3.51 ลูกบาศก์เมตร เวลาการรั่วไหล 9 นาที และกำหนดสภาพอากาศตามข้อมูลอุตุนิยมวิทยา จังหวัดสมุทรสาครระหว่างปี พ.ศ. 2552 -2554 ในเดือนเมษายน ซึ่งเป็นเดือนที่มีอุณหภูมิสูงสุด ความเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลมต่ำสุด เพื่อจำลองเหตุการณ์ที่เลวร้ายที่สุด (Worst Case Scenario) โดยสภาวะภายในถังขณะเกิดการรั่วไหล ประกอบด้วยอุณหภูมิ 30.5 องศาเซลเซียส ความเร็วลม 6

เมตรต่อวินาที ลักษณะเมฆปิดปกคลุมทั่วประเทศ และทิศทางลมพัดจากทิศตะวันออกเฉียงเข้าสู่อ่างกักเก็บแอมโมเนีย

ตารางที่ 1 ค่าที่ใช้คำนวณเหตุการณ์พื้นฐานที่เป็นสาเหตุต่อการรั่วไหลของก๊าซแอมโมเนียจากถังกักเก็บ

ลำดับ	สัญลักษณ์ (symbol)	เหตุการณ์ (Event)	โอกาสเกิดอัตราความเสียหาย/ปี (Failure rate/year; μ)
1	A	ข้อต่อหลุด	0.0043***
2	B	ท่อเป็นสนิม	0.0017***
3	C	การกัดกร่อนที่จุดเชื่อมต่อ	0.0598***
4	E	วาล์วระบายความร้อนและแรงดันไม่ทำงาน	0.0270*
5	F, K	พนักงานทำงานบกพร่อง	0.0010**
6	G	วาล์วชำรุด	0.0260*
7	H	Solenoid valve เสื่อมสภาพ	0.3000***
8	I	ถังชำรุด/เสื่อมสภาพ	0.00002**
9	J	แหวนยางเสื่อมสภาพ	0.0017***
โดย 1. สูตรคำนวณ		Reliability (R) ; $R = 1 - F$	
		Failure (F) ; $F = 1 - R(t) = 1 - e^{-\mu(t)}$	
2. ความสัมพันธ์ของเหตุการณ์		 ; $R = R_1 \times R_2$ หรือ $F = (1 - F_1) \times (1 - F_2)$	
		 ; $F = F_1 \times F_2$ หรือ $R = (1 - R_1) \times (1 - R_2)$	

หมายเหตุ: * อ้างอิงจาก Louvar and Louvar [10]; ** อ้างอิงจาก Smith and Warwick [11]; *** อ้างอิงจาก Jao and King [12]

3. ผลและวิจารณ์

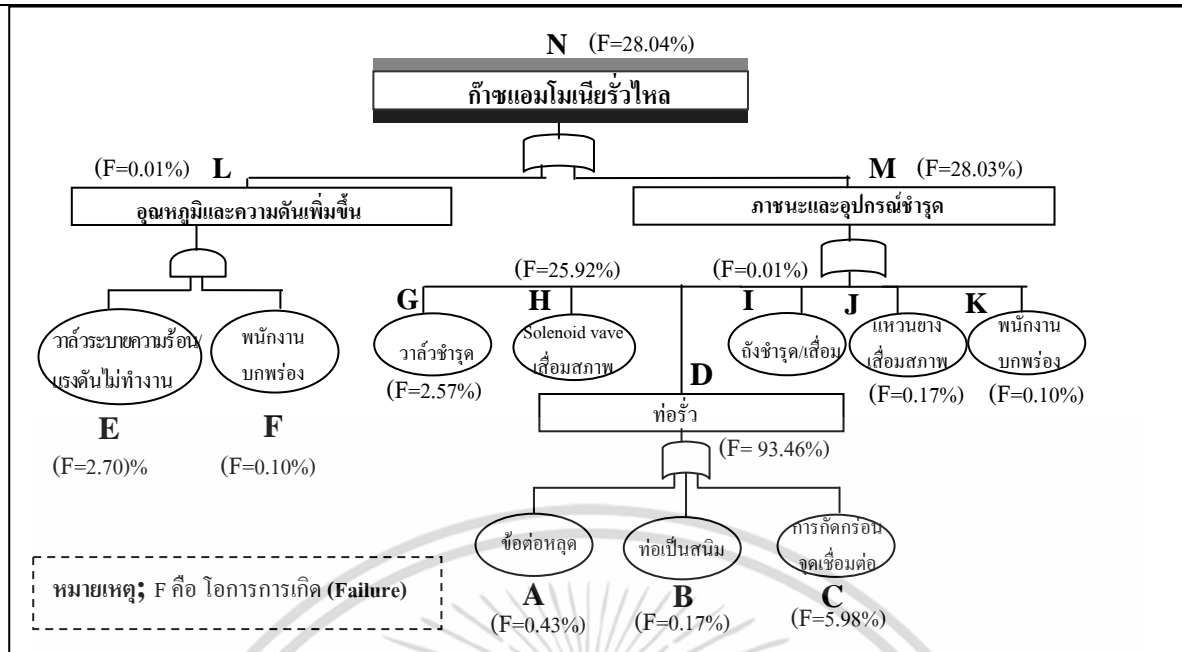
3.1 ผลการประเมินความเสี่ยงของการรั่วไหลของก๊าซแอมโมเนียจากถังกักเก็บ

จากการประเมินความเสี่ยงด้วยวิธี FTA ซึ่งสามารถเขียนความสัมพันธ์ของการเกิดอุบัติเหตุการรั่วไหลของก๊าซแอมโมเนียจากถังกักเก็บ (ภาพที่ 2) โดยสามารถอธิบายได้ว่าการเกิดเหตุการณ์รั่วไหลของก๊าซแอมโมเนียนั้นเกิดจาก 9 เหตุการณ์ คือ อุณหภูมิและความดันเพิ่มขึ้น หรือ ภาชนะและอุปกรณ์ชำรุด ส่วนสาเหตุพื้นฐานปกติที่มีโอกาสให้เกิดการรั่วไหลของก๊าซแอมโมเนีย ได้แก่ ข้อต่อหลุด (เหตุการณ์ A) ท่อเป็นสนิม (เหตุการณ์ B) การกัดกร่อนที่จุดเชื่อมต่อ (เหตุการณ์ C) วาล์วระบายความร้อนและแรงดันไม่ทำงาน (เหตุการณ์ E) พนักงานบกพร่อง (เหตุการณ์ F และ K) วาล์วชำรุด (เหตุการณ์ G) Solenoid valve เสื่อมสภาพ

(เหตุการณ์ H) ถังชำรุด/เสื่อมสภาพ (เหตุการณ์ I) และแหวนยางเสื่อมสภาพ (เหตุการณ์ J)

เมื่อคำนวณโอกาสของการเกิดแอมโมเนียรั่วจากถังกักเก็บ พบว่า มีโอกาสเกิด (Probability) 28.04% และมีค่าความเชื่อมั่นที่ปลอดภัย 71.96% ซึ่งสาเหตุที่ทำให้เกิดก๊าซแอมโมเนียรั่วไหลจากถังกักเก็บมี 2 สาเหตุหลัก คือ อุณหภูมิและความดันเพิ่มขึ้น (มีโอกาสเกิด 0.01%) และภาชนะและอุปกรณ์ชำรุด (มีโอกาสเกิด 28.03%) (ภาพที่ 1) และเมื่อพิจารณาเหตุการณ์ที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดแอมโมเนียรั่วไหลจากมากไปน้อย 3 ลำดับ ดังนี้ Solenoid valve เสื่อมสภาพ (25.92%) การกัดกร่อนที่จุดเชื่อมต่อ (5.98%) และวาล์วระบายความร้อนและแรงดันไม่ทำงาน (2.70%) ตามลำดับ จะเห็นว่าส่วนใหญ่เป็นอุปกรณ์ชำรุดและสอดคล้องกับผลการศึกษาที่ผ่านมา [4]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ของสาเหตุที่ทำให้เกิดการรั่วไหลของก๊าซแอมโมเนียจากถังเก็บด้วยวิธี FTA

3.2 การประเมินความรุนแรงและพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการรั่วไหลของก๊าซแอมโมเนียจากถังเก็บ

จากการประเมินความรุนแรงของการรั่วไหลของก๊าซแอมโมเนีย โดยการใช้โปรแกรม ALOHA พบว่าสามารถแบ่งระดับความรุนแรงได้เป็น 3 โซน (ภาพที่ 3ก) ได้แก่ 1) โซนการแผ่รังสีความร้อนในรัศมี 10 กิโลเมตร โดยรอบถังเก็บแอมโมเนีย (เส้นสีแดง) ซึ่งก่อให้เกิดความรุนแรงถึง 10 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร เป็นผลให้เกิดอันตรายต่อคนถึงขั้นสูญเสียชีวิตได้ภายใน 60 วินาที 2) โซนการแผ่รังสีความร้อนในรัศมี 12 กิโลเมตรโดยรอบถังเก็บแอมโมเนีย (เส้นสีส้ม) โดยมีความรุนแรงถึง 5 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร เป็นผลให้เกิดการเผาไหม้ของผิวหนังในระดับที่ 2 (ผิวหนังเกิดการฟองใสขึ้นและถ้าแตกจะมีน้ำใสๆ ออกมาเป็นการทำลายชั้นหนังกำพร้าเพียงผิวๆ) ภายใน 60 วินาที และ 3) โซนการแผ่รังสีความร้อนในรัศมี 18 กิโลเมตรโดยรอบถังเก็บแอมโมเนีย (เส้นสีเหลือง) ซึ่งมีความรุนแรงเพียง 2 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร และทำให้เกิดการบาดเจ็บหรือเกิดบาดแผลของอวัยวะร่างกายเล็กน้อยภายใน 60 วินาที

เมื่อนำระดับความรุนแรงรัศมีการแผ่รังสีความร้อนของก๊าซแอมโมเนีย มาประเมินเพื่อศึกษาพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากการรั่วไหลของก๊าซแอมโมเนียกับพื้นที่ตั้ง

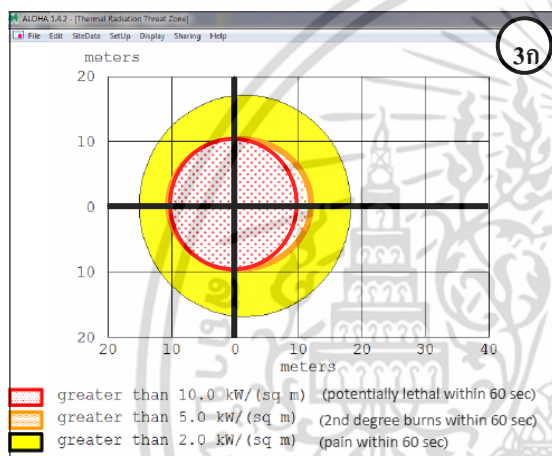
ของโรงงานอาหารทะเลแช่แข็งที่ศึกษาในจังหวัดสมุทรสาคร พบว่า ลักษณะการรั่วไหลและรัศมีการแผ่รังสีความร้อนรอบๆ ถังเก็บก๊าซแอมโมเนีย (ภาพที่ 3ข) ส่งผลกระทบเกิดขึ้นเฉพาะภายในโรงงาน คือ โซนที่ 1 แพนกห้องเครื่องทำความเย็น แพนกช่างไฟฟ้า แพนกความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม และแผนกไอริส อยู่ในเส้นสีแดง โซนที่ 2 (เส้นสีส้ม) พนักงานที่ปฏิบัติงานอยู่บริเวณ โรงอาหาร และ โซนที่ 3 พนักงานที่ปฏิบัติงานในแผนกซ่อมบำรุง และคลังสินค้า อยู่ในโซนสีเหลือง (เส้นสีเหลือง) นอกจากนี้ยังพบว่าเส้นทางอพยพหนีเกิดเหตุฉุกเฉินต่างๆ ของโรงงาน อยู่ในโซนสีแดง แสดงให้เห็นว่าหากมีการใช้เส้นทางนี้ในการอพยพจะทำให้เกิดอันตรายต่อพนักงานในโรงงานได้

4. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากผลการประเมินความเสี่ยงพบว่า สาเหตุที่อาจทำให้เกิดการรั่วไหลของก๊าซแอมโมเนียจากถังเก็บซึ่งเป็นเหตุการณ์ปกติมี 9 สาเหตุ ได้แก่ ข้อต่อหลุด ท่อเป็นสนิม การกัดกร่อนที่จุดเชื่อมต่อ วาล์วระบายความร้อนและแรงดันไม่ทำงาน พนักงานบกพร่อง วาล์วชำรุด Solenoid valve เสื่อมสภาพ ถังชำรุด และแหวนยางเสื่อมสภาพ ดังนั้นเจ้าของโรงงานหรือผู้รับผิดชอบจึงควรดำเนินการตรวจสอบความปลอดภัยและการ

บำรุงรักษาเชิงป้องกัน ทั้งระบบและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับแอมโมเนีย รวมทั้งมีการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดความเข้มข้นของแอมโมเนีย และการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยภายในโรงงาน

ส่วนความรุนแรงและพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ พบว่าการรั่วไหลของก๊าซแอมโมเนียจากถังกักเก็บก่อให้เกิดผลกระทบต่ออาณาเขตภายในโรงงาน ดังนั้นควรมีการพิจารณาทางเลือกเพื่อลดความรุนแรง เช่น มาตรการอพยพหรือ หลบภายในอาคาร และควรมีการดำเนินการจัดทำแผนพร้อมทั้งซ้อมตามแผนอุบัติภัยสารเคมีรั่วไหลตามกฎหมาย



ภาพที่ 3 (ก) ความรุนแรงของการรั่วไหลของก๊าซแอมโมเนียจากถังกักเก็บ (ข) ผลกระทบรัศมีการแผ่ความร้อนของก๊าซแอมโมเนียรั่วไหลจากถังกักเก็บ

5. เอกสารอ้างอิง

[1] A.B. Spencer and M.G. Gressel, “A hazard and operability study of anhydrous ammonia application in agriculture,” Am Ind Hyg Assoc J, Vol. 54, No.11, pp. 671–677, Nov., 1993.

[2] เดชา สุคนธ์, “สาเหตุของก๊าซแอมโมเนียรั่วใน โรงงานอุตสาหกรรมในประเทศปี 2530-2552,” รายงานวิจัย สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 2 จังหวัดสระบุรี, 2554.

[3] ศูนย์เทคโนโลยีความปลอดภัย, รวมกฎหมายอาชีวอนามัยและความปลอดภัย, กรุงเทพฯ, กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2542.

[4] มติชนออนไลน์, “คนงานหนีตายแก๊ส แอมโมเนียรั่ว พิชัยเข้าร่างกายอื้อ”. [เข้าถึงได้จาก] http://www.matichon.co.th/news_detail.php?newsid=1232241037. วันที่ 18 มกราคม, 2552.

[5] ข่าวสดออนไลน์, “พิชัญ โลกอุ่น-ก๊าซ แอมโมเนียรั่ว” [เข้าถึงได้จาก] http://www.khaosod.co.th/view_newsonline.php?newsid=... วันที่ 1 พฤษภาคม, 2555.

[6] สมชาย พรชัยวิวัฒน์, การวิเคราะห์ปัญหาความปลอดภัยในโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการเก็บ การใช้ การผลิต การขนส่ง และการถ่ายเทแอมโมเนีย, รายงานวิจัย คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2543.

[7] I. A. Papazoglou, Z. Nivolianitou, O. Aneziris and M. Christou, “Procedural steps for probabilistic safety analysis in chemical installations,” International Journal of Loss Prevention in the Process Industries, Vol5, No. 6, pp. 181–191, Nov., 1992.

[8] กรมโรงงานอุตสาหกรรม, “ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2542) ระเบียบกรมโรงงานอุตสาหกรรมว่าด้วยหลักเกณฑ์การชี้บ่งอันตราย การประเมินความเสี่ยง และการจัดทำแผนบริหารจัดการความเสี่ยง,” กระทรวง อุตสาหกรรม, 2543.

[9] D.A. Crowl and J.F. Louvar, Chemical Process Safety 2nd, New Jersey, Prentice Hall PTR, 2002 .

[10] J.F. Louvar and B.D. Louvar, Health and Environmental Risk Analysis. New York, Prentice Hall PTR, 1998.

[11] T.A. Smith and R.G. Warwick, “A survey of defects in pressure vessels in the UK for the period 1962-1978 and its relevance to nuclear primary circuits,” SRD report R203, 1981.

[12] Y.C. Jao and F.H.H. King, “Money in Hong Kong: Historical Perspective and Contemporary Analysis: 6-56,” Hong Kong: Centre of Asian Studies, University of Hong Kong, 1990.

[13] R.C. Schell, T.B. Watson and B.A. Bodhaine, “NOAA WP-3D instrumentation and flight operation on AGASP-II,” J. Atmos. Chemistry, Vol. 9, No. 11, pp. 3–16, 1989.