

การประเมินความเสี่ยงของสารเคมีที่มีผลต่อสุขภาพและความปลอดภัย

Risk Assessment of Chemical Effect to Health and Safety in Industry

บัญญัติพัชรภรณ์พร้อม^{1*} และ เพชรวาลัย ธีระวงษ์พงศ์¹

¹คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนวัตกรรมกรุงเทพ

6/999 ซ.พหลโยธิน 52 ถ.พหลโยธิน แขวงคลองถนน เขตสายไหม กทม 10200

โทร 02-9727200,โทรสาร029727751,E-mail:lloo_ve@hotmail.com*

บทคัดย่อ

การประเมินความเสี่ยงเป็นเครื่องมือสำคัญที่หน่วยงานต่างๆใช้ในการควบคุมการปนเปื้อนของสารเคมีในสิ่งแวดล้อมให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อมนุษย์ การประเมินความเสี่ยงเป็นการศึกษาเกี่ยวกับความเป็นพิษที่เกิดขึ้นจากการได้รับสารในปริมาณน้อยๆเป็นเวลานาน ตลอดจนปริมาณสูงสุดที่มนุษย์สามารถรับได้ในแต่ละวันโดยไม่เกิดอันตรายใดต่อสุขภาพการประเมินความเสี่ยงของสารเคมีที่มีผลต่อสุขภาพเป็นการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล การสัมผัสสารเคมี และอธิบายลักษณะความเสี่ยงนั้นๆว่าผู้สัมผัสจะเสี่ยงหรือไม่ จึงมีความสำคัญต่อความปลอดภัยของผู้สัมผัสซึ่งอาจ เป็นผู้ปฏิบัติงานในโรงงานและประชาชนที่อาศัยอยู่โดยรอบ ซึ่งบทความนี้จะขอกล่าวถึงการชี้บ่งอันตรายลักษณะความเสี่ยง การจัดทำแผนงานบริหารจัดการความเสี่ยงและการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ

คำสำคัญ :การประเมินความเสี่ยง,สุขภาพ,สารเคมี

Abstract

Risk assessment is an important tool which many organizations use for controlling safety level of chemicals in environmental effect to human. The risk assessment is the study of toxicity, which is, happens in the small quantity in a long period until in the large quantity that human can take in every day and it is not harmful to health. Risk assessment of chemical effect to health and safety in industry was gathered and analyzed data by touching and describing type of risk that it will risk to people or not. This study is useful for workers in industry or people who live in condominium. This article stated about the harmful types, management plan, and evaluation of risk which effect to health.

Keyword:Risk Assessment,Health and Chemical

บทนำ

ปัจจุบันอุบัติเหตุที่เกิดจากการทำงานนั้นมีอัตราที่สูงขึ้น ซึ่งสาเหตุที่เกิดขึ้นมีหลายประการ ผู้ประกอบการหรือเจ้าของโรงงานอุตสาหกรรมจะต้องปฏิบัติอย่างไรหรือมีนโยบายที่ชัดเจนอย่างไรในการลดอุบัติเหตุอันเกิดจากการทำงานในสถานประกอบการและให้ความเชื่อมั่นความปลอดภัยในการทำงานแก่คนงาน การทำงานที่มีความปลอดภัยคือสภาพที่ไม่มีอันตราย ดังนั้นความปลอดภัยในการทำงานจึงหมายถึงการทำงานที่ปราศจากอันตราย ไม่เสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุ [2] การให้ความสำคัญของการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพถูกสร้างขึ้นโดยตรงจากการประเมินผลต่อสุขภาพของการสัมผัสสารเคมีที่เป็นพิษโดยเฉพาะที่ก่อให้เกิดมะเร็ง อย่างไรก็ตาม ความสำคัญของการตรวจสอบผลต่อสุขภาพที่ไม่ก่อให้เกิดมะเร็ง เช่น ผลต่อระบบสมอง ระบบภูมิคุ้มกัน หรือความเสียหายของอวัยวะต่างๆ มาตรฐานระบบการจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัย (มอก.18001) ได้กำหนดให้องค์กรต้องจัดทำและปฏิบัติเป็นเอกสารในการชี้บ่งอันตรายและการประเมินระดับความเสี่ยงในทุกกิจกรรมและสภาพแวดล้อมในการทำงานเพื่อกำหนดมาตรการในการควบคุมแก่พนักงานและผู้เกี่ยวข้องรวมทั้งกระทรวงอุตสาหกรรมได้ออกประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมฉบับที่ 3 (พ.ศ.2542) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ.2535 เรื่องมาตรการ

คุ้มครองความปลอดภัยในการดำเนินงาน[1] ทั้งนี้ เพื่อให้ผู้ประกอบการโรงงาน ต้องจัดทำรายงานการวิเคราะห์ความเสี่ยงจากอันตรายที่อาจเกิดจากการประกอบกิจการโรงงาน โดยต้องทำการศึกษาวิเคราะห์ และทบทวนการดำเนินงานเพื่อชี้บ่งอันตราย ประเมินความเสี่ยง และจัดทำแผนการจัดการความเสี่ยง

การประเมินความเสี่ยงด้านความปลอดภัย เนื่องจากความปลอดภัยในการทำงานนั้นเป็นปัจจัยพื้นฐานในการเพิ่มผลผลิตที่มีคุณภาพ รัฐบาลจึงสนับสนุนให้ผู้ประกอบการ เสริมสร้างประสิทธิภาพการผลิตสินค้าที่มีคุณภาพ รัฐบาลจึงสนับสนุนส่งเสริมให้ผู้ประกอบการคำนึงถึงความปลอดภัยในการทำงาน ได้มีการออกระเบียบโดยกรมโรงงานอุตสาหกรรม ว่าด้วยหลักเกณฑ์การชี้บ่งอันตราย การประเมินความเสี่ยงและการจัดทำแผนงานบริหารความเสี่ยง พ.ศ. 2543 [4]ได้ระบุว่า การประเมินความเสี่ยงประกอบด้วย 2 ขั้นตอนคือขั้นตอนการชี้บ่งอันตรายและขั้นตอนอธิบายลักษณะความเสี่ยง โดยรายละเอียดของ 2 ขั้นตอนมีดังนี้

1.ขั้นตอนชี้บ่งอันตรายคือการแจกแจงความเป็นอันตรายที่แอบแฝงอยู่ในสถานที่ทำงานในการประกอบกิจกรรมทั้งหมด ตั้งแต่การเก็บ การขนถ่าย การใช้วัตถุอันตราย เชื้อเพลิงสารเคมี ผลิตภัณฑ์เครื่องจักร อุปกรณ์ที่ใช้ ตลอดจนกระบวนการผลิต และขั้นตอนวิธีปฏิบัติงานโดยกรมโรงงานอุตสาหกรรม

ได้กำหนดให้ใช้เครื่องมือในการชี้บ่งอันตราย 6 เครื่องมือแล้วแต่ความชำนาญและความเหมาะสมของผู้ชี้บ่งอันตรายดังนี้ Checklist, What If Analysis, HAZOP, Fault Tree Analysis, FMEA และ Event Tree Analysis [7] ซึ่งส่วนใหญ่เน้นที่ความปลอดภัย แต่ยังไม่ครอบคลุมด้านสุขภาพรายละเอียดการชี้บ่งอันตรายมีดังนี้

1.1 Checklist เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการชี้บ่งอันตราย โดยการนำแบบตรวจไปใช้ในการตรวจสอบดำเนินงานในโรงงาน เพื่อค้นหาอันตราย ซึ่งแบบตรวจประกอบด้วยหัวข้อคำถามที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานต่างๆ เพื่อตรวจสอบว่าได้ปฏิบัติตามมาตรฐานการออกแบบ มาตรฐานการปฏิบัติหรือกฎหมาย เพื่อนำผลจากการตรวจสอบมาทำการชี้บ่งอันตราย

1.2 What If Analysis เป็นเครื่องมือที่ใช้ศึกษา วิเคราะห์ และทบทวนเพื่อชี้บ่งอันตรายในการดำเนินงานต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมโดยใช้คำถาม “จะเกิดอะไรขึ้น.....ถ้า.....” (What If) และหาคำตอบในคำถามเหล่านั้นเพื่อชี้บ่งอันตรายที่อาจเกิดขึ้นในการดำเนินงานในโรงงาน

1.3 HAZOP (Hazard and Operability Study) เป็นเครื่องมือที่ใช้ศึกษา วิเคราะห์ และทบทวนเพื่อชี้บ่งอันตรายและค้นหาปัญหาที่อาจเกิดขึ้นจากการดำเนินงานในโรงงาน โดยการวิเคราะห์หาอันตรายและปัญหาของระบบต่างๆ ซึ่งอาจเกิดจาก

ความไม่สมบูรณ์ในการออกแบบที่เกิดขึ้นโดยไม่ได้ตั้งใจ ด้วยการตั้งคำถามที่สมมติสถานการณ์ของการผลิตในภาวะต่างๆ

1.4 Fault Tree Analysis เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการชี้บ่งอันตรายที่เน้นอุบัติเหตุ หรืออุบัติเหตุที่ร้ายแรงที่เกิดขึ้น หรือคาดว่าจะเกิดขึ้นเพื่อนำไปวิเคราะห์หาสาเหตุของการเกิดเหตุ เป็นเทคนิคในการคิดย้อนกลับที่อาศัยหลักการทางตรรกวิทยาในการใช้หลักการและเหตุผล เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุหรืออุบัติเหตุร้ายแรง โดยเริ่มวิเคราะห์จากการเกิดอุบัติเหตุหรืออุบัติเหตุร้ายแรงที่เกิดขึ้นหรือคาดว่าจะเกิดขึ้น เพื่อพิจารณาหาเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นก่อนแล้วนำมาแจกแจงขั้นตอนการเกิดเหตุการณ์ว่ามาจากเหตุการณ์ย่อยอะไรบ้างและเหตุการณ์ย่อยเหล่านั้นเกิดขึ้นได้อย่างไร การสิ้นสุดการวิเคราะห์เมื่อพบสาเหตุของการเกิดเหตุการณ์ย่อยเป็นผลเนื่องจากความบกพร่องของเครื่องจักรอุปกรณ์ หรือความผิดพลาดจากการปฏิบัติงาน

1.5 FMEA (Failure Modes and Effects Analysis) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการชี้บ่งอันตรายในการวิเคราะห์ในรูปแบบความล้มเหลว และผลที่เกิดขึ้น ซึ่งเป็นการตรวจสอบชิ้นส่วนจักรอุปกรณ์ ในแต่ละส่วนของระบบแล้วนำมาวิเคราะห์หาผลที่จะเกิดขึ้นเมื่อเกิดความล้มเหลวของเครื่องจักรอุปกรณ์

1.6 Event Tree Analysis เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการชี้บ่งอันตรายเพื่อวิเคราะห์และประเมินผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อเนื่อง เมื่อเกิดเหตุการณ์แรกขึ้น (initiating event) ซึ่งเป็นการคิดคาดการณ์ล่วงหน้าเพื่อวิเคราะห์หาผลสืบเนื่องที่จะเกิดขึ้น เมื่อเครื่องจักร อุปกรณ์เสียหายหรือคนทำงานผิดพลาด เพื่อให้ทราบสาเหตุว่าเกิดขึ้นได้อย่างไร และมีโอกาสที่จะเกิดขึ้นมากน้อยเพียงใด รวมทั้งเป็นการตรวจสอบว่าระบบความปลอดภัยที่มีอยู่มีปัญหาหรือไม่อย่างไร

2. ขั้นตอนอธิบายลักษณะความเสี่ยง คือ การวิเคราะห์พิจารณาถึงโอกาสและความรุนแรงของอันตรายที่ชี้บ่งออกมาได้ ซึ่งอาจจะก่อให้เกิดเพลิงไหม้ การระเบิด การรั่วไหลของสารเคมี การประเมินความเสี่ยงเป็นการจัดระดับความเสี่ยงน้อย ความเสี่ยงที่ยอมรับได้ ความเสี่ยงสูง หรือความเสี่ยงที่ยอมรับไม่ได้ เพื่อจะได้เป็นข้อมูลในการดำเนินงานควบคุมความเสี่ยง การประเมินความเสี่ยงให้ใช้หลักเกณฑ์พิจารณาดังนี้

1) พิจารณาถึงโอกาสการเกิดเหตุการณ์ต่างๆ โดยจัดระดับโอกาสเป็น 4 จากโอกาสเกิดอันตรายน้อยไปมากระดับ ดังตารางที่ 1

2) พิจารณาถึงความรุนแรงของเหตุการณ์ต่างๆ ว่าจะก่อให้เกิดผลกระทบที่เกิดต่อบุคคล ชุมชน ทรัพย์สิน หรือสิ่งแวดล้อมมากน้อยเพียงไร โดยจัดระดับความรุนแรงเป็น 4 ระดับ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1 การจัดระดับโอกาสในการเกิดเหตุการณ์ต่างๆ

ระดับ	รายละเอียด
1	มีโอกาสในการเกิดยาก เช่นไม่เคยเกิดเลยในช่วงเวลาตั้งแต่ 10 ปีขึ้นไป
2	มีโอกาสในการเกิดน้อย เช่น ความถี่ในการเกิด 1 ครั้งในช่วง 5-10 ปี
3	มีโอกาสในการเกิดปานกลาง เช่นความถี่ในการเกิด 1 ครั้งในช่วง 1-5 ปี
4	มีโอกาสในการเกิดสูง เช่นความถี่ในการเกิดมากกว่า 1 ครั้งใน 1 ปี

3) จัดระดับความเสี่ยง โดยพิจารณาถึงผลลัพธ์ของระดับโอกาสคูณกับระดับความรุนแรงที่มีผลกระทบต่อบุคคล ชุมชน ทรัพย์สิน หรือสิ่งแวดล้อม หากระดับความเสี่ยงที่มีผลกระทบต่อบุคคล ชุมชน ทรัพย์สิน หรือสิ่งแวดล้อมมีค่าแตกต่างกันให้เลือกระดับความเสี่ยงที่มีค่าสูงกว่าเป็นของการประเมินความเสี่ยงในเรื่องนั้นๆระดับความเสี่ยงจัดเป็น 4 ระดับ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 2 การจัดระดับความรุนแรงของเหตุการณ์ต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อบุคคลชุมชนสิ่งแวดล้อมและทรัพย์สิน [6]

ระดับ	ความรุนแรง	ต่อบุคคล	ต่อชุมชน	ต่อสิ่งแวดล้อม	ต่อทรัพย์สิน
1	เล็กน้อย	มีการบาดเจ็บเล็กน้อยในระดับปฐมพยาบาล	ไม่มีผลกระทบต่อชุมชนโดยรอบโรงงานหรือผลกระทบต่อเล็กน้อย	ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเล็กน้อย สามารถควบคุมหรือแก้ไขได้	ทรัพย์สินเสียหายน้อยมาก หรือไม่เสียหายเลย
2	ปานกลาง	มีการบาดเจ็บที่ต้องได้รับการรักษาทางการแพทย์	มีผลกระทบต่อชุมชนรอบโรงงาน และแก้ไขได้ในระยะเวลาสั้น	ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมปานกลาง สามารถแก้ไขได้ในระยะเวลาสั้น	ทรัพย์สินเสียหายปานกลางและสามารถดำเนินการผลิตต่อไปได้
3	สูง	มีการบาดเจ็บหรือเจ็บป่วยที่รุนแรง	มีผลกระทบต่อชุมชนรอบโรงงาน และต้องใช้เวลาในการแก้ไข	ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมรุนแรง ต้องใช้เวลาในการแก้ไข	ทรัพย์สินเสียหายมาก และต้องหยุดการผลิตในบางส่วน
4	สูงมาก	ทุพพลภาพหรือเสียชีวิต	มีผลกระทบต่อชุมชนเป็นบริเวณกว้างหรือหน่วยงานของรัฐ ต้องเข้าดำเนินการแก้ไข	มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมรุนแรงมาก ต้องใช้ทรัพยากรและเวลานานในการแก้ไข	ทรัพย์สินเสียหายมาก และต้องหยุดการผลิตทั้งหมด

หมายเหตุ ผลกระทบต่อชุมชน หมายถึงเหตุรำคาญต่อชุมชน การบาดเจ็บ การเจ็บป่วยของประชาชน ความเสียหายต่อทรัพย์สินของชุมชน และประชาชน ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม หมายถึงการเสื่อมโทรมและเสียหายของสิ่งแวดล้อม เช่น อากาศ ดิน แหล่งน้ำและผลกระทบต่อทรัพย์สินในแต่ละระดับโรงงานสามารถกำหนดเองตามความเหมาะสมโดยพิจารณาถึงขีดความสามารถของโรงงาน

ตารางที่ 3 การจัดระดับความเสี่ยงอันตราย [6]

ระดับความเสี่ยง	ผลลัพธ์	รายละเอียด
1	1-2	ความเสี่ยงน้อย
2	3-6	ความเสี่ยงที่ยอมรับได้ ต้องมีการทบทวนมาตรการควบคุม
3	8-9	ความเสี่ยงสูง ต้องมีการดำเนินงานเพื่อลดความเสี่ยง
4	12-16	ความเสี่ยงที่ยอมรับไม่ได้ ต้องหยุดดำเนินการและปรับปรุงแก้ไขเพื่อลดความเสี่ยงทันที

การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ หมายถึงการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลการสัมผัสอันตรายที่มนุษย์สัมผัส และประเมินผลว่ามีความเสี่ยงต่อสุขภาพหรือไม่โดยรูปแบบของคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติการประเมินความเสี่ยงคณะกรรมการวิจัยแห่งสุขภาพ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน [3]

ขั้นตอนที่ 1 การชี้บ่งอันตราย (Hazard identification) ขั้นตอนนี้เป็นการประมวลและศึกษาข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่ทั้งหมดในเวลานั้นเพื่อประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพในเบื้องต้นเพื่อหาว่าสารเคมีนั้นๆ จะเป็นสาเหตุให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพในหมู่ประชากรหรือไม่ ตัวอย่างเช่น การสัมผัสกับสารเคมีชนิดหนึ่งจะทำให้เกิดมะเร็งหรือไม่ ทำให้เกิดอันตรายต่อระบบประสาทหรือระบบภูมิคุ้มกันหรือไม่ จะมีผลต่อระบบสืบพันธุ์หรือก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพด้านอื่นๆ หรือไม่ ทั้งนี้ถ้ามีข้อมูลเพิ่มเติม

เกี่ยวกับผลข้างเคียงต่อสุขภาพก็ควรทำการประเมินความเสี่ยงใหม่ข้อมูลที่ควรนำมาพิจารณาได้แก่

การชี้บ่งอันตรายต้องรวบรวมข้อมูลที่เชื่อถือได้ หรือทราบว่ามีการใช้สารเคมีอะไรบ้างแพร่กระจายในความเข้มข้นเท่าใดในสิ่งแวดล้อมเรียกสารเคมีเหล่านี้ว่า a chemical of potential concern หรือ COPC ผู้ชี้บ่งอันตรายต้องลดจำนวนสารเคมีจำพวก COPC ให้ลดลงไปอีกและสารเคมีที่น่าสนใจว่าจะเป็นอันตรายจริงและเฉพาะสารเคมีที่เป็น COPC เท่านั้นที่จะนำมาประเมินความเสี่ยงในขั้นตอนต่อไป

ขั้นตอนที่ 2 การประเมินการตอบสนองต่อปริมาณ (Dose – response assessment) หรือการประเมินความเป็นพิษ (Toxicity assessment) ขั้นตอนนี้ทำเพื่อระบุความสัมพันธ์ทางปริมาณระหว่างปริมาณสารเคมีที่ได้รับกับการบาดเจ็บหรือ

ก่อให้เกิดโรค สารเคมีส่วนใหญ่สามารถก่อให้เกิดอันตรายได้เมื่อบริโภคในปริมาณมากพอ ตัวอย่างเช่น ยาสลบถ้าได้รับในระดับต่ำๆ อาจก่อให้เกิดอาการปวดศีรษะ แต่ใช้เป็นประโยชน์ในทางการแพทย์เมื่อใช้ใน ระดับสูง มากเกินไปก็อาจทำให้ถึงตาย ดังนั้นการหาความเสี่ยงของสารเคมีด้วยความเชื่อมั่นจะทำได้เลยถ้าไม่ทราบความสัมพันธ์ของปริมาณการสัมผัสสารเคมีกับการตอบสนองของการศึกษามาเป็นผลที่ใกล้เคียงสภาพความเป็นจริงในประชากรมากที่สุด การประเมินการตอบสนองต่อปริมาณการสัมผัสสามารถแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ ตามผลข้างเคียงที่มีต่อสุขภาพมนุษย์ ได้แก่

1) สำหรับสารที่ไม่ก่อให้เกิดมะเร็ง สมมุติฐานโดยทั่วไปที่ใช้ คือ ผลทางชีววิทยาที่เกิดขึ้นหลังได้รับสารเคมีในปริมาณที่สูงกว่าระดับ threshold ซึ่งสามารถสร้างได้หลายรูปแบบ [8]เช่น

- LOAEL (Lowest observable adverse effect level) เป็นปริมาณน้อยที่สุดที่ก่อให้เกิดผลที่สามารถตรวจพบได้

- NOEL (No-observed-effect level) เป็นปริมาณที่ตรวจไม่พบผลทางชีววิทยา

- NOAEL (No-observed-adverse-effect level) เป็นปริมาณที่ตรวจไม่พบผลที่เป็นอันตราย

โดยทั่วไปนักพิษวิทยาต้องการทราบความสัมพันธ์ของปริมาณการสัมผัสสารเคมีกับผลการตอบสนองในหลายรูปแบบ ผ่านการทดสอบใน

สัตว์ด้วยปริมาณการสัมผัสสารเคมีที่เป็นพิษที่ต้องการศึกษาในระดับที่สูงและต่ำกว่าความเป็นจริงเพื่อช่วยในการหาปริมาณของ threshold ซึ่งระดับการได้รับสารเคมีที่ยอมรับได้หรือถือว่าเป็นปริมาณที่ปลอดภัยต่อมนุษย์ เรียกว่า Reference Dose (RfD) มีสูตรการคำนวณดังนี้

$$RfD = NOAEL$$

$$\text{หรือ } LOAEL/UF_1 \times UF_2 \times UF_3 \times UF_4 \quad (1)$$

โดย Uncertainty factors (UF) ซึ่งโดยทั่วไปมีค่าเท่ากับ 10

UF₁ ที่เกิดจากความแตกต่างของประชากรทั่วไปกับประชากรกลุ่มที่อ่อนแอ เช่น เด็ก หญิงมีครรภ์และคนชรา

UF₂ ที่เกิดขึ้นจากการนำผลที่ได้จากสัตว์ทดลองมาอนุมานกับมนุษย์

UF₃ ที่เกิดขึ้นจากการนำผลที่ได้จากการทดลองระยะเวลาสั้นๆ (Subchronic studies) มาอนุมานความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นจากการสัมผัสตลอดอายุขัย (Chronic)

UF₄ ที่เกิดขึ้นจากการนำค่า LOAEL มาแทนค่า NOAEL

US-EPA ได้กำหนดใช้ค่า ๑๐ เป็นค่า Uncertainty factors สำหรับแต่ละค่าของ UF ดังนั้นตัวหารในสูตรข้างต้นจึงเท่ากับ $10 \times 10 \times 10 \times 10 = 10,000$

2) สำหรับสารเคมีที่สงสัยว่าก่อให้เกิดมะเร็ง [5] สมมุติฐานการประเมินโดยทั่วไปจะไม่มี threshold คือว่าสารที่ก่อให้เกิดมะเร็งแม้ว่าจะได้รับในระดับน้อยที่สุดก็ยังคงมีความเสี่ยง แนวคิดนี้ได้ถูกใช้มาเป็นเวลานานมากแล้ว แต่การค้นพบเมื่อเร็ว ๆ นี้พบว่า การเกิดมะเร็งมีกลไกการทำงานที่มีช่วงกว้างกว่าเดิม ขึ้นอยู่กับสารเคมีที่เกี่ยวข้องและสารเคมีที่ก่อให้เกิดมะเร็งบางตัวอาจมี threshold ระดับต่ำที่ไม่ก่อให้เกิดมะเร็งด้วย ในกรณีที่มีข้อมูลเพียงพอที่จะสนับสนุนความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารเคมีกับการก่อให้เกิดมะเร็งเป็นแบบ non – linear จะกำหนดจุดมาตรฐานในการอนุมานผลที่เรียกว่า LED₁₀ ซึ่งเท่ากับค่าล่างที่ 95% confidence limit ของปริมาณสารเคมีซึ่งทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพเพิ่มมากขึ้น 10% โดยส่วนใหญ่ค่า LED₁₀ จะมีค่าเท่ากับค่า NOAEL

ขั้นตอนที่ 3 การประเมินการสัมผัส (Exposure assessment) เป็นขั้นตอนสำคัญที่ต้องดำเนินการเพื่อการประมาณปริมาณหรือขนาดของสารเคมีที่ร่างกายจะได้รับเข้าสู่ร่างกาย ไม่ว่าจะเป็นทางหายใจ ทางกินและ/หรือทางดูดซึมก็ตาม ขั้นตอนการประเมินการสัมผัสจะประกอบด้วย 3 ขั้นตอนคือ เริ่มต้นด้วยการศึกษาและเข้าใจถึงลักษณะของสถานที่และประชากรที่สัมผัสสารเคมีทั้งในปัจจุบันและในอนาคต ต่อมาจึงศึกษาเส้นทางที่สารเคมีที่

สนใจว่าจะเคลื่อนที่เข้าสู่ร่างกายได้ทางใดบ้างและด้วยกลไกใดที่สุดท้ายจึงทำการคำนวณปริมาณสารเคมีที่จะเข้าสู่ร่างกายว่ามีจำนวนเท่าใด

ขั้นตอนการคำนวณปริมาณสารเคมีที่ได้รับ มีสูตรคำนวณดังนี้ [6]

การประมาณปริมาณสารปนเปื้อนที่เข้าสู่ร่างกายทางน้ำดื่ม

$$Ing = \frac{CW \times IR \times EF \times ED}{AT \times BW} \quad (2)$$

เมื่อ Ing = intake by ingestion ปริมาณสารปนเปื้อนเข้าสู่ร่างกายทางปาก (mg/kg-day)

CW = ความเข้มข้นของสารปนเปื้อนในน้ำ (mg/L)

IR = ingestion rate อัตราเข้าทางปาก (L/day)

EF = ความถี่ของการสัมผัส (days/year)

ED = ระยะเวลาการสัมผัส (years)

AT = ระยะเวลาเฉลี่ยการสัมผัส (days)

BW = น้ำหนักร่างกาย (kg)

การประมาณปริมาณสารปนเปื้อนที่เข้าสู่ร่างกายทางการหายใจ

$$Inh = \frac{CA \times IR \times ET \times EF \times ED}{AT \times BW} \quad (3)$$

เมื่อ Inh = ปริมาณสารปนเปื้อนเข้าสู่ร่างกายทางการหายใจ (mg/kg-day)

CA = ความเข้มข้นของสารปนเปื้อนในอากาศ
(mg/ m³)

ET = ระยะเวลาการหายใจ (hours/day)

ขั้นตอนที่ 4 การอธิบายลักษณะความเสี่ยง (Risk characterization) เป็นขั้นตอนสุดท้ายของการประเมินความเสี่ยงสุขภาพ ซึ่งจะเป็นการรวบรวมข้อมูลต่างๆที่ได้จากขั้นตอนการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณและการตอบสนองและขั้นตอนการประเมินการสัมผัสแล้วสรุปว่าเป็นความเสี่ยงต่อสุขภาพหรือไม่หากต้องสัมผัสสารเคมีชนิดนั้น โดยขั้นตอนการอธิบายลักษณะความเสี่ยง มี 2 ขั้นตอน ดังนี้

1. ทบทวนผลที่ได้จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารเคมีและการตอบสนองและการประเมินการสัมผัส

2. การคำนวณค่าความเสี่ยง มีหลักการคำนวณโดยแบ่งเป็น 2 ประเภทตามชนิดของสารเคมี คือ

2.1) ค่าความเสี่ยงของเคมีที่เป็นสาเหตุของสารที่ก่อมะเร็ง จะคิดในรูปของโอกาสหรือความน่าจะเป็นที่ผู้สัมผัสจะมีโอกาสเกิดมะเร็งขึ้นและนิยมคิดว่าโอกาสนั้นจะเกิดขึ้นได้ตลอดอายุขัยของผู้นั้น ในทางปฏิบัติคิดเป็น 70 ปีคำนวณได้จากขนาดของสารเคมีที่รับเข้าสู่ร่างกายในระยะยาวคูณด้วยค่า slope factor หรือ SF ดังนี้

$$\text{Risk} = \text{CDI} \times \text{SF} \quad (4)$$

Risk = ค่าความเสี่ยงจากสารเคมีที่เป็นสาเหตุของมะเร็ง (carcinogenic risk)

CDI = ขนาดของสารเคมีที่เข้าสู่ร่างกาย (chronic daily intake) (mg/kg.day)

SF = carcinogen slope factor (kg.day/mg)

ดังนั้นค่าความเสี่ยงที่คำนวณได้คือเมื่อ

$\text{Risk} \leq 1 \times 10^{-6}$ ความเสี่ยงยอมรับได้

$\text{Risk} \geq 1 \times 10^{-6}$ ความเสี่ยงยอมรับไม่ได้

ถ้ามีสารมากกว่าหนึ่งชนิด ต้องหาค่ารวม Risk รวมแล้วนำไปเปรียบเทียบกับ 1×10^{-6}

2.2) ค่าความเสี่ยงของสารเคมีที่ไม่เป็นสาเหตุของสารเคมีที่ไม่ก่อมะเร็ง จะมีหลักคิดว่าหากปริมาณสารไม่ก่อมะเร็งนั้นมีปริมาณที่เข้าสู่ร่างกายน้อยกว่าค่า RfD ก็ถือว่าปลอดภัยสำหรับประชาชนทั่วไปที่จะสัมผัสได้ค่าความเสี่ยงของสารที่ไม่ก่อมะเร็งจะเรียก hazard index หรือดัชนีอันตราย เมื่อพิจารณาสูตรการคำนวณค่าความเสี่ยงต่อไปนี้จะพบว่าถ้า

$\text{HI} \geq 1$ มีความเสี่ยง

$\text{HI} < 1$ ไม่มีค่าความเสี่ยง

$$\text{HI} = \frac{\text{CDI}}{\text{RfD}} \quad (6)$$

HI = ดัชนีอันตราย

CDI = ขนาดของสารเคมีที่เข้าสู่ร่างกาย
(mg/kg.day)

RfD = reference dose (mg/kg.day)

เพื่อให้โรงงานสามารถดำเนินงานจัดการความเสี่ยงต่อสุขภาพจากสารเคมีได้อย่างเหมาะสมและสร้างความมั่นใจให้กับชุมชนรอบๆ ที่อาจได้รับผลกระทบจากสารเคมี ทางหน่วยงานด้านความปลอดภัยควรมีแนวทางการจัดการความเสี่ยงต่อสุขภาพจากสารเคมีดังนี้

1. ขอการสนับสนุนอย่างจริงจังจากผู้บริหารระดับสูง
2. จัดทำนโยบายการจัดการความเสี่ยงที่ชัดเจน สอดคล้องกับยุทธศาสตร์และระบบที่มีอยู่ของโรงงาน
3. เสนอให้มีการตั้งผู้แทนฝ่ายบริหารมารับผิดชอบ
4. กำหนดความรับผิดชอบ และอำนาจของผู้เกี่ยวข้องให้ชัดเจน
5. สื่อสารนโยบายและความเสี่ยงดังกล่าว ให้รับทราบและเข้าใจ
6. ดำเนินการ ณ ระดับองค์กรต่างๆ ในโรงงาน
7. ใ้รางวัล และบททวนการจัดการ

สรุป

การประเมินความเสี่ยงตามมาตรฐาน มอก.18001 นั้นกำหนดให้ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมต้องประเมินผลกระทบต่อบุคคล ชุมชน สิ่งแวดล้อม และทรัพย์สิน ซึ่งการประเมินและการจัดการความเสี่ยงต่อสุขภาพเป็นระบบวิธีการอย่างเป็นขั้นตอนมีโครงสร้างชัดเจน ที่จะระบุให้ทราบวิธีการประเมินและควบคุมสิ่งคุกคามสุขภาพอนามัยในสถานที่ทำงาน จะต่างจากการวิเคราะห์ความปลอดภัยตรงที่ความปลอดภัยจะเน้นเฉพาะผลเฉียบพลัน เช่น การบาดเจ็บ ในขณะที่การประเมินความเสี่ยงจะรวมผลระยะยาวคือผลกระทบต่อสุขภาพเข้าไว้ด้วยกัน การประเมินความเสี่ยงจะทำให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีต้องอาศัยการมีส่วนร่วมของฝ่ายบริหารและฝ่ายปฏิบัติการในการจัดทำแผนงานเพื่อควบคุมความเสี่ยง การดำเนินการตามแผนรวมไปถึงการสรุปผลการดำเนินการตามแผนเพื่อเสนอผู้บริหารต่อไป เมื่อการวิเคราะห์ความเสี่ยงอยู่ในระดับความเสี่ยงที่ยอมรับได้ก็แสดงว่ามาตรการที่มีอยู่เพียงพอต่อการจัดการความเสี่ยงนั้นแล้ว ทางโรงงานก็ควรรักษามาตรการนั้นให้ปฏิบัติได้จริงได้อย่างต่อเนื่อง แต่ถ้าพบว่าเป็นความเสี่ยงที่ยอมรับไม่ได้ทางโรงงานก็ต้องหามาตรการหรือวิธีการต่างๆ เข้ามาช่วยเพื่อลดความเสี่ยงที่เกิดขึ้น

โดยข้อมูลการประเมินความเสี่ยงความเป็นพิษของสารเคมีที่มีผลต่อสุขภาพนั้นสามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารเคมีที่ได้รับและ

ผลกระทบที่มีต่อร่างกาย และการประเมินความเสี่ยง ยังสามารถหาจุดวิกฤตของปริมาณการได้รับที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพได้อีกด้วย และนอกจากนี้ข้อมูลจากการทำการประเมินความเสี่ยงยังใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เพื่อใช้ในการพัฒนานโยบายด้านสุขภาพและลดปัญหาด้านสุขภาพของมนุษย์และสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากสารเคมี

เอกสารอ้างอิง

- [1] นริศ โจนวิศาลทรัพย์.(2553).การประเมินความเสี่ยงและความปลอดภัยในโรงงาน.สำนักพัฒนาศักยภาพนักวิทยาศาสตร์ห้องปฏิบัติการ
- [2] พงศ์เทพ วิจารณ์ธนเดช.(2547).การประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพ.บริษัทไซเบอร์เพรส จำกัด. กรุงเทพมหานคร.
- [3] พรชัย สิทธิธรรมกุล.(2552).ระบบการจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัยกับการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ.วารสารวิจัยระบบสาธารณสุข.ปีที่3 ฉบับที่ 4 ตุลาคม-ธันวาคม 2552.
- [4] ภัทรร ณะภาววิศ .(2551).การประเมินความเสี่ยงสุขภาพตอนที่ 2 .วารสารสำนักบริหารและรับรองห้องปฏิบัติการ ปีที่ 4 ฉบับที่ 13 ตุลาคม 2551 – มกราคม 2552 (หน้า 2-7).
- [5] สุภาพร ไควนฤมิตร.(2553).การประเมินความเสี่ยงของสารเคมีที่เป็นพิษต่อสุขภาพ.กรมวิทยาศาสตร์บริการ

[6].เอกสารการสอนชุดวิชาการบริหารงานอาชีวอนามัยและความปลอดภัย. (2553)

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช สาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพ.

[7] เอกสารการสอนชุดวิชา พิษวิทยาและอาชีวเวชศาสตร์ หน่วยที่ 6. (2551)

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช สาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพ.

[8] US.EPA.(1989).Risk Assessment Guidance for Superfund.Volume I Human Health Evaluation Manual,Part A .Washington DC:Office of Emergency and Remediation Response.